Національний університет
водного господарства
та природокористування

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ РИСОВИХ ЗРОШУВАЛЬНИХ СИСТЕМ УКРАЇНИ

Науково-методичні рекомендації

За редакцією Сташука В.А., Вожегової Р.А., Дудченка В.В., Рокочинського А.М., Морозова В.В.

Видання 2-ге, перероблене та доповнене

Київ – Херсон – Рівне
2020

Національний університет
водного господарства
та природокористування

УДК 631.67(477)
П32

Загальна редакція:
В. А. Сташук – доктор технічних наук, чл.-кор. НААН України;
Р. А. Вожегова – доктор сільськогосподарських наук, чл.-кор. НААН України;
В. В. Дудченко – доктор економічних наук;
А. М. Рокочинський – доктор технічних наук, професор;
В. В. Морозов – кандидат сільськогосподарських наук, професор.

Рекомендовано вченою радою Інституту рису НААН.
Протокол № 10 від 4 липня 2019 року.

Рекомендовано вченою радою Інституту зрошуваного землеробства НААН.
Протокол № 10 від 30 жовтня 2019 року.

Рекомендовано науково-технічною радою
Національного університету водного господарства та природокористування.
Протокол № 126 від 05 листопада 2019 року.

П32 Підвищення ефективності функціонування рисових зрошувальних систем України: науково-методичні рекомендації / за заг. ред. Сташука В.А., Вожегової Р.А., Дудченка В.В., Рокочиського А.М., Морозова В.В.). Вид. 2-ге, перероб. та доповн. [Електронне видання]. – Київ-Херсон-Рівне : НУВГП, 2020. – 203 с.

ISBN 978-966-327-445-4

Підготовлені на підставі узагальнення результатів теоретичних та експериментальних досліджень природних, агротехнічних та агромеліоративних умов вирощування рису і супутніх культур у складних гідрогеологічних та ґрунтово-меліоративних умовах рисових систем України. Представлені науково обґрунтовані режимно-технологічні та технічні рекомендації щодо підвищення загальної технічної, технологічної, екологічної та економічної ефективності функціонування вітчизняних рисових зрошувальних систем у сучасних умовах та в умовах змін клімату.

Призначені для обґрунтування оптимальних проектних рішень при будівництві, реконструкції рисових зрошувальних систем та їх елементів, що забезпечують задовільний еколого-меліоративний стан зрошуваних земель і високу ефективність їхнього функціонування впродовж тривалої експлуатації таких об'єктів.

УДК 631.67(477)

© Інститут рису НААН, 2020
© Інститут зрошуваного землеробства НААН, 2020
ISBN 978-966-327-445-4
© Національний університет водного господарства
та природокористування, 2020
© ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», 2020

Національний університет
водного господарства
та природокористування

РОЗРОБНИКИ:

Національна академія аграрних наук України (Сташук В.А., д.т.н., чл.-кор. НААН України)

Інститут рису НААН (Дудченко В.В., д.е.н.; Вожегов С.Г., д.с.-г.н.; Дудченко Т.В., д.с.-г.н.; Шпак Д.В., к.с-г.н.; Уманський О.М., к.с.-г.н.; Воронюк З.С., к.с.-г.н.; Петкевич З.З., к.с.-г.н.; Скидан В.О., к.с-г.н.; Шпак Т.М. к.с.-г.н.; Паламарчук Д.П. к.с.-г.н.; Дудченко К.В., к.с.-г.н.; Цілинко М.І., к.с.-г.н.; Уханова М.А., к.-с.г.н.; Чекамова О.І., к.е.н.; Довбуш О.С., к.с.-г.н.; Мельниченко Г.В.; Ткач М.С.; Калінчук В.В.)

ДПДГ Інституту рису НААН (Корнбергер В.Г., к.с.-г.н.; Уманська В.В., к.е.н.)

Інститут зрошуваного землеробства НААН (Вожегова Р.А., д.с.-г.н., чл.-кор. НААН України; Грановська Л.М., д.е.н.; Коковіхін С.В., д.с.-г.н.)

Інститут водних проблем і меліорації НААН (Коваленко П.І., д.т.н., академік НААН України; Шевченко А.М., к.т.н.)

Національний університет водного господарства та природокористування МОН України (Рокочинський А.М., д.т.н.; Турченюк В.О., д.т.н.; Мендусь П.І., к.т.н.; Волкова Л.А., к.с.-г.н.; Приходько Н.В., к.т.н.; Кропивко С.М., к.т.н.; Козішкурт С.М., к.т.н.; Мендусь С.П., к.т.н.; Коптюк Р.М., к.т.н.; Шалай С.В., к.с.-г.н.; Волк П.П., к.т.н.; Лук'янчук О.П., к.т.н.; Тимейчук О.Ю., к.т.н.; Фроленкова Н.А., к.е.н.; Заєць В.В., к.т.н.; Кірічок О.Г., к.т.н.; Зубик Я.Я.; Ричко Д.М., аспірант)

ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет» (Ушкаренко В.О., д.с.-г.н., академік НААН України; Морозов В.В., к.с.-г.н.; Морозов О.В., д.с.-г.н.; Морозов Р.В., д.е.н., Лазер П.Н., к.с.-г.н.)

Національний університет біоресурсів і природокористування України (Тихенко Р.В., к.е.н.)

Дунайська гідрометеорологічна обсерваторія МНС України (Морозов В.М., к.геогр.н.)

Одеське обласне управління водних ресурсів (Потоп В.І.)

Національний університет
водного господарства
та природокористування

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ 6

ВСТУП 7

1. СУЧАСНИЙ СТАН, НЕОБХІДНІСТЬ ТА ШЛЯХИ РОЗВИТКУ РИСІВНИЦТВА В УКРАЇНІ 8
1.1. Світовий досвід вирощування рису 8
1.2. Розвиток рисосіяння в Україні 9
1.3. Сучасний стан та проблеми рисівництва в Україні 11
1.4. Стратегія розвитку галузі рисівництва в Україні 12

2. РАЙОНУВАННЯ ЗОНИ РИСОСІЯННЯ В УКРАЇНІ 15
2.1. Обґрунтування необхідності комплексного районування зони рисосіяння 15
2.2. Ландшафти та фізико-географічне районування 15
2.3. Гідрогеологічні умови та природні ресурси 17
2.4. Геоморфологічне районування 19
2.5. Природно-ресурсний потенціал зони рисосіяння 20
2.6. Сільськогосподарське районування 28
2.7. Соціально-економічне районування 30

3. МІСЦЕ ТА УМОВИ РОЗТАШУВАННЯ, ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РИСОВИХ СИСТЕМ УКРАЇНИ 33
3.1. Місце та умови розташування рисових зрошувальних систем України 33
3.2. Погодно-кліматичні умови зони рисосіяння України: вчора, сьогодні, завтра 35
3.3. Рельєф, гідрологічні та гідрогеологічні умови зони рисосіяння України 41
3.4. Ґрунтовий покрив зони рисосіяння України 42
3.5. Загальна характеристика рисових зрошувальних систем України 44
3.6. Конструктивні особливості рисових зрошувальних систем України 44
3.7. Сучасний технічний стан рисових зрошувальних систем України 49
3.8. Еколого-меліоративний стан рисових зрошувальних систем України 53

4. СУЧАСНІ СОРТИ РИСУ В УКРАЇНІ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ НАСІННИЦТВА 58
4.1. Сучасні сорти рису в Україні 58
4.2. Особливості насінництва сучасних сортів рису 69

5. АГРОТЕХНІЧНІ ТА АГРОМЕЛІОРАТИВНІ УМОВИ ВИРОЩУВАННЯ РИСУ ТА СУПУТНІХ КУЛЬТУР 80
5.1. Агробіологічні та агромеліоративні умови вирощування рису 80
5.2. Вимоги рису до еколого-меліоративного стану земель 80
5.3. Структура рисової сівозміни 81
5.4. Агротехнічні особливості технологій вирощування рису 83
5.5. Підготовка ґрунту по попередниках 84
5.6. Система мінерального живлення посівів рису 85
5.7. Захист посівів рису від шкідливих організмів 93
5.8. Технології водорегулювання на РЗС 94
5.9. Режим зрошення рису та супутніх культур 95
5.10. Особливості вирощування інших культур круп'яної групи на РЗС 98

6. АГРОЕКОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР В РИСОВИХ СІВОЗМІНАХ 101
6.1. Технологічні аспекти вирощування сільськогосподарських культур у рисових сівозмінах 101
6.2. Моделювання продуктивності рисових сівозмін 102
6.3. Продуктивність культур рисової сівозміни залежно від технологій вирощування 105
6.4. Оптимізація технологій вирощування сільськогосподарських культур рисової сівозміни 107

Національний університет
водного господарства
та природокористування

6.5. Економічна та енергетична ефективність технологій вирощування сільськогосподарських культур рисової сівозміни 117

7. ЗАХОДИ З ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ РИСОВИХ ЗРОШУВАЛЬНИХ СИСТЕМ 121
7.1. Удосконалення режимів, технології та техніки зрошення культур рисової сівозміни 121
7.2. Обґрунтування ресурсозберігаючих параметрів, нормування водо- та енергокористування на РЗС у змінних кліматичних умовах 133
7.3. Використання дренажно-скидних вод рисових систем для зрошення 136
7.4. Глибоке розпушення ґрунтів рисових систем 142
7.5. Промивка засолених земель рисових систем 152
7.6. Оптимізація роботи насосних станцій 157
7.7. Удосконалення конструкцій РЗС 159
7.8. Оцінка стану ґрунтового покриву РЗС 170

8. ЕКОЛОГО-МЕЛІОРАТИВНИЙ МОНІТОРИНГ НА РИСОВИХ СИСТЕМАХ 173
8.1. Обґрунтування необхідності еколого-меліоративного моніторингу в зоні дії РЗС 173
8.2. Науково-методичні засади ведення еколого-меліоративного моніторингу в зоні зрошення (формування критеріальної бази еколого-меліоративного моніторингу) 173
8.3. Організація та ведення еколого-меліоративного моніторингу на РЗС 174

9. ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ФУНКЦІОНУВАННЯ РИСОВИХ ЗРОШУВАЛЬНИХ СИСТЕМ 177
9.1. Інвестиційна оцінка розробленого комплексу заходів з підвищення ефективності функціонування РЗС 177
9.2. Функціонування ринку рису в Україні 183
9.3. Узгодження інтересів у зоні рисосіяння як зоні поліфункціонального призначення 190
9.4. Економічна ефективність галузі рисівництва 195

ЛІТЕРАТУРА 202

Національний університет водного господарства та природокористування

Національний університет
водного господарства
та природокористування

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ГВ – ґрунтові води;

ГПК – ґрунтово-поглинальний комплекс;

ДСВ – дренажно-скидні води;

ДСК – дренажно-скидний канал;

ДСМ – дренажно-скидна мережа;

ЕММ – еколого-меліоративний моніторинг;

ЕММ ЗЗ – еколого-меліоративний моніторинг зрошуваних земель;

ЕМС – еколого-меліоративний стан;

ЕОМ – електронна обчислювальна машина;

ЗЧЗС-М – закрита чекова зрошувальна система В.Й. Маковського;

КЗВ – коефіцієнт земельного використання;

ККД – коефіцієнт корисної дії;

ККТ – карта краснодарського типу;

КЧД – карта-чек із дренажем;

КЧШФ – карта-чек широкого фронту затоплення і скиду води;

МЗЗ – моніторинг зрошуваних земель;

НААН – Національна академія аграрних наук;

НС – насосна станція;

НУВГП – Національний університет водного господарства та природокористування;

ОВП – окисно-відновний потенціал;

ПАМГ – природно-агромеліоративні геосистеми;

ПМР – природно-меліоративний режим;

ПР – проектне рішення;

РГВ – рівень ґрунтових вод;

РЗС – рисова зрошувальна система;

РШГ – розрахунковий шар ґрунту:

УВГ – управління водного господарства;

ФАР – фотосинтетичноактивна радіація.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Національний університет
водного господарства
та природокористування

ВСТУП

Сталий розвиток зрошувальних меліорацій, як одного з найважливіших факторів інтенсифікації сільськогосподарського виробництва та невід'ємної складової продовольчого і ресурсного забезпечення населення, потребує раціонального та ефективного використання водних та енергетичних ресурсів і, одночасно, забезпечення екологічної стійкості природних ландшафтів та територій.

Рисівництво відноситься до найбільш водозатратних галузей сільського господарства.

Майже 75% світового виробництва рису здійснюється шляхом його поверхневого затоплення, що потребує використання значних об'ємів водних ресурсів та пов'язаних із цим затрат електроенергії на їхню подачу та відведення. Водночас рис є однією з провідних зернових культур, що забезпечує близько 20% щоденного раціону для більш ніж 3,5 млрд людей. В усьому світі існує близько 150 млн га рисових земель, які щорічно постачають 550-600 млн т необробленого рису.

Рис, як цінна круп'яна культура, також є важливою складовою забезпечення продовольчої безпеки населення України. Щорічне споживання цього продукту українцями становить понад 200 тис. т і має стійку тенденцію до збільшення. Крім того, рис в Україні вирощується не тільки для отримання цінної крупи, а й для корінної меліорації колись занедбаних малопродуктивних засолених земель, природно-кліматичні умови яких сприятливі для розвитку рисосіяння.

В Україні впродовж тривалого періоду (до 1989 р.) рис вирощували за технологією, яка передбачала максимальну насиченість рисових сівозмін затоплюваним рисом (до 75%), технологічні скиди води з поверхні чеків при отриманні сходів, перед обробкою рослин пестицидами, кущінням та в кінці вегетаційного періоду, значний об'єм води витрачався на створення проточності. Зрошувальні норми сягали 20-25 тис. $м^3$/га, не рідко перевищували 30 тис. $м^3$/га. Із середини 70-х і на початку 80-х років минулого століття з 62 тис. га рисових систем рис займав 60-65% площі, щорічно вироблялося 170-180 тис. т зерна, середня врожайність рису становила ~50 ц/га.

Однак, ефективність вирощування культури рису в Україні з роками знижувалась, що, насамперед, ілюструвалось падінням його урожайності (з 55-60 до 29-30 ц/га і нижче) та значним негативним впливом рисових систем на довкілля. У першу чергу, це пов'язане з технічною застарілістю рисових зрошувальних систем (РЗС) та їх окремих елементів, недотриманням рекомендованих рисових сівозмін та режимів їхнього зрошення, що призвело до порушення водно-сольового балансу зрошуваних земель, прилеглих територій та погіршення їхнього еколого-меліоративного стану (ЕМС).

Тому одним із стратегічно важливих і актуальних завдань розвитку сільськогосподарського виробництва на сучасному етапі є відновлення продуктивності та ресурсного потенціалу галузі рисівництва на основі підвищення ефективності водо- та енергокористування й покращення загального ЕМС існуючих РЗС.

У рекомендаціях розглянуті основні наукові й організаційні засади з підвищення технологічної, економічної та екологічної ефективності функціонування рисових зрошувальних систем України, більшість з яких розташованого на територіях зі складними гідрогеологічними умовами.

Рекомендації підготовлені на підставі узагальнення результатів теоретичних та експериментальних досліджень природних, агротехнічних та агромеліоративних умов вирощування рису і супутніх культур на вітчизняних рисових систем. Представлені науково обґрунтовані режимно-технологічні та технічні заходи щодо підвищення загальної технічної, технологічної, екологічної та економічної ефективності функціонування рисових систем у сучасних умовах та в умовах змін клімату.

Дані рекомендації призначені для обґрунтування оптимальних проектних рішень при будівництві, реконструкції рисових систем та їхніх елементів, що забезпечують задовільний еколого-меліоративний стан зрошуваних земель та високу ефективність їхнього функціонування впродовж тривалої експлуатації таких об'єктів.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

1. СУЧАСНИЙ СТАН, НЕОБХІДНІСТЬ ТА ШЛЯХИ РОЗВИТКУ РИСІВНИЦТВА В УКРАЇНІ

1.1. Світовий досвід вирощування рису

Рис – болотна рослина, висота стебла досягає 1,0-1,8 м, він відрізняється від інших хлібних злаків тим, що може розвиватись під шаром води. Деякі сорти рису переносять затоплення шаром води до 4 м.

Але є і суходільний (гірський) рис, який росте на незатоплюваних територіях, часто після розкорчовування лісів або в гірських районах, де поля розташовані на східчасто розміщених терасах. Краї полів мають загороди, що утримують воду. Проте, в цілому гірський рис займає в світі невеликі площі. Його особливо цінують за добрий смак, але він дає менші урожаї, ніж болотний рис, що вирощується при затопленні.

Жодна зернова культура, окрім рису, не в змозі забезпечити їжею значну кількість населення тропічних країн. Крім того, в умовах вологого мусонного клімату тропіків пшениця та інші зернові культури дають низькі урожаї з причини пошкодження їх іржею. Рис не страждає від цього і дає значні урожаї. Більше того, в сезон дощів при затопленні величезних територій річкових долин на них, окрім рису, ніщо рости не може. Ці землі як би самою природою призначені для рисівництва. В сухий сезон вони неродючі через відсутність води, але при штучному зрошенні тут можна отримати декілька урожаїв рису на рік.

Зони інтенсивного рисосіяння співпадають із територіями найбільшої в світі щільності населення. Разом із збільшенням площ під рисом саме в цих районах планети щільність населення неухильно зростає. Цей зв'язок простежувався ще з перших століть нової ери. В рисосіючих районах Індії і Китаю завжди було зосереджено 35-40% населення Землі. Таким чином, спостерігається «геодемографічний зв'язок» між наявністю трудових ресурсів і розповсюдженням рисосіяння, що вимагає великих затрат ручної праці.

Понад 90% рису вирощується в Азії, насамперед у Східній, Південно-східній і Південній Азії, регіоні, в якому сільське господарство впродовж тисяч років накопичувало досвід вирощування рису і підвищення його урожайності.

Середня врожайність рису у світі досягає близько 4,0 т/га, а в країнах ЄС – 6,5 т/га. У тропіках сорти рису з коротким вегетаційним періодом дають два, а іноді і три врожаї на рік. Найвища врожайність рису в Єгипті, Греції, Іспанії, Південній Кореї, Японії, Італії, США, Перу, Португалії, Уругваї і Китаї. Там отримують більше 60 ц/га зерна рису. Водночас в Африці (Мозамбік, Замбія) врожайність рису значно нижча за середньосвітову – біля 8 ц/га.

Особливі заслуги в області підвищення врожайності рису належать Інституту рисівника на Філіппінах, де були виведені високоврожайні і короткостеблові сорти, що відповідають вимогам сучасного землеробства. При вирощуванні таких сортів одержують високі урожаї – понад 100 центнерів із гектара.

Торгівля рисом, обсяг якої мало змінювався з 80-х років XX століття, здійснювалась переважно між державами, що розвиваються. З розвинутих країн рисом торгують в основному США (понад половину всього об'єму світового експорту), Євросоюз (насамперед, Франція) й Австралія, хоча ці держави не належать до числа найбільших рисосіючих регіонів.

Ще один регіон, де рис нині відіграє значну роль у харчуванні людей – Західна Африка. Для 40% її населення рис виступає як основний вид продовольства. Проте об'єм закупівель рису тут становить всього 10% світової торгівлі і приходиться, головним чином, на рис низької якості (січку).

Найбільшу кількість рису вирощують у Китаї та Індії. У Китаї майже 200 млн т на рік, в Індії – 150 млн т на рік. У десятку країн-лідерів із виробництва рису також входять Індонезія, Бангладеш, В'єтнам, Таїланд, Бразилія. Головним імпортером рису у світі останніми роками є Європа. Найбільшими експортерами є країни Азії та Південної Америки. Всього у світі виробляють близько 500 млн т рису кожен рік. Таїланд з 1980 р. був найбільш потужним постачальником рису на світовому ринку, однак з 2012 р. він віддав лідерство іншим країнам. Причиною стало підвищення вартості рису на 50% в самій країні. Зростання попиту на рис на світовому ринку призвело до введення найбільшими експортерами обмежень на його експорт. Існуючий на сьогодні дефіцит рису на світовому ринку створює загрозу продовольчій безпеці в азіатських країнах.

Рис є продуктом харчування номер один для половини людства. За підрахунками вчених (дані ООН), щоб задовольнити потреби світового населення в їжі, виробництво рису до 2025 р. повинне зрости на 70%.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

1.2. Розвиток рисосіяння в Україні

Виробництво рису в України було розпочато у 1931 р. в заплавах Південного Бугу, Інгульця та Дністра на примітивних рисових зрошувальних системах. Для виробництва рису необхідні були значні затрати ручної праці. Більшість вчених-рисівників відмічали, що його вирощування можливе лише в південних районах України, де за період вегетації (травень-вересень) забезпечується сума активних температур понад 2500°С. До Другої світової війни посівні площі під рисом в Україні становили біля 2,0-1,7 тис. га, а в роки війни всі рисові системи були зруйновані і відновлені лише в 1949 році до майже довоєнного рівня (1,7 тис. га).

Створення галузі вітчизняного рисівництва ставило завданням, нарівні з вирішенням проблеми забезпечення населення вітчизняною рисовою крупою, також освоїти і ввести в сільськогосподарське виробництво засолені і заболочені малопродуктивні землі в Причорномор'ї, Присивашші та в дельті р. Дунай, створити на їхній базі сприятливі соціально-економічні умови для сталого розвитку цих регіонів. Практика перших років рисосіяння в Україні показала можливість отримання стабільних урожаїв рису на рівні 6-8 т/га, збереження родючості ґрунтів і мінімального негативного впливу на навколишнє природне середовище за умови створення інженерних РЗС.

Перша така рисова зрошувальна система (РЗС) була побудована в зоні Краснознам'янського зрошуваного масиву на площі 418 га (Скадовський район Херсонської області). Площа посіву рису становила 232 га, середня урожайність – 52,8 ц/га. У 1962 р. площа посіву рису була збільшена до 384 га, отримана середня урожайність 52,6 ц/га. В 1963 р. рисові зрошувальні системи були побудовані в інших господарствах Скадовського району. Всього площа посіву рису в 1963 р. становила 1556 га, середня урожайність – 53,6 ц/га.

У будівництво інженерних рисових систем та в інфраструктуру спеціалізованих рисосійних господарств були вкладені значні кошти. Вартість будівництва 1 га рисових систем становила понад 3,5 тис. рублів, що майже втричі більше, ніж для звичайних зрошувальних систем. Водночас термін окупності цих систем за проектної врожайності рису 50 ц/га становив 4-5 років.

У перші роки вирощування на інженерних РЗС урожайність рису була досить високою. Так у 1961-1965 рр. в середньому по Україні було зібрано 50,2 ц/га рису, в 1966-1970 рр. – 50,1 ц/ га.

Отримання такої врожайності досягалось за рахунок питомої ваги рису в сівозміні більше 50% та дотриманню агротехнічних заходів, боротьби зі шкідниками, хворобами і бур'янами, використанню районованих сортів рису. Сприятливі природно-кліматичні умови зони рисівництва, наявність побудованих інженерних РЗС дали можливість отримувати гарантовано високі врожаї рису-сирцю. Рис на таких землях не тільки давав високі врожаї, але завдяки меліоруючій ролі технології його вирощування сприяв створенню умов для вирощування в сівозміні суходільних культур, в основному, зернових і кормових, що стало основою інтенсивного розвитку галузей тваринництва.

У 1964 р. співробітниками лабораторії рисівництва Херсонського сільськогосподарського інституту під керівництвом професорів Д.Г. Шапошникова та Л.В. Скрипчинської була обґрунтована можливість і доцільність будівництва РЗС на малопродуктивних засолених і солонцюватих землях Одеської та Кримської областей України.

Кліматичні і ґрунтові умови та необмеженість водних ресурсів дали можливість використати заплавні землі р. Дунай для будівництва РЗС. У дельті Дунаю були поетапно запроектовані і побудовані такі рисові системи:

1. Кілійська рисова зрошувальна система – 1966 р.;
2. Рисова зрошувальна система «Дружба» – 1968 р.;
3. Лісковська рисова зрошувальна система – 1970 р.;
4. Кілійсько-Маякська рисова зрошувальна система – 1971 р.;
5. Кислицька рисова зрошувальна система – 1972 р.

У 1964 році, з приходом до Криму дніпровської води Північно-Кримським каналом, розпочалося вирощування рису в Кримській області. Становлення галузі рисосіяння в Криму було важким: відсутність матеріальної бази, недостатня кількість техніки і необхідного обладнання, відсутність спеціалістів і технологій в галузі рисосіяння. Піонером рисосіяння в Криму був радгосп «П'ятиозерний», в якому у 1964 р. на площі 1806 га було зібрано 10,9 тис. т рису, із середньою урожайністю 60,5 ц/га. У 1988 р. в Криму рисом засіяли 18,9 тис. га, отримали середню урожайність – 57,3 ц/га, валовий збір – 108,4 тис. ц.

За період із 1961 по 1980 рр. було побудовано і введено в експлуатацію 62,2 тис. га РЗС, з них у Херсонській області – 17,8 тис. га, Кримській – 31,4 тис. га, Одеській – 13 тис. га (рис. 1.1).

Національний університет
водного господарства
та природокористування

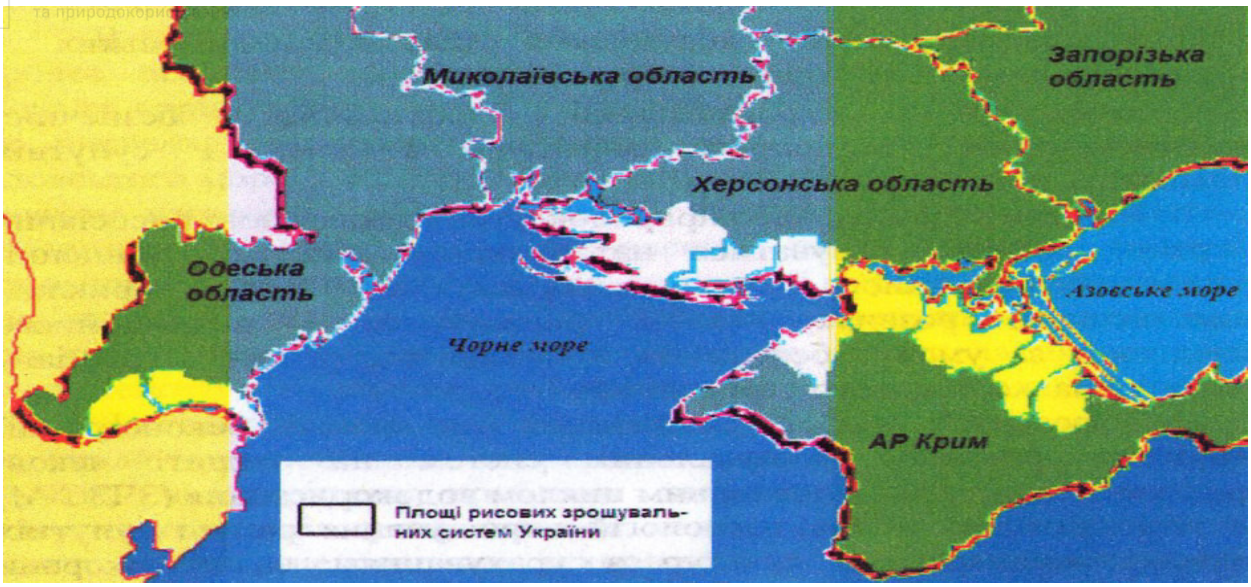


Рис. 1.1. Розташування рисових зрошувальних систем України

Виробництво рису в Україні у перші роки базувалося на науково-практичному досвіді Краснодарського краю. Однак деякі технічні рішення, які успішно працювали на Кубані, виявились непридатними для умов України зі своїми ґрунтово-кліматичними, гідрогеологічними умовами тощо.

РЗС України були побудовані за відомою схемою поливних карт краснодарського типу (ККТ) із одностороннім та двостороннім командуванням здебільшого у відкритих зрошувальних і дренажно-скидних каналах. Згідно зі схемами рекомендованих і прийнятих рисових сівозмін, насичених посівами рису від 50 до 62,5%, щорічна посівна площа цієї культури в країні становила 33-35 тис. га.

У середині 80-х років XX століття в Україні був розпочатий процес реконструкції існуючих РЗС. Почали вирішуватися задачі щодо покращення екологічного стану як РЗС, так і акваторії Чорного й Азовського морів в цілому. Однак реконструкція, яка здійснювалась шляхом часткового удосконалення РЗС (облицювання каналів, удосконалення гідротехнічних споруд, улаштування закритої колекторно-дренажної мережі, удосконалення технологій виробництва рису, використання дренажно-скидних вод (ДСВ) для повторного зрошення), радикально не зменшила екологічної напруженості в південному регіоні України.

На кінець 80-х років, із припиненням будівництва нових систем, посівні площі стабілізувались на кінець 80-х років на рівні 33-38 тис. га, що становило 53-61% наявного іригаційного фонду. У середньому в Україні урожайність рису коливалась переважно в межах 45-55 ц/га. Кращі господарства одержували з кожного гектару посівів 60-65 ц зерна рису, а окремі бригади, ланки і поливальники – 70-80 ц. Це дозволило підвищити валові збори до 170-180 тис. т, а в окремі роки і більше.

Усі РЗС, які були побудовані впродовж 60-70-х років і експлуатувалися 25-30 років, на початку 90-х років XX століття вже не відповідали техніко-економічним і природоохоронним вимогам. На значній території рисових зрошувальних систем склалися небезпечні гідрогеолого-меліоративні умови – більше 18,0 тис. га зрошуваних земель були підтоплені, мало місце вторинне засолення та зменшення вмісту гумусу в ґрунтах. Рисосіяння негативно впливало на гідрологічний і екологічний режим території та акваторії Чорного і Азовського морів.

Негативний вплив рисосіяння на довкілля був зумовлений в основному скиданням колекторно-дренажних та зрошувальних вод за межі РЗС із залишками пестицидів, гербіцидів і мінеральних добрив. У цей період відмічається тенденція зниження урожайності і рентабельності виробництва рису, значно погіршився екологічний стан зони рисосіяння в Україні та прилеглої території. Назріла необхідність прийняття радикальних еколого-меліоративних і економічних заходів.

Із середини 90-х років до 2005 р. ефективність вирощування культури рису в Україні поступово знижувалась. Посівні площі і валовий збір зерна щорічно скорочувались, суттєво знизився рівень врожайності. Наприклад, в АР Крим зниження виробництва рису становило 20-25%, а в Херсонській і Одеській області – у декілька разів.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

1.3. Сучасний стан та проблеми рисівництва в Україні

Найкращі результати в галузі рисівництва були досягнуті у 1986-1990 рр., коли було вироблено майже 180 тис. т рису при середній його врожайності 54 ц/га. Наявний до 1990 р. рівень рисосіяння повністю задовольняв потреби України в рисі-сирці та продуктах його переробки.

Однак криза, що охопила всі сфери народного господарства країни після 1991 року, вплинула і на галузь рисівництва. За період з 1991 по 1995 рр. середнє виробництво рису в Україні знизилось до 80 тис. т, а за наступні п'ять років – до 56 тис. т.

Всі РЗС, які були побудовані на впродовж 60-70-х років і експлуатувалися 25-30 років, на початку 90-х років XX століття вже не відповідали техніко-економічним і природоохоронним вимогам. На значній території РЗС склалися небезпечні гідрогеолого-меліоративні умови, мало місце вторинне засолення та зменшення вмісту гумусу в ґрунтах. Рисосіяння негативно впливало на гідрологічний і екологічний режим території та морської акваторії Чорного і Азовського морів.

На жаль, ефективність вирощування культури рису в Україні з роками знижувалась. У 2009 р. у роботі були задіяні 24,7 тис. га РЗС (41% від наявних), у тому числі в АР Крим – 15,7 тис. га (51%), в Херсонській області – 7,9 тис. га (98%), в Одеській – 2,8 тис. га (20%), валове виробництво рису-сирцю зменшилось до 80 тис. т, тобто у два рази.

Оскільки більшість РЗС України побудовані на раніше засолених територіях із близьким заляганням слабовідточних мінералізованих ґрунтових вод, то зменшення частки затоплюваного рису у сівозмінах створило ідеальні умови для подальшого нарощування площ вторинного засолення й осолонцювання зрошуваних земель, що може поставити РЗС на грань екологічної катастрофи.

На думку більшості фахівців, головними причинами зниження ефективності вітчизняного рисівництва в Україні стали:

- незадовільний технічний стан РЗС. За більш ніж 50-річний період експлуатації державна міжгосподарська меліоративна мережа відпрацювала амортизаційний термін і вимагає капіталовкладень на ремонт і реконструкцію;
- значне погіршення ЕМС у зрошуваних земель, насамперед родючості ґрунтів через погіршення їх кисневого режиму. На значній території РЗС склались незадовільні гідрогеолого-меліоративні умови – більше 18 тис. га були підтоплені, мало місце вторинне засолення ґрунтів, стрімко прогресували процеси їх оглеєння, у них зменшився вміст гумусу;
- надмірна хімізація посівів рису та великі об'єми скидів, що негативно вплинуло на гідрологічний і екологічний режим морської акваторії Чорного та Азовського морів. Оскільки зона рисосіяння України розміщена на території значної кількості рекреаційних ресурсів, то це стало передумовою для виникнення значних протиріч у південних районах – або рис, або рекреаційна зона;
- розпаювання і приватизація земель, в результаті якої внутрішньогосподарська мережа рисових систем була передана в комунальну власність. На РЗС утворились невеличкі за площею ділянки окремих власників. Порушилась цілісність функціонування меліоративних систем, оскільки орендарі не могли самостійно на невеликих площах забезпечити необхідну технологію вирощування рису. Виходячи із своїх можливостей, вони використовували ці землі на власний розсуд, без дотримання рекомендованих сівозмін і технологій вирощування сільськогосподарських культур, підтримання необхідного водного та сольового режимів ґрунтів, що призвело до відновлення випітного водно-сольового режиму і повторного засолення земель, зниження врожайності як основної культури – рису, так і супутніх культур.

В останні роки в політиці меліорацій і водного господарства намічається курс як на екологізацію сільськогосподарського виробництва, так і на отримання стабільної врожайності екологічно чистої сільськогосподарської продукції, на зменшення витрат електроенергії, економію водних і земельних ресурсів, збереження родючості ґрунтів. Даному курсу відповідає підвищення якості і надійності наукових розробок, а також впровадження нових технологій виробництва рису та нових поколінь РЗС.

Спад виробництва рису вдалось призупинити, намітились деякі позитивні тенденції розвитку галузі в цілому. У 2010 р. площі затоплюваного рису збільшились порівняно з 2009 р. на 7% і становили 29,4 тис. га (48%), у тому числі в АР Крим – 18,3 тис. га (59%), в Херсонській області – 7,9 тис. га (48%), в Одеській – 3,2 тис. га (23%). У 2013 році рис вирощувався на площі 29,7 тис. га (49%), у тому числі в АР Крим – 18 тис. га (59%), в Херсонській області – 8,1 тис. га (50%) та в Одеській – 3,6 тис. га (26%).

Тривале вирощування затоплюваного рису за технологією, що передбачала максимальний його вміст у сівозмінах (75-100%), великі зрошувальні норми (до 25-30 тис. $м^3$/га), значні об'єми водовідведення (11-13 тис. $м^3$/га), незадовільна робота дренажно-скидної мережі (ДСМ) стали головними причинами погіршення ЕМС земель РЗС, що проявилось у таких негативних явищах як

Національний університет
водного господарства
та природокористування
підйом рівня ґрунтових вод (РГВ), заболочення, вторинне засолення та осолонцювання ґрунтів та зниження їх родючості. На сьогодні такі явища зафіксовані більше як на 18 тис. га земель РЗС.

При тривалому затопленні у ґрунтах, які утворились в умовах недостатнього атмосферного зволоження та автоморфного і напівгідроморфного типу ґрунтоутворення, переважаючий окисний режим різко змінюється на відновний. Спрямованість ґрунтових процесів зміщується до елювіальних, метаморфізаційних і періодично глейових, які мають у більшості випадків деградаційний характер. У ґрунтах під культурою рису спостерігається розвиток елювіально-глеєвого процесу. Негативний вплив елювіально-глеєвого процесу проявився у поступовому зниженні родючості ґрунтів, розвитку болотних бур'янів (бульбокомишу, просянок, очерету та ін.) і, як наслідок, падінні врожайності рису.

Результати багаторічних досліджень, проведених на РЗС України дають змогу стверджувати, що тривале вирощування культури затоплюваного рису неминуче створює у ґрунтах певні деградаційні зміни і знижує їхню стійкість. Ступінь прояву цих явищ визначається насамперед вихідними властивостями ґрунтів, технічною досконалістю рисових систем та культурою землеробства.

Однією з головних причин негативних ґрунтових процесів під затопленим рисовим полем є також низька дренованість поливних карт, обумовлена незадовільною роботою малопотужної ДСМ. Найбільш інтенсивно деградаційні ґрунтові процеси проявлялись у центральній частині поливних карт (так звана застійна зона, яка практично не дренується) і на ділянках, що прилягають до зрошувальних каналів. Урожайність рису на цих ділянках традиційно була невисокою, а у деяких випадках становила тільки 10-15 ц/га.

Для забезпечення високої врожайності рису збільшувались дози мінеральних добрив (до 300 кг/га) і пестицидів (10-40 кг/га). При цьому переважна частина добрив та отрутохімікатів вносилася розпиленням із літаків і потрапляли вони не лише на рисові чеки, але й до ДСМ та природні водойми, особливо з дренажно-скидними водами (ДСВ). Це спричинило забруднення акваторій і заток Чорного моря, річок, погіршення їхнього екологічного стану та стало предметом різкої критики щодо доцільності рисосіяння в Україні. Посіви рису скоротились, а РЗС стали занепадати. Створилась реальна загроза повного виходу їх із ладу через підвищення засолення ґрунтового покриву і деградаційних процесів. Усе це може викликати і серйозну соціально-економічну напругу в причорноморській смузі України.

1.4. Стратегія розвитку галузі рисівництва в Україні

Міністерство аграрної політики та продовольства України розробило проект Єдиної комплексної стратегії розвитку сільського господарства та сільських територій на 2015-2020 роки для вирішення реальних потреб галузі. Основною метою стратегії є підвищення конкурентоздатності сільського господарства і сприяння розвитку сільських територій на сталій основі відповідно до стандартів ЄС і міжнародних стандартів. Концепція включає заходи з відновлення систем зрошення Півдня України, відповідно до якої планувалось збільшити валове виробництво рису. Вирішення цього завдання може бути досягнуто за рахунок використання РЗС за призначенням і насичення їх основною культурою рису до 50-60% від існуючих площ.

Науково-технологічні засади виробництва рису в Україні (які розробляють, насамперед, фахівці Інституту рису НААН), забезпечують отримання продукції, яка відповідає світовим стандартам. Це засвідчено Європейським центром дослідження ринку в 2005 р. (Брюссель), який провівши експертизу українського рису, рекомендував його до реалізації на міжнародному ринку і видав відповідний «Сертифікат якості».

Перспективи розвитку рисосіяння на Півдні України пов'язані також як із виведенням вітчизняними селекціонерами сортів рису, врожайність яких перевищує 10 т/га, так і розробкою екологічно безпечних РЗС.

Розроблені фахівцями Інституту рису НААН закриті РЗС із замкненим циклом водообігу і повторним використанням ДСВ, дозволяють уникнути негативного впливу на зрошувані землі та прилеглі до них території, а також на стан довкілля вздовж морського узбережжя, де знаходяться вітчизняні курортні зони.

Високий рівень ефективності рисосіяння та екологічної безпеки навколишнього середовища при використанні новітніх технологій можуть бути забезпечені за рахунок:

– упровадження на поливних картах ресурсозберігаючих режимів зрошення рису і супутніх культур на основі економічно й екологічно обґрунтованого зниження поливних і зрошувальних норм, особливо в умовах змін клімату;

Національний університет
водного господарства
та природокористування

– нормування водо- та енерговикористання РЗС із дотриманням сучасних економічних й екологічних вимог, застосування багатотарифного обліку електроенергії;

– використання дозволених пестицидів нового покоління з коротким періодом розпаду і дотримання технологічного регламенту їхнього застосування;

– виключення можливості поверхневого скиду води в дренажні канали після обробки посівів пестицидами;

– застосування наземного способу внесення засобів захисту рослин;

– дотримання інструкцій зі зберігання і транспортування хімпрепаратів;

– постійного моніторингу забруднюючих інгредієнтів у скидних водах і кінцевій продукції;

– забезпечення належного технічного та технологічного стану РЗС відповідно до технологічних і експлуатаційних вимог;

– підвищення природної родючості ґрунтів за рахунок застосування органічних добрив і хімічних меліорантів (гіпс, фосфогіпс, вапняк);

– підвищення технічної та технологічної досконалості РЗС, насамперед, за рахунок зміни конструкції і параметрів дренажної мережі;

– впровадження закритих зрошувальних систем із повторним використанням ДСВ, наприклад закритої чекової зрошувальної системи із замкнутим циклом водовикористання (ЗЧЗС-М).

Незважаючи на невеликі, порівняно із азійськими країнами, обсяги виробництва рису, досвід вітчизняних рисоводів досить високо оцінено в світі. Україну, в особі Інституту рису НААН, у 2002 р. було прийнято в члени Середземноморської асоціації країн-виробників рису.

Для збалансованого харчування людині необхідно вживати не менше 5 кг рису на рік. Статистика споживання рисової крупи в Україні свідчить, що на одну людину її споживається на 22-25% менше від рекомендованої норми.

Виходячи з кількості населення нашої країни, виробництво рису в Україні повинно становити близько 200 тис. т, а Україна виробляє лише 40-50% рису від рівня його споживання. Інша частина імпортується з інших країн світу, а саме, В'єтнаму, Таїланду, Росії та інших країн. Водночас, близько третини земельного фонду РЗС сьогодні фактично не використовують для вирощування рису.

Останнім часом ситуацію із забезпеченням України рисом власного виробництва суттєво загострює анексія Росією території АР Крим, у результаті якої втрачено основну частину загальноукраїнського валового збору рису.

До 2014 року основна частина рисосіючих господарств були розміщені на півночі АР Крим, півдні Херсонської області, а також у заплаві р. Дунай Одеської області. При цьому близько 60% загальноукраїнського валового збору рису припадало на АР Крим (близько 55 тис. т рису при посівних площах 13,1 тис. га і середній врожайності 4,22 т/га). Посівні площі Херсонської та Одеської областей разом становили біля 38% посівів рису в Україні.

Все це дає підстави для збільшення у 3-5 разів посівних площ рису на території Херсонської та Одеської областей для покриття існуючого дефіциту споживання.

Для вирішення питання максимального забезпечення населення України високоякісним рисом вітчизняного виробництва технічна політика держави повинна бути направлена як на екологізацію сільськогосподарського виробництва, так і на отримання стабільної урожайності екологічно чистої сільськогосподарської продукції, на зменшення витрат електроенергії, економію водних і земельних ресурсів, збереження родючості ґрунтів. Даному курсу відповідає підвищення якості і надійності наукових розробок, а також впровадження нових технологій виробництва рису та нових поколінь РЗС.

Ці перспективні технічно удосконалені РЗС повинні відповідати таким вимогам:

– не наносити шкоди навколишньому природному середовищу;

– забезпечувати економію електроенергії, збереження і відтворювання водних і земельних ресурсів;

– підтримувати необхідний для вирощування рису гідрогеолого-меліоративний стан зрошуваних земель;

– сприяти збереженню родючості ґрунтів;

– запобігати екологічному забрудненню сільськогосподарських і прилеглих до них територій та морської акваторії;

– сприяти впровадженню екологічно безпечних технологій вирощування рису і супутніх сільськогосподарських культур.

У ринкових умовах одним із головних мотиваційних механізмів, які на сьогодні спонукатимуть до розширення посівних площ під цією культурою, є економічна ефективність вирощування рису. Тому, сучасною альтернативою традиційного способу його вирощування затопленням може

Національний університет
водного господарства
та природокористування
виступати застосування краплинного способу зрошення, насамперед із його головними перевагами щодо значного зниження затрат поливної води та електроенергії.

В Україні станом на 2019 р. вже напрацьований певний досвід застосування цього способу зрошення при вирощуванні рису, що вказує на неабиякий потенціал цієї інновації у сільгоспвиробництві. Розвідувальні (рекогностувальні) польові досліди Інституту рису НААН та Брилівського опорного пункту Інституту водних проблем і меліорації НААН, проведені у 2015 р., засвідчили саму можливість досягнення врожайності рису на рівні 7-8 т/га при величині норми зрошення 7-8 тис. $м^3$/га. За фактичних витрат на реалізацію технології вирощування (у т.ч. вартість системи краплинного зрошення і поливної води) у 53,3 тис. грн/га, виручка від реалізації рису-сирцю за врожайності 7,3 т/га становить 89,8 тис. грн/га, а рівень рентабельності – 68,5%. До того ж, в цьому році у Овідіопольському районі Одеської області у виробничих умовах на площі 15 га краплинного зрошення був отриманий врожай рису 5 т/га.

На сучасному етапі забезпечення зростання та наближення обсягів і структури виробництва рису до потреб суспільства можливе лише на основі оптимального та раціонального використання ресурсів.

Підвищення ефективності галузі повинно здійснюватися на якісно новій основі – через структурну трансформацію та екологізацію виробництва відповідно до умов відкритого ринку. При цьому важливою проблемою ефективного виробництва рису є підвищення його екологічної ефективності, яке базується на збереженні природних ресурсів, вирощуванні екологічно чистої продукції. Найбільш складним об'єктом меліорації є ґрунти РЗС, які впродовж тривалого періоду перебувають під шаром води, що призводить до розвитку негативних ґрунтових процесів. Відновлення ґрунтового покриву вимагає десятиліть або століть, а роботи з рекультивації за допомогою технічних засобів потребують дуже великих витрат. Порушення екологічного розвитку, зниження родючості ґрунтів приходиться компенсувати великими додатковими матеріальними і трудовими ресурсами.

Аналіз проблеми функціонування РЗС в Україні, сучасного стану сільськогосподарського використання земель на них показує, що рисівництво в Україні доцільно розвивати на основі вдосконалення конструкцій РЗС та покращення стану земле- і водокористування на них.

Отже, підвищення загальної ефективності функціонування РЗС вимагає необхідність запровадження ефективних методів управління їхнім меліоративним станом із урахуванням сучасних технічних, технологічних, екологічних й економічних вимог до їхнього функціонування на основі подальшого розвитку теорії оптимізації щодо водо- та енергокористування, методів та засобів їхньої реалізації.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

2. РАЙОНУВАННЯ ЗОНИ РИСОСІЯННЯ В УКРАЇНІ

2.1. Обґрунтування необхідності комплексного районування зони рисосіяння

Природа наділила Україну певними агрокліматичними ресурсами, які виходячи з загальної оцінки, можна характеризувати як сприятливі. До їхньої сукупності входять земельні, водні (річки, озера та моря) ресурси, клімат, рослинність, рельєф і т.п.

Природні ресурси виступають важливим фактором соціально-економічного піднесення. Від їхніх запасів, якості й окремих техніко-економічних характеристик залежить господарська самодостатність країни та її регіонів. Особливо це актуально на даному етапі розвитку національної економіки, коли поглиблення процесів глобалізації та регіоналізації вимагає максимально можливого використання потенціалу конкурентних переваг, який має місце й у сфері природокористування.

Як зазначають В.І. Бойко та інші, «…природно-ресурсний потенціал відіграє ключову роль у системі виробничих відносин і соціально-економічному розвитку будь-якого суспільства. Особливо це стало відчутним у зв'язку з антропогенним навантаженням на природу, що відбувається із зростаючою інтенсивністю».

Таким чином, раціональне ведення сільськогосподарського виробництва можливе тільки за умови найповнішого використання природно-ресурсного потенціалу території. Це зумовлює необхідність мати об’єктивну інформацію щодо природно-економічних умов і природних ресурсів, які знаходяться в певних географічних межах. Для розв'язання існуючої проблеми ефективного використання природно-ресурсного потенціалу традиційної території рисосіяння починати слід із того, що необхідно провести комплексне районування зони рисосіяння України.

2.2. Ландшафти та фізико-географічне районування

В основу ландшафтного районування покладено загальний ландшафтно-генетичний принцип, який полягає в тому, що в будові й формуванні ландшафтів основне значення належить рельєфу, літолого-тектонічній основі, клімату, водам, ґрунтам, рослинності й тваринному світу, які, перебуваючи у постійній взаємодії і взаємозв'язку, зумовлюють процеси формування ландшафтів. На сучасні природні ландшафти значно впливають антропогенні фактори. Ландшафти відповідно до закономірностей формування природно-територіальних комплексів та їхньої просторової диференціації згруповані у класи, типи, роди і види (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Ландшафти зони рисосіяння України

Адміністративно-територіальна одиниця		Фізико-географічні країни	Класи ландшафтів	Природні зони	Ландшафтні типи і види	
Область/ АРК	Адміністративні райони				Тип	Вид
АР Крим	Джанкойський, Красноперекопський, Нижньогірський, Роздольненський, Совєтський	Східноєвропейська рівнина (південно-західна частина)	Рівнинні	Степова	Південно-степові полиново-злакові	Приморські низовини з антропогеновим покривом на неогенових відкладах
					Степові кримські ландшафти	Низовини з антропогеновим покривом на неогенових піщано-глинистих відкладах
Одеська	Ізмаїльський, Кілійський				Південно-степові полиново-злакові	Приморські низовини з антропогеновим покривом на неогенових відкладах
Херсонська	Голопристанський, Каланчацький, Скадовський					

Основою для проведення фізико-географічного районування зони рисосіяння України є ландшафтне районування за ландшафтно-генетичним принципом (табл. 2.2, рис. 2.1).

Національний університет
водного господарства
та природокористування

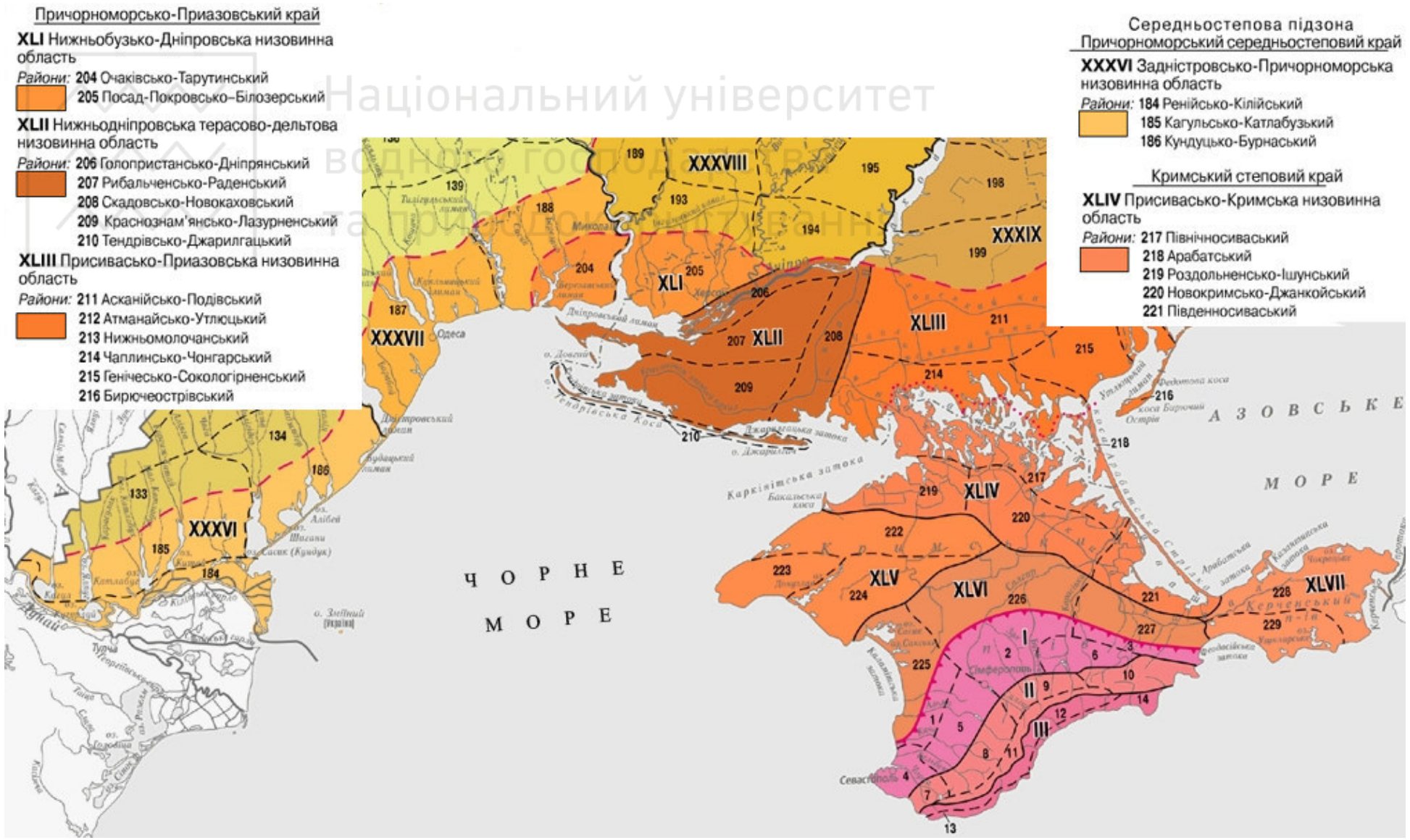


Рис. 2.1. Фізико-географічне районування

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Таблиця 2.2

Фізико-географічне районування зони рисосіяння України

Адміністративно-територіальна одиниця		Фізико-географічне районування					
Область/ АРК	Адміністративні райони	Країна	Зона	Підзона	Край	Область	Район
Херсонська	Голопристанський	Східноєвропейська рівнів (південно-західна частина)	Степова	Південностепова (сухостепова)	Причорноморсько-Приазовський	Нижньо-дніпровська терасово-дельтова низовинна	Краснознам'янсько-Лазурненський
	Скадовський						Скадовсько-Новокаховський
	Каланчацький					Присиваська-Приазовська низовинна	Чаплинсько-Чонгарський
АР Крим	Джанкойський, Красноперекопський, Нижньогірський				Кримський степовий	Присиваська-Кримська низовинна	Північносиваський
	Красноперекопський, Роздольненський						Роздольненсько-Ішунський
	Джанкойський, Нижньогірський						Новокримсько-Джанкойський
	Совєтський						Південносиваський
Одеська	Ізмаїльський			Середньо-степова	Причорно-морський середньо-степовий	Задністровсько-Причорно-морська низовинна	Ренійсько-Кілійський
	Кілійський						

Таким чином, основою для проведення фізико-географічного районування зони рисосіяння України є ландшафтне районування за ландшафтно-генетичним принципом. При виділенні регіональних одиниць та аналізі їхніх властивостей враховується генезис, історія розвитку природно-територіальних комплексів, взаємодія між компонентами природи та сучасні природно-господарські процеси. Кожна одиниця регіонального рангу має свої індивідуальні властивості і відрізняється від інших ландшафтною структурою.

2.3. Гідрогеологічні умови та природні ресурси

Для зони рисосіяння України основними природними факторами формування складу та розподілу підземних вод є: фізико-географічні, геологічні, тектонічні, гідрогеологічні та біологічні. Найважливіший серед них кліматичний фактор. Вплив гідрологічного фактора на підземні води залежить від особливостей гідрографічної мережі, яка відіграє значну роль у дренуванні водоносних горизонтів. Рельєф має визначальне значення у формуванні поверхневого стоку і значно впливає на водообмін водоносних горизонтів. Вплив біологічного фактора виявляється в зміні складу вод і порід під впливом життєдіяльності бактерій та продуктів перетворення органічних речовин.

Останніми роками виділяють два види районування: за принципом складових частин районів (структурні або однорідні райони); за принципом єдності й спрямованості процесів, які беруться до уваги під час районування (функціональне районування). На кожному ступені районування вони можуть бути закомплексовані з виділенням провідного і допоміжного принципів.

В основу структурного гідрогеологічного районування зони рисосіяння покладено принцип однорідності умов формування водообміну (однорідне районування) в природних умовах. Виділено три таксономічні одиниці районування: мегарегіон; область; район.

Згідно з геологічною будовою і за основними ознаками водообміну зони рисосіяння України виділено: мегарегіон (Руська плита); область (Причорноморського артезіанського басейну); райони (Північнокримський, Бессарабський, Дніпровсько-Молочненський).

Поширення підземних вод на території України зумовлене геологічною будовою гідрогеологічних регіонів, які різняться віком, складом і умовами залягання їхніх відкладів, а також сукупністю основних природних факторів, які зумовлюють закономірності формування і розподілу підземних вод.

В основу структурного гідрогеологічного районування зони рисосіяння покладено принцип однорідності умов формування водообміну (однорідне районування) в природних умовах.

Структурне гідрогеологічне районування зони рисосіяння України наведено в табл. 2.3, рис. 2.2.

Рис. 2.2. Структурне гідрогеологічне районування

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Таблиця 2.3

Структурне гідрогеологічне районування зони рисосіяння України

Гідрогеологічні мегарегіони, області, райони	Адміністративно-територіальна одиниця		
	Херсонська область	Одеська область	Автономна Республіка Крим
	Адміністративні райони		
	Голопристанський, Каланчацький, Скадовський	Ізмаїльський, Кілійський	Джанкойський, Красноперекопський, Нижньогірський, Роздольненський, Совєтський
Мегарегіон	Руська плита		
Область	Причорноморського артезіанського басейну		
Район	Дніпровсько-Молочненський	Бессарабський	Північнокримський

2.4. Геоморфологічне районування

Формування рельєфу території України відбувалося за умов складної взаємодії ендогенних, екзогенних та антропогенних чинників, внаслідок чого оформилися регіональні морфоструктурно-морфоскульптурні закономірності та особливості.

Потужним фактором сучасного геоморфогенезу є антропогенні процеси, які виникають внаслідок гірничо-видобувної, інженерно-будівельної, гідротехнічної, агротехнічної, меліоративної та іншої господарської діяльності й визначають різну антропогенну змінність природного рельєфу. Виділяють сильно-, середньо- та слабкоантропогенно перетворений рельєф.

Геоморфологічне районування зони рисосіяння України виконане на багатоступеневих засадах. Регіони різного таксономічного рангу співвідносяться один із одним як частина з цілим та відображають особливості рельєфу, які зумовлені наявністю морфоструктурних, морфоскульптурних, морфологічних, морфометричних, вікових відмінностей.

Згідно з геоморфологічним районуванням у межах зони рисосіяння України виділено одну область, три підобласті, п’ять районів (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Геоморфологічне районування зони рисосіяння України

Геоморфологічні області, підобласті, райони	Адміністративно-територіальна одиниця				
	Херсонська область		Одеська область	АР Крим	
	Адміністративні райони				
	Голопристанський, Скадовський	Скадовський, Каланчацький	Ізмаїльський, Кілійський	Джанкойський, Краснопе-рекопський	Джанкойський, Нижньогірський, Роздольненський, Совєтський
Область	Причорноморська область пластово-акумулятивних і пластово-денудаційних низовин				
Підобласть	Причорноморська пластово-акумулятивна низовина на неогенових відкладах		Переддобрудзька пластово-акумулятивна низовина на неогенових і палеозойських відкладах	Рівнинно-Кримська пластово-акумулятивна рівнина на неогенових відкладах	
Район	Нижньо-дніпровська дельтова плоска та хвиляста низовина	Асканійсько-Мелітопольська алювіальна (терасова) плоска низовина	Нижньодунайська дельтова та алювіальна (терасова) плоска низовина	Присиваська озерно-лиманна низовина	Джанкойська давньоалювіальна плоска низовина

Сучасні природні екзогенні рельєфотворчі процеси представлені площинним змивом і присхиловою акумуляцією, лінійним розмивом та флювіальною акумуляцією в руслах, на заплавах, у дельтах, пролювіальних конусах, гравітаційними процесами (зсувами, осипищами, обвалами), крипом, соліфлюкцією, селями, суфозією, просадками, карстом, абразією, еоловою дефляцією та акумуляцією, заболочуванням, а ендогенні – повільними та швидкими (сейсмічними) сучасними тектонічними рухами земної кори, що контролюють поширення та інтенсивність екзогенних процесів.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

2.5. Природно-ресурсний потенціал зони рисосіяння

2.5.1. Кліматичні умови і ресурси. Клімат, як природний чинник, посідає одне з чільних місць і має визначальне значення для сільськогосподарського виробництва. Із кліматом пов'язані як сприятливі, так і екстремальні умови, які періодично виникають на території України в різні пори року і мають різний характер (буревії, зливи, снігопади, морози, посухи, суховії тощо), зумовлюють значну різноманітність кліматичних умов.

Значна протяжність морської берегової лінії впливає на клімат прибережних районів, збільшуючи вологість повітря і згладжуючи добовий хід температури повітря (табл. 2.5, рис. 2.3).

Таблиця 2.5

Кліматичне районування зони рисосіяння України

Адміністративно-територіальна одиниця		Кліматичні райони зони Степу Південноатлантико-континентальної кліматичної області	Температура повітря, °С				Тривалість безморозного періоду, дні	Середня кількість опадів, мм/рік	К-сть днів з вологістю		К-сть днів зі сніговим покривом
Область/ АРК	Адміністративні райони		середня за січень	середня за липень	абсолютний мінімум	абсолютний максимум			<, = 30 %	>, = 80 %	
АР Крим	Джанкойський, Красноперекопський, Нижньогірський, Роздольненський, Совєтський	Узбережжя морів	-2	23	-32	39	200	400	6	105	40
Одеська	Ізмаїльський	Південний	-4	22	-37	41	185	500	55	95	50
	Кілійський	Узбережжя морів	-2	23	-32	39	200	400	6	105	40
Херсонська	Голопристанський, Каланчацький, Скадовський	Узбережжя морів	-2	23	-32	39	200	400	6	105	40

Для клімату України характерні чітко виражені кліматичні сезони – зима, весна, літо, осінь.

Глобальні зміни клімату, що відбуваються, впливають на клімат України й позначаються на його складових. Пряма й сумарна радіація змінилася більше за умов середньої хмарності, ніж за ясної погоди; розсіяна радіація зросла як у хмарну, так і в ясну погоду. Атмосферний тиск помітно знизився в січні та підвищився в липні. Майже на всій території на 10-15% зменшилася середня швидкість вітру.

Крім того, температура повітря взимку зросла, а влітку знизилася, тобто зменшилися контрасти між зимовою та літньою температурами. Кількість опадів збільшилася (на 10-15%) на південному сході та зменшилася (на 5-10%) на північному заході. Збільшення кількості опадів на півдні країни зумовило зменшення кількості пилових бур.

У зв'язку зі значними флуктуаціями клімату останніми роками XX століття почастішали випадки екстремального стану погоди: особливо небезпечні зливи, повені, інтенсивні відлиги, ранні заморозки, збільшення максимальної швидкості вітру тощо. Глобальне потепління зумовило пом'якшення клімату в Україні.

У цілому ж географічне положення зони рисосіяння України забезпечує отримання достатньої кількості тепла й вологи і створює сприятливі природно- та агрокліматичні умови на її території (табл. 2.6, рис. 2.4).

Аналіз природних умов та агрокліматичних ресурсів зони рисосіяння України свідчить, що високопродуктивне вирощування, особливо вологолюбних сільськогосподарських культур (рису, супутніх культур рисової сівозміни), можливе тільки за умови додаткового штучного зволоження ґрунтів, тобто зрошення. Саме дефіцит природного зволоження в поєднанні з високою забезпеченістю тепловими ресурсами, високою сонячною радіацією та родючими ґрунтами і є об’єктивною природною передумовою розвитку зрошення земель.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

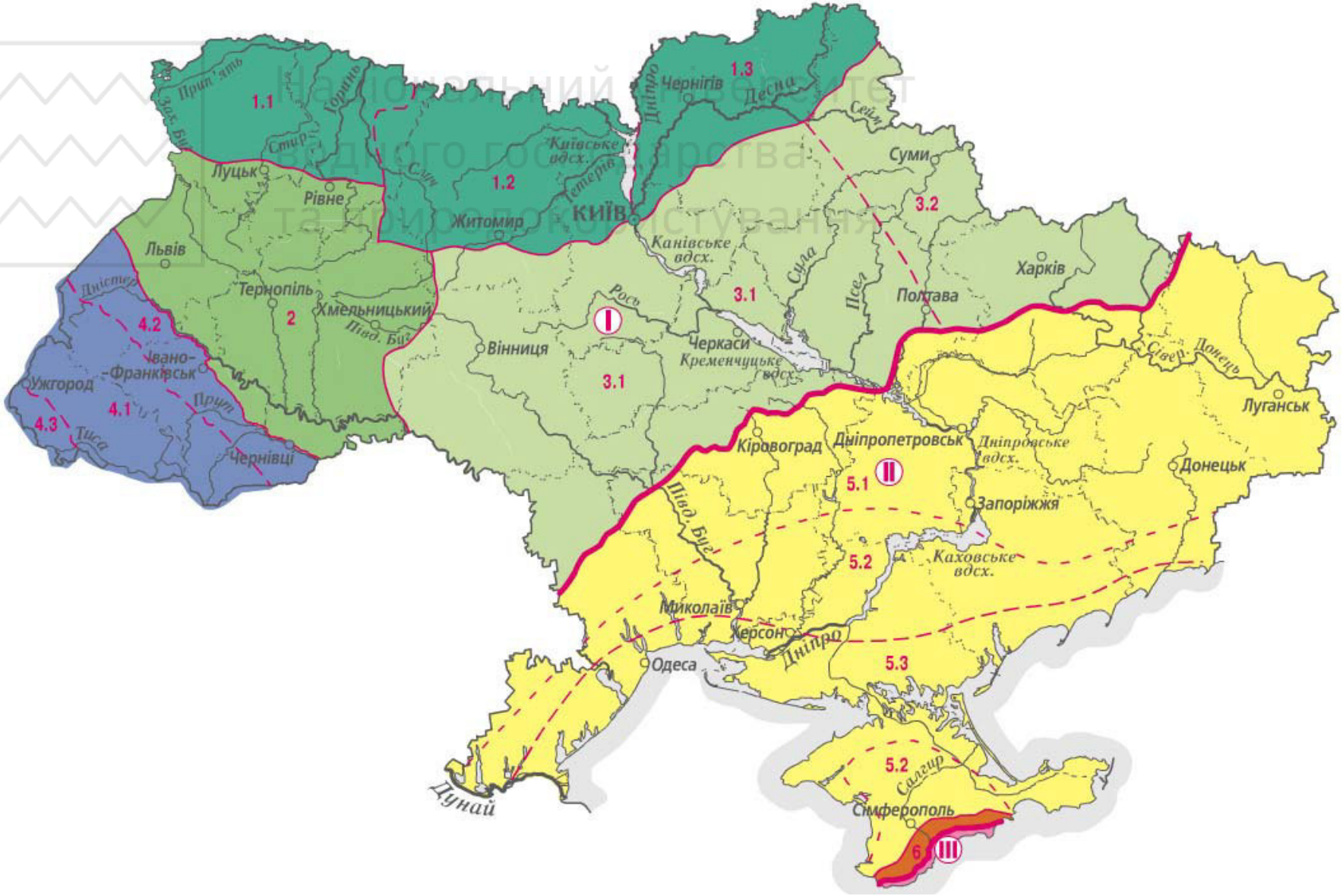


Рис. 2.3. Кліматичне районування

Національний університет
водного господарства
та природокористування

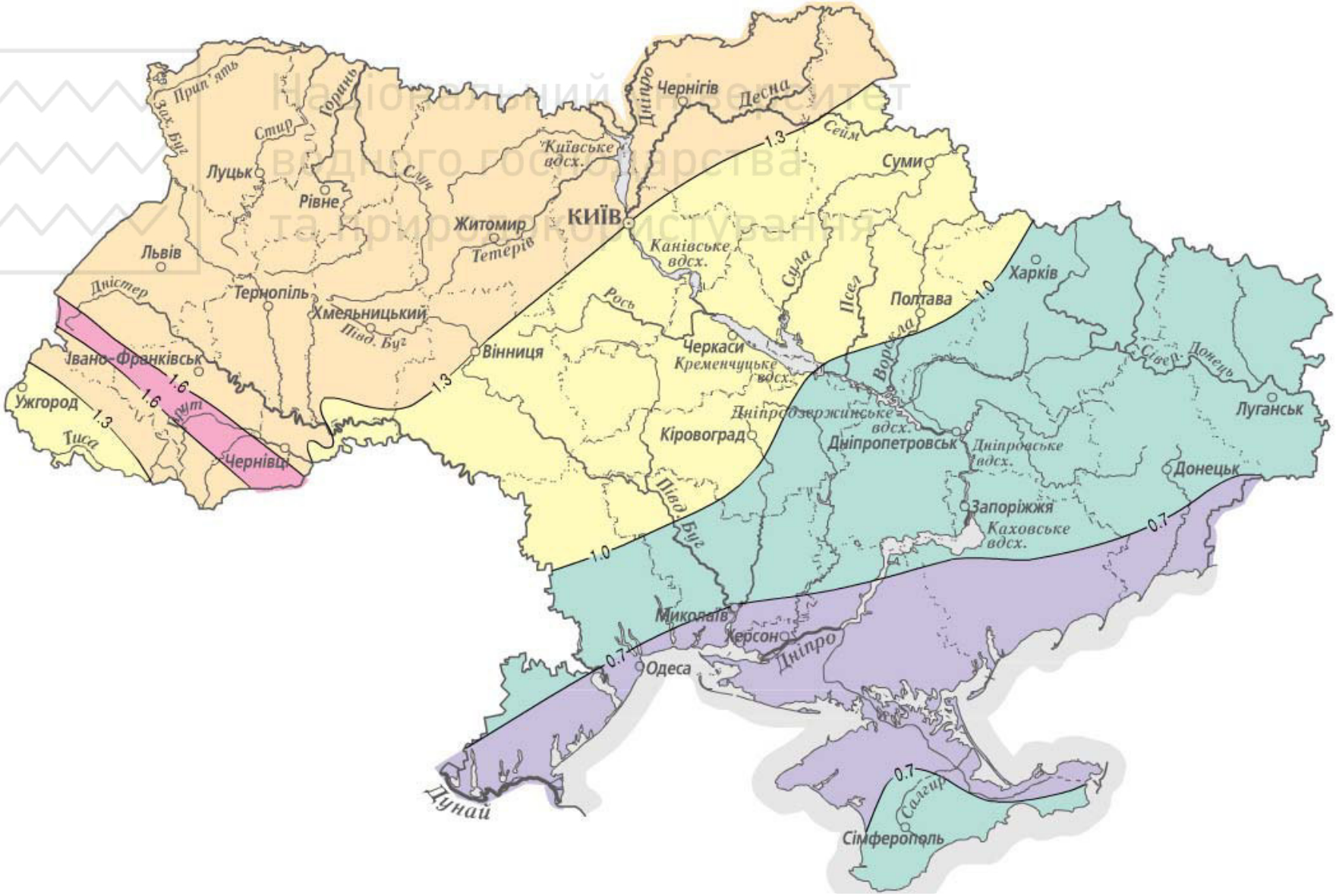


Рис. 2.4. Агрокліматичне районування

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Таблиця 2.6

Агрокліматичне районування зони рисосіяння України за ГТК

Агрокліматична характеристика	Суворо посушлива агрокліматична зона за ГТК
Агрокліматичні ресурси за період активної вегетації:	
Атмосферне зволоження за ГТК	0,5-0,7
Фотосинтетично активна радіація 10^5Вт/м^2	4,7-5,3
Сума активних температур, °С	3000-3700
Кількість опадів за теплий період, мм	200-280
Тривалість періоду активної вегетації, дні	175-190
Тривалість безморозного періоду на поверхні ґрунту, дні	155-210
Агрогідрологічні ресурси:	
Запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту, мм:	
- під зябом на початок весни (перша декада квітня);	110-160
- перед припиненням вегетації озимини по непарових попередниках (перша декада листопада)	50-90
Несприятливі і стихійні метеорологічні явища:	
Повторюваність атмосферної посухи, %:	
- помірної;	40-55
- суворої	20-40
Кількість днів із суховіями	1-20
Кількість днів із відлигою взимку	50-70
Весняна зрідженість озимини, %	18-22

Як пріоритетний кліматичний критерій ресурсів вологозабезпечення, природи й енергетики ґрунтоутворення та родючості ґрунтів для зонування степової території використано відносний показник – гідротермічний коефіцієнт Селянинова (ГТК), який представляє собою співвідношення між кількістю опадів за період, коли температура повітря вище 10°С, і сумою температур за цей період, помножене на 10. У межах України тривалість цього періоду не збігається, тому для дотримання принципу єдиної відміни взято проміжок часу травень-вересень.

Особливості фізико-географічного положення, надходження сонячної радіації, циркуляції атмосфери, підстильної поверхні зумовлюють значну різноманітність природно-кліматичних умов України. У цілому географічне положення зони рисосіяння забезпечує отримання достатньої кількості тепла й вологи і створює сприятливі природні, агрокліматичні умови на її території.

Природно-кліматичні умови зони рисосіяння цілком сприятливі для вирощування рису, супутніх культур рисової сівозміни (зернових і технічних культур, кормових однолітніх і багаторічних трав) та відповідають їхнім агробіологічним особливостям.

2.5.2. Водні ресурси. Водні ресурси розглядаються як невід'ємна частина екологічної і продовольчої безпеки. Водні ресурси складаються з поверхневих вод різних гідрооб’єктів, що знаходяться на земній поверхні (річки, озера, болота, водосховища), та підземних вод відповідної території, що використовуються або можуть бути використані для потреб господарства.

Для водного режиму річок в зоні Степу характерні весняна повінь, рідше – осінньо-зимові паводки. У зв'язку з нестійкою зимою весняна повінь буває не щороку. За режимом паводків річки цієї зони є типово степовими.

У західній частині зони весняна повінь розпочинається в другій та третій декадах лютого, а в східній – у першій половині березня. Триває вона в середньому 45 діб. Об'єми сумарного стоку повені становлять близько 16 мм, що відповідає 65% річного стоку. За даними спостережень максимуми повені сягають 100-150 л/с·км^2 і майже в 200 разів перевищують величину середнього багаторічного стоку.

Упродовж року спостерігається приблизно 4-6 літніх паводків. Зимові і особливо осінні паводки бувають рідше. Максимальні модулі стоку зимових паводків досягають 230 л/с·км^2, літніх – 120 л/с·км^2, осінніх – 25 л/с·км^2. В окремі роки літні, осінні та зимові паводки перевищують повінь на річках з площами водозборів до 5 тис. км^2.

Літньо-осіння межень триває з березня-квітня до листопада. Середні модулі стоку літньо-осінньої межені становлять 0,1 л/с·км^2, зимової – 0,3 л/с·км^2. У літньо-осінній період стікає 25%, а в зимовий – 10% річного стоку. Багато річок під час літньо-осінньої межені пересихають.

Гідрологічне районування зони рисосіяння України наведено у табл. 2.7.

Згідно гідрологічного районування зона рисосіяння України знаходиться в зоні недостатньої водності. В межах зони виділено дві області: Причорноморська область надзвичайно низької водності та Кримська рівнинна область дуже низької водності.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Таблиця 2.7

Гідрологічне районування зони рисосіяння України

Гідрологічні країни, зони, області	Адміністративно-територіальна одиниця		
	Херсонська область	Одеська область	АР Крим
	Адміністративні райони		
	Голопристанський, Каланчацький, Скадовський	Ізмаїльський, Кілійський	Джанкойський, Красноперекопський, Нижньогірський, Роздольненський, Совєтський
Країна	Рівнинна частина		
Зона	Зона недостатньої водності		
Область	Причорноморська область надзвичайно низької водності		Кримська рівнинна область дуже низької водності

2.5.3. Земельні ресурси та характеристика ґрунтів. Просторовим базисом розвитку господарського комплексу та сировинною складовою і засобом праці є земельні ресурси.

Земля виступає основним територіальним ресурсом, що концентрує більшість елементів природно-ресурсного потенціалу. Земельні ресурси відіграють важливу роль у розвитку продуктивних сил будь-якої країни незалежно від політичного устрою та суспільно-економічної формації. Раціональне використання земельних ресурсів можливе тільки за умови урахування якості ґрунтового покриву.

Ґрунтовий покрив представляє собою найважливіший елемент ландшафту, а ґрунт є функцією рослинності, ґрунтоутворюючих порід, клімату, рельєфу та того чи іншого виду господарської діяльності, де він становить і основний ресурс виробництва.

Ґрунтовий покрив України складний, що зумовлено взаємодією різноманітних умов ґрунтоутворення – кліматичних, геоморфологічних тощо. Ґрунтові відміни об'єднано в типи й підтипи. Ґрунти зони рисосіяння України мають різний рівень родючості та придатні для вирощування більшості сільськогосподарських культур (табл. 2.8, рис. 2.5).

Таблиця 2.8

Родючість ґрунтів зони рисосіяння України

Адміністративно-територіальна одиниця		Бонітет ґрунтів орних земель	
Область/АРК	Адміністративні райони	Рівень родючості	Бали бонітету
АР Крим	Джанкойський, Красноперекопський, Нижньогірський, Роздольненський, Совєтський	Низький	20-30
Одеська	Ізмаїльський, Кілійський	Вище середнього	41-50
Херсонська	Голопристанський, Скадовський	Низький	20-30
	Каланчацький	Середній	31-40

Рівень родючості ґрунтів визначено за середнім балом бонітету агровиробничих груп ґрунтів кожного природно-сільськогосподарського району.

Зона рисосіяння України характеризується високою розораністю. Рілля займає від 40,1% до 80,0% від площі суходолу адміністративних районів (табл. 2.9).

Таблиця 2.9

Розораність земель зони рисосіяння України

Адміністративно-територіальна одиниця		Розораність земель (% ріллі від площі суходолу адміністративних районів)
Область/ АРК	Адміністративні райони	
АР Крим	Джанкойський	60,1-70,0
	Красноперекопський	60,1-70,0
	Нижньогірський	70,1-80,0
	Роздольненський	60,1-70,0
	Совєтський	70,1-80,0
Одеська	Ізмаїльський	70,1-80,0
	Кілійський	40,1-60,0
Херсонська	Голопристанський	40,1-60,0
	Каланчацький	70,1-80,0
	Скадовський	70,1-80,0

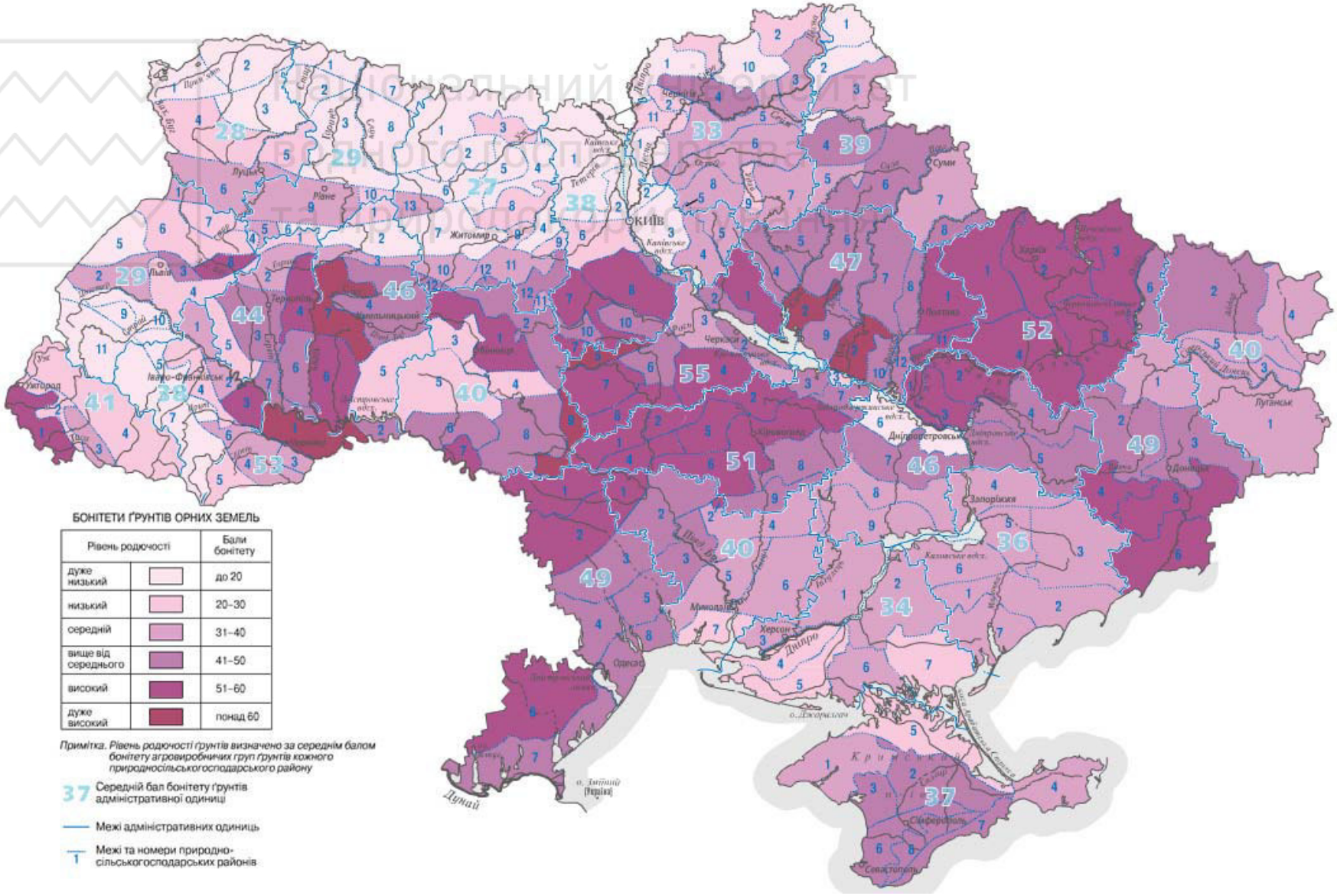


Рис. 2.5. Родючість ґрунтів

Національний університет
водного господарства
та природокористування

За агроґрунтовим районуванням зони рисосіяння України виділено три одиниці районування: зона – Степ з чорноземами звичайними та південними на лесових породах; Степ сухий темно-каштанові і каштанові ґрунти; підзона – Степ Південний з чорноземами південними; провінція – Південна Придунайська з чорноземами південними міцелярно-карбонатними; Сухостепова Причорноморська з темно-каштановими і каштановими переважно солонцюватими ґрунтами у комплексі з солонцями, подекуди з дерновими піщаними ґрунтами; Сухостепова Кримська з переважанням темно-каштанових солонцюватих ґрунтів у комплексі з солонцями (табл. 2.10, рис. 2.6).

Таблиця 2.10

Агроґрунтове районування зони рисосіяння України

Агроґрунтові зони, підзони, провінції	Адміністративно-територіальна одиниця		
	Одеська область	Херсонська область	АР Крим
	Адміністративні райони		
	Ізмаїльський, Кілійський	Голопристанський, Каланчацький, Скадовський	Джанкойський, Красноперекопський, Нижньогірський, Роздольненський, Совєтський
Зона	Степ з чорноземами звичайними та південними на лесових породах	Степ сухий темно-каштанові і каштанові ґрунти	
Підзона	Степ Південний з чорноземами південними	-	
Провінція	Південна Придунайська з чорноземами південними міцелярно-карбонатними	Сухостепова Причорноморська з темно-каштановими і каштановими переважно солонцюватими ґрунтами у комплексі з солонцями, подекуди з дерновими піщаними ґрунтами	Сухостепова Кримська з переважанням темно-каштанових солонцюватих ґрунтів у комплексі з солонцями

Високоінтенсивне використання орних земель, високий рівень розораності угідь та використання еродованих земель під посіви, особливо під просапні культури, призводять до розвитку ерозійних процесів та періодичних пилових бур у степовій зоні країни, які завдають великої шкоди народному господарству.

У боротьбі з вітровою ерозією важливе місце посідають роботи зі створення системи полезахисних лісових смуг. Під їхнім впливом на прилягаючих полях змінюються вітровий, температурний, водний режими, припиняється вітрова ерозія, рівномірніше розподіляється сніг і т. д. Полезахисні лісові смуги надійно захищають поля від суховіїв.

У контексті розгляду даного питання слід зазначити, що ґрунтовий покрив України є складним, що зумовлено взаємодією різноманітних умов ґрунтоутворення – кліматичних, геоморфологічних тощо. Ґрунти зони рисосіяння України мають різний рівень родючості та придатні для вирощування більшості сільськогосподарських культур.

2.5.4. Рослинний світ. Різноманітність рослинного світу України зумовлена як кліматичними, так і едафічними факторами. Серед кліматичних чинників головну роль відіграє гідротермічний режим, що визначає зональний (а в горах – висотний) розподіл рослинності та межі ареалів окремих видів, а серед едафічних – вологість та багатство (трофність) ґрунту. Великий вплив на розподіл рослинних угруповань та їхню структуру має антропогенний фактор у різних його проявах, що зумовлює негативні наслідки.

Під впливом господарської діяльності людини рослинний світ дуже змінився, внаслідок чого відчутно зменшено обсяги цінних харчових і лікарських рослин. Надзвичайно актуальною залишається проблема збереження рослинного світу.

Поряд зі скороченням та зникненням окремих видів і рослинних угруповань спостерігається зворотний процес поширення адвентивних видів, які здатні вкорінюватися у напівприродні й навіть природні угруповання. Поширення адвентивних рослин зумовлює збільшення кількості видів рослин, вкорінення їх у природні фітоценози, засмічення генофонду.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

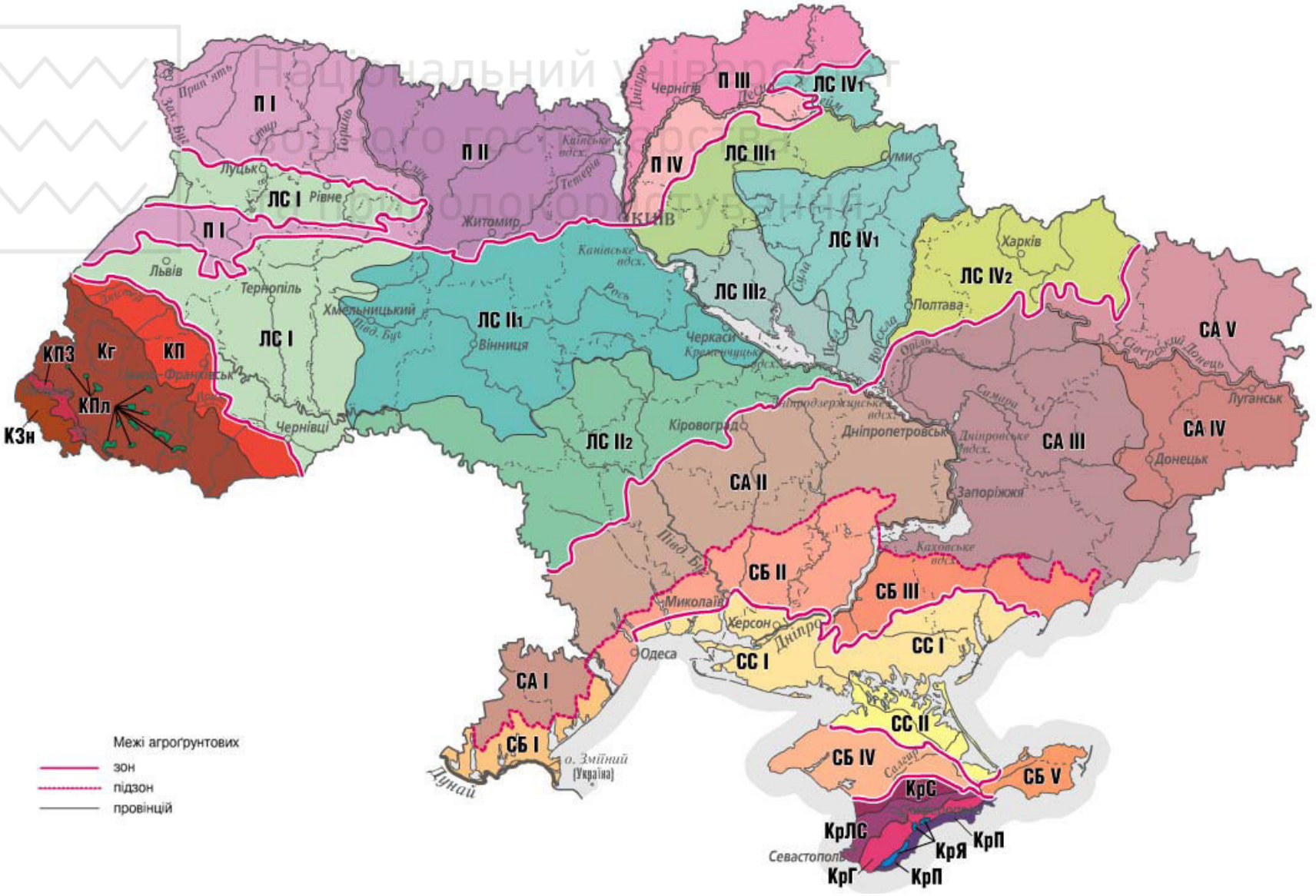


Рис. 2.6. Агроґрунтове районування

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Геоботанічне районування зони рисосіяння України наведено в табл. 2.11.

Таблиця 2.11

Геоботанічне районування зони рисосіяння України

Геоботанічні області, підобласті (зони), провінції, підпровінції, округи	Адміністративно-територіальна одиниця			
	Херсонська область		Одеська область	АР Крим
	Адміністративні райони			
	Голопристанський, Скадовський	Каланчацький	Ізмаїльський, Кілійський	Джанкойський, Красноперекопський, Нижньогірський, Роздольненський, Совєтський
Область	Євразійська степова			
Підобласть (зона)	Зона Степу			
Провінція	Понтична степова			
Підпровінція	Чорноморсько-Азовська степова			
Округ	Нижньодніпровський округ піщаних степів, пісків та плавнів	Присиваський округ полиново-злакових степів, солонців і солончаків	Дунайсько-Дністровський округ злакових та полиново-злакових степів і плавнів	Присиваський округ полиново-злакових степів, солонців і солончаків

Виділено п’ять одиниць районування:

- область (Євразійська степова);
- підобласть (зона Степу);
- провінція (Понтична степова);
- підпровінція (Чорноморсько-Азовська степова);
- округи (Нижньодніпровський округ піщаних степів, пісків та плавнів; Присиваський округ полиново-злакових степів, солонців і солончаків; Дунайсько-Дністровський округ злакових та полиново-злакових степів і плавнів).

Національний університет водного господарства та природокористування

2.6. Сільськогосподарське районування

Природно-сільськогосподарське районування застосовують для врахування територіальних відмінностей природних та економічних умов. Воно представляє собою науково обґрунтовану систему поділу території, що враховує розподіл природних ресурсів, а також особливості їхнього сільськогосподарського використання.

В основу сільськогосподарського районування покладено об’єднання сільськогосподарських районів у типи і підтипи (табл. 2.12, рис. 2.7).

Таблиця 2.12

Сільськогосподарське районування зони рисосіяння України

Типи і підтипи сільськогосподарських районів	Адміністративно-територіальна одиниця		
	Херсонська область	Одеська область	АР Крим
	Адміністративні райони		
	Голопристанський, Каланчацький, Скадовський	Ізмаїльський, Кілійський	Джанкойський, Красноперекопський, Нижньогірський, Роздольненський, Совєтський
Тип	Землеробсько-тваринницький		
Підтип	Зернове господарство, виноградарство і плодівництво, овочівництво, м’ясо-молочне скотарство, свинарство, вівчарство, птахівництво		

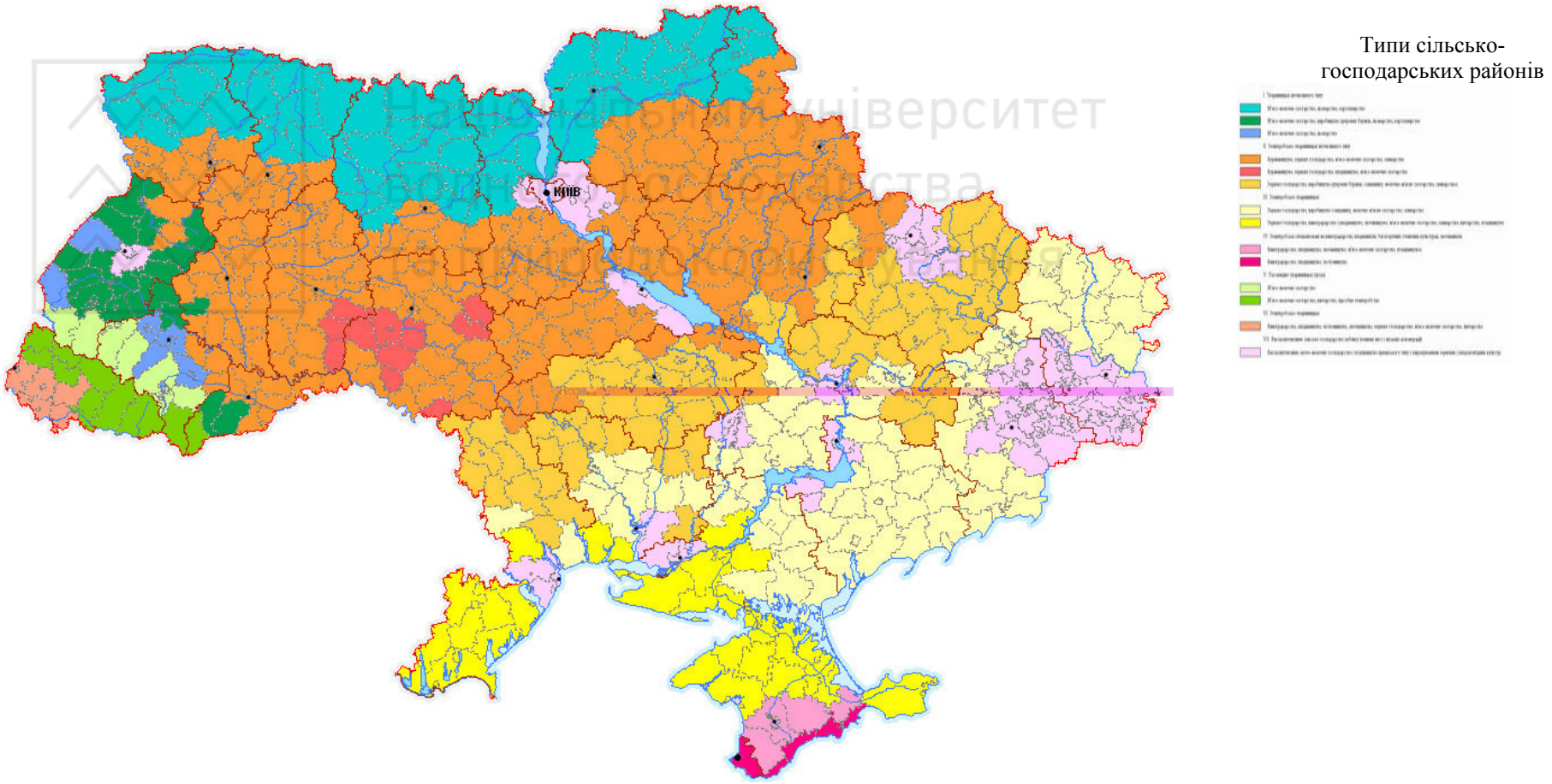


Рис. 2.7. Сільськогосподарське районування

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Згідно із сільськогосподарським районуванням зони рисосіяння України виділено дві одиниці районування: тип (землеробсько-тваринницький); підтип (зернове господарство, виноградарство і плодівництво, овочівництво, м'ясо-молочне скотарство, свинарство, вівчарство, птахівництво).

Розміщення сільськогосподарських галузей по території зон, областей, районів, насамперед, ґрунтується на оцінці комплексу природно-економічних умов, що дає змогу правильно визначити ступінь концентрації ресурсів, у першу чергу в тих регіонах, де вони забезпечують найбільший приріст сільськогосподарської продукції при найменших затратах. Вибір правильного напряму спеціалізації господарства, ефективного його залучення у систему міжрайонних і народногосподарських зв'язків дає змогу максимально використати ресурсний потенціал для реалізації соціально-економічних цілей розвитку. Розв'язання проблеми найефективнішого використання виробничих ресурсів пов'язано з оптимізацією їхнього розподілу між галузями і сферами виробництва, економічними районами та областями. Це забезпечує не тільки високу результативність і економічну ефективність виробництва, а й динамічність розвитку у природному та суспільному середовищі.

Таким чином, на основі сільськогосподарського районування можна визначити ті галузі, які можуть забезпечити ефективне формування нових територіально-виробничих, корпоративних та інших структур.

2.7. Соціально-економічне районування

Основою економічного районування є фізико-географічне та сільськогосподарське районування території. Економічне районування є науковим методом територіальної організації народного господарства і водночас одним із засобів раціонального розміщення виробництва, вдосконалення його спеціалізації та піднесення соціально-економічного розвитку. Економічне районування сприяє розробленню шляхів підвищення ефективності використання ресурсного, виробничого і науково-технічного потенціалу регіонів і всієї країни.

Інтегрована економічна оцінка природних ресурсів впливає безпосередньо на еколого-соціально-економічний рівень оцінки природних ресурсів, що в свою чергу впливає на якісні та кількісні показники еколого-економічного потенціалу зони рисосіяння України.

Загальне економічне районування ґрунтується на регіональних господарських комплексах, в основі яких є територіально-виробничі комплекси різного ступеня сформованості або їхні складові частини. За цим районуванням вирізняється три підтипи інтегральних економічних районів: великі (макрорайони), середні (мезорайони) і малі (мікрорайони).

За масштабом, розміром території, місцем у територіальному поділі праці виділяють мікрорайони (група адміністративних районів), мезорайони (як правило, дві-три області) та макрорайони (велика частина території країни).

Зона рисосіяння України відноситься до Причорноморського макрорайону (табл. 2.13), де виділені два мезорайони: Північне Причорномор'я (Одесько-Таврійський); Крим (економічне районування України за Поповкіним В.А.).

Таблиця 2.13

Економічне районування зони рисосіяння України

Економічні макрорайони, мезорайони, адміністративні райони	Адміністративно-територіальна одиниця		
	Херсонська область	Одеська область	АР Крим
Макрорайон	Причорноморський		
Мезорайони	Північне Причорномор'я (Одесько-Таврійський)		Крим
Адміністративні райони	Голопристанський, Каланчацький, Скадовський	Ізмаїльський, Кілійський	Джанкойський, Красноперекопський, Нижньогірський, Роздольненський, Совєтський

За основними економічними показниками (валовий внутрішній продукт, основні фонди, інтегральний природно-ресурсний потенціал, валова продукція сільського господарства) Причорноморський економічний район займає четверте місце в Україні, але його питома вага поступово зростає.

Незважаючи на чітку за останні роки тенденцію поліпшення економічної ситуації в агропромисловому комплексі, соціально-економічний розвиток регіону характеризується низьким рівнем (табл. 2.14, рис. 2.8).

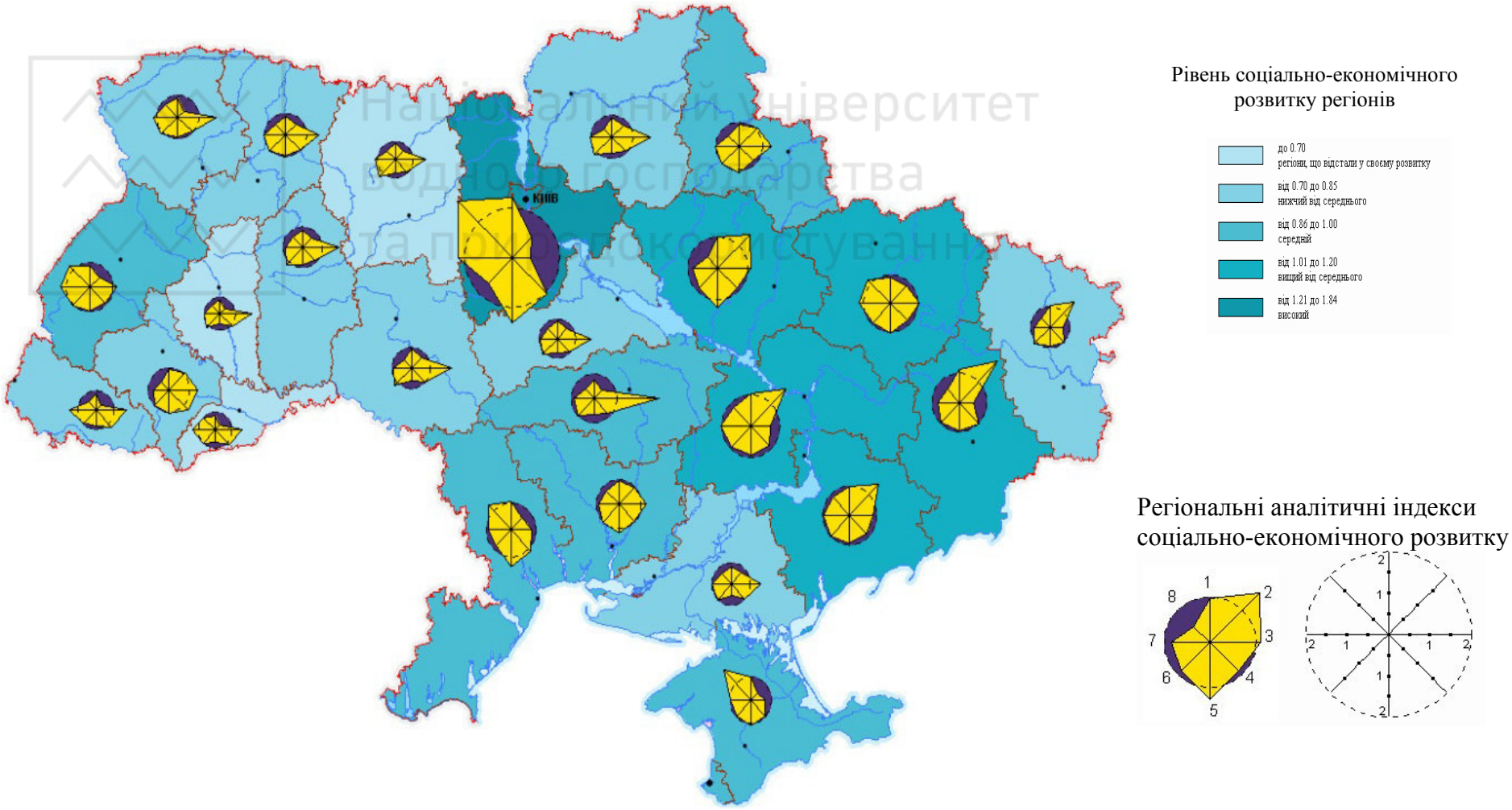


Рис. 2.8. Соціально-економічний розвиток

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Загальне економічне районування базується на регіональних господарських комплексах, в основі яких є територіально-виробничі комплекси різного ступеня сформованості або їхні складові частини. За цим районуванням вирізняється три підтипи інтегральних економічних районів: великі (макрорайони), середні (мезорайони) і малі (мікрорайони). Зона рисосіяння України відноситься до Причорноморського макрорайону, де виділені два мезорайони: Північне Причорномор'я (Одесько-Таврійський) та Крим.

Таблиця 2.14

Соціально-економічний розвиток зони рисосіяння України

Адміністративно-територіальна одиниця	Рівень соціально-економічного розвитку
АР Крим	Середній (0,86-1,00)
Одеська область	Середній (0,86-1,00)
Херсонська область	Нижчий від середнього (0,70-0,85)

Основні показники, що характеризують населення та людський розвиток зони рисосіяння України представлені в табл. 2.15, табл. 2.16.

Таблиця 2.15

Основні показники, що характеризують населення та людський розвиток зони рисосіяння

Показник	Адміністративно-територіальна одиниця		
	АР Крим	Одеська область	Херсонська область
Потенціал регіонів за чисельністю сільського населення, %	4,6-7,0	4,6-7,0	до 3,0
Сільський поселенський потенціал, %	2,5-3,5	3,5-5,0	до 2,5
Густота та чисельність населення, осіб/км^2	30-40	41-80	30-40
Сільське населення, %	20,0-35,0	20,0-35,0	35,1-45,0
Розселення сільського населення, к-сть поселень на 100 км^2	3-4	3-4	до 3
Формування чисельності сільського населення, %	понад 30,0	10,0-20,0	понад 30,0

Таблиця 2.16

Умови проживання населення зони рисосіяння України

Адміністративно-територіальна одиниця		Умови проживання населення (за екологічним станом території)
Область/АРК	Адміністративні райони	
АР Крим	Джанкойський	Задовільні
	Красноперекопський	Задовільні
	Нижньогірський	Задовільні
	Роздольненський	Задовільні
	Совєтський	Задовільні
Одеська область	Ізмаїльський	Помірно сприятливі
	Кілійський	Задовільні
Херсонська область	Голопристанський	Задовільні
	Каланчацький	Задовільні
	Скадовський	Задовільні

У зоні Степу України головні фактори територіальної організації виробництва сільськогосподарської продукції проявляються більш суттєво за різних обставин. До них належить, зокрема, особливість місцевих природно-кліматичних умов та природних ресурсів як важливого фактора соціально-економічного піднесення. Природно-кліматичні умови зони рисосіяння цілком сприятливі для вирощування рису, супутніх культур рисової сівозміни (зернових і технічних культур, кормових однорічних і багаторічних трав) та відповідають їхнім біологічним особливостям. Основними критеріальними вимогами раціонального природокористування має стати: збалансованість використання природно-ресурсного потенціалу; оптимальне співвідношення інтенсивного типу розвитку рисівництва із реальними можливостями природних ресурсів, які забезпечують вирощування рису.

Раціональне ведення сільськогосподарського виробництва можливе тільки за умови найповнішого використання природно-ресурсного потенціалу території. Економічне районування сприяє розробленню шляхів підвищення ефективності використання ресурсного, виробничого і науково-технічного потенціалу території рисосіяння України. При проведенні заходів щодо подальшого розвитку та інтенсифікації галузі рисівництва необхідно враховувати особливості місцевих природно-кліматичних умов та наявних ресурсів. Це дасть змогу раціонально використовувати природні ресурси (із врахуванням конкретних зональних умов) та зменшити рівень техногенного навантаження на меліоровані землі РЗС.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

3. МІСЦЕ ТА УМОВИ РОЗТАШУВАННЯ, ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РИСОВИХ СИСТЕМ УКРАЇНИ

3.1. Місце та умови розташування рисових зрошувальних систем України

Специфічні умови вирощування затоплюваного рису висувають певні вимоги до регіонів, де будуть розташовані РЗС:

– розміщення біля потужного джерела зрошення, оскільки затрати води на вирощування рису досягають 20 тис. $м^3$/га, а транспортування води на значні відстані пов'язано з великими фільтраційними втратами;

– рівнинний рельєф території, що мінімізує затрати на проведення робіт із планування поверхні рисових полів під горизонтальну площину і створення автоматизованих рисових систем;

– оскільки конструкція рисових систем у більшості випадків передбачає наявність ДСМ, а при вирощуванні затоплюваного рису можливе промивання ґрунтів, то під рисосіяння бажано освоювати території зі складними гідрогеологічними умовами, тобто з близьким заляганням ґрунтових вод, засоленими і заболоченими ґрунтами;

– достатня кількість тепла.

Перерахованим показникам в Україні найбільше відповідають заплави і дельти південних річок.

Заплави і дельти за своєю літологічною будовою і рельєфом різко відрізняються від надзаплавних терас. У геологічному відношенні вони представляють собою потужний шар руслового алювію, який залягає на материнському ґрунті і зверху прикритий шаром заплавного алювію. У поперечному розрізі заплави і дельти, як правило, складаються з трьох частин, що значно відрізняються між собою – прируслової, центральної і притерасної.

Для прируслової частини заплави характерний більш високий рельєф із переважанням ґрунтів легкого гранулометричного складу. На середніх ділянках прируслова заплава найбільш виражена, вниз за течією та у районі дельти вона стає значно менша за площею і не має чітко вираженого підвищення рельєфу. Ця частина заплави непридатна для вирощування затоплюваного рису, на ній можна вирощувати рис із періодичними поливами й інші культури. Прируслова частина звичайно добре дренується в межень і, як правило, незасолена, тому влаштування дренажної мережі не є необхідним, можна обмежитись скидною мережею.

Центральна частина заплави найбільш рівна, ґрунти важкого гранулометричного складу. Її доцільно використовувати для вирощування затоплюваного рису в поєднанні з іншими сільськогосподарськими культурами. Але в цих умовах обов'язкова наявність систематичної дренажно-скидної мережі для відведення надлишкових поверхневих і ґрунтових вод, параметри якої визначаються залежно від ступеня засолення ґрунтів та їхнього гранулометричного складу. Притерасна частина заплави при корінному березі порівняно рівна, її можна використовувати під культуру затоплюваного рису на фоні дренажно-скидної мережі, яка не тільки має відводити поверхневі і ґрунтові води, але й знімати напір потоку ґрунтових вод із боку надзаплавної тераси. Через цю обставину дренажна мережа повинна включати в себе відсічні дрени і бути більш згущеною і заглибленою.

В Україні основні райони рисосіяння – нижня частина древньої дельти Дніпра, дельта Дунаю і північна частина Присивашшя, гідрогеологічні умови якої відносять до найбільш складних.

Поява рисосіяння на півдні України пов'язана з тим, що ще на перших етапах проектування і будівництва зрошувальних систем у цьому регіоні стало очевидно неминуче погіршення меліоративного стану частини території (біля 200 тис. га) у самопливних зонах командування Краснознам'янського і Північно-Кримського каналів. Ці території розташовані у приморській смузі Краснознам'янського масиву та на причорноморських ділянках верхньо-пліоценової морської тераси р. Дніпро, і на Присиваській низовині. Ґрунтовий покрив цих територій був представлений солончаками і солонцями – виключно малопродуктивними, не залученими до сільського господарства, практично непридатними для вирощування зернових культур. Тим більше, ці землі, зовсім не придатні для поливу, не були включені у початковий проект зрошення. Тому було прийняте рішення про будівництво на цих землях РЗС.

Перші в Україні рисові зрошувальні системи інженерного типу були побудовані в 1961 р. у Скадовському районі Херсонської області на Краснознам'янській зрошувальній системі.

Подальше розширення площ рисових систем у Херсонській області відбувалось із урахуванням продуктивності земель, їхнього засолення і потреби у промиванні, висоти розміщення ділянки, яка б забезпечила можливість самопливної подачі і скидання води, виключення підтоплення населених пунктів і прилягаючих до систем земель без проведення спеціальних захисних заходів.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Крім того, оскільки рисові системи проектувались і будувались у межах систем традиційного зрошення як окремі спеціалізовані сівозміни господарств, то на здійснення будівництва потрібна була згода їхніх керівників, які вимагали, щоб сівозміни розміщувались на землях без зміни існуючих меж землекористування і мали самостійне технічне рішення. Із урахуванням цих вимог рисові системи в Херсонській області розміщені не суцільними масивами, що б відповідало світовій практиці, а окремими сівозмінами в зоні дії і Краснознам'янського і Північно-Кримського каналів. При відносно невеликій площі (17 тис. га) рисові системи тут займають досить велику територію (у трьох адміністративних районах, рис. 3.1) і мають значну протяжність холостої частини як зрошувальних, так і дренажно-скидних каналів. Площа сівозміни здебільшого становила від 400 до 900 га, крім Каланчацького району, де частина рисових систем була «підвішена» до Північно-Кримського каналу та його розподільних каналів систем традиційного зрошення.

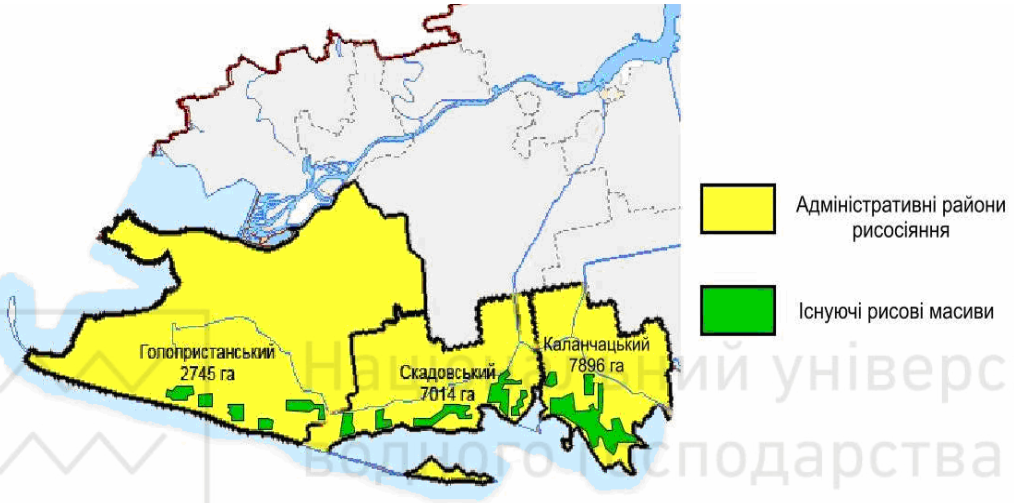


Рис. 3.1. Адміністративні райони рисосіяння й існуючі рисові масиви у Херсонській області

У АР Крим рисові зрошувальні системи розміщені у прибережній смузі Каркінітської затоки і Сивашу на відмітках від 1,5 до 12 м над рівнем моря не суцільними масивами, а окремими сівозмінами, площа яких, як і в Херсонській області, від 400 до 900 га. При загальній площі 30,7 тис. га рисові системи розміщені в п'яти адміністративних районах (рис. 3.2).

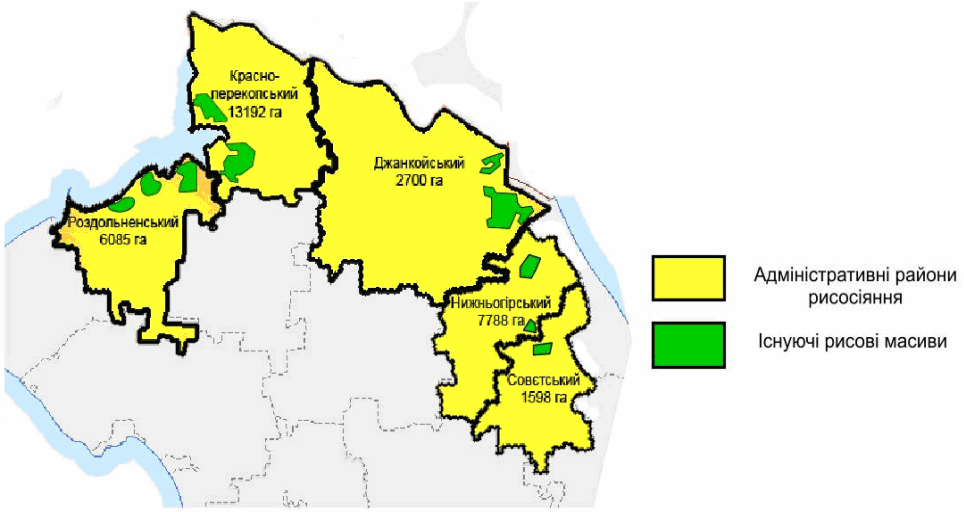


Рис. 3.2. Адміністративні райони рисосіяння й існуючі рисові масиви в АР Крим

Стосовно дельти Дунаю, то цільове призначення площ, що підлягали освоєнню, компактне їхнє розміщення на території дельти на відміну від рисових систем Херсонської області та АР Крим дали змогу запроектувати і побудувати крупні рисові зрошувальні системи, зокрема

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Кілійську (3450 га) і Лісковську (4000 га) та перші в Україні системи напівзакритого та закритого типів (Кислицька РЗС № 2 і № 3, загальною площею понад 3000 га) (рис. 3.3, 3.4).

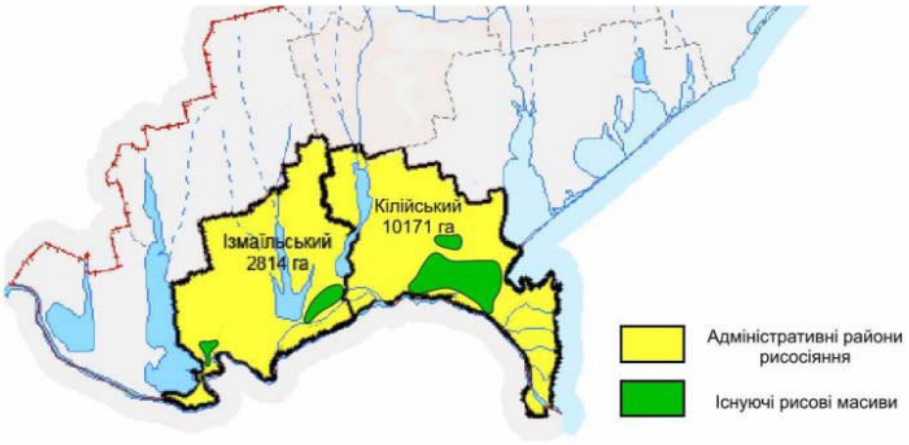


Рис. 3.3. Адміністративні райони рисосіяння і існуючі рисові масиви в Одеській області

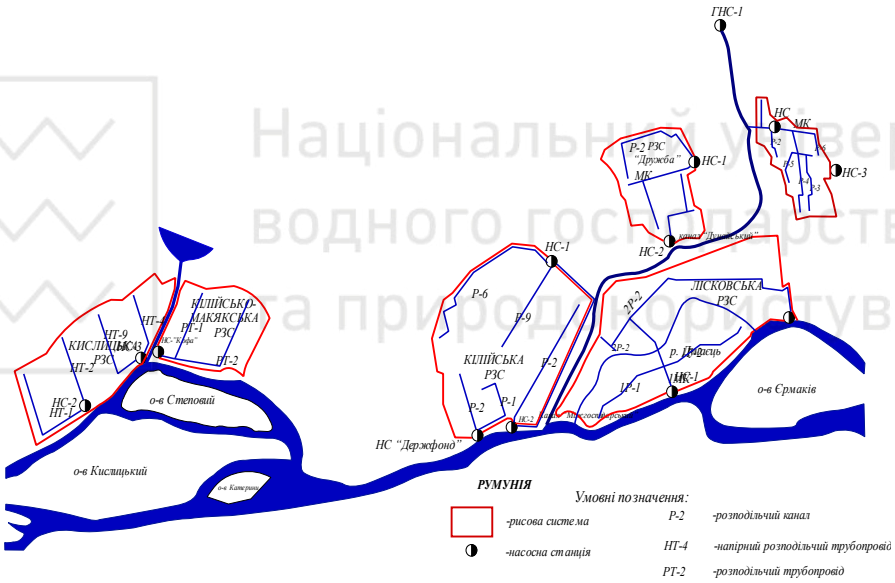


Рис. 3.4. Схема розташування рисових систем в Одеській області

Подача води на рисові системи АР Крим і Херсонської області здійснюється переважно самопливом, відповідне командування рівнів води у водоподаючих каналах рисових систем створюється за рахунок гіпсометричних характеристик Краснознам'янського та Північно-Кримського каналів і розподільних каналів систем традиційного зрошення. Скидання дренажно-скидних вод рисових систем теж здійснюється самопливом у Чорне море.

У дельті Дунаю рисові системи розміщені в межах одного Дунайського заплавно-дельтового фізико-географічного району і суміжної ідентичної смуги Придунайського фізико-географічного району, що характеризуються достатньо однотипною історією геологічного розвитку і геоморфологічною структурою. Через рельєфні умови території водоподача і відведення дренажно-скидних вод здійснюється механічним способом. Насосні станції, що призначені для подачі води, розміщені здебільшого на р. Дунай, станції для відведення дренажно-скидних вод працюють в автономному режимі і змонтовані на окремих площадках, або разом із водоподаючими.

3.2. Погодно-кліматичні умови зони рисосіяння України: вчора, сьогодні, завтра

Клімат регіонів рисосіяння України помірно-континентальний, посушливий та у цілому сприятливий для вирощування рису. Його врожайність в окремі роки обмежується дефіцитом тепла

Національний університет
водного господарства
та природокористування

та нерівномірністю його приходу, що згубно відображається на продуктивності цієї теплолюбивої культури. Річна сумарна радіація складає 100-200 ккал/см^2, а радіаційний баланс – 40-55 ккал/см^2. Сума активних температур становить 3000-3700° С, середньорічна кількість опадів коливається від 300 до 400 мм, випаровуваність 800-1000 мм. Атмосферне зволоження за гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) складає 0,5-0,7, безморозний період триває від 155 до 210 днів.

Узагальнені основні кліматичні показники зони рисосіяння України подані в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Основні кліматичні показники зони рисосіяння України

Кліматичні показники	Значення
Середньорічна температура повітря, ° С	9,0-10,0
Середньорічна кількість опадів, мм	350-450
Теплий період року, дні	270-290
Безморозний період року, дні	180-215
Період року з температурою +5° С та вище, дні	225-230
Період року з температурою +10° С та вище, дні	180-190
Сума температур повітря за період травень – вересень, °С	3090-3100
Період року з температурою +15° С та вище, дні	130-145

Диференційована кліматична характеристика зони рисосіяння України наведена в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Кліматична характеристика основних районів рисосіянняУкраїни

Показники	Райони рисосіяння		
	Херсонська область	АР Крим	Одеська область
Річна кількість опадів, мм	330	350	370
Випаровування за рік, мм	950	950	850
Безморозний період:			
початок	12.04	16.04	5.04
кінець	24.10	20.04	5.11
Період із температурою вище 10° С:			
початок	18.04	19.04	12.04
кінець	21.10	20.10	27.10
тривалість, дні	186	184	198
Період із температурою вище 15° С:			
початок	10.05	9.10	4.05
кінець	26.09	24.09	2.10
тривалість, дні	139	138	151
Сума середньодобових температур:			
за період із температурою вище 10° С	3500	3450	4000
за період із температурою вище 15° С	2800	2900	3050

Значний вплив на перебіг фізіологічних процесів у рослині рису й особливо на утворення генеративних органів має тривалість світлового дня.

Вирішальним фактором, що визначає можливість та умови вирощування будь-якої сільськогосподарської культури, зокрема і рису, є температура повітря. Нижньою межею початку життєдіяльності рисової рослини звичайно вважається 14-15° С. При такій температурі насіння проростає повністю і дає менш життєздатні сходи. Підвищення температури прискорює процес проростання. Так при 20°С насіння проростає на тринадцяту добу, а при 36° С – на четверту. Фотосинтез у листках затоплених сходів рису проходить найбільш інтенсивно при температурі води від 27 до 32° С.

Для клімату України характерні чітко виражені кліматичні сезони – зима, весна, літо, осінь.

Глобальні зміни клімату впливають на клімат України й позначаються на його складових. Пряма й сумарна радіація за останні роки змінилася більше за умов середньої хмарності, ніж за ясної погоди; розсіяна радіація зросла як у хмарну, так і в ясну погоду. Атмосферний тиск помітно знизився в січні та підвищився в липні. Майже на всій території на 10-15% зменшилася середня швидкість вітру.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Крім того, температура повітря взимку зросла, а влітку знизилася, тобто зменшилися контрасти між зимовою та літньою температурами. Кількість опадів збільшилася (на 10-15%) на південному сході та зменшилася (на 5-10%) на північному заході. Збільшення кількості опадів на півдні країни зумовило зменшення кількості пилових бур.

У зв'язку зі значними флуктуаціями клімату останніми роками XX століття почастішали випадки екстремального стану погоди (див. табл. 2.6): особливо небезпечні зливи, повені, інтенсивні відлиги, ранні заморозки, збільшення максимальної швидкості вітру тощо.

3.2.1. **Врахування погодно-кліматичних умов при оцінюванні ефективності функціонування РЗС**. У складних природно-технічних системах, до яких відносяться і рисові зрошувальні системи, вибір режимно-технологічних та технічних рішень на різних рівнях прийняття їх у часі повинен ґрунтуватися на використанні відповідної метеорологічної інформації з метою вибору кліматологічно оптимальних стратегій управління такими системами в багаторічному та внутрішньовегетаційному перерізі.

Для територій із близьким заляганням безстічних мінералізованих ґрунтових вод, на яких розміщена більшість рисових систем України, погодно-кліматичні умови безпосередньо приймають участь у формуванні водно-сольового режиму ґрунтів і ґрунтових вод, визначаючи напрямок перебігу ґрунтових процесів як у природному стані, так і в окремі технологічні періоди вирощування рису і супутніх культур.

Від температури повітря, ґрунту і поливної води залежить багато біологічних процесів, що відбуваються в житті рослин. Регулюючи температурні умови можна інтенсифікувати або, навпаки, загальмувати біологічні процеси і, тим самим, управляти врожаєм і датою дозрівання рослини. Однак, аналітичні залежності, що зв'язують зовнішні умови (температуру, випаровуваність, опади, фільтрацію) з терміном дозрівання і, як наслідок, початком збирання рису, на жаль, поки ще не розроблені.

Крім того, приблизно половину зрошувальної норми рису складають втрати на випаровування з водної поверхні і транспірацію вирощуваними культурами, величина яких має пряму залежність від таких метеорологічних характеристик як температура та дефіцит вологості повітря. У свою чергу, величина зрошувальної норми визначає і об’єм фільтрації із зрошувальної мережі, яка на територіях зі складними гідрогеологічними умовами є головним фактором, що впливає на формування режиму ґрунтових вод і через нього – на водно-повітряний і сольовий режими зрошуваних ґрунтів.

Оскільки вирішальний вплив на формування водного і загального природно-меліоративного режимів земель РЗС та врожаю вирощуваних культур у багатьох випадках спричиняють саме кліматичні або погодні умови, необхідно мати у своєму розпорядженні дані про їхню реалізацію для відповідного об’єкта як за ряд попередніх років ретроспективних спостережень, так і на прогнозований період функціонування системи. Кількість таких реалізацій та вибір конкретних років залежать від багаторічної міжсезонної варіабельності метеорологічних умов і, безсумнівно, повинні охоплювати всі типові для даного регіону їх виявлення.

У зв'язку з цим, прогнозування погодно-кліматичних умов є невід'ємною умовою реалізації оцінки загальної ефективності функціонування РЗС.

Вирішення завдання щодо підвищення загальної ефективності функціонування діючих РЗС як складних природно-технічних систем та розробки стратегії їх подальшого розвитку на найближчу та віддалену перспективу потребує виконання відповідних прогнозних режимних розрахунків за такими визначеними часовими періодами:

- ***ретроспективний*** та ***сучасний***, які відповідно відображають ефективність функціонування РЗС з моменту введення їх в експлуатацію і дотепер;

- ***прогнозований*** – характеризує найближчу *(прогнозований сучасний)* та віддалену (*прогнозований майбутній)* перспективу з урахуванням наявних та можливих змін клімату.

Для вирішення поставленого завдання був спланований та здійснений широкомасштабний машинний експеримент на ЕОМ за багаторічними ретроспективними (1891-1964 рр.) та сучасними (1981-2017 рр.) даними спостережень Дунайської гідрометеорологічної обсерваторії (м. Ізмаїл, Одеська область). При цьому використані моделі прогнозної оцінки на довготерміновій основі нормованого розподілу в багаторічному та внутрішньовегетаційному перерізі основних метеорологічних характеристик за методами, інформаційним та програмним забезпеченням з їх реалізації на ЕОМ, розробленими на кафедрі водної інженерії та водних технологій НУВГП.

Були сплановані та реалізовані такі варіанти дослідження:

- ***Варіант 1 – «Base»:*** характеристика основних метеофакторів за період вегетації (IV-X місяці), отриманих за багаторічними ретроспективними даними (1891-1964 рр.);

Національний університет
водного господарства
та природокористування

- ***Варіант 2 – «Recent»:*** динаміка та нормовані середньобагаторічні значення величин основних метеофакторів та їх розподіл за період вегетації (IV-X місяці), отримані в сучасних умовах за 1981-2018 рр.;

- ***Варіант 3а – «CCCM»*** та ***Варіант 3б – «UKMO»:*** нормовані середньобагаторічні значення величин основних метеофакторів та їх розподіл за період вегетації (IV-X місяці), отриманих з урахуванням наявних та можливих змін клімату, згідно рекомендацій академіка М.І. Ромащенка, за моделями Канадського кліматологічного центру «CCCM» – як більш сприятливий прогноз, та Метеорологічного бюро Об'єднаного королівства «UKMO» – як менш сприятливий прогноз, що передбачають підвищення середньорічної температури повітря відповідно на 4° С та 6° С – при подвоєнні вмісту CO_2 в атмосфері.

Доцільність застосування моделей «CCCM» та «UKMO» при відповідних прогнозних режимних розрахунках підтверджується тим, що вони враховують як менш, так і більш критичні сценарії змін погодно-кліматичних умов та якнайкраще узгоджуються із моделями прогнозної оцінки нормованого розподілу основних метеорологічних характеристик у багаторічному та внутрішньовегетаційному перерізах.

Прогноз здійснено для п'яти типових груп періодів вегетації розрахункових років щодо загальної тепло- і вологозабезпеченості (дуже вологий – 10%, вологий – 30%, середній – 50%, сухий – 70%, дуже сухий – 90%) за такими основними метеорологічними характеристиками як температура повітря, опади, відносна вологість та дефіцит вологості повітря, фотосинтетичноактивна радіація (ФАР), коефіцієнт вологозабезпеченості (відношення суми опадів до сумарного випаровування).

Отримані на основі реалізації зазначених варіантів досліджень погодно-кліматичних умов узагальнені результати розрахунку наведені в табл. 3.3 та 3.4.

Згідно отриманих результатів щодо порівняльної оцінки змін сучасних і прогнозованих вегетаційних значень основних метеорологічних характеристик по розрахункових роках та в середньому між ними у досліджуваних умовах можна зробити такі висновки:

- **щодо опадів:** у сучасних умовах («Recent») порівняно з ретроспективним («Base») має місце зменшення кількості опадів по всіх розглянутих розрахункових роках, що у середньому складає 14,7%. Найбільші зменшення кількості опадів спостерігаються у «вологі» (p=30%) – 21,4% та «сухі» (p=70%) – 21,7% розрахункові роки. Відповідно за прогнозними варіантами також очікується зменшення кількості опадів щодо їхньої середньобагаторічної норми («Base»), яке у середньому становить за моделлю «CCCM» – 18,3% та «UKMO» – 7,8%. При цьому величини прогнозованих відхилень поступово зменшуються для граничних «дуже вологих» (p=10%) та «дуже сухих» (p=90%) розрахункових років;

- **щодо температури повітря**: то вже в сучасних умовах («Recent») у порівнянні з ретроспективними («Base») має місце виражене підвищення температури повітря, яке у середньому за розрахунковими роками становить 2,3% і збільшується у вологі та посушливі роки.

Сучасні значення температур повітря у «середні» (p=50%) розрахункові роки близькі до середньобагаторічних значень, відхилення зростає при переході від «середніх» до «дуже сухих» (p=90%) та «дуже вологих» (p=10%) розрахункових років. За прогнозними варіантами «CCCM» та «UKMO» прогнозується значне підвищення температури повітря відносно даних за варіантом «Base» на 22,0% та 26,9% відповідно;

- **щодо дефіциту вологості повітря**: характер зміни даного показника аналогічний зміні температури повітря з деякими відхиленнями за розрахунковими роками та дещо більшою зміною за прогнозними варіантами – для «CCCM» збільшення становить 24,5%, а для «UKMO» – 29,1%;

- **щодо відносної вологості повітря**: у сучасних умовах («Recent») має місце деяке підвищення, що складає 4,0-4,9% у «сухі» та «дуже сухі» роки, всі інші значення за всіма варіантами відрізняються несуттєво – ±1-3%;

- **щодо ФАР**: характер зміни даного показника повністю аналогічний зміні температури повітря з деякими відхиленнями по розрахункових роках та дещо меншою зміною ніж вона за прогнозними варіантами – для «CCCM» збільшення становить 15,5%, а для «UKMO» – 18,9%;

- **щодо коефіцієнта вологозабезпеченості**: характер зміни даного показника повністю ідентичний характеру зміни опадів за розрахунковими роками. При цьому за прогнозними варіантами він значно зменшується – для «CCCM» зменшення становить 34,4%, а для «UKMO» – 29,6%.

Наведені дані переконливо свідчать про те, що більшість значень метеорологічних характеристик, крім температури і ФАР, за розрахунковими роками та в середньому між ними вже в сучасних умовах знаходяться або в зоні, або на рівні прогнозованих їхніх величин за умовами зміни клімату.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Таблиця 3.3

Визначені вегетаційні значення основних метеорологічних характеристик по розрахункових роках за варіантами досліджень для умов Придунайських РЗС

Показники, моделі		Роки розрахункової тепло- й вологозабезпеченості				
		10%	30%	50%	70%	90%
Сума опадів (P, мм)	«Base»	387,5	337,2	287,0	236,8	186,6
	«Recent»	363,1	265,0	261,8	185,5	167,0
	«CCCM»	321,3	279,4	237,6	192,7	147,8
	«UKMO»	362,4	315,4	268,5	217,7	167,0
Середня температура повітря (T, ^{o}C)	«Base»	16,2	16,6	17,1	17,4	18,1
	«Recent»	16,9	17,2	17,2	17,8	18,4
	«CCCM»	19,4	20,1	20,9	21,3	22,2
	«UKMO»	20,0	20,8	21,7	22,2	23,3
Сума дефіциту вологості повітря (D, мм)	«Base»	1142	1343	1531	1705	1920
	«Recent»	1214	1307	1433	1582	1814
	«CCCM»	1430	1682	1867	2136	2405
	«UKMO»	1455	1731	1933	2226	2520
Середня відносна вологість повітря (H,%)	«Base»	71,9	68,4	65,6	62,8	60,3
	«Recent»	71,0	69,4	67,5	65,9	62,7
	«CCCM»	71,9	68,2	65,8	61,9	58,7
	«UKMO»	72,7	69,0	66,6	62,6	59,6
Сума ФАР, (ФАР, МДж/м^2)	«Base»	1849,6	1886,5	1925,5	1947,0	1997,4
	«Recent»	1905,6	1924,0	1931,8	1974,9	2027,2
	«CCCM»	2109,8	2164,0	2221,0	2252,5	2326,2
	«UKMO»	2150,8	2216,4	2285,6	2323,8	2413,3
Коефіцієнт вологозабезпеченості (K_W)	«Base»	0,56	0,41	0,32	0,23	0,16
	«Recent»	0,49	0,33	0,30	0,19	0,15
	«CCCM»	0,38	0,28	0,21	0,15	0,10
	«UKMO»	0,43	0,31	0,23	0,16	0,10

Таблиця 3.4

Порівняльна оцінка зміни вегетаційних значень основних метеорологічних характеристик за розрахунковими роками сучасних («Recent») та прогнозованих («CCCM» та «UKMO») умов щодо їх середньобагаторічних норм («Base») для Придунайських РЗС (%)

Показники, моделі		Роки розрахункової тепло- й вологозабезпеченості					Середнє, %
		10%	30%	50%	70%	90%	
Опади, (P)	«Recent»	-6,3	-21,4	-8,8	-21,7	-10,5	-14,7
	«CCCM»	-17,1	-17,1	-17,2	-18,6	-20,8	-18,3
	«UKMO»	-6,5	-6,5	-6,4	-8,1	-10,5	-7,8
Температура повітря, (T)	«Recent»	+4,3	+3,6	+0,6	+2,3	+1,7	+2,3
	«CCCM»	+19,8	+21,1	+22,2	+22,4	+22,7	+22,0
	«UKMO»	+23,5	+25,3	+26,9	+27,6	+28,7	+26,9
Дефіцит вологості повітря, (D)	«Recent»	+6,3	-2,7	-6,4	-7,2	-5,5	-4,6
	«CCCM»	+25,2	+25,2	+22,0	+25,3	+25,3	+24,5
	«UKMO»	+27,4	+28,9	+26,3	+30,6	+31,5	+29,1
Відносна вологість повітря, (H)	«Recent»	-1,3	+1,5	+2,9	+4,9	+4,0	+3,1
	«CCCM»	0,0	-0,3	+0,3	-1,4	-2,7	-0,9
	«UKMO»	+1,1	+0,9	+1,5	-0,3	-1,2	+0,3
Сума ФАР	«Recent»	+3,0	+2,0	+0,4	+1,4	+1,5	+1,4
	«CCCM»	+14,1	+14,7	+15,4	+15,7	+16,5	+15,5
	«UKMO»	+16,3	+17,4	+18,8	+19,4	+20,8	+18,9
Коефіцієнт вологозабезпеченості, (K_W)	«Recent»	-12,5	-19,5	-6,3	-17,4	-6,3	-12,2
	«CCCM»	-32,1	-31,1	-34,4	-34,8	-37,5	-34,4
	«UKMO»	-23,2	-24,4	-28,1	-30,4	-37,5	-29,6

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Порівняльна оцінка динаміки основних метеорологічних характеристик вегетаційного періоду за 1981-2018 рр. з їхніми ретроспективними та перспективними нормами для опадів, температури, дефіциту та відносної вологості повітря наведена на рис. 3.5:

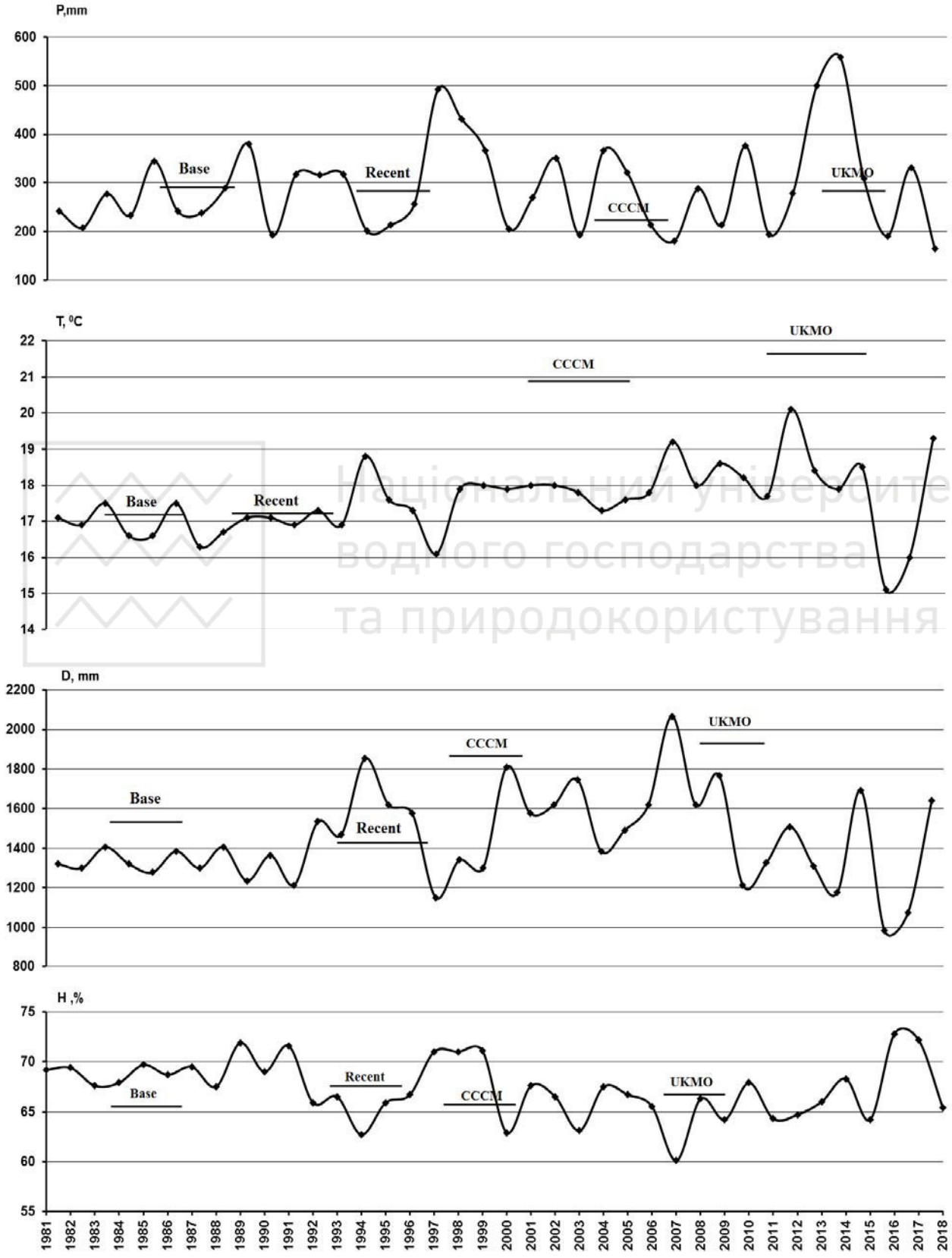


Рис. 3.5. Порівняльна оцінка значень основних метеорологічних характеристик вегетаційного періоду в ретроспективному, сучасному та перспективному станах

Національний університет
водного господарства
та природокористування

- щодо опадів: простежується значна амплітуда їхніх коливань за розглянутий період від 180 до 550 мм при нормі 287 мм з чітко вираженими максимумами у 1997 та 2014 рр. та відносно стійкими коливаннями їхніх значень у наступні після 1997 роки; при цьому середньорічна норма опадів за моделлю «Recent» менша за середньобагаторічну норму моделі «Base»;

- щодо температури повітря: має місце протилежна картина, починаючи з 1981 р. амплітуда коливань досягає першого максимуму у 1994 р. – 18,9° С, та стрімко падає до 15,9° С у 1997 р., після чого спостерігається поступове підвищення температури до другого максимуму в 19,3° С у 2007 р. та третього – в 20,2° С у 2012 р. При цьому чітко виражений тренд підвищення температури, за виключенням трьох останніх з чітким мінімумом в 15,1° С у 2016 р. Середньорічні значення температури повітря значно менші за прогнозовані їх норми за моделями «CCCM» та «UKMO», хоча середньорічна норма за моделлю «Recent» вже дещо вища за середньобагаторічну норму моделі «Base»;

- щодо дефіциту вологості повітря: динаміка зміни дефіцитів вологості повітря в цілому відображає характерні особливості зміни амплітуди коливань за опадами та температурою: дефіцит вологості досягає першого максимуму у 1994 р. – 1850 мм при середньовегетаційному значенні 8,69 мм, після цього він аналогічно знижується відповідно до 1150 мм або 5,40 мм у 1997 р., а за тим поступово підвищується до другого та третього максимумів у 2000 р. та у 2007 р. – відповідно 1810 мм або 8,50 мм та 2150 мм або 10,1 мм з поступовим зниженням до другої групи мінімумів у 2010 р., 2014 р. і 2016 р. – відповідно 1215 мм або 5,70 мм, 1175 мм або 5,52 мм та 984 мм або 4,62 мм. При цьому його середньорічна норма за моделлю «Recent» є нижчою за середньобагаторічну норму «Base», а його відповідні норми за моделями «CCCM» та «UKMO» вже знаходяться у межах сучасних коливань;

- щодо відносної вологості повітря: спостерігається протилежна ситуація щодо динаміки зміни відносної вологості повітря, тут два перші максимуми близько 72% мають місце у 1989 р. та 1991 р., після яких відбувається стрімке зниження її до першого мінімуму 62,9% у 1994 р. та аналогічне зростання до других максимумів близько 72% у 1996-1999 рр. з поступовим зниженням амплітуди коливань до другої групи мінімумів 61-63% у 2000 р., 2003 р. та 2007 р. із подальшою тенденцією до підвищення. У 2016 та 2017 рр. спостерігається третя група максимумів понад 72%. При цьому середньорічна норма відносної вологості за моделлю «Recent» є набагато вищою за її середньобагаторічну величину за моделлю «Base», а її відповідні норми за моделями «CCCM» та «UKMO» знаходяться у межах сучасних коливань середньорічних значень, які навіть значно нижчі за них.

У цілому прогнозовані значення розглянутих метеорологічних характеристик за моделями «CCCM» та «UKMO» в зоні Придунайських РЗС, за виключенням температури повітря, вже знаходяться в межах їхніх сучасних коливань і навіть перевищують їх за окремими позиціями, що свідчить про стійку тенденцію зміни погодно-кліматичних умов у даному регіоні.

Отримані результати порівняльної оцінки формування погодно-кліматичних умов у зоні функціонування Придунайських РЗС за варіантами їхніх досліджень свідчать про те, що по всіх основних метеорологічних показниках, за виключенням відносної вологості повітря, насамперед, це стосується температури повітря, як визначального фактора сучасних змін клімату, а також ФАР, як її похідної, вже відбуваються зміни, які у найближчій перспективі можуть перевищувати 10-відсотковий критичний екологічний поріг, що за М.Ф. Реймерсом (1994) призведе до відповідних незворотних змін в екологічному стані довкілля зони рисосіяння.

Встановлено, що при наявних темпах та рівнях змін погодно-кліматичних умов слід очікувати погіршення природно-меліоративних умов як у зоні Придунайських РЗС, так і в зоні рисосіяння України в цілому. Це неминуче негативно відобразиться на функціонуванні рисових систем у результаті відповідних змін еколого-економічного ресурсу, що потребує розробки адаптивних технічних та режимно-технологічних заходів із управління цими системами через відповідні комплексні наукові галузеві, державні та міждержавні дослідження і програми.

Тому питання підвищення ефективності функціонування Придунайських РЗС слід нероздільно розглядати з оцінкою і прогнозом погодно-кліматичних умов як на сучасному етапі реалізації кліматичної ситуації, так і в умовах можливих змін клімату як у найближчій, так і віддаленій перспективі.

3.3. Рельєф, гідрологічні та гідрогеологічні умови зони рисосіяння України

Близько 30 тис. га рисових систем АР Крим розміщені на Присивашській акумулятивній слаборозчленованій рівнині з низькою природною дренованістю. Ґрунтові води залягали на глибині від 2-3 м на понижених ділянках до 5-8 м на підвищених, їхня мінералізація становила відповідно 15-20 г/л та 40-50 г/л.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

У Херсонській області рисові системи загальною площею понад 17 тис. га розташовані в приморській смузі Краснознам'янського зрошуваного масиву. У прибережній зоні, яка планувалася і освоєна під рис, ґрунтові води залягали на глибині 1-5 м від поверхні землі, а мінералізація становила 3-5 г/л (в окремих випадках 50-60 г/л).

У дельті Дунаю рисові масиви (~13 тис. га) такі площі займають територію від м. Ізмаїл до м. Вилкове на узбережжі Чорного моря. Вони представлені найбільш пониженими ділянками поверхні землі, з яких значну частину займають плавні (Стенсовсько-Жебріяновські), порослі очеретом та іншою болотяною рослинністю.

У геологічному відношенні територія представлена депресією еолово-елювіальних лесовидних суглинків, які зверху перекриті озерно-лиманно-алювіальними відкладеннями Чорного моря і р. Дунай.

Ґрунтові води на початок освоєння території під рис знаходились на глибині 0,2-1,5 м з ухилом у бік р. Дунай, їхня мінералізація складала від 7 до 50 г/л при хлоридно-натрієвому типі засолення.

Згідно гідрологічного районування зона рисосіяння України знаходиться в зоні недостатньої водності. В межах зони виділено дві області: Причорноморська область надзвичайно низької водності та Кримська рівнинна область дуже низької водності.

3.4. Ґрунтовий покрив зони рисосіяння України

Ґрунтовий покрив на всіх рисових масивах України надзвичайно різноманітний за характером і ступенем вихідного засолення, дренованості, гранулометричним складом, що необхідно враховувати при вирощувані рису та супутніх культур. Ґрунти зони рисосіяння України мають різний рівень родючості та придатні для вирощування більшості сільськогосподарських культур (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Родючість ґрунтів зони рисосіяння України

Адміністративно-територіальна одиниця		Бонітет ґрунтів орних земель	
область/республіка	адміністративні райони	рівень родючості	бали бонітету
АР Крим	Джанкойський Красноперекопський Нижньогірський Роздольненський Совєтський	низький	20-30
Одеська	Ізмаїльський Кілійський	вище від середнього	41-50
Херсонська	Голопристанський Скадовський	низький	20-30
	Каланчацький	середній	31-40

Рівень родючості ґрунтів визначено за середнім балом бонітету агровиробничих груп ґрунтів кожного природно-сільськогосподарського району.

Більшість рисових систем України розташовані на заплавних та дельтових територіях, які мають потужний шар руслового алювію, розміщеного у шарі материнської породи. Легкі піщано-галькові відклади зверху покриті заплавним алювієм важкого гранулометричного складу. Вони мають незадовільну природну дренованість, що утруднює відведення ґрунтових вод, сприяє заболоченню і засоленню ґрунтів.

В АР Крим рисових систем розміщені на територіях складених суглинковими та глинистими материнськими породами, які підстилаються третинними глинами та вапняками. Для даної природно-кліматичної зони каштановий тип ґрунтів є зональним. У природних умовах цієї місцевості сформувалися різного роду засолені ґрунти і солончаки (1,0-1,5%), представлені темно-каштановими і луково-каштановими різновидами в комплексі з солонцями.

У Херсонській області ґрунти рисові системи представлені темно-каштановими і каштановими солонцями, які у самій прибережній частині Чорного моря і його заток переходять у солончаки.

У дельті Дунаю Одеської області рисові масиви розміщені на луково-болотних типах із різним характером і ступенем засолення. Верхня і центральна частини дельти представлені луковими і дерновими середньосуглинистими ґрунтами. Центральна понижена частина Жебріяновських плавнів складена з торф'яно-болотних, сильнозасолених ґрунтів. Характер засолення ґрунтів хлоридний і хлоридно-сульфатний.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Рисові поля доцільно розміщувати на важких слабоводопроникних ґрунтах, оскільки при вирощуванні затоплюваного рису будуть мати місце значні фільтраційні втрати води. При цьому кращими для вирощування рису вважаються ґрунти, гранулометричний склад яких включає до 50-60% частинок діаметром менше 0,01 мм, оскільки водопроникність ґрунтів визначається якраз вмістом фракцій різного діаметра та їхнім співвідношенням. При низькій водопроникності вміст фракцій діаметром 0,25-0,05 мм становить 30-40%, а фракцій 0,01-0,001 мм – 10-20%, що дорівнює відношенню цих величин як 3:6 або 3:4,5 (коефіцієнт фільтрації 0,03-0,0004 м/добу). При вмісту цих фракцій відповідно 60-80% і 5-15% (відношення 3:8 і 3:4,8) ґрунти відносяться до більш легких і характеризуються біль високою водопроникністю (коефіцієнт фільтрації 0,10 м/добу).

Із фільтраційними властивостями ґрунтів пов'язані також такі явища як перенесення тепла, поживних речовин, солей, токсичних сполук болотного походження, рухомих форм заліза, гумусу, вимивання залишків пестицидів і добрив тощо.

Рис відноситься до слабосолестійких рослин. Відомі випадки, коли рис добре розвивався при хлоридно-сульфатному засоленні з концентрацією солей у ґрунтовому розчині до 5-6 г/л (0,18-0,21%). Зі збільшенням до 10 г/л (0,35%) проростання насіння затримувалось на 2-3 доби і спостерігалась розрідженість сходів до 20%, при кількості солей у ґрунтовому розчині до 12 г/л (0,42%) зрідженість сходів досягала 30%, а значна частина пророслого насіння гинула.

Рослини у фазі 2-3 листків витримували концентрацію солей до 12-13 г/л, що відповідає засоленню ґрунту 0,4-0,5%. Проте, у практиці нерідкі випадки, коли рис вирощують на ґрунтах з більш високою засоленістю.

Швидкість вимивання солей залежить від фільтраційних властивостей ґрунтів. Отже, чим більше фільтрується вода, тим швидше вимиваються солі і тим кращі умови створюються для розвитку рису на засолених ґрунтах.

Стійкість рису проти *солонцюватості* ґрунтів проявляється у прямому та відносному реагуванні рослин на ступінь солонцюватості, тобто на наявність обмінного натрію у грунтово-поглинальному комплексі (ГПК). У великих кількостях він фізіологічно небезпечний для рослин, а при малих погіршує фізичні властивості ґрунтів та їхній поживний режим.

Рис відносять до групи рослин, середньостійких до обмінного натрію ґрунту, вміст якого характеризує ступінь його солонцюватості (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Відносна стійкість рослин до обмінного натрію в ГПК

Нестійкі (знижують врожайність при вмісту обмінного натрію 10-15%)	Середньостійкі (знижують врожайність при вмісту обмінного натрію 15-40%)	Стійкі (знижують врожайність при вмісту обмінного натрію 40-45%)
Кукурудза, квасоля	Пшениця, рис, райграс, сорго, віка, вівсяниця висока	Буряки цукрові і кормові, ячмінь, бавовна

Зниження врожайності рису при вмісті обмінного натрію 15-40% фіксується на досить значному рівні – 30-50%. Для підвищення врожайності рису на солонцюватих ґрунтах необхідно проводити хімічні меліорації, котрі забезпечують зниження у них обмінного натрію (внесення гіпсу).

Значно знижується врожайність рису і на малонатрієвих солонцях через незадовільні фізичні властивості і недостатню забезпеченість поживними речовинами. Підвищити родючість таких ґрунтів можна шляхом поступового збільшення глибини орного шару, щілювання, культивування багаторічних трав та внесення збільшених доз органічних і мінеральних добрив.

Негативно впливає на розвиток і урожайність рису заболоченість ґрунтів. На заболочених ґрунтах із яскраво вираженими глеєвими процесами посіви його сильно зріджуються, спостерігається загибель рослин у фазі сходи-кущіння. Причиною є дефіцит легкодоступних форм кисню у ґрунті, який необхідний рослинам, особливо при проростанні насіння і сходах, а також утворення токсичних речовин при відновних процесах.

У заболоченому ґрунті під шаром води активно розвиваються анаеробні мікроорганізми, які в результаті життєдіяльності забирають кисень в окисних сполуках, відновлюючи їх. Окисні форми заліза відновлюються до закисних, нітрати – до аміачних форм і молекулярного азоту, сульфати до сульфідів. Більш рухомими стають фосфати, гумусові речовини, алюміній, кремній тощо. У ґрунті накопичуються аміак, сірководень, метан і інші продукти анаеробного обміну, що негативно впливає на його родючість й урожайність рису.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Наявність у ґрунті рухомих форм заліза є важливим фактором у розвитку рису. Воно є необхідним елементом живлення рослин, приймає участь у фотосинтезі. Крім того, залізо як елемент перемінної валентності відноситься до числа кращих регуляторів окисно-відновлювального потенціалу (ОВП) ґрунту й акцепторів сірководню, який утворюється у ньому в результаті відновлення сірковмісних сполук. У кислих ґрунтах залізо є інертне і не вступає в обмін із катіонами з розчину нейтральних солей, а зі збільшенням *pH*, при затопленні ґрунту, стає обмінним і може приймати участь не тільки в обмінних реакціях солей, але й заміщати обмінний натрій у ГПК.

До тих пір, поки у ґрунтах рисових полів є окисне залізо, гетеротрофні мікроорганізми використовують зв'язаний ним кисень, покращуючи при цьому поживний режим ґрунтів. При дефіциті кисню, зв'язаного з окисними формами заліза, анаеробні мікроорганізми руйнують більш міцні форми кисневмісних сполук, що супроводжуються накопиченням сірководню. Це і є головною причиною зрідження і загибелі посівів сходів рису, а також зниження його урожайності на перезволожених землях.

3.5. Загальна характеристика рисових зрошувальних систем України

Сучасна РЗС представляє собою складний комплекс взаємопов'язаних єдиним технологічним процесом водоподаючих, водовідвідних, регулюючих й інших елементів у комплексі з рисовими полями, на яких вирощуються провідна культура рису та супутні (суходільні) сільськогосподарські культури.

До водоподаючих елементів відносять головний водозабір, включаючи НС при машинному водопідйомі, магістральний, міжгосподарські, господарські і внутрішньогосподарські розподільні канали; до водовідвідних – ДСК і колектори різних порядків, осушувальну НС при механічній відкачці відпрацьованих і зливових вод; до регулюючих – картові зрошувачі (зрошувачі-скиди), дренажно-скидні канали, поливні карти, чеки і чекові валики, внутрішньокартовий дренаж. Водоподаючі і водовідвідні елементи транспортують і розподіляють поливну воду по сівозмінних ділянках, відводять дренажно-скидні і зливові води. Регулюючі елементи створюють і регулюють шар води на рисовому полі, відводять з карт і чеків ДСВ, забезпечують необхідний промивний режим у період підтримання шару води на полі і підтримують необхідний РГВ у позавегетаційний період.

Рисова система включає у себе також мережу доріг, гідротехнічні, гідрометричні і дорожні споруди, лінії електропередачі, зв'язку, виробничо-господарські будівлі служби експлуатації тощо.

Рисові зрошувальні системи можна класифікувати за такими ознаками:

– типом поливної карти;
– конструкцією зрошувальної і дренажно-скидної мереж;
– способом забору води для зрошення та відведення ДСВ.

Залежно від типу поливної карти рисові системи поділяють на:

– системи, що складаються з карт краснодарського типу (ККТ);
– системи, що складаються з карт кубанського типу (ККТ-К);
– системи, що складаються з карт широкого фронту затоплення і скидання (КШФ);
– системи, що складаються з карт широкого фронту затоплення і скидання з дренажем (КЧД)
– комбіновані – складаються з поливних карт різних типів.

За конструкцією водоподаючої і водовідвідної мереж рисові зрошувальні системи можуть бути:

– відкриті;
– закриті з різними варіантами влаштування зрошувальної і дренажно-скидної мереж.

За способом водозабору і відведення дренажно-скидних вод:

– з механічним водозабором і механічним відведенням дренажно-скидних вод;
– з механічним водозабором і самопливним відведенням дренажно-скидних вод;
– з самопливним водозабором і самопливним відведенням дренажно-скидних вод.

3.6. Конструктивні особливості рисових зрошувальних систем України

Основним елементом рисової системи є поливна карта, оскільки в її межах здійснюється повний цикл усіх робіт, пов'язаних із вирощуванням рису. Саме конструкція поливної карти визначає конструкцію рисової системи в цілому.

Поливна карта – це частина поля рисової сівозміни, обмежена по периметру молодшими каналами зрошувальної і дренажно-скидної мережі. Від того, наскільки вдало обрана конструкція карти і підібрані її параметри, залежить те, як успішно вона буде виконувати свої функції, що полягають у створенні на карті оптимального сольового і водно-повітряного режиму для рису і супутніх йому культур, які в свою

Національний університет
водного господарства
та природокористування

чергу визначають врожайність. Крім того, від конструктивних особливостей поливної карти та її основних параметрів залежить продуктивність сільськогосподарської техніки при виконанні різних агротехнічних операцій, продуктивність праці поливальників, раціональне використання поливної води.

При всій різноманітності конструктивних рішень РЗС їхню основу становлять рисові карти, які суттєво відрізняються за конструкцією і, відповідно, особливостями водоподачі та відведення води.

Основу конструкції рисових систем України складають такі типи поливних карт:

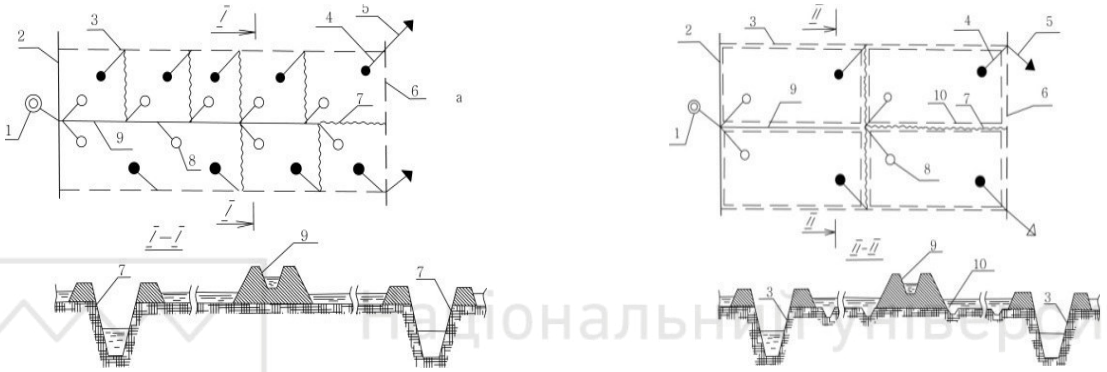
– карта краснодарського типу (ККТ);

– карта кубанського типу (ККТ-К);

– карта-чек широкого фронту затоплення і скидання (КШФ).

3.6.1. Карта краснодарського типу. Карта краснодарського типу є найбільш розповсюдженим типом карти на рисових системах України. Одержала вона поширення також у Болгарії, Угорщині, Румунії.

ККТ розміщується за напрямом основного ухилу поверхні, перпендикулярно до горизонталей (рис. 3.6). Картові зрошувачі, як правило, проектують двостороннього командування.



а) б)

Рис 3.6. Схеми карт краснодарського (а) та кубанського (б) типів:

1 – водовипуск із розподільчого каналу в зрошувач; 2 – розподільчий канал; 3 – картовий скид; 4 – водовипуск із чека; 5 – підпірна споруда в кінці скидного каналу; 6 – ділянковий скидний канал; 7 – чековий валик; 8 – водовипуск зі зрошувача в чек; 9 – картовий зрошувач; 10 – чекова канавка

Уздовж кожної карти з боку, протилежного картовому зрошувачу, розміщується картовий ДСК. Ширина карти залежить від гранулометричного складу і засолення ґрунтів та становить 100-150 м, на засолених ґрунтах легкого гранулометричного складу – 200-300 м (табл. 3.7). Довжина карти – 700-1200 м, площа – 10-30 га. Земляними валиками поливна карта ділиться на декілька чеків.

Таблиця 3.7

Ширина рисових карт і середня глибина водовідвідної мережі

Характеристика					Ширина поливних карт, м	Середня глибина водовідвідних каналів, м		
гранулометричний склад	засолення	водопроникність	мінералізація ГВ	відтічність		картових	ділянкових	господарських
Дуже легкі	незасолені або слабо засолені, S<0,5%	більше середньої, К>1 м/добу	слабка, <5 г/л	добра	200-300	1-1,5	1,5-2	2-2,5
Легкі	те ж	те ж	те ж	слабка	200	1,5-2	2-2,5	2,5-3
Середні	S=0,5-(2-3)*	середня, К=0,2-1 м/добу	середня, 5-15 г/л	слабка	150-200	2,0	2,5	3,0
Важкі	те ж	низька, К< 0,2 м/добу	висока, >15 г/л	слабка або відсутня	100-150	2,0	2,5	3,0

Примітка: *залежно від типу засолення; S – вміст солей, % від маси сухого ґрунту. Оскільки довжина рисових карт у 3-8 разів перевищує їхню ширину, ефективність роботи водовідвідних каналів, що виконують функції дрен, оцінюють без врахування роботи транспортуючих елементів водовідвідної мережі. Наведені в таблиці параметри поливних карт і меліоративні умови є орієнтовними. Виробничі досліди і дослідження свідчать про те, що в складних меліоративних умовах доцільно влаштовувати внутрішньокартовий дренаж.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Чек – це частина поливної карти, що спланована під горизонтальну поверхню. Середня площа чека 2-4 га. Оскільки сільськогосподарські роботи проводяться у межах чеків, то одна зі сторін чека повинна бути не менше 200 м.

Із конструктивної точки зору ККТ мають недоліки, а саме:

– невеликі розміри чеків, що знижує продуктивність сільськогосподарської техніки; складність і трудоємність водорозподілення по чеках;

– перенасиченість гідротехнічними спорудами;

– досить значні непродуктивні втрати води;

– невисокий коефіцієнт земельного використання;

– значна строкатість у формуванні ґрунтово-меліоративних умов, обумовлена впливом зрошувальних та дренажно-скидних каналів і терасністю рисових чеків.

Найбільш сприятливий сольовий, температурний і водно-повітряний режими створюється на ККТ уздовж дренажно-скидних каналів. У смузі шириною 50 м уздовж картових зрошувачів та зрошувачів старшого порядку спостерігається виклинювання ґрунтових вод, температура яких нижче, а мінералізація значно вище поливної води. Це призводить до погіршення температурного та сольового режиму верхніх горизонтів ґрунтів і, як наслідок, до пониження на 5-10%, а на засолених землях до 30% врожаю рису на карті. Аналогічні умови створюються в смузі шириною 30 м у нижньому чеку, якщо відмітка сусіднього чека вище на 0,3-0,6 м. Врожайність рису в цій смузі на 10-30% нижча порівняно з середньою по чеку.

Для ліквідації негативних явищ вздовж картових зрошувачів двостороннього командування, а також пов’язаних із терасністю чеків, більшості районів рисосіяння рекомендуються такі заходи: зменшення фільтраційних втрат зі зрошувальних каналів усіх порядків за рахунок антифільтраційного покриття та влаштування так званих «замків» із слабоводопроникних ґрунтів; влаштування з обох сторін зрошувальних каналів, що виконані у високому насипу, відсічних дрен глибиною 0,8-1,2 м; на системах, що будуються або реконструюються, рекомендувалось не допускати різниці у відмітках між сусідніми чеками більше ніж 0,3 м на засолених та 0,4 м на незасолених ґрунтах; при терасності більше 0,3 м влаштування відкритих і закритих відсічних дрен вздовж чекових валиків для перехоплення фільтраційного потоку з вищого в нижчий чек, або влаштування «завіс» із поліетиленової плівки.

3.6.2. Карта кубанського типу. Останнім часом особливий інтерес представляє такий різновид ККТ, як карта кубанського типу (ККТ-К) (див. рис. 3.2). Від ККТ із картовими зрошувачами і дренами-скидами двостороннього командування ця конструкція відрізняється тим, що вона складається тільки з 4 чеків рівновеликої площі. Зрошувач на такій карті виконується без ухилу і його довжина дорівнює половині довжини карти, а всі елементи меліоративної мережі стандартизовані. Площа чеків на ККТ-К зазвичай приймається рівною 6 га, довжина чека – 300 м, ширина – 200 м, а міждренна відстань – 400 м. Група карт об’єднується в модуль і є одночасно як полем сівозміни, так і одиницею водокористування.

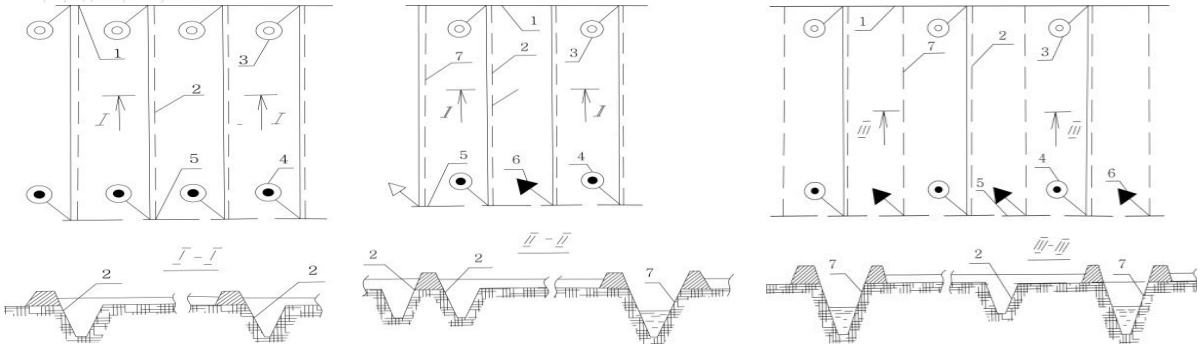
ККТ-К має низку переваг у порівнянні з ККТ: більш високий КЗВ при збільшенні питомої довжини ДСМ; зменшення кількості водорегулюючих споруд; поліпшення меліоративного стану на карті; підвищення продуктивності сільськогосподарських механізмів; поліпшення умов водокористування й автоматизації водорозподілу.

Незважаючи на цілу низку переваг ККТ-К не позбавлена недоліків. Для неї, проте в меншій мірі, характерні недоліки ККТ, пов'язані з терасністю і погіршенням меліоративного стану вздовж картового зрошувача, а також пов'язані зі складністю створення оптимального водного режиму при поливі супутніх культур. Крім того, не можна говорити про універсальність застосування даної конструкції карти у всіх районах рисосіяння, що пояснюється досить великим (400 м) міждренням на ККТ-К. Досвід рисосіяння показує, що на територіях, для яких характерний високий ступінь засолення ґрунтів і високий рівень мінералізованих ГВ, при такій міждренній відстані необхідна величина опріснення ґрунтів не досягається, а в деяких випадках може навіть спостерігатися вторинне засолення.

3.6.3. Карта-чек широкого фронту затоплення і скидання. ККТ і ККТ-К, як відзначалося вище, мають цілу низку недоліків, усунути які можна тільки докорінно змінивши їхню конструкцію. Прикладом принципово нового типу рисової карти є карта-чек широкого фронту затоплення і скидання води (КЧШФ).

Основні відмінності КЧШФ від ККТ і її модифікацій такі: функції подачі і відведення води тут об'єднані в одному каналі – зрошувачі-скиді, виконаному в неглибокій (1,0-1,2 м) виїмці; площа карти планується під одну відмітку і на окремі чеки не розділяється, а представляє собою єдину карту-чек. КЧШФ розміщують довгою стороною вздовж горизонталей із метою зменшення об’єму планувальних робіт. Залежно від природних умов ширина карти приймається 75-200 м, довжина – 400-1200 м, площа – 10-20 га. Принципова схема КЧШФ наведена на рис 3.7.

Національний університет
водного господарства
та природокористування



а) б) в)

Рис. 3.7. Схеми карт-чеків різних модифікацій:
а – без дренажу; б – з дренажем, зрошувач-скид одностороннього командування; в – з дренажем, зрошувач-скид двостороннього командування; 1 – розподільчий канал; 2 – зрошувач-скид; 3 – водовипуск в зрошувач-скид; 4 – водовипуск зі зрошувача-скиду; 5 – ділянковий скидний канал; 6 – водовипуск із картової дрени; 7 – картова дрена

КЧШФ має цілу низку переваг перед ККТ: КЧШФ позбавлена недоліків, пов'язаних із терасністю і виклинюванням ґрунтових вод вздовж картового зрошувача, характерних для ККТ, тому і врожайність на картах-чеках вище; коефіцієнт земельного використання (КЗВ) підвищується на 4-5%; затоплення КЧШФ і скидання води з неї відбувається швидше, ніж на ККТ, тому що здійснюється не через 5-10 водовипусків, а по суцільному фронту довжиною 400-1200 м; на 10-20% підвищується продуктивність сільськогосподарських машин через збільшення довжини гону з 150-200 м до 400-1200 м; у 2-3 рази підвищується продуктивність праці поливальників, тому що кількість споруд зменшується в 5-7 разів та зникає необхідність в обкошуванні чекових валиків і дамб картових зрошувачів; на 30-35% знижується зрошувальна норма в результаті зниження фільтраційних втрат і зменшення непродуктивних скидів; КЧШФ дає змогу проводити в необхідний термін поливи затопленням культур рисової сівозміни, а при поливі дощуванням істотно підвищується продуктивність дощувальних машин; на системах КЧШФ простіше здійснити процес автоматизації водорозподілу. Завдяки перерахованим перевагам карти-чеки швидко набули значного поширення в різних районах рисосіяння.

Тривала експлуатація КЧШФ у різноманітних ґрунтово-геологічних умовах виявила й істотні недоліки такої конструкції (рис. 3.7, а). На картах-чеках після початкового затоплення відбувається змикання поверхневих і ґрунтових вод, формується застійний режим ґрунтових вод, що призводить до інтенсифікації процесів утворення токсичних для рису сполук, вторинного засолення земель. Неглибокі (до 1,2 м) зрошувачі-скиди при відсутності природної дренованості не спроможні забезпечити зниження РГВ у міжвегетаційний період до оптимальної глибини, яка має становити не менше 1,5 м. Погіршення водно-повітряного і сольового режиму ґрунтів може призвести до істотного зниження врожайності рису і супутніх культур. Будівництво карт-чеків на територіях зі значними ухилами також не обґрунтовано, тому що потребує засипання понижень, на яких ґрунт у процесі експлуатації карт просідає. Незважаючи на низку переваг, КЧШФ рекомендується будувати тільки на незасолених ґрунтах важкого гранулометричного складу в умовах доброї природної дренованості і практично безпохильного рельєфу.

Недоліків, пов’язаних із відсутністю дренованості, позбавлені конструкції карт-чеків широкого фронту затоплення і скидання з дренажем. Перша з них представляє собою карту-чек (КЧД) шириною 240-270 м, обмежену з обох сторін картовими дренами глибиною 2,5-3,0 м, довжина карти 600-1000 м, посередині карти проходить зрошувач-скид двостороннього командування (рис. 3.7, в). Друга модифікація (КЧД-1) має такі особливості: з одного боку карта обмежена зрошувачем-скидом одностороннього командування, з іншого – дреною глибиною 2,5-3,0 м. Ширина карти 110-120 м, міждренна відстань 240-270 м (рис. 3.7, б).

Для карт-чеків із дренажем (КЧД і КЧД-1) характерні всі позитивні сторони КЧШФ, що відзначалися вище. Дещо знижується на них у порівнянні з КЧШФ коефіцієнт земельного використання. Порівнюючи ж КЧД і КЧД-1 можна відзначити, що КЗВ трохи вище на КЧД, але їхнє застосування вимагає виконання великого об’єму планувальних робіт. Карти-чеки з дренажем можуть застосовуватися в умовах безпохильного рельєфу у всіх рисосіючих районах України, особливо ефективно їхнє застосування на засолених землях.

Комплексна оцінка ефективності застосування найбільш розповсюджених модифікацій ККТ, ККТ-К і карт-чеків дозволяє зробити такі висновки: на сьогодні найбільш раціональними і перспективними

Національний університет
водного господарства
та природокористування

конструкціями, особливо у складних меліоративних умовах, є карти-чеки з дренажем (КЧД і КЧД-1); в умовах складного рельєфу більш виправдане будівництво карт кубанського типу. Остаточний висновок про ефективність застосування того або іншого типу карт у конкретних природних умовах можна зробити тільки після проведення комплексних досліджень, що включають вивчення водного і сольового балансів, організаційно-господарських й агроекономічних умов вирощування рису і супутніх культур.

У зв'язку з розробкою нових конструкцій рисових систем, зокрема закритих, з'явилось декілька типів модернізованих поливних карт, основу яких становлять ті ж ККТ, ККТ-К, КШФЗ.

3.6.4. Закрита рисова зрошувальна система. На частку рисових систем із закритою зрошувальною і ДСМ приходиться до 9% загальної площі рисосіяння України.

Залежно від конструкції картової зрошувальної мережі (трубчастої або відкритої в земляному руслі), ЗРЗС можуть складатись із поливних карт таких модифікацій:

- ***із комбінованою зрошувальною мережею.*** Розподільчі канали, що підводять воду до картових зрошувачів, виконані у вигляді закритих напірних залізобетонних трубопроводів. Картові зрошувачі і дрени-скиди відкритого типу. Позитивні сторони: не спостерігається засолення і заболочування ґрунтів вздовж розподільчого каналу; створюються умови для забезпечення повної автоматизації водорозподілу у вегетаційний період; скорочуються непродуктивні втрати води; КЗВ збільшується на 2-4%; вартість будівництва на 3% нижче, ніж у варіанті з розподільчим каналом відкритого типу;

- ***із закритою зрошувальною і відкритою дренажно-скидною мережею на ККТ та ККТ-К.*** На таких картах зрошувач виконується з азбоцементних труб. Позитивні сторони: не спостерігається процесів заболочування і засолення вздовж картових зрошувачів; КЗВ підвищується на 4%; створюється можливість строго дотримувати режим зрошення, а також автоматизувати процес водорозподілу;

- ***із комбінованою дренажно-скидною мережею.*** На таких картах зрошувач і дрени-скиди споруджуються відкритого типу. Закритим виконується дренаж, що влаштовується на незначній глибині під прямим кутом до дрен-скидів і впадає в них, або влаштовується паралельно картовій дрені. Дренаж забезпечує рівномірне розсолення ґрунтів і ґрунтових вод на карті, дозволяє проводити просушку карт у передзбиральний період у більш стислі терміни. Недоліком системи є підвищення вартості будівництва і збільшення зрошувальної норми в результаті дещо більших фільтраційних втрат. Тому застосування такої конструкції дренажної мережі доцільно на сильнозасолених ґрунтах важкого гранулометричного складу;

- ***із закритою дренажною і відкритою зрошувальною мережею.*** Дренажно-скидна мережа на таких картах розділена. Дренаж влаштовується з азбестоцементних або пластмасових труб. Глибина відкритих скидів 0,6-0,8 м. Зрошувачі відкритого типу. Позитивні сторони: КЗВ підвищується на 8-10%, не спостерігається таких негативних процесів як оплювання відкосів дрен і їхнє заростання бур'янистою рослинністю; зрошувальна норма рису знижується порівняно з варіантами з відкритою дренажною мережею на 30-35%. Недолік – збільшення вартості будівництва. За ефективністю роботи закритий дренаж не поступається відкритому з такими ж параметрами, а додаткові капіталовкладення на будівництво можуть окупитися за 4-7 років;

- ***із закритою зрошувальною і дренажно-скидною мережею*** (рис. 3.8). Для них характерні позитивні сторони, що відзначалися для карт із закритою зрошувальною і відкритою дренажною мережею. Крім того, на цих картах КЗВ вище на 15%, ніж на картах із відкритою дренажно-скидною мережею. З'являється можливість здійснити повну автоматизацію управління водним режимом. Недолік – висока вартість будівництва, замулення труб та їхня обмежена пропускна здатність.

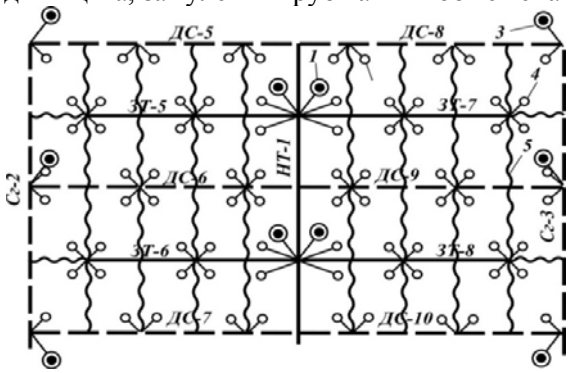


Рис. 3.8. Схема рисової ділянки із закритою зрошувальною і дренажно-скидною мережами:
НТ-1 – магістральний розподільчий напірний трубопровід; ЗТ і ДС – картовий зрошувальний трубопровід і закрита дрена-скид; Сг – господарчий скид; 1, 2, 3, 4 – водовипуски відповідно з НТ в картовий трубопровід, із чека в дрену-скид, із дрени скиду в господарчий скид, в чек; 5 – чековий валик

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Значний інтерес представляють ККТ, влаштовані на фоні вертикального дренажу. На таких картах відсутні картові дрени, які замінює свердловина вертикального дренажу, що обслуговує поле сівозміни. По межі сівозмінної ділянки проходить колектор. Для такої конструкції характерні зменшення зрошувальної норми, підвищення КЗВ, збільшення врожайності в порівнянні зі звичайною ККТ. Однак, для цієї конструкції характерна висока вартість будівництва, обмеженість застосування.

Закрита рисова зрошувальна система передбачає досконалі технічні рішення всіх елементів зрошувальної й дренажно-скидної мереж, автоматизацію розподілу води.

3.7. Сучасний технічний стан рисових зрошувальних систем України

Аналіз сучасного технічного стану рисових зрошувальних систем України виконаний на прикладі Придунайських РЗС Одеської області.

Зрошувальна мережа. Зрошувальна мережа Придунайських РЗС побудована здебільшого у вигляді відкритих каналів і в конструктивному плані включає розподільні каналами, картові зрошувачі, зрошувачі-скиди та низку гідротехнічних споруд. Упродовж останніх років, зокрема у 2008-2014 рр., зрошувальна мережа Придунайських РЗС, в тому числі Лісковської і Кілійської систем, функціонувала у більш-менш задовільному режимі, хоча технічний стан зрошувальних каналів за сорок років експлуатації значно погіршився.

Обстеження стану плит облицювання показало, що найбільш поширеними пошкодженнями останніх є утворення активних і пасивних тріщин, відколи і раковини, руйнування стиків плит на підмив кріплень. Особливі руйнування залізобетонних покрить зафіксовані в аванкамерах зрошувальних каналів, вихідних частинах підпірних споруд. Загальний стан русла каналів, облицьованих залізобетонними плитами, є незадовільним через заростання їх деревовидною та жорсткою трав'яною рослинністю

Як наслідок, шорсткість русел цих каналів збільшується в 1,2-1,5 рази, що є головною причиною зменшення їхньої пропускної спроможності. Водночас, технічний стан частини каналу Р-2 Кілійської РЗС залишається задовільним, що пояснюється порівняно недавньою реконструкцією і кращим доглядом.

Зйомки поперечних перерізів, проведені в 2010-2011 рр. показали, що русла розподільних каналів в земляному руслі, зокрема Лісковської РЗС, стійкі у відношенні розмиву та замулення і після 30 років експлуатації практично відповідають проектним. Тільки на кінцевих ділянках розподільних каналів зафіксовано деяке замулення русла (рис. 3.9).

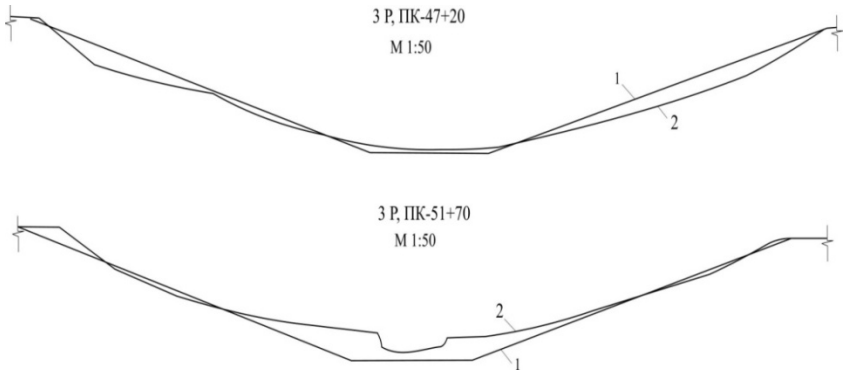


Рис. 3.9. Поперечні перерізи розподільних зрошувальних каналів Лісковської РЗС за даними зйомки 2010-2011 рр.: 1 – проектний переріз; 2 – фактичний переріз

Деформації русел картових зрошувачів відмічені в головній їхній частині на довжині біля 60-70 м від водовипуску. Вони проявляються в розмиві і оповзанні укосів та відкладанні ґрунтової маси на дні каналу. Далі по довжині форма поперечних перерізів картових зрошувачів зберігається близькою до проектної. Відмічено тільки незначне замулення дна. Близькою до проектної зберіглася і форма поперечного перерізу зрошувачів-скидів (Кілійська РЗС).

Дренажно-скидна мережа. Загальна довжина колекторно-дренажної і скидної мережі на Придунайських РЗС складає 635,272 км, в тому числі: міжгосподарська мережа – 56,646 км, і внутрішньогосподарська – 578,626 км. Залежно від гідрогеологічних умов і геологічної будови території канали ДСМ були запроектовані і побудовані трапецевидної форми глибиною від 1,5 до 3,0 м, закладанням укосів від 1,0 до 3,5.

Характеристика дренажно-колекторної мережі Кілійської та Лісковської РЗС наведена в табл. 3.8.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Таблиця 3.8

Характеристика дренажно-колекторної мережі Кілійської та Лісковської РЗС

Рисова система	Площа, га	Міждренна відстань, м	Протяжність дренажно-колекторної мережі, км	Середня глибина дренажних каналів, м
			міжгосподарської / внутрішньогосподарської	міжгосподарських / внутрішньогосподарських
Кілійська РЗС	3450	200 250 300 400 500	33,05 190,53	3,0 1,5
Лісковська РЗС	3997	500 650 900	- 173,28	- 2,0

У процесі тривалої експлуатації русла ДСК під дією численних факторів значно змінились, тобто деформувались. Слід відмітити, що основними причинами деформації русел є кліматичні (атмосферні опади, промерзання ґрунту), геометричні розміри, включаючи крутизну укосів, коливання рівня води в каналах, обумовлене невпорядкованим режимом роботи скидних насосних станцій, коливанням стоку води з чеків, фільтрацією, суфозією, дією хвиль тощо.

На період обстежень технічного стану встановлено, що на більшості ДСК має місце переформування укосів, у результаті чого змінились розміри каналів (глибина, ширина по верху і по низу). При цьому змінилися такі характеристики як площа перерізу, периметр, гідравлічний радіус. Ці зміни впливають на гідравлічні процеси і деформації русла в цілому. Форма перерізів каналів змінилась від вихідної трапецеїдальної до форми природного русла – параболічної. Ступінь і розміри деформації русел каналів залежать від гранулометричного складу підстилаючих ґрунтів (рис. 3.10 та рис. 3.11).

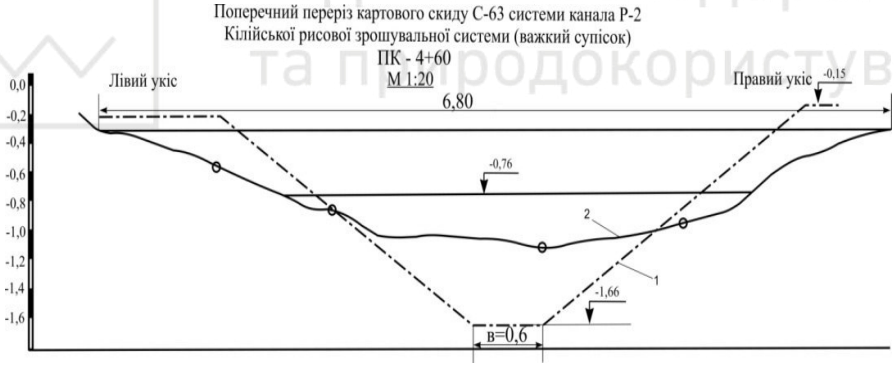


Рис. 3.10. Поперечні перерізи дренажно-скидних каналів Кілійської РЗС на ділянках з підстилаючими легкими ґрунтами за даними зйомки 2010 року:
1 – проектний переріз; 2 – фактичний переріз

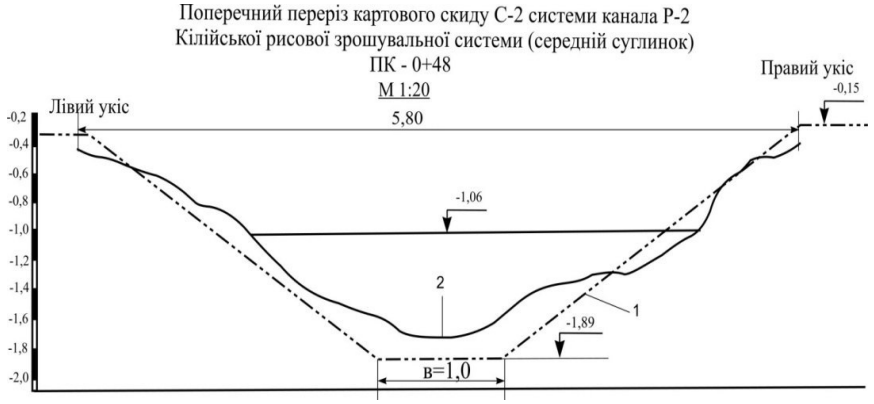


Рис. 3.11. Поперечні перерізи дренажно-скидних каналів Кілійської РЗС на ділянках з підстилаючими ґрунтами середнього гранулометричного складу за даними зйомки 2010 року:
1 – проектний переріз; 2 – фактичний переріз

Національний університет
водного господарства
та природокористування

При обстеженні технічного стану ДСК Лісковської РЗС констатовано, що довжина деформованих ділянок русел коливається в межах від 4 до 5% від загальної довжини для господарських і головних колекторів-скидів і до 15-25% – для картових ДСМ. Основними причинами деформації русел є оповзання відкосів, опливання в зоні дії фільтраційного потоку, зосереджена суфозія, розмив поверхневим стоком, руйнування в місцях улаштування гідротехнічних споруд. Слід відмітити, що на окремих ділянках каналів фактичні коефіцієнти закладання укосів досягають 1:5, 1:7, глибина зменшилась на 0,5-0,7 м.

За даними інвентаризації, проведеної Придунайським управлінням зрошувальних систем сумісно зі спеціалістами господарств і відповідних районних управлінь, при загальній довжині ДСМ на Лісковській зрошувальній системі 217,226 км потребують капітального ремонту і відновлення 54,396 км, що становить майже 25%.

Особливості роботи дренажно-скидних каналів рисових систем дозволяють розділити їх на два основних типи: а) канали, що працюють із вільним скидом води – картові дрени-скиди; б) канали, які працюють у примусовому режимі скиду-відкачки – головні господарські й огороджувальні канали.

Гідравлічний режим у каналах першого типу (картові дрени-скиди) характеризується досить спокійною течією та незначними швидкостями води (від 0 до 0,15 м/с). Це створює ідеальні умови для заростання русел м'якою і жорсткою рослинністю (100% по периметру і довжині). Такий стан русел картових ДСК затрудняє або унеможливлює оперативне управління водним режимом на рисових полях.

Зменшення глибини ДСК через опливання відкосів і фільтраційні деформації до 1,0-1,3 м, що має місце на 30% території рисових систем, зокрема Кілійської РЗС, робить неможливим виконання цими каналами дренажних функцій. Такі канали не можуть якісно впливати на водно-сольовий режим ґрунтів при вирощуванні рису, тим паче в періоди вирощування супутніх культур, коли потрібно забезпечити критичну глибину РГВ, яка для умов Придунайських РЗС становить 1,6-1,8 м.

Існуючий дренаж неспроможний виконати це завдання, оскільки ГВ під РЗС впродовж поливного сезону знаходяться у постійному підпорі з боку зрошувальної мережі і їхній рух підпорядковується закономірностям пружного режиму фільтрації. Дренаж в цих умовах має забезпечити достатнє їхнє розвантаження для зниження напірності і створення достатніх швидкостей фільтрації на всій площі поливної карти, створюючи належні умови для аерації ґрунтів і видалення продуктів болотоутворення.

Потужність області розгрузки ґрунтових вод, що створюється ДСК, принаймні має бути рівною або більше величини потенційних фільтраційних втрат води із зрошувальних каналів.

Натомість за даними наших розрахунків, у яких за основу взяті результати польових визначень величини дренажного стоку, таке співвідношення для Кілійської РЗС складає орієнтовно 1:5, тобто об'єм ґрунтових вод, який може прийняти дренажна мережа за поливний період при існуючій конструкції і параметрах, становить 1130-2950 м^3/га (табл. 3.9), тоді як об'єм потенційно можливих фільтраційних втрат із зрошувальної мережі у роки різної вологозабезпеченності досягає 8000-12000 м^3/га.

Таблиця 3.9

Об'єм ґрунтових вод, що може прийняти за поливний період дренажна мережа Кілійської РЗС при існуючих конструкціях і параметрах

Глибина дренажно-скидного каналу, м	1,0	1,5	1,7	1,2 м (середня для Кілійської РЗС)
Об'єм, м^3/га	1130	2220	2950	1740

Таким чином, забезпечити формування сприятливого водно-сольового режиму ґрунтів зони аерації при вирощуванні рису можна за рахунок зменшення фільтрації зі зрошувальної мережі або збільшення потужності зони розвантаження за рахунок зміни конструкції і параметрів дренажу.

Все це підводить до висновку, що для забезпечення утримання зрошуваних земель РЗС у належному еколого-меліоративному стані потрібно змінювати конструкцію і параметри дренажу.

Гідротехнічні споруди. На рисових системах дельти Дунаю, а саме на каналах зрошувальної і дренажно-скидної мереж, функціонує 6291 гідротехнічна споруда, у т.ч. на міжгосподарській мережі – 75, та 3218 споруд – на зрошувальній мережі.

За функціональним призначенням до споруд відносяться мости, перегороджувальні і підпірні споруди, вододільні вузли на зрошувальних каналах, водовипуски з розподільних каналів у картові зрошувачі, водовипуски з картових зрошувачів у чеки, водовипуски з чеків у картові скиди, водовипуски з картових скидів у господарські і головні дренажно-скидні канали.

За результатами досліджень, проведених науковою експедицією НУВГП у 2009-2010 рр. на Кілійській РЗС і Лісковській РЗС, встановлено, що впродовж тривалої експлуатації, при відсутності

Національний університет
водного господарства
та природокористування

належного догляду більшість гідротехнічних споруд перестали достатньою мірою виконувати свої функції. Це в основному водовипуски з розподільних каналів у картові зрошувачі та з картових зрошувачів у чеки. Головні несправності – це підмиті оголовки, відсутність запірних тарілок і шандор, що робить практично неможливим управління необхідним водорегулюванням на рисових чеках.

У частково задовільному стані знаходяться вододільні вузли, підпірні і перегороджувальні споруди на магістральних і розподільних каналах.

За даними інвентаризації тільки на Лісковській РЗС № 3 потребують капітального ремонту і відновлення більше 320 споруд на зрошувальній і 300 на дренажно-скидній мережах.

Поливні карти. Одним із показників технічної досконалості рисових систем, які безпосередньо впливають на формування водно-повітряного і промивного режиму ґрунтів, є планування поверхні чеків.

Відповідно до існуючих нормативів, чеки ККТ повинні бути спланованої з точністю ± 5см. Низька якість планування (±7-10 см) обумовлює утворення на поверхні понижених місць, які при початковому затопленні стають додатковими джерелами інфільтраційного живлення ґрунтових вод. При близькому вихідному їх заляганні і високій мінералізації активний підйом ґрунтових вод до поверхні, спричинений інфільтраційним живленням, може призвести до різкого збільшення вмісту солей у верхніх шарах ґрунту або, до так званого, іригаційного засолення.

Як показали дослідження наукової експедиції НУВГП, на протязі останніх 11-15 років на чеках ККТ Придунайських РЗС не проводилось капітальне планування, а здійснювалось лише попереднє планування перед посівом рису. У зв'язку, з цим якість планування чеків ККТ суттєво погіршилась. Інструментальна зйомка чеків показала, що переважна їхня більшість не спланована і характеризується відхиленням відміток поверхні від середнього значення більше ±10 см. Для більшості чеків ККТ характерна типова закономірність: у результаті існуючої системи обробітку ґрунту в центральній частині чеку формується пониження (~50% площі чеку), а з країв – підвищення поверхні (рис. 3.12). Перепад відміток між центральною частиною та ділянками, що прилягають до чекових валиків, становить від 14 до 20 см.

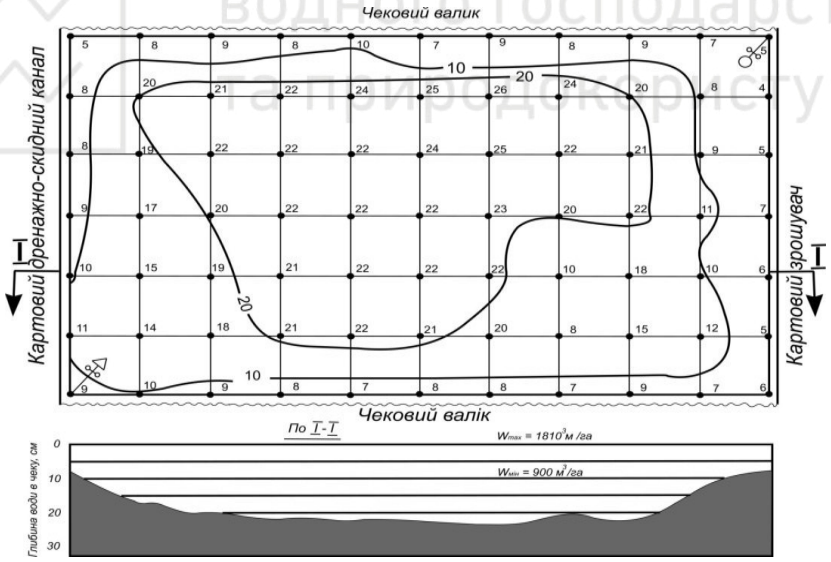


Рис. 3.12. Характерна якість планування рисових чеків ККТ Придунайських РЗС

Недоліки в плануванні поверхні чеків призводять, крім додаткового джерела інфільтраційного живлення ґрунтових вод у період початкового затоплення, до цілого ряду негативних наслідків, що зрештою супроводжується зниження врожайності рису: неможливість створення оптимального для культури рису водно-повітряного режиму на значній частині (понад 50% площі) чеку; значне ускладнення робіт, пов'язаних із боротьбою з рисовими бур'янами без застосування гербіцидів шляхом створення шару води; неможливість скидання шару води з частини площі чеку при технологічних скидах, а особливо після початкового затоплення; збільшення зрошувальної норми рису (на 500-1500 м^3/га) у зв'язку з необхідністю заповнення чекових понижень; збільшення тривалості періоду осінньої просушки чеків; необхідність створення ємностей акумулювання води на чеках в осінньо-зимовий період, що негативно впливає на режим ґрунтових вод і аерацію ґрунтів.

Вибіркове нівелювання поверхні карт-чеків на Кілійській РЗС показало, що ступінь нерівності поверхні в межах карти-чека в більшості випадків становить ±3-5 см і, як на наш погляд, є

Національний університет
водного господарства
та природокористування

задовільним, хоча на деяких картах-чеках зафіксовано коливання мікрорельєфу (±7-10 см), площа яких сягає 10-20% від загальної площі. Встановлені недоліки у плануванні поверхні рисових полів на більшості рисових систем дельти Дунаю, зокрема і на Кілійській РЗС, є системними і потребують обов'язкового виправлення шляхом проведення експлуатаційних планувань, не зважаючи на додаткові затрати, пов'язані з виконанням таких робіт.

Таким чином, в умовах, що склалися на Придунайських РЗС в останні роки, конструктивним заходом, направленим на радикальне покращення еколого-меліоративного стану зрошувальних земель, є запровадження низки заходів щодо покращення роботи всіх елементів системи і, в першу чергу, колекторно-дренажної мережі.

3.8. Еколого-меліоративний стан рисових зрошувальних систем України

Процес функціонування РЗС, як складного об'єкта дослідження та управління, необхідно розглядати як комплексне і динамічне явище, який не може бути оцінений на основі єдиного, навіть універсального показника, а потребує обґрунтування й визначення сукупності критеріїв як найбільш вагомих чинників впливу на процес формування врожайності культур рисової сівозміни.

Тому оцінювання ефективності водо- та енергокористування на РЗС, потребує визначення та обґрунтування відповідної сукупності різнорідних і взаємопов'язаних показників як критеріїв оцінювання природно-меліоративного режиму (ПМР), ЕМС та еколого-економічної ефективності їхнього функціонування за визначеними періодами і рівнями.

Комплексність і надзвичайна складність вирішення проблеми підвищення загальної ефективності функціонування рисових зрошувальних систем, насамперед, розташованих на засолених землях Причорномор'я, визначають необхідність запровадження ефективних методів управління їхнім меліоративним станом із урахуванням сучасних технічних, технологічних, екологічних й економічних вимог до їхнього функціонування.

На підставі статистичного опрацювання загальноприйнятими методами (багатокритеріального регресійного аналізу) на ЕОМ багаторічних даних спостережень на Придунайських РЗС (1966-2016 рр.), з побудови матриці коефіцієнтів парної кореляції (табл. 3.10) такими показниками визначено й обґрунтовано:

Таблиця 3.10

Кореляційний аналіз показників ефективності функціонування РЗС

	У	***М***	***Hg***	***G***	***V***	***T***	***S***	***W***	***A***
У	1	0,0914	0,4348	0,2215	0,8086	0,8099	-0,7944	-0,144	0,9058
М	0,1914	1	0,111	0,2794	0,213	0,0681	0,0036	0,9563	0,145
Hg	0,4348	0,111	1	0,0279	0,3309	0,42	-0,6324	-0,0947	0,3779
G	0,2215	0,2794	0,0279	1	0,426	-0,3005	0,3014	0,2883	0,2021
V	0,8086	0,2131	0,3309	0,4261	1	0,722	0,6607	-0,2618	0,7396
T	0,8099	0,0681	0,42	-0,3005	0,722	1	-0,6645	-0,1485	-0,6548
S	0,7944	0,0036	-0,6324	0,3014	-0,661	0,6645	1	0,0564	0,6473
W	0,144	0,9563	-0,0947	0,2883	-0,262	-0,1485	0,0564	1	-0,1491
A	0,9058	0,145	0,3779	0,2021	0,7396	-0,6548	0,6473	-0,1491	1
r^2=0,887 r=0,942									

- глибина РГВ **(*Hg, м*)** у міжвегетаційний період для рису та у вегетаційний період для супутніх культур рисової сівозміни;
- мінералізація ґрунтових вод ***(G, г/л)***;
- швидкість фільтрації з поверхні рисового чеку **(*V, мм/добу*)***;*
- тривалість періоду із стоянням РГВ нижче критичної глибини **(*T, діб*)**;
- ступінь засолення кореневмісного шару ґрунту, **(*S%*)***;*
- зрошувальна норма рису **(*M, мм*)***;*
- загальний об'єм перекачаної води **(*W, м*^{3}/га)**.

Ці показники є основними для РЗС, за допомогою яких доцільно виконувати оцінювання екологічної ефективності водорегулювання на них при вирощуванні провідної культури рису. Окрім того, для відображення впливу сформованого ПМР та агро-еколого-меліоративних умов зрошуваних земель РЗС на розвиток посівів рису запропоновано комплексний показник агро-еколого-меліоративного стану ґрунтів РЗС **(*A, бали*)**. Цей показник виступає у якості комплексної (інтегрованої) характеристики

Національний університет
водного господарства
та природокористування

впливу водного, сольового, поживного й інших режимів ґрунтів на умови формування врожайності провідної культури рису і відображає, по-суті, ефективну родючість ґрунту у характерних для рисової системи умовах.

Згідно отриманих даних регресійного аналізу маємо наступний розподіл вагомості впливу досліджуваних чинників, залежно від їхньої частки в процесі формування ПМР:

- об'єм перекачаної води ***(W, м^3/га)*** – 4%*;*
- засоленість активного шару ґрунту ***(S %)*** – 17*%;*
- тривалість стояння РГВ нижче критичної глибини ***(T, діб)*** – 13%;
- мінералізація ґрунтових вод ***(G, г/л)*** – 8%;
- показник агро-еколого-меліоративного стану ґрунтів РЗС ***(A, бали)*** – 25%;
- швидкість фільтрації з поверхні чеку в вегетаційний період ***(V, мм/добу)*** – 15%;
- зрошувальна норма рису ***(M, мм)*** – 8%;
- глибина залягання РГВ у міжполивний період **(*Hg, м*)** – 10%.

Розглянуті показники мають досить високий рівень сполученості між собою, враховують динаміку й комплексність досліджуваних процесів і досить адекватно відображають різні сторони формування й виявлення водного та загального ПМР за різних природно-меліоративних умов як складного природно-техногенного явища.

Аналіз еколого-меліоративного стану зрошуваних земель рисових систем України виконаний на прикладі Придунайських РЗС Одеської області.

Оцінювання еколого-економічної ефективності функціонування Придунайських РЗС проводилось за такими визначеними періодами та рівнями ефективності:

- щодо часових періодів: за *ретроспективним* та *сучасним періодами*, які відповідно відображають ефективність водо-та енергокористування на Придунайських РЗС з моменту введення їх в експлуатацію і до теперішнього часу; за *прогнозованим періодом* – характеризує найближчу та віддалену перспективу з урахуванням наявних та можливих змін клімату, згідно рекомендацій академіка М.І. Ромащенка, за моделями Канадського кліматологічного центру *«CCCM»* та Метеорологічного бюро Об'єднаного королівства *«UKMO»*, що передбачають підвищення середньорічної температури повітря відповідно на 4° С та 6° С – при подвоєнні вмісту CO_2 в атмосфері. Доцільність застосування моделей «CCCM» та «UKMO» при відповідних прогнозних режимних розрахунках підтверджується тим, що вони враховують як менш, так і більш критичні сценарії змін погодно-кліматичних умов та якнайкраще узгоджуються із моделями прогнозної оцінки нормованого розподілу основних метеорологічних характеристик у багаторічному та внутрішньовегетаційному перерізах;

- щодо рівнів ефективності: за *проектним* та *фактичним рівнями*, які відповідно характеризують проектні та фактичні виробничі величини критеріїв ефективності водокористування при різних режимах зрошення рису; за *раціональним* та *ресурсозберігаючим рівнями,* які відповідно характеризують статистично обґрунтовані раціональні та ресурсозберігаючі величини критеріїв ефективності.

Як раціональний рівень розглядаються статистично обґрунтовані параметри водо- та енергокористування, визначені за узагальненими результатами опрацювання та аналізу бази даних багаторічних спостережень із функціонування Придунайських РЗС за період 1966-2016 рр. Як ресурсозберігаючий рівень розглядаються обґрунтовані параметри водо- та енергокористування, що визначені відповідно до рекомендацій Інституту рису НААН.

Аналіз комплексних показників оцінювання еколого-економічної ефективності функціонування Придунайських РЗС за визначеними часовими періодами та рівнями ефективності представлений на рис. 3.13.

За результатами аналізу динаміки зміни багаторічних даних спостережень було виділено три характерні періоди функціонування Придунайських РЗС у ретроспективі та сучасних умовах, які мають низку особливостей, пов'язаних, насамперед, з часткою рису у сівозміні, режимно-технологічними, кліматичними та соціально-економічними аспектами: ***І-й період (1966-1992 рр.)*** – з високим 100-75%; ***ІІ-й період (1993-2001 рр.)*** – з низьким 33-30%; ***ІІІ-й період (2002-2014 рр.)*** – з середнім 60-50% вмістом рису у сівозміні.

Узагальнені результати проведених досліджень у вигляді порівняльної оцінки ефективності функціонування Придунайських РЗС за визначеними критеріями оцінювання, часовими періодами та рівнями ефективності, усереднених відносно типових за умовами тепло- й вологозабезпеченості розрахункових років представлені в табл. 3.11.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

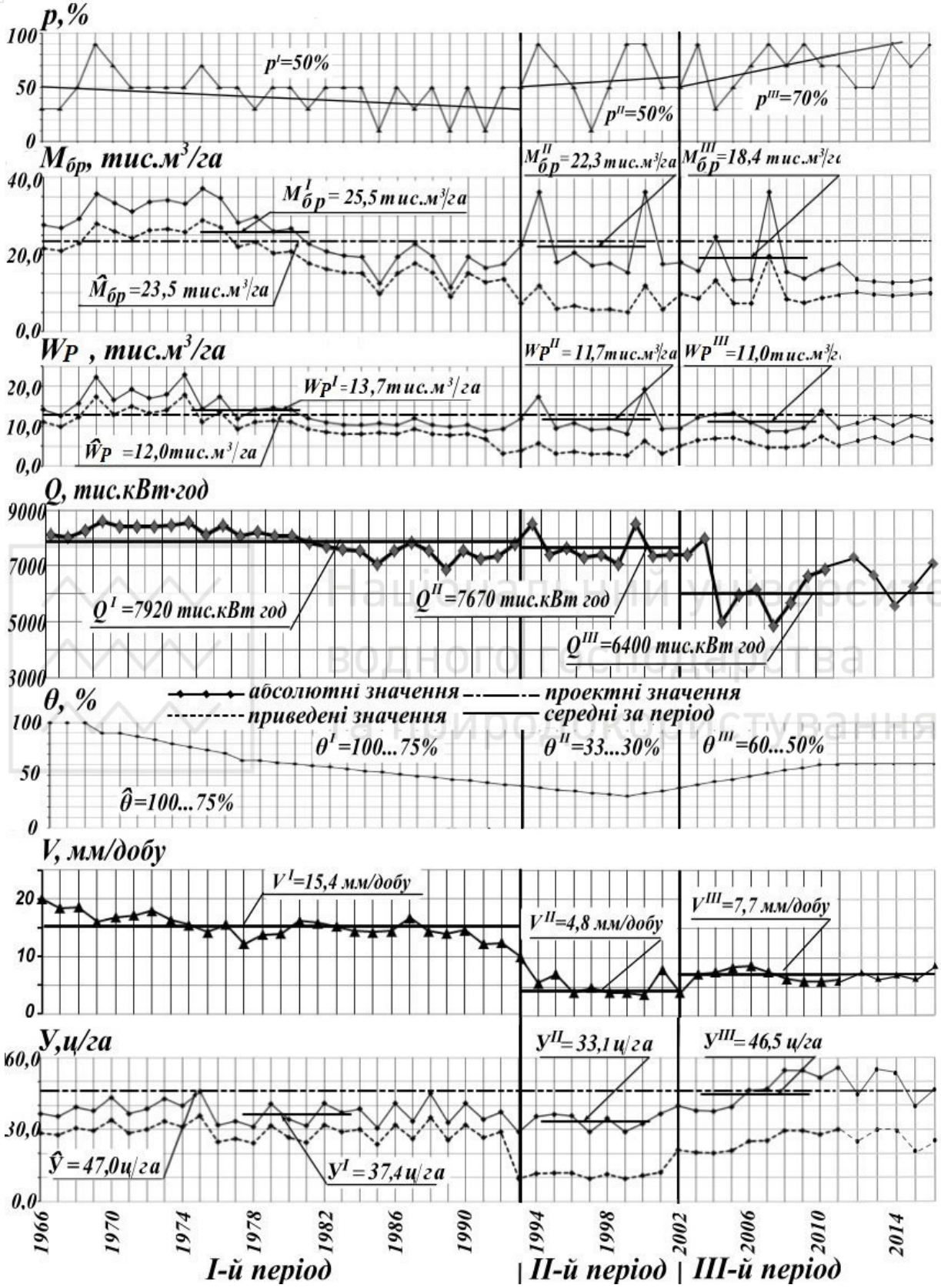


Рис. 3.13. Динаміка зміни показників при оцінюванні ефективності функціонування Придунайських РЗС

(V – швидкість фільтрації; p – тепло- й вологозабезпеченість періоду вегетації; $M_{бр}$ – зрошувальна норма рису брутто; $W_{від}$ – об'єм дренажно-скидних вод; Q – затрати електроенергії на перекачку води; θ – частка рису в сівозміні; У – урожайність рису)

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Таблиця 3.11

Узагальнені результати оцінювання ПМР, ЕМС та екологічної ефективності функціонування Придунайських РЗС за визначеними періодами та рівнями ефективності

Показники / Періоди та рівні ефективності		Зрошувальна норма, тис. м³/га	Рівні грунтових вод, м	Мінералізація грунтових вод, г/л	Відкачана вода, тис.м³/га	Загальна перекачана вода, тис. м³/га	Спожито електроенергії, тис .кВт·год/га	Швидкість фільтрації, м/добу	Врожайність культури рису, ц/га	Коефіцієнт Екологічної надійності, $k_п$
Проектне значення		23,5	1,5	-	12,0	35,2	2,08	0,015	47,0	-
Несприятливий ПМР та період за умовами заболочування (θ =100-75%)		25,5	1,1	0,5	13,7	39,5	2,13	0,033	38,6	0,43
Несприятливий ПМР та період за умовами засолення (θ = 30-33%)		22,3	1,2	6,4	11,7	29,8	1,56	0,003	34,0	0,40
Сприятливий ПМР та період (θ = 60-50%)		18,4	1,3	3,7	10,0	24,0	1,72	0,005	39,7	0,50
Раціональний	Сучасний	18,0	1,3	3,2	9,4	27,5	1,78	0,006	42,5	0,56
	Прогнозований СССМ	23,1	1,4	3,5	11,2	33,4	1,87	0,007	49,0	0,58
	Прогнозований UKMO	22,0	1,4	3,5	10,9	32,0	1,85	0,007	50,4	0,57
Ресурсозберігаючий	Сучасний	15,3	1,7	3,7	8,1	20,3	1,64	0,004	43,0	0,64
	Прогнозований СССМ	19,6	1,5	4,0	9,0	27,1	1,77	0,005	49,5	0,62
	Прогнозований UKMO	18,7	1,5	4,0	8,8	27,2	1,77	0,006	50,9	0,60

За весь період функціонування Придунайських РЗС виділені відповідні рівні ефективності щодо формування ПМР та відповідного ЕМС: ***проектний; несприятливий ПМР та період за умовами заболочування (частка рису в сівозміні θ = 100-75%); несприятливий ПМР та період за умовами засолення (θ = 30-33%); сприятливий ПМР та період (θ = 60-50%).***

Аналіз результатів оцінювання ефективності водо- та енергокористування щодо формування ПМР та ЕМС за визначеними періодами та рівнями ефективності функціонування РЗС засвідчує, що:

- **проектний режим** характеризується відповідними показниками: часткою рису на системі *60-75%;* зрошувальною нормою ***М = 23,5 тис. м³/га;*** сумарним об'ємом перекачаної води $W_П$ ***= 35,2 тис. м³/га;*** затратами електроенергії ***Q = 2,08 тис. кВт·год/га (питомий показник 65,9 кВт·год/тис. м³);*** середньою швидкістю фільтрації ***0,015-0,020 м/добу***, врожайністю рису ***У = 47 ц/га*** і мав би забезпечувати відповідний ЕМС;

- **несприятливий ПМР та відповідний період за умовами заболочування (частка рису 70-100%)** характеризується застосуванням переважно *режиму постійного затоплення* у перші роки експлуатації Придунайських РЗС із подальшим переходом (середина 70-х років) до *укороченого режиму затоплення рису*, застосування при цьому значних об'ємів водоподачі **(*25,5 тис. м³/га*)** та водовідведення **(*13,7 тис. м³/га*)** при питомих витратах електроенергії (на одиницю перекачаної води) ***62,0 кВт·год/тис. м³***, що вищі за проектні, на фоні високого вмісту рису у сівозміні 100-75% забезпечило формування посиленого промивного водного режиму засолених грунтів при середніх швидкостях фільтрації ***0,033 м/добу*** і зумовило заболочення близько 75% площі зрошуваних земель, погіршення їхнього ЕМС та зниження врожайності рису щодо проекту;

- **несприятливий ПМР та відповідний період за умовами засолення (частка рису 30-35%)** характеризується застосуванням *режиму укороченого затоплення рису*. При цьому, зменшення величини водоподачі **(*22,3 тис. м³/га*)** та водовідведення **(*11,7 тис. м³/га*)** при питомих витратах електроенергії ***165,9 кВт·год/тис. м³,*** за рахунок відповідного зменшення затрат води на технологічні скиди та відмови від підтримання проточності на рисових чеках і зниження вмісту рису в сівозміні до 33-30%, спричинило формування інтенсивного випітного водного режиму та вторинне засолення близько 70% площі зрошуваних земель при середній швидкості фільтрації ***0,003 м/добу***, подальше погіршення їхнього ЕМС та зниження врожайності рису;

- **сприятливий ПМР та відповідний період (частка рису 50-60%)** характеризується подальшим зменшенням затрат води на створення шару затоплення рисового чека й відповідно величин водоподачі **(*18,4 тис. м³/га*)** та водовідведення **(*11,0 тис. м³/га*)**, при питомих витратах

Національний університет
водного господарства
та природокористування

електроенергії ***130,0 кВт·год/тис. м³*** на фоні суттєвого підвищення вмісту рису ву сівозміні до 60-50%, що менші за проектні, забезпечило стійку тенденцію покращення ЕМС зрошуваних земель при середніх швидкостях фільтрації ***0,005 м/добу*** та підвищення врожайності рису порівняно з попередніми періодами;

- **раціональний рівень ефективності** *(сучасний, прогнозований)* характеризується часткою рису на системі *60-50%,* зрошувальною нормою ***М=18,0 тис. м³/га;*** сумарним об'ємом перекачаної води ***$W_П$= 27,5 тис. м³/га;*** затратами електроенергії ***Q=1,78 тис. кВт·год/га (питомий показник 117,6 кВт·год/тис. м³),*** середньою швидкістю фільтрації ***0,005-0,006 м/добу***, врожайністю рису ***У=43 ц/га*** та забезпечує створення сприятливого ПМР і підтримання задовільного ЕМС зрошуваних земель.

Обґрунтовані параметри водо- та енергокористування за раціональними рівнями ефективності функціонування РЗС за прогнозом на найближчу перспективу в сучасних умовах та за прогнозом зміни погодно-кліматичних умов (моделі «CCCM» та «UKMO») на віддалену перспективу показали, що через існуючий незадовільний технічний стан системи виникає необхідність розгляду можливості застосування ресурсозберігаючого рівня ефективності її роботи;

- **ресурсозберігаючий рівень ефективності** *(сучасний, прогнозований)* характеризується такими параметрами водо- та енергокористування для умов Придунайських РЗС: зрошувальна норма рису ***М = 15,0 тис. м³/га;*** сумарна перекачана вода ***$W_П$ = 20,3 тис. м³/га;*** затрати електроенергії ***Q = 1,64 тис. кВт·год/га (питомий показник 146,7 кВт·год/тис. м³)*** забезпечує врожай рису ***У = 50 ц/га*** при середніх швидкостях фільтрації ***0,004-0,006 м/добу***. При цьому реалізація ресурсозберігаючої технології водокористування на Придунайських РЗС у сучасних та прогнозованих умовах, порівняно з проектним рівнем, з одного боку, дає змогу заощадити до 40% водних ресурсів та підвищити загальний рівень технічної експлуатації РЗС, а з іншого, при цьому не забезпечується необхідний рівень промивності зрошуваних засолених ґрунтів як на рівні рисового чека, так і системи у цілому, що має передбачати розробку необхідних додаткових заходів.

ЕМС зрошуваних земель Придунайських РЗС на початок вегетаційного періоду 2016 року представлений у табл. 3.12.

Таблиця 3.12

Еколого-меліоративний стан земель Придунайських РЗС
(на початок вегетаційного періоду 2016 року)

Зрошувальна система		Площа, яка перебуває під контролем	Меліоративний стан зрошуваних земель, га						
			Сприятливий	Задовільний	Незадовільний				
					Всього	У тому числі через			
						РГВ	засо-лення	солон-цюватість	РГВ, засолення, солонцю-ватість
Кілійське УВГ									
Кілійська РЗС-1		3317	-	2894	423	210	203	-	10
Кілійська РЗС-2		1515	605	910	-	-	-	-	-
Лісковська РЗС		3859	-	3091	768	430	338	-	-
Кілійсько-Маякська РЗС		1026	-	1026	-	-	-	-	-
Мічурінська РЗС		1016	356	587	73	-	73	-	-
Рисова ділянка		135	-	135	-	-	-	-	-
Всього по УВГ	**га**	**10868**	**961**	**8643**	**1264**	**640**	**614**	**-**	**10**
	%	**100**	**9**	**80**	**12**	**-**	**-**	**-**	**-**
Ізмаїльське УВГ									
Кислицька РЗС		2810	638	1815	357	35	322	-	-
Всього по УВГ	**га**	**2810**	**638**	**1815**	**357**	**35**	**322**	**-**	**-**
	%	**100**	**23**	**65**	**12**	**-**	**-**	**-**	**-**

Умови, що склалися на Придунайських РЗС, а також їхній сучасний, в цілому незадовільний технічний стан, визначають за необхідне розробку комплексу конструктивно-технологічних заходів, направлених на підвищення загальної технологічної, екологічної, економічної та технічної ефективності функціонування системи і забезпечення задовільного ЕМС зрошуваних земель із урахуванням змін погодно-кліматичних факторів.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

4. СУЧАСНІ СОРТИ РИСУ В УКРАЇНІ

4.1. Сучасні сорти рису в Україні

4.1.1. Модель сорту рису для умов нашої держави. Сучасна селекція рослин використовує ідеї багатьох наук, серед яких біологія займає провідну роль. Теоретичні розробки з генетики, фізіології, біохімії та інших біологічних наук успішно використовуються в селекції рослин. Водночас, у процесі створення нових сортів досі певну роль відіграє також компонент мистецтва. Його можна розглядати як форму наукового передбачення, яке формується у процесі практичної діяльності селекціонера. По мірі росту та накопичення науково-теоретичних знань, значення інтуїтивно-творчих рішень зменшується, однак, повністю зникнути вони не зможуть.

Модель сорту – це ідеал рослини. Розроблена модель сорту рослин повинна включати такі основні відомості:

– характеристику енергетичного потенціалу зони вирощування та аналіз впливу екологічних параметрів на процеси формування продуктивності рослин майбутнього сорту;

– детальний опис селекційно важливих ознак та якостей з доказами їхньої значимості для продуктивності, якості та стійкості до несприятливих факторів середовища з математичним обґрунтуванням впливу окремих ознак на реалізацію потенціалу продуктивності;

– аналіз генетичної природи селекційно важливих ознак;

– перелік донорів та джерел важливих ознак;

– аналіз існуючих та пошук нових методів досягнення створеного ідеатипу сорту.

Проблема оптимальної моделі рослини не є новою. Зараз ми характеризуємо її як теоретично обґрунтований генотип. Модель майбутнього сорту повинна гарантувати отримання запрограмованої урожайності в достатньо широкому ареалі екологічних умов, можливості застосування інтенсивної технології при вирощуванні сорту, забезпечення високої якості продукції, стійкості до стресових факторів середовища. Тобто модель сорту є категорією відносною, вона мінлива у часі та у просторі.

Натомість реальні моделі сортів існують, але створені вони не математичним, а біологічними методами. Тому людина володіє незаперечною перевагою перед машиною – вмінням приймати інтуїтивні рішення, які базуються на багаторічному досвіді та знаннях. Якраз знання та досвід дозволяють селекціонерам створювати такі моделі сортів, які за своїми характеристиками наближаються до оптимальних.

У 2007-2011 рр. досліди проводилися в Інституті рису НААН України з використанням різноманітних методів, загальноприйнятих у селекції: згідно методик ВНДІ рису (1972); ВІР (1982); Державного сортовипробовування (2003). У якості стандарту використовувалися ранньостиглий сорт рису Престиж, а також середньостиглий сорт Україна-96. Параметри морфологічних та біологічних ознак рису визначали за методикою «Методика проведення експертизи сортів рослин на однорідність, відмітність та стабільність (ВОС)» (Київ, 2002).

У процесі досліджень були визначені параметри моделі майбутніх сортів із використанням відповідних математичних показників (коефіцієнтів регресії та кореляції). Очевидно, що у відповідності до задач виробництва сорти рису мають різне призначення: по-перше, (з метою оптимального використання площі рисових зрошувальних систем) у структурі посівних площ повинні мати місце ранньостиглі сорти (придатні як попередник для озимих культур), по-друге, рисова зрошувальна система повинна давати максимальний вихід своєї прямої продукції, тобто зерна рису. Тобто, модель сорту рису повинна бути диференційована за тривалістю вегетаційного періоду.

Виявлено високий позитивний вплив на реалізацію потенціалу продуктивності таких ознак: тривалості вегетаційного періоду, стійкості до пірикуляріозу, продуктивної кущистості, маси продуктивного пагона, параметрів прапорцевого та другого листка (довжина, ширина, площа), маси волоті, кількості міжвузлів на рослині (за рахунок підвищення стійкості до вилягання), товщини 2-го міжвузля (з тієї ж причини), кількості колосків та зерен у волоті, продуктивності головної волоті та ін. (b_{yx}=*0,078-2,646*).

Негативно на величину продуктивності посівів рису впливають показники довжини головної волоті, куту нахилу прапорцевого листка та співвідношення його параметрів (очевидно, за рахунок кращої орієнтації листя у просторів відносно джерела ФАР при високих показниках ширини при помірній довжині), маси 1000 зерен (яка пов’язана з багатозерністю зворотнім зв’язком), індексу зерна (більш продуктивними біологічно є форми японського підвиду).

Національний університет
водного господарства
та природокористування

У процесі досліджень були визначені параметри моделі майбутніх сортів із використанням відповідних математичних показників (коефіцієнтів регресії) (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Коефіцієнти лінійної регресії для визначення параметрів моделей сортів (2007-2011 рр.)

Факторіальна ознака	b_{yx}	
	на урожайність, ц/га	на вихід крупи, %
1. Структура урожаю		
Продуктивна кущистість	-0,427	-0,094
Довжина волоті	-0,429	-0,142
Число колосків у волоті	0,128	-0,006
Число зерен у волоті	0,078	-0,057
Маса 1000 зерен	-0,207	-0,038
Продуктивність волоті	0,499	-0,210
Пустозерність	0,294	0,012
Відношення «зерно:солома»	-0,090	-0,046
2. Ознаки рослин у посіві		
Довжина стебла	-0,248	0,005
Площа двох верхніх листків	0,183	0,088
Співвідношення параметрів прапорцевого листка	-0,311	0,476
Зернова продуктивність фотосинтезу	0,101	0,293
Вміст хлорофілу у двох верхніх листках	0,018	0,007
3. Біологічні особливості рослин		
Тривалість періоду вегетації	0,250	-0,036
Стійкість до пірикуляріозу	2,646	0,113
4. Якість урожаю		
Склоподібність	-0,111	0,027
Тріщинуватість	-0,772	0,082
Плівчастість	0,461	-0,245

Слід відзначити такі моменти:

– продуктивна кущистість взагалі негативно пов'язана з урожайністю (-0,427 т/га);

– помітно, що кожен наступний см довжини волоті у розрізі вивчених сортів знижує величину урожайності на 0,429 т/га. Це пов'язано з тим, що у сортовипробуванні вивчено сорти японського та індійського типу без огляду на їхнє походження та відмінності у морфологічній будові;

– 1 колосок у волоті (не обов'язково повний підвищує урожайність на 0,128 т/га. За один цикл добору цю величину можна підвищити на 40 колосків;

– 1 г маси 1000 зерен підвищує урожайність на 0,207 т/га;

– 1 г продуктивності волоті підвищує урожайність на 0,499 т/га (можливо, тут залежність непряма);

– 1 см довжини стебла знижує урожай на 3,9 кг/га (очевидно, через вилягання);

– сумарна площа двох верхніх листків позитивно впливає на урожай в цілому (+0,183 т/см^2);

– одиниця співвідношення параметрів прапорцевого листка (у доборів ця величина змінюється приблизно від 10-11 до 37-39) знижує урожайність на 0,311 т/га, тому вона повинна бути якомога меншою для вертикальної орієнтації листового апарату;

– додаткова одиниця ЗПФ (зернова продуктивність фотосинтезу, або відношення маси волоті до площі двох верхніх листків) дає можливість отримати додатково 0,101 т/га зерна, однак тут, можливо, зв'язок із урожайністю непрямий, тому що виявлені форми з низькими параметрами вказаної ознаки, однак із високими показниками продуктивності посівів;

– вміст хлорофілу слабко впливає на продуктивність посівів (+18 кг/га на одиницю N-тестера);

– 1 додатковий день вегетаційного періоду підвищує урожайність на 0,250 т/га;

– найвища регресія – за стійкістю до пірикуляріозу (у середньому по рокам +2,646 т/га за 1 бал стійкості), при цьому вплив цієї величини на урожайність зростає у роки з епіфітотій ним розвитком збудника захворювання, наприклад, у 2010 році byx=6,427);

– 1% склоподібності підвищує вихід крупи на 0,027%;

– 1% плівчастості також підвищує урожайність на 0,461 т.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Виділенні основні показники для створення моделі сорту рису: морфо-анатомічні, фізіолого-біологічні, урожайності та її елементів, технологічні та біохімічні якості зерна і крупи. Для порівняння моделі сорту рису використовуються районовані сорти Україна-96 та Престиж.

Рекомендовані параметри моделі сорту рису в умовах Півдня України для різних груп стиглості (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Параметри моделі сорту рису для умов півдня України (2007-2011 рр.)

Показник	Параметри сорту рису			
	Україна -96	Модель	Престиж	Модель
1. Урожайність, т/га				
Середня врожайність, т/га	8,5	9,0-9,5	7,5	8,0
2. Структура урожаю:				
Число колосків у волоті, шт.	172-185	195-200	130-140	160-170
Число зерен у волоті, шт.	154-165	175-180	110-120	145-150
Маса 1000 зерен, г	32,0-32,6	31,0-31,5	28,0-28,5	28,5-29,0
Продуктивність волоті, г	3,3-3,5	3,8-4,3	2,8-3,2	3,5-3,7
Продуктивна кущистість, шт.	3,0-2,5	2,5	2,0-2,5	2,0
Відношення зерно: біомаса	1:2	1:2,5	1:2	1:2
3. Ознаки рослин у посіві:				
Довжина стебла, см	102,9-104,0	100,0-105,0	75,0-80,0	90,0-95,0
Площа двох верхніх листків	40,0-45,0	45,0-48,0	35,0-38,0	40,0-42,0
Співвідношення параметрів прапорцевого листка	1:12,5	1:10	1:10,5	1:10
Зернова продуктивність фотосинтезу, мг/см^2	80,0-82,4	78,0-80,0	85,0-90,0	85,0-90,0
Вміст хлорофілу у двох верхніх листках, од. N-тестера	565	575	475	520-530
Діаметр 2-го міжвузля, мм	5,7	6,0	4,5	5,5-6,0
Довжина 2-го міжвузля, см	20,7	21,0	12,5	12,0-12,0
Стійкість до вилягання, %	Висока	Висока	Висока	Висока
Стійкість до обсипання	Висока	Висока	Висока	Висока
4. Біологічні особливості рослин				
Тривалість періоду вегетації, діб	117	120-122	103	105-107
Стійкість до пірикуляріозу, бал	5	9	5	9
5. Якість урожаю				
Склоподібність, %	96-98	100	92-94	>96
Тріщинуватість, %	2-6	0-2	12-16	<8
Вихід цілого ядра, %	90,7-92,0	92,0-93,0	84,5-87,5	88,0-90,0
Вихід крупи, %	68,8-69,5	69,5-70,0	68,5-69,0	69,5-70,0

Специфічною особливістю середньостиглих сортів рису є збільшення показника зернової продуктивності фотосинтезу, який негативно впливає на реалізацію потенціалу продуктивності. Це означає зменшення площі листової поверхні, яка забезпечує одиницю продуктивності досліджуваних сортів. У принципі, це явище є негативним, враховуючи інтенсивну технологію вирощування рису у більшості господарств України.

4.1.2. Реалізація потенціалу продуктивності та якості зерна вітчизняних сортів рису. На території України зона рисівництва займає ареал вздовж узбережжя Чорного моря у Херсонській і Одеській областях. Однак, завдяки своєму походженню рис залишається культурою, досить непристосованою до умов нашого регіону. Тому актуальним є питання про вирішення цієї проблеми на рівні селекції шляхом створення пристосованих до умов вирощування інтенсивних сортів рису. Це, у свою чергу, можливе лише на основі використання сучасних методів у моделюванні протікання селекційного процесу в минулі роки. З цією метою були вивчені урожайність сортів рису різних періодів сортозміни на базі Дослідного господарства Інституту рису НААН впродовж 1996-2015 рр. та теплозабезпеченість за вегетаційний період рису у вказаний період. Показник кліматичної мінливості урожайності ($C_п$) визначався за формулою. Параметри лінійної кореляції та регресії встановлено за методикою Б.О. Доспехова. Побудову поліноміальних кривих урожайності та суми активних температур повітря за період вегетації рису в часі здійснено на основі використання стандартних функцій Microsoft Excel за результатами випробування сорту рису Україна-96 у конкурсному сортовипробуванні Інституту рису НААН.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Із метою вивчення змін клімату нами були вивчені основні характеристики агрометеорологічних умов за вегетаційні періоди 1996-2015 рр. (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Показники агрометеорологічних умов у вегетаційні періоди 1996-2015 рр.

Показник	Середня величина показника	
	1996-2005 рр.	2006-2015 рр.
Сума активних температур понад 10° С	3187,0±52,7	3514,8±83,7
Сума активних температур понад 15° С	2836,3±40,0	3051,0±88,6
Тривалість періоду з середньодобовою температурою понад 10° С	162,6±2,7	183,7±4,8
Тривалість періоду з середньодобовою температурою понад 15° С	137,1±2,7	145,1±3,3
Середньодобова температура понад 10° С	19,6±0,2	19,2±0,4
Середньодобова температура понад 15° С	20,7±0,3	21,0±0,4

Отримані дані вказують, що середньодобові температури повітря впродовж вегетаційного періоду практично не піддалися будь-яким істотним змінам. Проте, суттєво зросла тривалість періодів із активними температурами повітря понад 15° С та 10° С, що у свою чергу викликало підвищення суми активних температур за вегетацію рису (з 2836,3-3187,0° С у 1996-2005 рр. до 3051,0-3514,8° С у 2006-2015 рр. відповідно). Це вказує на можливість створення та впровадження у виробництво сортів рису з більш тривалим вегетаційним періодом, що дасть можливість підвищити продуктивність посівів рису в нашій державі.

Динаміка росту урожайності сільськогосподарських культур зумовлена підвищенням рівня культури землеробства, на фоні якого проявляються випадкові коливання урожайності, пов'язані, як правило, з особливостями погодних умов року (рис. 4.1).

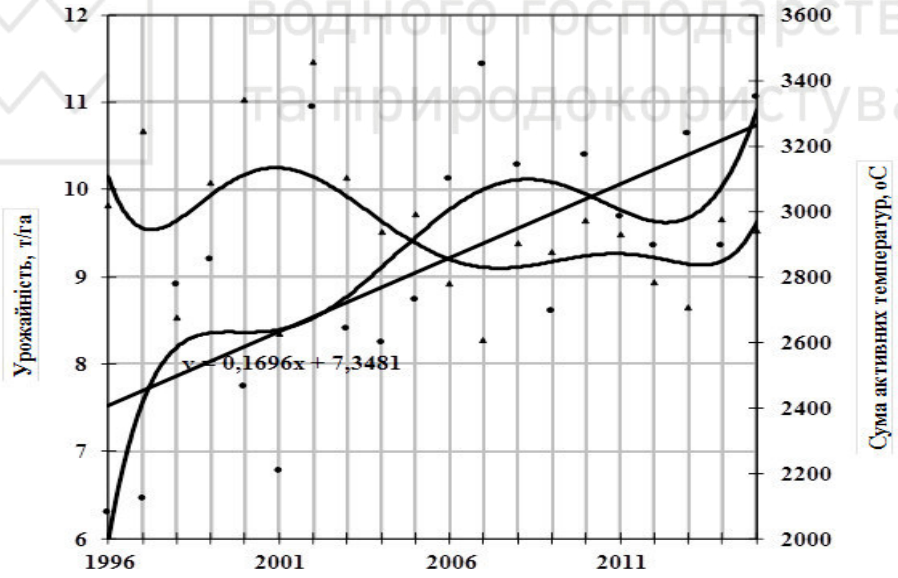


Рис. 4.1. Коливання врожайності залежно від теплозабезпеченості у період вегетації рису (1996-2015 рр.)

Очевидно, що для рису, як культури, яка походить з Південно-східної Азії, найбільш важливим неконтрольованим фактором умов вирощування є теплозабезпеченість у вегетаційний період, зважаючи на більшу довжину світлового дня в наших умовах. Для нормального розвитку за вегетацію сорти рису різних груп стиглості повинні набрати приблизно 2200-3000° С активних температур (вище +15° С), що відповідає умовам нашого регіону лише у 58% років (у інших випадках урожайність районованих сортів рису була нижчою середини лінійного тренду – 9,13 т/га). Цей же факт підтверджується визначенням кліматичної мінливості за період вегетації в наших умовах ($C_п$=0,234). Тому для побудування правильної сортової структури посівів рису в конкретному господарстві, необхідно обов'язково брати до уваги оптимальну частку ранньостиглих сортів (~25-30%) у такій структурі.

Взагалі лінійний тренд (y=0,1696x+7,3481), який характеризує зростання урожайності в часі (у тому числі, за рахунок вдосконалення культури землеробства) показує, що за період селекційної

Національний університет
водного господарства
та природокористування

роботи з рисом в Україні зростання урожайності цієї культури становило 13,0 ц/га (20% загальної дисперсії даної ознаки) (див. рис. 4.1).

Проте згадана тенденція має відносний характер через досить суттєвий вплив погодних умов року на урожайність рису. Характерним є те, що у даному випадку (див. рис. 1) крива урожайності за своїми піками не в повній мірі копіює криву суми активних температур, і найближчим часом виявляється тенденція до підвищення урожайності. Однак, з селекційної точки зору, найважливішою є ідентифікація причин, які призводять до підвищення урожайності сучасних сортів із метою визначення окремих їхніх рис та майбутніх напрямків селекції (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Показники господарсько-корисних ознак у рису, 1996-2015 рр.

Рік	Число зерен у волоті, шт.	Маса 1000 зерен, г	Продуктивність головної волоті, г	Урожайність, т/га	Склоподібність, %	Тріщинуватість, %	Загальний вихід крупи, %	Вихід цілого ядра, %
1996	104	29,8	3,1	6,30	92	4	69,0	92,0
1997	141	30,5	4,3	6,46	92	12	66,5	86,0
1998	147	30,0	4,4	8,90	96	6	68,1	92,0
1999	144	30,0	4,3	9,20	94	8	67,5	91,1
2000	168	26,0	4,4	7,74	92	18	67,0	90,0
2001	143	31,5	3,8	6,77	92	8	68,7	93,2
2002	152	29,5	3,5	10,94	92	6	68,9	95,6
2003	143	29,5	4,2	8,40	94	4	68,2	96,5
2004	181	30,0	5,4	8,24	96	2	69,1	91,2
2005	137	29,6	3,7	8,73	98	12	68,2	89,6
Xср.	**146,0**	**29,6**	**4,1**	**8,20**	**93,8**	**8,0**	**68,1**	**91,7**
Sx	**6,4**	**0,4**	**0,2**	**0,4**	**0,7**	**1,5**	**0,3**	**0,9**
V, %	**13,8**	**4,8**	**15,3**	**17,4**	**2,3**	**60,1**	**1,3**	**3,3**
2006	159	29,5	4,7	10,12	98	8	68,3	90
2007	167	30,5	5,1	11,43	98	6	68	91,5
2008	139	30,6	4,3	10,27	100	2	68,8	90,7
2009	172	32,6	5,6	8,60	100	8	67,3	88,2
2010	139	29,6	4,1	10,39	96	2	65,9	80,9
2011	207	32,0	6,6	9,69	97	2	63,0	95,2
2012	164	32,4	5,3	9,35	87	3	68,1	91,3
2013	165	33,4	5,5	10,64	96	0	68,8	94,6
2014	150	29,0	4,4	9,35	84	0	70,3	94,7
2015	180	33,2	6,0	11,06	98	4	69,3	93,7
Xср.	**164,2**	**31,3**	**5,2**	**10,09**	**95,4**	**3,5**	**67,8**	**91,1**
Sx	**6,4**	**0,5**	**0,3**	**0,3**	**1,7**	**0,9**	**0,6**	**1,3**
V, %	**12,3**	**5,2**	**15,5**	**8,5**	**5,7**	**84,4**	**3,0**	**4,7**

Згідно даних таблиці за два десятиліття відбулося зростання таких показників господарсько-корисних ознак, як висока озерненість (з 146,0 до 164,2 зерен з волоті), маси 1000 зерен (з 29,6 до 31,3 г), урожайності (з 8,20 до 10,09 т/га), склоподібності (з 93,8 до 95,4%). Натомість зменшився показник тріщинуватості (з 8,0 до 3,5%). Тобто, зміни кліматичних умов у даному випадку сприяли як підвищенню продуктивності рису сорту Україна-96, так і покращенню умов дозрівання.

Викликає інтерес питання вірогідності отримання того чи іншого урожаю в умовах, що складаються впродовж вегетаційного періоду (рис. 4.2).

Національний університет
водного господарства
та природокористування

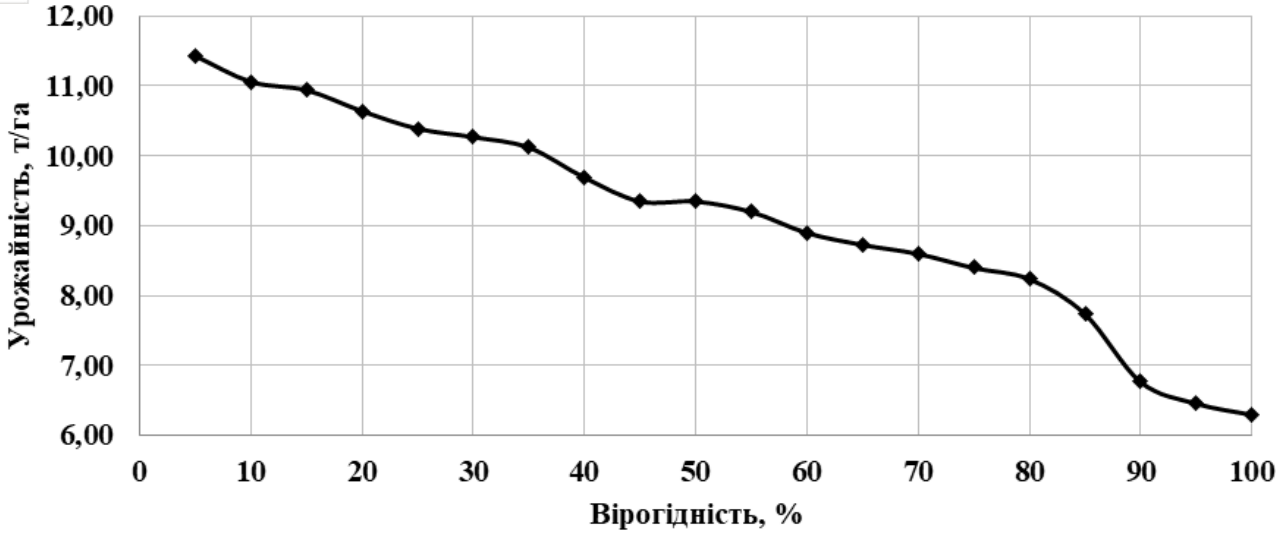


Рис. 4.2. Вірогідність отримання гарантованого урожаю рису на півдні України

Дослідження вказують, що урожайність на рівні 6,0-7,0 т/га може бути отримана практично у 100% випадків, однак, зі збільшенням даного показника вірогідність його отримання суттєво знижується. Продуктивність посівів на рівні 11 т/га і більше, в умовах вегетаційних періодів Півдня України може бути отримана лише у 10% випадків.

Таким чином, зміни клімату, що відбулися останнім часом взагалі позитивно вплинули як на продуктивність, так і на якість зерна рису. Погодні умови створюють досить відчутний вплив на урожайність рису, що пов'язаний із його тропічним та субтропічним походженням. У цих умовах найбільш важливе значення має теплозабезпеченість у період вегетації. Найбільш важливою ознакою сучасних сортів є короткий вегетаційний період, тому основними складовими подальшого зростання урожайності рису буде нарощування адаптивного потенціалу на фоні досягнутого рівня продуктивності кращих сучасних сортів. Проте в селекційних програмах слід передбачати можливість створення сортів рису з більш тривалою вегетацією, що дасть можливість підвищити загальний рівень продуктивності цієї культури.

4.1.3. Сорти рису, занесені до Державного реєстру сортів рослин України. На даний момент до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення Україні включені десять сортів рису вітчизняної селекції (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

Сорти рису, занесені до Державного реєстру сортів рослин України на 2018 р.

Назва сорту	Оригінатор	Рік реєстрації
Україна-96	Інститут рису НААН	2001
Агат	Інститут рису НААН	2007
Престиж	Інститут рису НААН	2008
Преміум	Інститут рису НААН	2009
Віконт	Інститут рису НААН	2009
Серпневий	Інститут рису НААН	2009
Онтаріо	Інститут рису НААН	2010
Корсар	Інститут рису НААН	2016
Маршал	Інститут рису НААН	2017
Лазуріт	Інститут рису НААН	2017
Консул	Інститут рису НААН	У Державному сортовипробуванні
Фагот	Інститут рису НААН	У Державному сортовипробуванні
Червоний	Інститут рису НААН	У Державному сортовипробуванні

Серед вказаних сортів рису Україна-96, Преміум, Віконт, Онтаріо, Маршал, Консул та Червоний відносяться до групи середньостиглих, а сорти агат, Престиж, серпневий, Корсар, Лазуріт та Фагот – відповідно до ранньостиглих.

Характеристика районованих в Україні сортів рису наведена нижче.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

УКРАЇНА-96 – переданий на Державне сортовипробування в 1996 році. Занесений до Реєстру сортів рослин України в 2000 році. В Дослідній станції рису УААН розгорнуто первинне насінництво цього сорту. Середньостиглий сорт рису з вегетаційним періодом 120-125 діб.

Сорт відноситься до виду O. sativa L., subsp. communis Gust., prol. japonica, var. suberythroceros Kanevsk. Листки середньої довжини, темно-зеленого кольору, відходять під гострим кутом від стебла. Висота рослин 95-100 см; кущ компактний, прямостоячий. Волоть компактна, щільна, довжиною 16,0-18,0 см, несе 140 колосків. Маса зерна з волоті коливається в межах 2,8-3,5 г. До 35-40% колосків у волоті мають короткі остюки, довжиною до 2,0 см. Коефіцієнт продуктивної кущистості 2,8-3,8.

Зернівка округлої форми, індекс зерна 2,0-2,1. Маса 1000 зерен 30,0-31,0 г. Плівчастість зерна сорту становить 18,5-19,0%. Технологічні показники якості зерна високі. Загальний вихід крупи становить 69,0-70,0%, вихід цілого ядра 90-91%, склоподібність 90,0-92,0%, тріщинуватість 8-10%. Колір крупи білий, якість каші добра – 4,5 балів, консистенція – розсипчаста.

Сорт середньостійкий до ураження пірикуляріозом, при виникненні сприятливих умов для розвитку хвороби вимагає обов'язкової обробки посівів фунгіцидами. Помірностійкий до рисових шкідників (прибережної мухи, ячмінного мінеру, рисового комарику).

Урожайність сорту за роки конкурсного сортовипробування в УкрНДС рису УААН (1996-1999 рр.) становила в середньому 7,86 т/га.

Кращі попередники для сорту – пласт багаторічних трав, оборот пласта. Оптимальні строки посіву – перша декада травня, норма висіву насіння 7,0-8,0 млн схожих зерен на 1 га. Водний режим – звичайний, укороченого типу. Добре реагує на рівень живлення та агрофон. Добре реагує на родючість ґрунту. Рекомендовані норми мінеральних добрив по попередниках:

- по пласту багаторічних трав – $N_{70-90}P_{20}K_{30}$;
- по обороту пласту – $N_{110-130}P_{20}K_{30}$;
- по зайнятому пару –$N_{120-140}P_{20}K_{30}$;
- по агромеліоративному полю –$N_{100-120}P_{20}K_{30}$;
- по рису 2-й рік – $N_{130-150}P_{20}K_{30}$.

Сорт характеризується високою силою росту на початкових етапах онтогенезу, починаючи від проростання насіння і формування колеоптиля, та інтенсивним накопиченням біомаси. Досить толерантно реагує на анаеробні умови (постійний шар води) під час сходів, не знижує польову схожість та формує щільний, конкурентноздатний по відношенню до болотних бур'янів агроценоз.

АГАТ – переданий на Державне сортовипробування в 2004 році. Включений до Реєстру сортів рослин України у 2006 році. Індивідуальний добір із гібридної популяції УкрНДС-2151 // Am / Прикубанський у 1996 році. Ранньостиглий сорт в умовах півдня України періодом вегетації 115-116 діб.

Сорт відноситься до виду O. sativa L. subsp. communis Gust., prol. japonica, var. italica Alef. Листок світло-зелений, короткий, антоціанове забарвлення відсутнє, опушення слабке, зігнутість пластинки слабка. Висота рослин 90,0-93,0 см. Кущ компактний, прямостоячий. Стебло за товщиною середнє, волоть довжиною 13,0-15,0 см, щільна, еректоїдного типу, несе 120-160 колосків. Ендосперм за присутністю амілази неглютинозний. Коефіцієнт продуктивної кущистості 2,8-3,0. Пустозерність волоті коливається в межах 8,0-10,0%.

Індекс зерна – 2,1-2,3. Маса 1000 зерен – 32,0-34,0 г, плівчастість 16,0%. Технологічні якості зерна добрі. Загальний вихід крупи – 69,4%, вихід цілого ядра – 91,5%, склоподібність – 96%, тріщинуватість – 4,0-5,0%. Смак каші добрий, за структурою каша розсипчаста.

Середньостійкий до вилягання, не обсипається. Толерантно реагує на застосування гербіцидів. Сприйнятливий до пірикуляріозу, тому при появі ознак хвороби вимагає проведення фітосанітарних обробок фунгіцидами. Середньостійкий до пошкодження найбільш поширеними шкідниками рису – рисовим комариком, прибережною мухою та ячмінним мінером.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

За роки вирощування в конкурсному сортовипробуванні (2004-2011 рр.) урожайність становила 8,17 т/га. Максимальний урожай отримано в 2007 році по пласту багаторічних трав – 9,82 т/га.

Оптимальний строк сівби до 15 травня. Тип зрошення – укорочене затоплення. Норма висіву становить 5-7 млн схожих зерен на 1 га.

Потреба азотних добрив залежно від попередника становить:

– по пласту багаторічних трав – $N_{80-100}P_{20}K_{30}$;
– по обороту пласту – $N_{120-140}P_{20}K_{30}$;
– по зайнятому пару – $N_{130-150}P_{20}K_{30}$;
– по агромеліоративному полю – $N_{100-120}P_{20}K_{30}$;
– по рису 2-й рік – $N_{140-160}P_{20}K_{30}$.

Ефективність застосування роздрібного внесення азотних добрив незначна. В окремі роки спостерігається збільшення врожаю при підживленні посівів на початку генеративної фази розвитку. Підживлення на ранніх етапах розвитку рослин на рядкових посівах та на поверхневих з застосуванням відповідного режиму зрошення призводить до значного зменшення продуктивності. При нерівномірному внесенні мінеральних добрив дозрівання волотей проходить неоднозначно. У таких випадках краще збирати урожай роздільним способом.

ПРЕСТИЖ – переданий на Державне сортовипробування в 2005 році, занесений в Реєстр сортів рослин України в 2008 році. В Інституті рису УААН розгорнуто первинне насінництво цього сорту. Ранньостиглий сорт з вегетаційним періодом 105-110 діб.

Сорт відноситься до виду O. sativa L., subsp. communis Gust., prol. japonica, var. italica Alef.

Коренева система мочкувата, добре розвинена. Листкова пластинка середньої довжини і ширини; вушка та язичок наявні; антоціанове забарвлення відсутнє. Стебло середньої товщини, пряме. Сорт низькорослий, висота рослин 75,0-80,0 см; кущ компактний, прямостоячий. Коефіцієнт продуктивної кущистості 1,8-2,5. Волоть компактна, коротка, довжиною 14,0-15,0 см, несе 115-130 колосків без остюків. Колоски сорту Престиж мають помірне опушення.

Індекс зерна 2,2-2,3. Маса 1000 зерен 27,5-28,5 г. Плівчастість зерна сорту Престиж становить 17,5-18,5%. Загальний вихід крупи – 68,5-69,0%, вихід цілого ядра – 87,7-88,5%, склоподібність – 90-93%, тріщинуватість зерна 6,0-8,0%.

Сорт не вилягає, не осипається, добре вимолочується. Сорт рису Престиж не реагує на обробку посівів гербіцидами, середньостійкий до ураження хворобами та шкідниками.

Урожайність сорту Престиж у конкурсному сортовипробуванні в Інституті рису НААН України за 2007-2011 рр. становила в середньому 8,04 т/га.

Кращі попередники для сорту – пласт багаторічних трав, оборот пласта та меліоративне поле. Сорт Престиж рекомендується висівати на 20-25% посівних площ. Оптимальний строк посіву – перша декада травня, норма висіву насіння 6,5-7,0 млн схожих зерен на 1 га. Водний режим – звичайний, типу укороченого затоплення. Придатний до механізованого збирання врожаю. Рекомендовані норми мінеральних добрив по попередниках:

- по пласту багаторічних трав – $N_{60-80}P_{20}K_{30}$;
- по обороту пласту – $N_{120-140}P_{20}K_{30}$;
- по зайнятому пару – $N_{150-180}P_{20}K_{30}$.

СЕРПНЕВИЙ – переданий на Державне сортовипробування в 2005 році, занесений в Реєстр сортів рослин України в 2009 році. Новий ранньостиглий сорт рису з вегетаційним періодом 113-115 діб.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Сорт відноситься до виду O. sativa L., subsp. communis Gust., prol. japonica, var. nigro-apiculata Gust. Коренева система добре розвинена. Листкова пластинка середньої довжини і ширини; вушка та язичок наявні; антоціанове забарвлення відсутнє. Висота рослин 80,0-94,0 см. Кущ компактний, прямостоячий. Коефіцієнт продуктивної кущистості 2,5-3,2. Стебло середньої товщини, пряме. Волоть компактна, коротка, довжиною 14,0-16,0 см, несе 130-156 колосків без остюків. Колоски сорту Серпневого мають помірне опушення.

Індекс зерна 1,9-2,2. Технологічні показники якості зерна високі. Маса 1000 зерен 27,0-28,5 г. Загальний вихід крупи становить 68,6-69,0%, вихід цілого ядра – 88,5-93,0%, склоподібність – 94-96%, тріщинуватість зерна – 6,0-8,0%. Плівчастість зерна сорту становить 17,5-18,3%.

Сорт стійкий до вилягання, не обсипається, добре вимолочується. Сорт не реагує на обробку посівів гербіцидами, стійкий до ураження хворобами та шкідниками.

Урожайність сорту Серпневий в конкурсному сортовипробуванні в Інституті рису УААН за 2003-2005 рр. становила в середньому 8,76 т/га, що дає можливість одержувати по 4,70-4,90 т/га високоякісної крупи.

Сорт Серпневий рекомендується висівати на 20-25% посівних площ. Оптимальний строк посіву – перша декада травня, норма висіву насіння 6,5-7,0 млн схожих зерен на 1 га. Водний режим – звичайний, типу вкороченого затоплення. Придатний до механізованого збирання. Для одержання високих врожаїв сорту Серпневий потрібно вносити мінеральні добрива з розрахунку:

- по пласту багаторічних трав – $N_{80\text{-}100}P_{20}K_{30}$;
- по обороту пласту – $N_{120\text{-}140}P_{20}K_{30}$;
- по зайнятому пару –$N_{130\text{-}150}P_{20}K_{30}$;
- по агромеліоративному полю – $N_{100\text{-}120}P_{20}K_{30}$.

ПРЕМІУМ – переданий на Державне сортовипробування в 2007 році. Сорт занесений в Реєстр сортів рослин України на 2009 рік. В Інституті рису НААН України розгорнуто первинне насінництво цього сорту. Вегетаційний період середньостиглого сорту – 120 діб.

Сорт відноситься до виду O. sativa L., subsp. communis Gust., prol. japonica, var. italica Alef. Коренева система мочкувата, добре розвинена. Листкова пластинка середня, вушка і язичок наявні, антоціанове забарвлення відсутнє. Висота рослини досягає 90,0-95,0 см; кущ компактний, прямостоячий. Волоть компактна, середня, довжиною 16,0-17,0 см, складається із 160-170 шт. колосків, без остюків. Коефіцієнт продуктивної кущистості 2,5-3,0.

Індекс зерна 2,3-2,4. Технологічні показники якості зерна даного сорту високі. Маса 1000 зерен – 30,0-32,0 г. Загальний вихід крупи – 69,0-70,0%, вихід цілого ядра – 90,0-91,0%. Склоподібність – 100%, тріщинуватість – 2,0%, плівчастість – 18,5-19,0%.

Помірно стійкий до ураження хворобами та шкідниками, не обсипається.

Характеризується високим продуктивним потенціалом: середня урожайність за роки вивчення (2007-2011 рр.) становить 8,86 т/га.

Кращими попередниками для сорту Преміум є пласт багаторічних трав, оборот пласта та меліоративне поле. Сорт придатний до механізованого збирання врожаю, добре вимолочується.

ВІКОНТ – переданий на Державне сортовипробування в 2007 році, занесений в реєстр сортів рослин України в 2009 році. Середньостиглий сорт з вегетаційним періодом 120-125 діб.

Вид O. sativa L., subsp. communis Gust., gprol. japonica, різновидність – var. nero-vialonica Gust. Листкова пластинка за довжиною середня, вушка і язичок наявні, антоціанове забарвлення відсутнє. Висота рослини досягає 95,0-100,0 см; кущ компактний, прямостоячий. Волоть компактна, середня,

Національний університет
водного господарства
та природокористування

довжиною 16,0-17,0 см, складається із 150-170 шт. колосків, без остюків. Індекс зерна 1,9-2,1. Коефіцієнт продуктивної кущистості 2,5-3,2.

Маса 1000 зерен – 28,5-29,5 г, плівчастість – 17,5-18,0%. Технологічні показники якості зерна даного сорту високі. Загальний вихід крупи – 68,5-69,0%, вихід цілого ядра – 91,5-93,0%. Склоподібність – 98%, тріщинуватість – 4,0%.

Сорт не реагує на обробку посівів гербіцидами, помірно стійкий до ураження хворобами та шкідниками, не обсипається. Сорт високоврожайний, середня врожайність у конкурсному сортовипробуванні становила 9,10 т/га. Добре реагує на рівень живлення та агрофон. Кращими попередниками є пласт багаторічних трав, оборот пласта та меліоративне поле. Придатний до механізованого збирання врожаю, добре вимолочується.

ОНТАРІО – переданий на Державне сортовипробування в 2008 році, занесений до Реєстру сортів рослин України у 2010 році. В Інституті рису НААН України розгорнуто первинне насінництво цього сорту. Середньостиглий сорт рису з вегетаційним періодом 120-125 діб.

Сорт відноситься до виду O. sativa L., subsp. communis Gust., prol. japonica, var. italica Alef. Листкова пластинка середньої довжини широка, зелена. Висота рослин 90,0-95,0 см; кущ компактний, прямостоячий. Коефіцієнт продуктивної кущистості 2,5-3,2. Волоть компактна, щільна, довжиною 15,0-17,0 см, несе 120-140 колосків.

Індекс зерна 1,9-2,2. Маса 1000 зерен – 30,0-31,0 г. Плівчастість зерна сорту Онтаріо становить 17,0-17,5%. Технологічні показники якості зерна високі. Загальний вихід крупи становить 68,0-69,0%, вихід цілого ядра – 90-91%, склоподібність – 96-98%.

Сорт стійкий до вилягання, не обсипається. Сорт не реагує на обробку посівів гербіцидами, помірностійкий до ураження хворобами та шкідниками. Урожайність сорту в Інституті рису НААН України за 2008-2011 рр. становила в середньому 8,49 т/га.

Кращими попередниками для сорту є пласт багаторічних трав, оборот пласта та меліоративне поле. Оптимальний строк посіву – перша декада травня, норма висіву насіння 6,5-7,0 млн схожих зерен на 1 га. Спосіб посіву – рядковий. Водний режим – звичайний, типу вкороченого затоплення. Добре реагує на рівень живлення та агрофон.

МАРШАЛ – з 2009 року сорт Адмірал переданий на Державне сортовипробування сортів рослин України. Сорт Маршал створений в Інституті рису НААН України методом індивідуального добору з гібридної популяції Прикубанский / ДРС // Контакт. Сорт відноситься до середньої групи, із вегетаційним періодом 120-125 діб.

Сорт належить до виду O. sativa L., subsp. communis Gust., prol. japonica, var. gilanica Gust. Листкова пластинка середньої довжини та ширини, вушка і язичок наявні, антоціанове забарвлення відсутнє. Висота рослини досягає 90,0-95,0 см. Кущ компактний, прямостоячий.

Коефіцієнт продуктивної кущистості – 2,0-2,5. Волоть компактна, коротка, довжиною – 17,0-18,0 см, складається із 220-235 шт. колосків, без остюків.

Індекс зерна 2,9-3,2. Маса 1000 зерен – 28,5-30,0 г. Плівчастість – 17,5-18,0%. Технологічні показники якості зерна даного сорту високі. Загальний вихід крупи – 69,0-70,0%, вихід цілого ядра – 90,0-95,0%. Склоподібність – 100%, тріщинуватість – 2,0%. Не обсипається, сорт стійкий до вилягання.

Сорт не реагує на обробку посівів гербіцидами, помірно стійкий до ураження хворобами та шкідниками. Характеризується високим продуктивним потенціалом: середня урожайність за роки вивчення (2007-2009) складає 9,0-10,0 т/га.

Сорт придатний до механізованого збирання врожаю, добре вимолочується.

Кращими попередниками для сорту Маршал є пласт багаторічних трав, оборот пласта та меліоративне поле.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

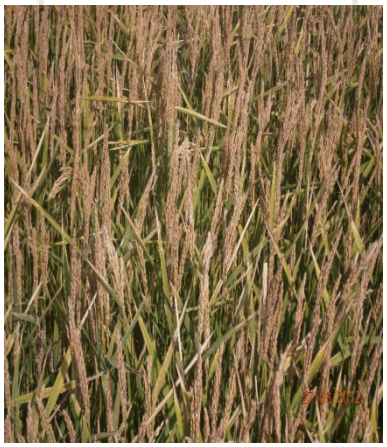
КОРСАР – сорт занесений до Державного реєстру сортів рослин України у 2016 р. Відноситься до ранньостиглої групи з вегетаційним періодом – 100-110 діб.

Сорт належить до виду O. sativa L., subsp. Communis Gust., prol. japonica, var. nigro-apiculata Gust. Листкова пластинка середньої довжини та ширини, вушка і язичок наявні, антоціанове забарвлення відсутнє. Висота рослини досягає 90,0-95,0 см. Кущ компактний, прямостоячий. Коефіцієнт продуктивної кущистості – 2,5-3,0. Волоть компактна, середня, довжиною 15,0-16,0 см, складається із 120-130 шт. колосків, без остюків.

Індекс зерна 2,1-2,3. Маса 1000 зерен – 30,0-32,0 г, плівчастість – 17,5-18,0%. Технологічні показники якості зерна даного сорту високі. Загальний вихід крупи – 69,0-70,0%, вихід цілого ядра – 90,0-95,7%. Склоподібність – 100%, тріщинуватість – 4,0%.

Не обсипається, сорт стійкий до вилягання. Сорт не реагує на обробку посівів гербіцидами, помірно стійкий до ураження хворобами та шкідниками. Характеризується високим продуктивним потенціалом: середня урожайність за роки вивчення (2008-2011 рр.) становить 8,21 т/га. Сорт придатний до механізованого збирання врожаю, добре вимолочується. Кращими попередниками для сорту Корсар є пласт багаторічних трав, оборот пласта та меліоративне поле.

ЛАЗУРІТ – сорт занесений до Державного реєстру сортів рослин України у 2017 р. Вегетаційний період ранньостиглого сорту рису Лазуріт 100-110 діб. Коренева система добре розвинена. Листкова пластинка середньої довжини і ширини; вушка та язичок наявні; антоціанове забарвлення відсутнє. Висота рослин 80,0-95,0 см. Кущ компактний, прямостоячий. Коефіцієнт продуктивної кущистості 2,0-3,0. Стебло середньої товщини, пряме. Волоть компактна, середня, пряма, довжиною 15,0-17,0 см, несе 130-160 колосків без остюків. Колоски сорту Лазуріт мають помірне опушення.



Технологічні показники якості зерна високі. Індекс зерна 2,4-2,6. Маса 1000 зерен 27,5-28,5 г. Загальний вихід крупи становить 67,5-69,0%, вихід цілого ядра – 88,5-91,0%, склоподібність – 98-100%, тріщинуватість зерна – 0,0-4,0%. Плівчастість зерна сорту становить 18,5-20,0%. За органолептичною оцінкою рисової каші (за 5 бальною шкалою): запах – 4,0, смак – 3,8, консистенція – 4,2, колір – 4,8.

Сорт стійкий до вилягання, не обсипається, добре вимолочується. Сорт не реагує на обробку посівів гербіцидами, стійкий до ураження хворобами та шкідниками.

Урожайність сорту рису Лазуріт в конкурсному сортовипробуванні в Інституті рису НААН України за період 2006-2013 рр. становила в середньому 8,25 т/га. Максимальний урожай ранньостиглого сорту рису Лазуріт у 2009 році склав 9,12 т/га.

Сорт Лазуріт рекомендується висівати на 20-25% посівних площ. Оптимальний строк посіву – перша декада травня, норма висіву насіння 6,5-7,0 млн схожих зерен на 1 га. Водний режим – звичайний, типу вкороченого затоплення. Придатний до механізованого збирання.

КОНСУЛ – сорт рису Консул створений фахівцями Інституту рису Національної академії аграрних наук шляхом індивідуального добору з гібридної популяції Вертикальний / Престиж. Належить до виду Oryza sativa L., prol. japonica, var. italica Alef. Відноситься до середньостиглої групи, вегетаційний період складає 122-125 діб. Сорт помірно стійкий до ураження збудником пірикуляріозу (6 балів), толерантний до обробок посівів гербіцидами, не обсипається, придатний для механізованого збирання.

Висота рослини досягає у середньому 91,3 см. Коефіцієнт продуктивної кущистості – 3,5-4,0. Волоть компактна, середньої довжини (15,0-17,0 см), складається із 190-230 колосків без остюків. Індекс зерна – 2,0-2,2. Маса 1000 зерен – 26,5-28,5 г, середня продуктивність головної волоті – 5,35 г.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Сорт Консул має високий потенціал продуктивності: середня урожайність за роки випробування склала 10,6 т/га проти 9,5 т/га у стандарта (сорт рису Україна-96). Характеризується високими технологічними та кулінарними показниками зерна і крупи: загальний вихід крупи – 69,5%, вихід цілого ядра – 91,0%, плівчастість зерна – 18,5%, склоподібність – 100%, тріщинуватість – 4,0%, смак – 4,1 бали, запах – 4,0 бали, консистенція – 3,8 бали та колір каші – 3,9 бали.

ФАГОТ (УІР-4558) – на 2018 рік сорт рису Фагот (УІР-4558) переданий на Державне сортовипробування сортів рослин України. Сорт створений методом індивідуального добору з гібридної популяції УкрНДС 7561 / УкрНДС 6952. Сорт відноситься до ранньостиглої групи з вегетаційним періодом –110 діб.

Сорт належить до виду O. sativaL., subsp. Communis Gust., prol. japonica, var. nigro-apiculata Gust. Листкова пластинка середньої довжини та ширини, вушка і язичок наявні, антоціанове забарвлення відсутнє. Висота рослини досягає 90,0-93,0 см. Кущ компактний, прямостоячий. Коефіцієнт продуктивної кущистості – 2,5-3,0. Волоть компактна, середня, довжиною 15,0-16,0 см, складається із 170-185 шт. колосків, без остюків. Індекс зерна 2,1-2,3. Маса 1000 зерен – 30,0-32,0 г, плівчастість – 18,0-20,0%. Технологічні показники якості зерна даного сорту високі. Загальний вихід крупи – 69,0-70,0%, вихід цілого ядра – 90,0-95,7%. Склоподібність – 100%, тріщинуватість – 4,0%.

Не обсипається, сорт стійкий до вилягання. Сорт не реагує на обробку посівів гербіцидами, помірно стійкий до ураження хворобами та шкідниками.

Характеризується високим продуктивним потенціалом: середня урожайність за роки вивчення (2014-2017 рр.) становить 9,21 т/га.

Сорт придатний до механізованого збирання врожаю, добре вимолочується. Кращими попередниками для сорту Корсар є пласт багаторічних трав, оборот пласта та меліоративне поле.

ЧЕРВОНИЙ (УІР-2577) – переданий на Державне сортовипробування у 2017 р. З 2007 року дана лінія знаходиться в Національній колекції рису та в селекційному процесі відділу селекції Інституту рису НААН.

Новий середньостиглий сорт рису Червоний (УІР-2577) створений в Інституті рису НААН методом індивідуального добору з гібридної популяції УкрНДС-6980/Вираж. В умовах України сорт середньостиглий дозріває за 122-127 діб.

Сорт відноситься до виду O. Sativa L., subsp. Communis Gust., prol. japonica. var. sundensis Körn. Висота рослин рису 95-100 см; кущ компактний, прямостоячий. Коефіцієнт продуктивної кущистості 2,8-3,0. Стебло середньої товщини, пряме. Коренева система мочкувата, добре розвинена. Волоть компактна, середня, довжиною15,0-16,0 см, несе 125-140 колосків без остюків. Колоски сорту Червоний мають помірне опушення; розміром 8,0х3,0х2,0 мм, плід червоного кольору. Індекс зерна 2,5. Маса 1000 зерен 26,8-30,0 г. Технологічні показники якості зерна високі. Так, загальний вихід крупи становить 65,3-66,1%, вихід цілого ядра 87,3-88,2%, склоподібність 96-98%, тріщинуватість зерна 2%. Плівчастість зерна сорту Червоний становить 20,1-20,7%.

Сорт придатний для механізованого збирання врожаю. Сорт не вилягає, не осипається, добре вимолочується. Урожайність сорту за роки вивчення (2015-2016 рр.) становить 9,0 т/га. Максимальна урожайність у 2017 році за попередником меліоративне поле – 10,2 т/га.

4.2. Особливості насінництва сучасних сортів рису

Сорти рису є потужним біологічним фактором виробництва сільськогосподарської продукції. Науковими дослідженнями встановлено, що урожайність та валові збори зерна рису можуть збільшуватися на 20-25% за рахунок науково обґрунтованого і організованого насінництва.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Насінництво реалізує досягнення селекції шляхом розмноження високоякісного сортового насіння до необхідних обсягів використання його у виробництві, адже сорт як засіб виробництва спрацьовує лише тоді, коли він вирощується на великій площі.

У насінництві здійснюються два головних процеси: сортозаміна та сортооновлення.

У процесі державного випробування сортів, які перевищують за урожайністю та іншими цінними ознаками, районований (стандарт) включають у розряд перспективних. Після цього організовують прискорене розмноження насіння цього сорту і проводять виробничу перевірку. Вона здійснюється за методикою Державної комісії з сортовипробування сільськогосподарських культур, а розмноження за методикою, яку використовують для районованого сорту. Збільшення коефіцієнта розмноження насіння досягається шляхом використання широкорядних посівів із пониженими нормами висіву.

Якщо до моменту районування перспективного сорту в науково-дослідній установі не має достатньої кількості елітного насіння, то дозволяється, як виключення, виробництво насіння еліти швидким методом. Для цього будь-яку репродукцію з високою сортовою чистотою висівають на оптимальному агрофоні. Після видової та сортової прополки, а також видалення хворих та слаборозвинутих рослин, висів документують як еліту, але при умові відповідності насіння стандарту. Паралельно організовують виробництво насіння еліти за нормальною схемою.

Сортопоновленням називається заміна насіння низьких репродукцій, категорій на насіння того ж сорту, але кращої якості. У більшості районів рисосіяння насіння поновлюють один раз в 2-3 роки.

При тривалому використанні насіння в господарстві сорт зазвичай втрачає свої цінні властивості. Причинами погіршення якості є: механічне засмічення насінням інших сортів, бур'яно-польовими (червонозерними) формами, біологічне засмічення в результаті небажаного перезапилення, поява низькопродуктивних мутацій, ураження хворобами та заселення шкідниками. Крім того, якість знижується при грубих порушеннях агротехніки вирощування, за несвоєчасного збирання, неправильних режимів сушіння і зберігання.

У більшості районів, що вирощують рис насіння оновлюють один раз в 2-3 роки. Це залежить не тільки від обсягів виробництва елітного насіння в науково-дослідних установах, але й від рівня насінницької роботи в сільськогосподарських підприємствах.

Сорт за своєю масою складається із типових рослин, які однорідні за морфологічними ознаками, господарсько-біологічними властивостями. Ця однорідність у межах сорту створюється добором відповідних рослин і підтримується самозапиленням у рису. Сорт необхідно розцінювати як самовідтворювальну, відносно стійку дискретну біологічну систему, здатну зберігати свою генотипову й фенотипову структури.

Біологічна стійкість сорту, тобто сукупність однотипових, однорідних рослин, визначається сталістю способу запилення рослин і рівнем модифікаційної мінливості. Перехресне запилення зумовлює зменшення однорідності сортів. Разом із тим самозапилення має важливе значення у житті сортів рису та забезпечує створену добором стійкість біологічної системи, за умов самозапилення сорти зберігаються впродовж тривалого періоду.

Кожний добре відселектований сорт зберігає свої спадкові особливості у процесі багаторічного використання, тобто у різних репродукціях. Але в процесі розмноження поступово знижуються показники цінних біологічних і господарських ознак, притаманні конкретному сорту, що призводить до його погіршення. Рано чи пізно виникає питання про сортопоновлення, тобто зміну насіння низьких репродукцій більш високими. Якщо такий захід не дає позитивних результатів, постає питання про заміну сорту іншим, більш урожайним або адаптованим.

Таким чином, сорт у процесі репродукування змінюється у біологічному й господарському відношеннях. Протягом багатьох поколінь у популяції рослин, які складають сорт, відображають всі його ознаки й властивості, можуть відбуватись як позитивні у прагматичному відношенні, так і негативні зміни, залежно від напряму природного добору, ступеня гетерогенності сорту, його модифікаційної мінливості, мутаційних зрушень та інших факторів, які визначають взаємозв'язок спадковості та зовнішніх умов, генотипу й фенотипу.

У процесі репродукування сорт завдяки механізму природного добору за умов наявності у його структурі певної гетерогенності може пристосуватися до місцевих умов вирощування, а це у багатьох випадках може підвищити його життєздатність, але по-різному відбитися на продуктивності.

Крім того, за сприятливих (чи несприятливих) агроекологічних умов вирощування виникають тривалі модифікації, які, повторюючись із року в рік, теж створюють передумови для покращення (чи погіршення) біологічних особливостей сорту. Сприятливі умови зумовлюють підвищення урожайності, але одночасно відбувається й інший процес, який у деяких зонах може мати значну перевагу над першим,

Національний університет
водного господарства
та природокористування

– процес погіршення біології сорту, або його виродження. Очевидно, виродження сорту необхідно розуміти як процес зниження показників його біологічних і господарських ознак і властивостей на основі спадкової мінливості під впливом різних шкодочинних факторів.

Погіршення та деградація сортів може мати як уявний, так і реальний характер. Відомі такі найважливіші причини уявного й фактичного погіршення сортів:

1) варіювання у ритмах і темпах росту та розвитку рослин, механічне засмічення;
2) мутації;
3) природна гібридизація;
4) дрібні генетичні зміни;
5) вибіркова дія хвороб;
6) методи селекційної роботи.

4.2.1. Методи покращення посівних якостей насіння рису. Однією з основних цілей сільськогосподарського виробництва є отримання високого врожаю з високою якістю продукції. Технологія отримання високих врожаїв передбачає формування посівів оптимальної щільності, рівномірно розподілених по площі живлення. Поставлена мета може бути вирішена за умови досягнення високих показників польової схожості – дуже важливого критерію інтенсивної технології вирощування рису, в якому приховано великі резерви підвищення урожайності.

Низька польова схожість не тільки не дозволяє отримати потрібну кількість рослин, але і в значній мірі підвищує нерівномірність їхнього розподілу як у посівному ряді, так і по всій площі посіву. У результаті цього для одних рослин створюються більш сприятливі умови для розвитку, для інших – менш сприятливі. Як наслідок, спостерігається підвищена диференціація посівів за ступенем розвитку. Низька польова схожість призводить до значного розриву зв'язку між нормою висіву насіння і кількістю рослин при збиранні урожаю.

Польова схожість залежить від багатьох факторів, одним з яких є недостатня кількість поживних речовин навколо насіння під час проростання. Для поліпшення посівних якостей насіння застосовують різні методи передпосівної обробки:

- теплове прогрівання насіння;
- обробка насіння мікродобривами;
- калібрування насіння.

Певний інтерес представляє можливість посилення імунних властивостей рослин за допомогою тих чи інших прийомів передпосівної підготовки насіння.

Для забезпечення якісного впливу передпосівної обробки важливим фактором є властивості посівного матеріалу. Воно повинно мати кондиційні показники з сортової чистоти та лабораторної схожості і бути відкаліброваним.

Метод передпосівного прогрівання насіння рису в зерносушарках. Один із прийомів підготовки насіння до посіву полягає у впливі на насіння теплого штучно підігрітого повітря (рис. 4.3). При цьому підвищується пористість і повітропроникність насіннєвих оболонок, посилює ферментативні процеси і тим самим сприяє підвищенню енергії проростання та схожості насіння. Штучно підігріти повітря в насіннєвому зерні можливо за допомогою активного вентилювання, аерожолоба, зернової сушарки.

Рис. 4.3. Передпосівне прогрівання насіння рису в зерносушарках

Цей прийом проводять на установках активного вентилювання. Через насіння пропускають повітря, підігріте від 30 до 35° С. Насіння можна прогріти повітряно-тепловим шляхом або шляхом двократного пропуску через барабанні або шахтні сушарки з відключеними охолоджувальними установками при температурі теплоносія – не більше 60° С, нагрів зерна не повинно перевищувати 30° С.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Активне вентилювання засноване на використанні шпаруватості зернової маси: численні міжзернові прошарки утворюють у зерновій масі повітряно-провідну систему, роблять її проникною для повітря або газів, які можуть переміщатися по всьому її об'єму в будь-якому напрямку. Потік повітря впливає на температуру і вологість зерна, змінює газовий склад повітря міжзернових прошарків, тобто впливає на ті чинники, від яких в першу чергу залежить рівень життєдіяльності всіх живих компонентів зернової маси. Стаціонарні установки – є невід'ємною частиною сховища. Основа цих установок – канали (повітроводи), влаштовані в підлозі сховища, стінки яких викладені цеглою або зроблені з бетону. На бічні стінки зверху каналів укладають дерев'яні решітки, влаштовані так, що виключається проникання зерна в канали.

Аерожолоби – установки, призначені для механізованого вивантаження зерна зі складів та можуть бути використані для активного вентилювання. Аерожолоб являє собою стаціонарну вентиляційну установку канального типу (рис. 4.4). повітря в зернову масу надходить через розподільну решітку (лускате сито). Кожен аерожолоб складається з перехідного патрубка (дифузора), двосекційного каналу і випускній воронці. Канали роблять бетонованими, шириною 0,22 м і глибиною 0,5 м близько стін складу і 0,1 м у випускній воронці. Відповідно звужуються і встановлені в канали запобіжні і воздухорозподільні решітки.

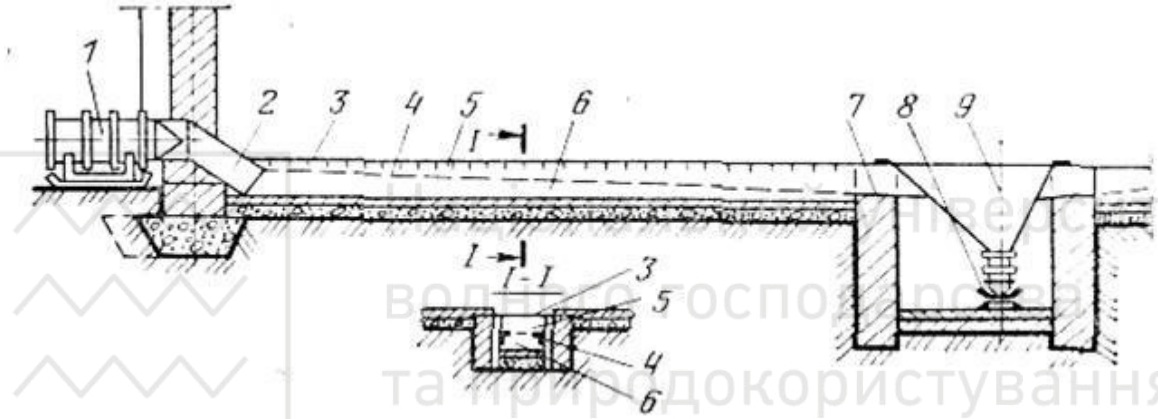


Рис. 4.4. Схема пристрою аерожолоба:
1 – осьовий вентилятор; 2 – дифузор; 3 – запобіжні ґрати; 4 – повітророзподільна решітка (лускате сито); 5 – канал для транспортування зерна; 6 – канал для розподілу повітря: 7 – гальмівний пристрій; 8 – стрічковий конвеєр нижньої галереї; 9 – випускна воронка

Напільно-переносні установки **–** використовуються для активного вентилювання зерна в складах, що не мають стаціонарних установок, під навісами і на відкритих майданчиках. Основою установок є канали-повітроводи в вигляді щитів і решіток, що укладаються на підлогу за допомогою дифузора і патрубків сполучаються з пересувним вентиляційним агрегатом (рис. 4.5). Магістральний канал складається з глухих і прохідних щитів. Прохідні щити мають в бічних стінках вирізи для монтування повітророзподільних каналів.

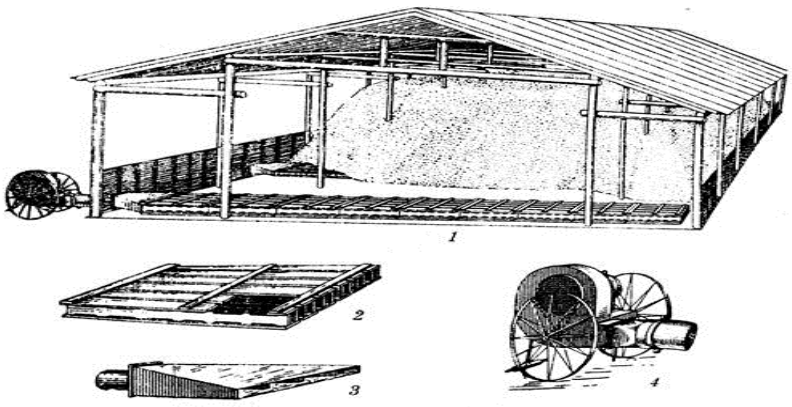


Рис. 4.5. Напільно-переносна установка:
1 – загальний вигляд; 2 – вентиляційний щит; 3 – дифузор; 4 – вентилятор

Національний університет
водного господарства
та природокористування

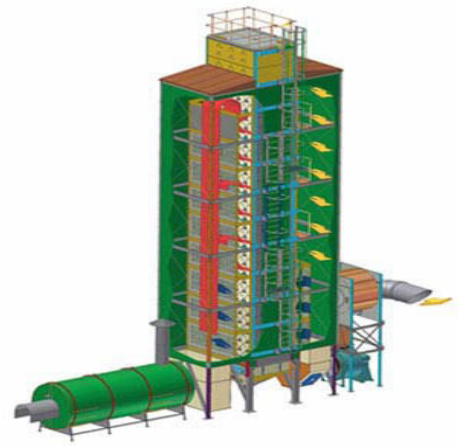


Рис. 4.6. Зерносушарка

Зерносушарка – представляє собою пристрій для стабільної індустріальної продувки зерна (рис. 4.6). Основна функція – сушіння зернових та зернобобових культур-тобто зниження вологості до значень, при яких продукт (насіння) можна безпечно закласти на тривале зберігання. При правильно підібраному режимі сушки відбувається фізіологічне дозрівання зерна та поліпшення його якості.

Насіння ярих культур після зимового зберігання мають низьку, часто негативну температуру і знаходяться в стані глибокого анабіозу. Для підвищення фізіологічної активності такого насіння, виведення його зі стану спокою перед посівом проводять спеціальний агротехнічний захід – повітряно-теплову обробку насіння в зерносушарках. Температура сушіння не повинна перевищувати 35^{o} С.

Метод передпосівного замочування насіння рису. Важливе місце в системі заходів, спрямованих на підвищення посівних властивостей насіння та отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур належить підготовці насіння до сівби. Це обумовлено необхідністю оздоровлення насіння, звільнення її від фітопатогенних інфекцій, забезпечення стійкості до хвороб, активізація росту і розвитку рослин, формування раннього врожаю і отримання екологічно чистої продукції. Для знезараження насіння, відновлення енергетичного балансу клітин, стимуляції ростових процесів, застосовують тепловий метод замочування насіння.

Замочування насіння проводять при кімнатній температурі (близька до оптимальної для проростання насіння). Замочування проводять 15-20 годин, через те що, насіння поглинає достатню кількість води для того, щоб підвищилася чутливість до подальшого загартовування, але не почалися незворотні процеси проростання. Для замочування насіння рису використовують спеціальні ємкості.

Щоб правильно замочити насіннєвий матеріал рису потрібно 100-110% води від їхньої маси. Спочатку насіння заливають половиною норми води і перемішують. Після поглинання насінням води, додають другу частину води. Потім насіння злегка підсушують у затемненому місці і відразу висівають, з негайним затопленням чека, інакше насіння втрачає свої посівні властивості.

Повітряно-теплове прогрівання насіння рису. Для підвищення енергії проростання та польової схожості, а також скорочення термінів появи сходів сільськогосподарських культур проводять повітряно-сонячне прогрівання насіння (рис. 4.7). Під час повітряно-теплового прогрівання насіння, сонячна радіація потрапляє тільки через поверхню насипу зернової маси рису тому, ця поверхня повинна бути оптимальна для певного обсягу насіння.

Рис. 4.7. Повітряно-теплове прогрівання насіння рису

Встановлено, що чим тонше шар насіння, тим інтенсивніше проходить прогрівання. Однак при малій товщині шару потрібна велика площа для розміщення насіння. Для рівномірного прогрівання насіннєвого матеріалу рекомендується насип зерна не вище 10-20 см.

Важливою умовою при повітряно-сонячному прогріванні насіння є облаштування майданчиків поверхня, яких повинна бути достатньо ізольована від зволоження знизу. Майданчики потрібно влаштовувати з невеличким ухилом (6°) на південь між складами. При такому нахилі насіннєва партія зерна краще прогрівається, а з не завантажених майданчиків швидше стікає дощова вода.

Насіння розсипане на майданчику тонким шаром і краще з гребнями (що збільшує її поверхню і створює різницю тиску), нагрівається від 25 до 40° С. При цьому перебування насіння на сонці краще впливає на його посівні якості, оскільки насіння не тільки прогрівається, але й акумулює сонячну енергію, яка згодом трансформується в активізацію біохімічних процесів, що мають місце під час його

Національний університет
водного господарства
та природокористування

проростання. Крім того, під дією прямих сонячних променів знищується значна кількість інфекційних хвороб, які розвинулися на насінні під час його зберігання. Г.Г. Гущин на підставі аналізу літературних даних і результатів власних досліджень прийшов до висновку щодо ефективності передпосівного витримування насіння рису протягом 24 годин при температурі 30° С. Таке передпосівне прогрівання насіння рису підсилює проростання і підвищує густоту рослин.

4.2.2. Вплив передпосівного прогрівання насіння рису на підвищення польової схожості. Температура – це абіотичний фактор який впливає на біохімічні процеси в зерні, тому одним із способів підвищення польової схожості насіння рису є передпосівне прогрівання насіння. Досліджень із даного агротехнічного прийому на насінні рису в Україні майже немає. За результатам досліджень прогріте насіння перед сівбою сприяє фізіологічній підготовці зернівок до поглинання води і початку мобілізації запасних поживних речовин для постачання їх в зародок, необхідних йому для початку онтогенезу. За літературними даними прогріте в сушарках насіння підвищує польову схожість на 20-25%. На даний час найбільш широко застосовується повітряно-теплове прогрівання насіння перед сівбою. Насіння можна прогрівати на відкритих площадках в ясні сонячні дні, розсипав його шаром до 15 см за постійного перемішування, або в опалювальному приміщенні при температурі 30-35°. Проте ці способи потребують добре облаштованої території та приміщень, а також значних затрат праці. Значно легшим способом прогрівання насіння є використання зерносушилок, на яких потрібно лише встановити відповідний режим температури. Такий прийом дозволяє підвищити енергію проростання і, як наслідок, польову схожість насіння рису. Повітряно-теплове прогрівання насіння ефективно прискорює післяжнивне дозрівання насіння і виводить його зі стану спокою. В Японії для зменшення періоду післяжнивного дозрівання замочене насіння рису витримують при 40° в умовах хорошої аерації.

Тому нами була поставлена задача, вивчити та обґрунтувати застосування передпосівного прогрівання насіння рису вітчизняної селекції з метою підвищення польової схожості та одержання високого та стабільного урожаю насіння та зерна рису. Перед сівбою насіння сортів рису було прогріте при температурі 35° С з експозицією 1, 2, 3 години.

За даними досліджень Інституту рису НААН у прогрітого насіння сходи з'являлися на 2-3 доби раніше, порівняно з непрогрітим (табл. 4.6). Польова схожість у сорту Віконт була вищою при прогріванні на 3,7%, у сорту Онтаріо на 3,4%, у сорту Преміум на 4,4% , у сорту Маршал на 3,7%.

Таблиця 4.6

Польова схожість насіння, виживання рослин і тривалість вегетаційного періоду рослин рису за передпосівного прогрівання

Сорт	Польова схожість насіння, %		Виживаність рослин, %		Тривалість вегетаційного періоду, діб	
	Контроль	Прогрів	Контроль	Прогрів	Контроль	Прогрів
Віконт	31,9	35,6	70,3	71,2	127	122
Онтаріо	29,4	32,8	69,4	69,6	117	113
Преміум	28,8	33,2	68,7	68,8	124	119
Маршал	27,9	31,6	70,5	72,3	125	120

У результаті впливу зовнішніх факторів, жорсткої конкуренції за світло і поживні речовини впродовж вегетації частина рослин гине. Для характеристики цього процесу використовують показник «виживання рослин». Передпосівне прогрівання насіння не впливає на виживання рослин, котре змінюється в діапазоні 70,3-71,2% у сорту Віконт, 69,4-69,6% у сорту Онтаріо, 68,7-68,8% у сорту Преміум, 70,5-72,3 у сорту Маршал. Рослини, сівбу, яких проводили прогрітим насінням, закінчували свій вегетаційний період на 4-5 діб раніше.

Таким чином, передпосівне прогрівання насіння позитивно впливає на проростання насіння рису, а також на ріст та розвиток рослин. Це виражається в підвищенні польової схожості, що дозволяє отримувати більше число рослин на одиниці площі, та є передумовою до утворення більш продуктивного агроценозу. Крім того, передпосівне прогрівання насіння сприяє зменшенню вегетаційного періоду на 4-5 днів.

Передпосівне прогрівання насіння рису сприяє суттєвому підвищенню урожайності за всіма досліджуваними сортами. Кращим є прогрівання насіння за температури 35° С одну годину. Найвищій рівень прибавки врожаю відмічено у сорту Преміум – 0,81 т/га або 12,78%. Менший рівень прибавки урожаю серед досліджуваних сортів отримано у сорту Віконт, де прибавка становила – 0,28 т/га або 3,51% порівняно з сівбою непрогрітим насінням (табл. 4.7).

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Таблиця 4.7

Урожайність сортів рису залежно від експозиції прогрівання насіння

Сорт (фактор А)	Варіанти (фактор В)	Урожайність, т/га	т/га	%
Онтаріо	Контроль	7,73	-	-
	1 година	8,25	0,52	6,73
	2 години	8,07	0,34	4,40
	3 години	7,02	-0,71	-9,18
Преміум	Контроль	6,34	-	-
	1 година	7,15	0,81	12,78
	2 години	6,94	0,60	9,46
	3 години	5,91	-0,43	-6,78
Віконт	Контроль	7,98	-	-
	1 година	8,26	0,28	3,51
	2 години	8,14	0,16	2,01
	3 години	7,58	-0,40	-5,01
Маршал	Контроль	6,34	-	-
	1 година	6,98	0,64	10,09
	2 години	6,65	0,31	4,89
	3 години	5,81	-0,53	-8,36

Слід також відмітити, що довготривале прогрівання насіння перед сівбою за температури 35° С негативно впливає на посівні властивості насіння рису та знижує урожайність.

4.2.3. Вплив крупності насіння рису на підвищення польової схожості. Для одержання високих і стабільних врожаїв зерна та насіння рису необхідно проводити посів високоякісним насінням. Одною з головних проблем у рисівництві є низька польова схожість насіння, яка на 50-60% нижча за лабораторну. Тому для отримання оптимальної щільності посівів рисосійні господарства вимушені збільшувати норму висіву насіння, що зрештою веде до нераціонального використання коштів. Характеризуючи якість насіння часто приводять масу 1000 насінин або зерен, але необхідно мати на увазі що цей показник не вказує, яке в цьому зразку співвідношення великих, середніх і дрібних зерен. Цілком можливий випадок, коли різні зразки однієї культури, одного і того ж сорту матимуть однакову масу 1000 зерен, але помітно розрізнятимуться за співвідношенням великих, середніх і дрібних зерен, що входять в цю тисячу.

Як показує практика землеробства дрібне, щупле насіння не здатне сформувати рослину з високою життєздатністю та продуктивністю. Тому дослідженнями лабораторії насінництва Інституту рису НААН було встановлено вплив крупності насіння схожості нових сортів Преміум, Віконт, Онтаріо. Як показують розрахунки зниження польової схожості на 1% призводить до зниження врожайності на 1,5-2,0%. Вегетаційний період посівів рису не залежав від крупності насіння і знаходився на рівні від 115 до 125 діб, залежно від сорту.

За сівби крупною фракцією насіння, урожайність за роки досліджень коливалась від 6,10 до 8,48 т/га залежно від групи стиглості сорту (табл. 4.8).

Таблиця 4.8

Урожайність рису залежно від крупності насіння (т/га)

Сорт (фактор А)	Варіант досліду (фактор В)	Урожайність, т/га	± до контролю	
			т/га	%
Преміум	Контроль	5,99	-	-
	Крупна	6,77	0,78	13,0
	Середня	6,37	0,38	6,3
	Дрібна	5,53	-0,46	-7,7
Віконт	Контроль	7,12	-	-
	Крупна	7,62	0,50	7,0
	Середня	7,50	0,38	5,3
	Дрібна	6,74	-0,38	-5,3
Онтаріо	Контроль	6,81	-	-
	Крупна	7,32	0,51	7,5
	Середня	6,85	0,04	0,6
	Дрібна	6,06	-0,75	-11,0

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Високий рівень прибавки урожаю забезпечує сівба рису крупною фракцією насіння так, у сорту Преміум вона становила 0,78 т/га або 13,0%, у сорту Віконт – 0,50 т/га або 7,0%, у сорту Онтаріо – 0,51 т/га або 7,5%. Відповідно за сівби середньою фракцією насіння, усі сорти рису забезпечують низький рівень прибавки урожаю від 0,04 до 0,38 т/га. Сівба дрібною фракцією насіння забезпечує нерівномірні сходи, що в подальшому призведе до зрідження посівів рису.

Структура отриманого урожаю показує, що сівба крупною фракцією насіння, забезпечує збільшення продуктивної кущистість рослин рису по усіх сортах. Сівба крупною фракцією насіння забезпечує збільшення довжини головної волоті від 1,5 до 2,0 см відповідно і збільшення кількості зерен у головній волоті так, продуктивність головної волоті формується більшою на ділянках крупної та середньої фракції і знаходиться в межах від 4,7 до 6,0 г. Сівба дрібною фракцією насіння призводить до зниження продуктивної кущистості сортів. Сівба крупною та середньою фракцією насіння рису суттєво впливає на підвищення польової схожості у всіх досліджуваних сортів. Найбільшою вона була у сорту Віконт і становила 59,6 та 48,9% (табл. 4.9).

Таблиця 4.9

Основні показники якості насіння рису залежно від крупності насіння

Сорт	Фракції насіння	До посіву			Польова схожість, %	Після збирання		
		Маса 1000 зерен, г	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %		Маса 1000 зерен, г	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %
Преміум	Контроль	29,45	95	96	28,3	30,11	92	96
	Крупна	30,21	98	99	29,6	30,72	91	95
	Середня	29,58	95	98	29,4	30,66	92	96
	Дрібна	28,38	89	88	26,8	30,13	93	97
Віконт	Контроль	28,9	93	95	30,1	29,94	90	95
	Крупна	30,09	94	97	59,6	30,89	91	96
	Середня	29,82	92	95	48,9	30,8	91	96
	Дрібна	26,27	81	87	28,8	29,81	92	96
Онтаріо	Контроль	29,55	94	96	28,0	31,55	92	96
	Крупна	32,05	96	98	38,3	31,94	92	97
	Середня	31,36	93	95	33,5	31,38	93	97
	Дрібна	27,61	80	84	26,2	31,4	90	96

Отже, необхідно відмітити, що сівба крупною фракцією насіння рису забезпечує високий рівень прибавки урожаю. Так сорт Преміум забезпечує прибавку на 0,78 т/га або 13,0%, сорт Віконт на 0,50 т/га або 7,0%, і сорт Онтаріо на 0,51 т/га або 7,5% відповідно. Сівба середньою фракцією насіння, забезпечує відносно низький рівень прибавки урожаю. За сівби дрібною фракцією насіння прибавка урожаю відсутня по всіх досліджуваних сортах.

4.2.4. Способи та строки збирання насіннєвих посівів рису. Одержання високоякісного насіннєвого матеріалу рису знаходиться у прямій залежності від способів та строків збирання. Краща енергія проростання та більш висока схожість будуть тільки в повністю дозрілих насінин. Навіть зібране в період воскової стиглості насіння рису проростає гірше, сходи цього насіння відрізняються слабким розвитком, рослини з такого насіння слабо кущиться і в результаті відмічаються зріджені посіви. Це пояснюється недостатнім розвитком зародка.

Тому однією з найважливіших умов отримання насіння високої якості є точна оцінка ступеня його зрілості і визначення оптимальних строків та способів збирання. Невірно вибрані строки обмолоту валків, а також перестій рису на кореню призводить до значних втрат насіннєвого матеріалу, а у продовольчого рису – до різкого зниження якості крупи.

Для визначення ступеня зрілості і часу збирання насіннєвих посівів рису відбирають середню пробу волотей, не менше 100 рослин з різних місць насіннєвого посіву. Коли 90-95% зерен в середній пробі досягає повної стиглості, розпочинають збирання насіннєвих ділянок.

Правильний вибір способу збирання визначає великий вплив рівня врожайності і якості насіннєвого матеріалу. У більшості випадків кращі результати дає роздільний спосіб збирання, але в ряді інших – пряме комбайнування.

Пряме комбайнування. Пряме комбайнування при затяжній несприятливій погоді набагато краще роздільного збирання, так як у валках врожай менше продувається вітром, підвищується небезпека проростання насіння та його псування в результаті його торкання до ґрунту. Але в цьому

Національний університет
водного господарства
та природокористування

випадку дуже важливо обережно віднестись до обмолоту, аби не допустити травмування насіння, забезпечити його своєчасну сушку.

Пряме комбайнування можна розпочинати, коли вологість насіння становить не вище 17-18%. Також не рекомендується допускати, щоб вологість зерна знижувалася нижче 14,0-15,0%, що може призвести до травмування зернівок молотильним апаратом зернозбиральної техніки та в кінцевому результаті до погіршення якості насіннєвого матеріалу.

Агротехнічні вимоги до прямого комбайнування такі. За жаткою комбайна допускається до 1% втрат зерна при збиранні прямостоячих посівів і 1,5% полеглих. Втрати зерна рису за молотаркою не повинні перевищувати 2%. Подрібнення має бути не більше ніж 1% для насіннєвого зерна, 2% – продовольчого, 3% – зернобобових і круп'яних культур і 5% – для рису. Чистота зерна в бункері має бути не нижче ніж 95%.

Роздільний спосіб збирання – роздільний спосіб збирання, якщо є необхідні умови для його проведення, надає великий позитивний вплив на величину врожаю і якість насіння. Він дозволяє починати збирання в більш ранні строки, що виключає втрати врожаю від осипання. За роздільного способу збирання розрив між косовицею і обмолотом валків не повинен перевищувати 3-4 доби. При роздільному способі збирання висоту зрізу стебел регулюють на рівні від 5 до 15 см, залежно від стану посіву (полеглий, не полеглий). Особливу увагу приділяють швидкості жатки, яка повинна рухатися зі швидкістю від 3 до 5 км/год. Щоб отримати здорове не травмоване насіння застосовують м'який режим роботи комбайна. З валків оббирають не більше 80% зерна, що використовують на насіннєві цілі. «М'який режим» роботи досягається регулюванням положення деки відносно штифтового і бильного барабана, а також швидкості їхніх обертів (600-650 і 750-800 об./хв.).

Проте якщо посіви низькорослі й рідкі, або стоїть несприятлива погода з частими дощами, сильними росами, туманами, то роздільний спосіб збирання на багато гірше прямого комбайнування.

Урожай і його якість більшою мірою залежать від строків збирання. Передчасне збирання, так як і запізнення з ним, призводить до недобору врожаю і знижує якість насіння. Але внаслідок великої нерівномірності в дозріванні насіння навіть в межах однієї волоті велика кількість його зазвичай буває і на більш ранніх фазах дозрівання, в результаті чого буде отриманий неповноцінний насіннєвий матеріал.

Підбір валків при роздільному способі збирання – дуже відповідальна робота, яку слід проводити своєчасно і високоякісно. При запізненні з підбором валків, коли допускається великий розрив між косовицею і обмолотом, валки потрапляють під дощі, а це нерідко викликає проростання частини зерен.

Провисання валків і доторкання волотей землі, крім того, посилює можливість проростання зерна, підвищує втрати врожаю при підборі валків.

Агротехнічні вимоги до роздільного комбайнування такі. Втрати зерна за валковою жаткою для прямостоячих хлібів допускаються не більше ніж 0,5%, для полеглих – 1,5%. Втрати за молотаркою не повинні перевищувати 1%. Чистота зерна в бункері має бути не менше ніж 96%.

4.2.5. Залежність посівних властивостей насіння рису від строків та способів збирання. Основою виробництва як насіння так і зерна, особливо в умовах нових економічних відносин, є технологія вирощування, яка направлена на максимальну реалізацію потенційної продуктивності культури. Однією з найважливіших умов отримання зерна високої якості є точна оцінка ступеня його зрілості і визначення оптимальних строків збирання. Встановлено, що невірно вибрані строки передчасного збирання, або перестій рису на кореню призводить до значних втрат насіннєвого матеріалу, а у продовольчого рису – до різкого зниження якості крупи.

Правильний вибір способу збирання має значний вплив на рівень врожайності і якості насіннєвого матеріалу (табл. 4.10).

При якісному просиханні валків насіння виходить сухе з мінімальними механічними пошкодженнями, легко очищується від насіння бур'янів вже в комбайні. Робота на току з таким насінням йде легко, усувається можливість його самозігрівання. Внаслідок цього суттєво знижується собівартість насіння. Слід враховувати що й солома при роздільному збиранні виходить більш високої якості, так як збирають її на ранніх фазах, а у валках вона не пліснявіє і не псується.

Проте якщо посіви низькорослі й рідкі, або стоїть несприятлива погода з частими опадами, сильними росами, туманами, то пряме комбайнування є більш ефективним способом збирання.

При роздільному способі збирання косовиця повинна проходити в такі строки, які забезпечуватимуть повний притік сухої речовини до зернівки. Накопичення сухої речовини закінчується в основному до початку воскової стиглості.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Надмірне перебування рису у валках призводить до зниження посівних властивостей насіння. Однак обмолочувати валки не можна й завчасно, до їхнього повного підсихання. Це погіршує вимолот, підвищує травмування насіння, і веде до надмірних затрат на доробку й сушку, а іноді й до повної загибелі посівного матеріалу.

Таблиця 4.10

Урожайність та посівні властивості насіннєвого матеріалу залежно від термінів та способів збирання

Сорт	Строки збирання	Урожайність, т/га	Вологість зерна при збиранні, %	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %	Маса 1000 зерен, г	Вихід насіння, т/га	Тріщинуватість, %
Преміум	Пряме комбайнування							
	I	6,0	16,9	78,3	92,3	29,0	5,4	11
	II	5,8	16,2	81,7	94,0	28,5	5,2	11
	III	5,6	14,8	86,3	93,7	28,8	5,1	10
	IV	5,6	14,4	89,7	94,3	28,8	5,1	10
	V	5,1	14,2	88,0	93,7	28,5	4,8	9
	Роздільний спосіб збирання							
	I	5,7	15,6	88,0	95,3	29,1	5,3	12
	II	5,8	14,8	90,0	95,7	28,6	5,3	11
	III	6,0	13,8	93,0	98,7	28,6	5,5	8
	IV	5,5	13,5	91,7	95,7	28,4	5,0	11
	V	5,3	13,1	88,3	92,3	28,3	4,8	13
Онтаріо	Пряме комбайнування							
	I	5,6	17,0	77,7	92,7	28,9	5,2	15
	II	5,7	16,5	83,7	94,7	29,1	5,0	13
	III	5,6	15,3	90,3	96,3	29,0	4,9	10
	IV	5,5	14,9	89,7	93,3	28,9	4,9	11
	V	5,4	14,3	85,7	92,7	28,9	4,8	16
	Роздільний спосіб збирання							
	I	5,7	15,9	84,3	96,3	29,1	5,2	15
	II	5,7	15,1	89	97,3	28,8	5,1	12
	III	5,7	14,3	94	98,3	28,8	5,1	10
	IV	5,6	13,8	90,7	95,3	28,7	4,9	14
	V	5,4	13,4	86,7	90,7	28,6	4,9	17

Пряме комбайнування при затяжній несприятливій погоді набагато краще роздільного збирання, так як у валках врожай менше продувається повітрям, підвищується небезпека проростання насіння та його псування в результаті його торкання до ґрунту. Але в цьому випадку дуже важливо обережно віднестись до обмолоту, аби не допустити травмування насіння, забезпечити його своєчасну сушку.

При хороших погодних умовах пряме комбайнування потребує визрівання посівів, доброго просихання насіння. Строк такого збирання ще більше зжатий, аніж при роздільному, так як перестій дуже небезпечний, може викликати великі втрати від осипання і різке зниження якості насіння. Передчасне збирання рису веде до недобору насіння та отримання більш мілкого насіння рису з високою вологістю та травмуванням. Кожен день зволікання зі збиранням стиглих посівів різко підвищує втрати врожаю від осипання. Вони значно збільшуються за нестійкої погоди, коли часто випадають опади, які зміняються сонячною жаркою погодою.

Дослідженнями Інституту рису НААН було встановлено оптимальні строки та способи збирання насіннєвих посівів рису.

Кращі показники урожайності посівів рису сортів Преміум та Онтаріо формують за прямого комбайнування у фазі повної стиглості та через п’ять днів після повної стиглості. Кращий показник енергії проростання насіння – 93% відмічено у сорту Преміум через 15 днів після настання повної стиглості, та 94% у сорту Онтаріо за роздільного способу збирання. Дуже пізні строки збирання, тобто через 20 діб після настання повної фази стиглості, схожість насіннєвого матеріалу сортів рису суттєво знижується, незалежно від способу збирання, але показник маси 1000 зерен істотно не змінюється.

Вологість зерна у фазі повної стиглості при прямому комбайнуванні, як правило забезпечується на рівні у сорту Преміум – 14,2-16,9%, у сорту Онтаріо 14,3-17,0% відповідно. За роздільного

Національний університет
водного господарства
та природокористування

комбайнування вологість насіння як правило, забезпечується на рівні у сорту Преміум – 13,1-15,6% та в сорту Онтаріо – 13,4-15,9%. По мірі зменшення вологи в зернівці, міцність її швидко зростає, а консистенція ендосперму змінюється – від мучнистої до повністю скловидної. Очевидно, що швидкість дозрівання зерна залежить від температури повітря оточуючого середовища і впливає на структурно-механічні властивості зернівки.

Розтріскування зерна відбувається в процесі післязбиральної обробки, а також за механічного впливу на зерно робочими органами технологічного й транспортного обладнання. По мірі зниження вологості й зміцнення зернівки, число зерен із тріщинами зростає не залежно від сорту. Отримані результати свідчать, що існує високий від'ємний кореляційний зв'язок для обох досліджуваних сортів: між вологістю зерна та тріщинуватістю r = - 0,76-0,98, між вологістю та строками збирання r = -0,85-0,99. Позитивний взаємозв'язок встановлено між строками збирання та тріщинуватістю зерна r = 0,98-0,99 (табл. 4.11).

Таблиця 4.11

Коефіцієнти генотипової кореляції між основними компонентами якості насіння рису

Сорт	Спосіб збирання	Вологість – Тріщинуватість			Вологість – Строки збирання			Строки збирання – Тріщинуватість		
		2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015
Преміум	Пряме комбайнування	-0,76	-0,94	-0,98	-0,85	-0,97	-0,99	0,98	0,98	0,98
	Роздільний спосіб збирання	-0,55	-0,96	-0,98	-0,66	-0,97	-0,99	0,98	0,99	0,99
Онтаріо	Пряме комбайнування	-0,92	-0,94	-0,98	-0,92	-0,98	-0,98	0,99	0,98	0,96
	Роздільний спосіб збирання	-0,93	-0,98	-0,98	-0,96	-0,98	-0,98	0,99	0,99	0,99

Зжаті у валки рослини рису і залишені на стерні для просушки призводять до погіршення якості насіння, навіть 5 денний термін перебування у валках. У результаті коливання температури й відносної вологості повітря, в період просушки рису на стерні, а також під прямим впливом сонячних променів можливе підвищення кількості жовтих й тріщинуватих зерен.

Відмічено варіювання тріщиноутворення в насінні рису в процесі його підсушування на стерні. Виявлено, що при зниженні вологості з 16,9 до 14,2% при прямому, та з 15,6 до 13,1% при роздільному комбайнуванні в сорту Преміум, із 17,0 до 14,3% при прямому, та з 15,9 до 13,4% при роздільному комбайнуванні в сорту Онтаріо, кількість тріщин у зернівці різко підвищується.

Підводячи підсумок необхідно відмітити, що посівні властивості зібраного насіння досліджуваних сортів роздільним способом істотно відрізняються від показників насіння, яке зібране прямим комбайнуванням та значною мірою залежить від способу та терміну збирання. Але, як показує багаторічна практика, за сприятливих погодних умов для отримання високоякісного насіннєвого матеріалу доцільно використовувати роздільний спосіб збирання.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

5. АГРОТЕХНІЧНІ ТА АГРОМЕЛІОРАТИВНІ УМОВИ ВИРОЩУВАННЯ РИСУ ТА СУПУТНІХ КУЛЬТУР

5.1. Агробіологічні та агромеліоративні умови вирощування рису

У природно-кліматичних умовах півдня України в мінімумі для рису знаходиться, насамперед, теплозабезпеченість як вегетаційного періоду в цілому, так і окремих фаз розвитку рослини.

Для умов півдня визначені деякі мінімальні середньодобові температури для фаз розвитку рису: проростання насіння, сходи – 13-16° С, кущіння – 18-21° С, викидання волоті, цвітіння – 18-21° С, молочна стиглість – 15-19° С, воскова стиглість – 15-20° С. У цілому за вегетаційний період ранньостиглі сорти вимагають сум активних температур до 2400° С, середньостиглі 2400-2600° С, середньопізні 2600-2800° С.

Структуру посівних площ кожне господарство розробляє самостійно, але рекомендується займати не більше 30% площі ранньостиглими сортами рису, оскільки вони, як правило, менш урожайні, ніж більш пізні. Ранньостиглі сорти мають важливе господарське значення, знімаючи напруженість не лише всіх польових робіт від посіву до збирання, але й можуть впливати на реалізаційну ціну крупи рису.

Вегетаційний період рису поділяється на два періоди: *вегетативний*, при якому ростуть стебло, листя та коріння і *генеративний*, при якому утворюються волоть, колоски, квітки і насіння. Рослини рису за вегетаційний період проходять одинадцять етапів органогенезу і 6 фаз вегетації: проростання, сходи, кущіння, вихід у трубку, викидання волоті і цвітіння, дозрівання. Дата першого затоплення чеків шаром води, коли починається набухання насіння, вважається початком вегетаційного періоду.

Сходи починаються при появі колеоптиля і продовжуються до 3-4 листка. Впродовж фази інтенсивно розвивається коренева система, а в пазухах листків закладаються зачатки стебел кущіння.

Кущіння починається з 3-4 листка і триває до 7-9 листка залежно від сорту. Тривалість фази визначається температурним режимом і рівнем живлення. При оптимальній температурі 23-26° С вона становить 25-30 днів. При мінімальній температурі 12°С, вона зростає до 60 днів. У фазу кущіння рослина рису переходить до генеративного періоду і від кількості азоту в ґрунті залежить величина й озерненості волоті, а також кількість бічних стебел.

Вихід у трубку починається з 8-9 листка і закінчується на 11-12 листку, триваючи 20-25 днів.

Викидання волоті – цвітіння настає з появою волоті з піхв верхнього листка. У рису фази викидання і цвітіння співпадають. Запилення може бути як при відкритих, так і закритих квіткових лусочках. Оптимальна температура для цвітіння 25-30° С, мінімальна – 15-18° С. Відносна вологість повітря на рівні 70-80%, але не менше 40%. Тривалість цвітіння 5-8 днів, формування зародка проходить за 10-12 днів до кінця молочної стиглості.

Дозрівання проходить у три етапи: молочна, воскова та повна стиглість. Оптимальна температура 17-19° С, при якій зернівка достигає за 30-35 днів, а при більш низькій температурі 15-17° С за 40-45 днів, іноді й більше. При переході фази дозрівання на кінець серпня та початок вересня, через пізні строки сівби, глибокого шару води під час вегетації і високого рівня азотного живлення, її перебіг проходить при температурі нижче мінімальних меж і розтягується до 55-60 днів. Як наслідок – високий рівень пустозерності і щупле зерно.

5.2. Вимоги рису до еколого-меліоративного стану земель

Технологія вирощування рису розроблена для основних типів РЗС із картою краснодарського, в тому числі і реконструйовану на карту-чек із дренажем та кубанського типів. Сучасні рисові системи забезпечують подачу води на кожне поле сівозміни, зайняте рисом, у строки і кількостях, що дають можливість проводити раціональний режим зрошення та здійснюють безперешкодний відвід поверхневих вод і зниження РГВ. Якщо РЗС не виконує цих функцій, то вона потребує ремонту чи очищення каналів від замулення і смітної рослинності, або реконструкції. Крім того, на більшій частині території рисових систем складається незадовільна меліоративна ситуація. Для збереження працездатності РЗС необхідні щорічні профілактичні заходи, що проводяться на рівні землекористувачів.

Поточна експлуатація РЗС включає такі роботи: підготовку систем до поливу, що включає очищення каналів; ремонт гідротехнічних споруд та доріг; установку шандор, рідше водомірів; підготовку до зими, або консервацію споруд; забезпечення стоку поверхневих та фільтраційних вод. Більш складні ремонтні роботи виконуються силами підрядних організацій.

Особливу увагу слід приділяти технічному стану дренажної мережі, що влаштована у вигляді

Національний університет
водного господарства
та природокористування

каналів у земляному руслі, оскільки геологічна будова зони аерації територій, де розміщені більшість рисових систем України, значні фільтраційні навантаження при вирощуванні рису з шаром води, сприяють швидкому замуленню і деформації русел, знижуючи таким чином дренуючий ефект.

Рисові системи Україні займають малопродуктивні землі з малопотужним гумусовим горизонтом, із низьким вмістом гумусу і незадовільними водно-фізичними властивостями, схильні до запливання і утворення поверхневої ґрунтової кірки.

Основними показниками, що визначають ЕМС сільськогосподарських земель є:

- рівень та хімічний склад ґрунтових вод;
- тип і ступінь засоленості ґрунтів;
- ступінь дренованості рисового поля;
- екологічний стан агроландшафту.

Найсприятливішим РГВ на більшості рисових систем України у міжвегетаційний період є показник 1,5-1,8 м. Вважається, що при такому рівні ґрунтових вод забезпечується промивний режим ґрунтів і встановлюється сприятливий ЕМС у цілому. При відхиленні цього показника у менший бік знижується врожайність і якість зерна рису.

На ділянках із близьким стоянням РГВ, а, отже, і незадовільними меліоративними умовами, внаслідок перезволоження верхнього горизонту ґрунтів за рахунок підтікання вологи з капілярної кайми, відбувається посилення відновних процесів. Це призводить до накопичення не тільки шкідливих солей, а й закисних форм заліза, сірководню, рухомих форм марганцю, зростання величини *pH* та зменшення вмісту азоту. Ґрунти до моменту сівби рису не встигають добре окислитися, а неокислені сполуки викликають значну розрідженість сходів і зниження врожаїв рису.

Рівень залягання ґрунтових вод, у свою чергу, тісно пов'язаний з поверхнею ґрунту. Накопичення солей у верхніх шарах ґрунту починається ранньою весною і до моменту сівби може перевищувати поріг токсичності. Вміст солей на рівні 0,1-0,2% маси сухого ґрунту вважається сприятливим для рослин рису. Але, тим не менш, необхідно постійно пам'ятати, що процеси засолення-розсолення динамічні і зниження уваги до них може призвести до негативних наслідків. Про це свідчить той факт, що на землях, виведених із рисових сівозмін, активно йдуть процеси засолення як ґрунтів, так і підвищення мінералізації ґрунтових вод. За 4-7 років відбувається відновлення рівня засолення ґрунтів.

У зв'язку з цим, для збереження сприятливого ЕМС земель, на яких розташовані РЗС необхідне обов'язкове виконання таких експлуатаційних і технологічних заходів:

- систематичний контроль за зрошувальною системою і дренажною мережею, своєчасне їхнє очищення та ремонт;
- утримання гідротехнічних споруд у робочому стані;
- якісне та своєчасне вирівнювання посівних площ, економія зрошувальної води, що сприяє мінімізації об'ємів скидів води;
- виконання всіх агротехнічних прийомів, постійне спостереження за ЕМС ґрунтів, підвищення показників родючості;
- застосування хімічних меліорантів (гіпс, фосфогіпс, подрібнений вапняк тощо).

Якщо дотримання перерахованих заходів не дає відповідного ефекту, то для досягнення і підтримання сприятливого ЕМС необхідно передбачати більш кардинальні технічні заходи, зокрема такі, як перехід на систематичний закритий дренаж.

Впровадження в практику рисосіяння принципово нових конструкцій РЗС (за принципом роботи системи В.Й. Маковського) та систематичного дренажу дасть змогу застосовувати енерго- та ресурсозберігаючі технології вирощування рису і супутніх сільськогосподарських культур, забезпечить економію зрошувальної води та сприятливий ЕМС земель, високі врожаї екологічно-безпечного рису.

5.3. Структура рисової сівозміни

Безпосереднім призначенням РЗС, виходячи з їхнього спрямування, є вирощування рису, однак тривале вирощування цієї культури негативно впливає на стан родючості ґрунтів, сприяючи їхній деградації. Тому важливою умовою стабільного виробництва на зрошуваних землях РЗС без порушення їхньої екологічної рівноваги є дотримання науково обґрунтованих рисових сівозмін як необхідної умови забезпечення перебігу сприятливих ґрунтових процесів.

Рисові сівозміни є спеціалізованими і кожний гектар рисового поля повинен забезпечувати отримання максимальної кількості зерна провідної затоплюваної культури рису за рахунок, насамперед, створення необхідного водно-повітряного та сольового режимів на картах-чеках.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Тому, на рівні з необхідними режимно-технологічними умовами, на рисових полях повинні бути введені такі сівозміни і підібрані такі попередники, які б сприяли дотриманню необхідних вимог та забезпеченню проектного рівня продуктивності посівів рису. Ефективність впливу цих культур на наступні врожаї рису залежить від ступеня їхнього розвитку і врожайності.

У зв'язку з цим, питання вибору та обґрунтування структури рисових сівозмін повинно вирішуватися з точки зору впливу попередників на хімічні, фізичні і біологічні фактори підвищення родючості ґрунту.

Визначення раціональної, з точки зору досягнення максимальної ефективності функціонування РЗС, структури сівозміни потребує проведення аналізу ретроспективного та сучасного стану виробництва супутніх культур рисової сівозміни, аналогічно до проведеної оцінки виробництва культури рису.

Дані з виробництва суходільних культур рисової сівозміни на Придунайських РЗС за період 1966-2014 рр. свідчать, що в умовах дельти р. Дунай, існує об'єктивна необхідність збільшення величини їх зрошувальних норм, особливо в контексті наявних та прогнозованих змін погодно-кліматичних умов.

Вирішення такого питання потребує обґрунтування оптимального, залежно від наявних умов та очікуваних результатів виробництва, співвідношення між часткою культури затоплюваного рису та супутніх суходільних культур як необхідного чинника формування сприятливої екологічної обстановки. При цьому, структура рисової сівозміни не може бути універсальною чи єдиною, а повинна розглядатися в кожному конкретному випадку щодо зміни напряму та рівня використання зрошуваних земель, їхнього загального агро-еколого-меліоративного стану. Саме тому, впровадження у виробництво раціональних науково-обґрунтованих рисових сівозмін є необхідною умовою підвищення ефективності функціонування РЗС.

Сьогодні найбільш поширеними в Одеській області є 6, 7, 8-пільні сівозміни з вмістом рису 25-33-50% (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Склад та питома вага окремих сільськогосподарських культур у сучасних рисових сівозмінах

№ поля	Склад сільськогосподарських культури в сівозміні				
	4-пільна	5-пільна	6-пільна	7-пільна	8-пільна
1	рис	рис	рис	рис	рис
2	зернові з підсівом люцерни	зернові з підсівом люцерни	зернові з підсівом люцерни	зернові з підсівом люцерни	зернові з підсівом люцерни
3	люцерна 2-го року	Люцерна 2-го року	люцерна 2-го року	люцерна 2-го року	люцерна 2-го року
4	озима пшениця	озима пшениця	люцерна 3-го року	озима пшениця	люцерна 3-го року
5	-	озима пшениця	рис	рис	озима пшениця
6	-	-	озима пшениця	соя	рис
7	-	-	-	озима пшениця	соя
8	рис – 25%; зернові – 50%; люцерна – 25%	рис – 20%; зернові – 60%; люцерна – 20%	рис – 33%; зернові – 33%; люцерна – 34%	рис – 29%; зернові – 43%; люцерна – 14%; соя – 14%	рис – 25%; зернові – 38%; люцерна – 25%; соя – 12%

До переваг таких сівозмін відносяться:

- зниження матеріальних витрат при вирощуванні культур в сівозміні;
- люцерна, розвиваючи потужну кореневу систему, використовує для водоспоживання ґрунтову воду з опрісненої «подушки» ґрунтових вод, сформованою до цього під рисом, що зменшує затрати води на її зрошення, або повністю виключає необхідність її поливу;
- підпокривний посів люцерни дає змогу отримати врожай покривної культури (ярового ячменю, озимої пшениці) до 25-3,0 т/га;
- новою і досить перспективною культурою в рисових сівозмінах стала соя, яка на рисових системах забезпечує отримання урожайності до 1,5-2,2 т/га.

До недоліків таких сівозмін відносяться:

- насиченість рисових сівозмін основною культурою не перевищує 33%, що недостатньо для ефективної промивки ґрунтів від солей і створюється випітний водно-сольовий режим і відбувається повторне засолення та деградація ґрунтів, що призводить до різкого зниження врожайності;
- низьке насичення сівозмін рисом призводить до зниження загальної продуктивності сівозмін,

Національний університет
водного господарства
та природокористування

а значить ефективність використання дорогих РЗС також знижується, що може в подальшому призвести до значних збитків рисосійних господарств.

Оскільки в останні роки зростає попит на рисову крупу і реалізаційні ціни, то, при наявності удосконаленої дренажної мережі, можна рекомендувати впровадження на зрошуваних землях 6, 7, 8-пільних сівозмін з вмістом рису 50% і вище (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Рекомендоване чергування сільськогосподарських культур у рисових сівозмінах

№ поля	Склад сільськогосподарських культур в сівозміні		
	6-пільна	7-пільна	8-пільна
1	люцерна під покрив зернових	ярі на з/к +літній посів люцерни	люцерна під покрив зернових
2	люцерна	люцерна	люцерна
3	рис	люцерна	рис
4	рис	рис	рис
5	агромеліоративне поле +сидеральна культура	рис	агромеліоративне поле +сидеральна культура
6	рис	агромеліоративне поле +сидеральна культура	рис
7	-	рис	агромеліоративне поле +сидеральна культура
8	-	-	рис
	насичення рисом – 50%	насичення рисом – 42,8%	насичення рисом – 50%

Рекомендоване насичення сівозмін основною культурою – рисом, дає змогу стабілізувати загальне водоспоживання на раціональному рівні, забезпечує підвищення родючості ґрунту за рахунок використання кращих попередників і застосування органічних та сидеральних добрив, а також дає змогу своєчасно звільнити поля від супутніх культур для проведення агротехнічних заходів й підтримання належного фітосанітарного та еколого-меліоративного стану систем.

В агромеліоративному полі вирощують, в першу чергу, культури, які максимально використовують весняні запаси вологи, а тому менше потребують поливів, швидко нарощують зелену масу і пригнічують розвиток бур'янів. До таких культур відносяться ярі та озимі зернові культури, зернобобові, гречка, однорічні трави, бобові та хрестоцвіті культури: буркун, ярий ріпак і гірчиця, які є непоганими попередниками для рису. Також добрими попередниками є соя та горох, які забезпечують ґрунти органічно зв'язаним азотом. Ячмінь ярий є також добрим попередником для рису. Однією з переваг вирощування ячменю ярого в рисових сівозмінах є те, що посіви цієї культури найбільш повно використовують весняні запаси ґрунтової вологи, що дає змогу рослинам швидко нарощувати вегетативну масу і пригнічувати розвиток бур'янів. Необхідно відмітити, що у роки масового пересіву загиблої озимини площі під ярим ячменем значно підвищуються, а в південних регіонах – навіть у багато разів, бо основна маса озимини сіють на півдні.

Вирощування інших культур, які входять до рисової сівозміни, необхідне для підтримання у подальшому родючості ґрунтів рисових полів. Найкращим попередником рису є люцерна дво- та трирічного віку. Як сидеральна культура, вимогам відповідає озиме жито з посівом у дозріваючий рис.

Зернобобові культури та однорічні трави вирощують у зайнятих та сидеральних парах в якості проміжних культур на зелений корм та зелене добриво.

Таким чином, існує необхідність розробки наукових рекомендацій з обґрунтування раціональних структур рисових сівозмін та величин зрошувальних норм як рису, так і суходільних культур, залежно від вихідних умов та поставлених цілей функціонування РЗС, що повинні ґрунтуватися на комплексі прогнозно-оптимізаційних моделей, у тому числі і моделей врожайності культур рисової сівозміни.

5.4. Агротехнічні особливості технології вирощування рису

Розробка технології вирощування рису – складне науково-практичне та виробниче завдання. У загальному випадку така технологія повинна враховувати ґрунтово-кліматичні та ландшафтні особливості регіону, передбачати увесь комплекс прийомів з обробітку ґрунту, підвищення його родючості, раціонального використання органічних і мінеральних добрив, хімічних засобів захисту рослин, забезпечення своєчасності посіву, сприятливого водного, сольового та загального еколого-меліоративного режиму, боротьби з бур'янами, хворобами і шкідниками, максимальної механізації

Національний університет
водного господарства
та природокористування

всіх робіт тощо. Крім того, вона повинна передбачати комплекс природоохоронних заходів для максимального зниження шкідливого впливу рисосіяння на довкілля.

Вимоги до технологій вирощування рису змінилися з початком реформування сільського господарства через високі ціни на промислові товари та енергоносії, з одного боку, та низькі закупівельні ціни на зерно, в тому числі і крупу рису – з іншого.

Останнім часом спостерігається пожвавлення в галузі рисосіяння, зростають інвестиції, поступово оновлюється парк сільськогосподарських машин, з'являються нові сорти рису, вкладаються кошти в ремонт зрошувальних систем. Відродження виробництва вимагає маловитратних і адаптивних способів вирощування рису при мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище. Під впливом змін в економіці була розроблена та запропонована виробництву нова технологія вирощування рису, яка враховує сучасні технологічні, економічні та екологічні вимоги і впродовж останніх років проходить перевірку в ряді господарств, у тому числі і фермерських.

Така технологія по-новому вирішує основні питання щодо системи обробітку ґрунту, внесення добрив і захисту рослин, підбору попередників при одночасному зростанні врожайності і збереженні родючості ґрунту з одночасною мінімізацією шкідливого впливу на довкілля. При цьому вона ґрунтується на застосуванні вітчизняних сортів рису та використанні існуючих типів РЗС в України.

Таким чином, найбільший ефект від застосування технології вирощування рису буде досягатись лише за умови виконання всього комплексу необхідних агро- та меліоративних прийомів у їхньому взаємозв'язку і послідовності.

5.5. Підготовка ґрунту по попередниках

Обробіток ґрунту рисових полів має за мету максимально мобілізувати елементи родючості, звільнити орний горизонт від надлишку вологи, покращити аерацію, знищити проросле насіння бур'янів, їх кореневища та інші вегетативні органи розмножения, створити дрібно-грудкувату структуру і добре вирівняти поверхню поля. При виборі системи основного і передпосівного обробітку ґрунту необхідно врахувати попередники, потужність орного шару та його забур'яненість, ступінь засолення, рівень залягання ґрунтових вод, строки і способи сівби.

Пласт люцерни. Значний розвиток кореневої системи багаторічних трав збагачує ґрунт органічною речовиною, покращує його структуру, збільшує водоміцність структурних агрегатів.

По пласту люцерни найбільш ефективним способом основної підготовки ґрунту під сівбу рису є поверхневий обробіток на глибину 10-12 см, який виконується навесні важкими дисковими боронами БДВ-7, БДН-3 у 2 сліди, орієнтовно наприкінці другої декади квітня. Ці строки дають можливість заробити в ґрунт відростаючу зелену масу і за рахунок цього поповнити запас органічних речовин у ґрунті, що особливо важливо в умовах зрошення. Один гектар люцерни з оптимальною щільністю травостою при весняному поверхневому обробітку забезпечує надходження в орний шар ґрунту 7-8 тон повітряно-сухої маси. Вміст важливих елементів живлення в зеленій масі і корінні люцерни становить: азоту – 200-220, фосфору 50-60, калію – 60 кг/га.

Після дискування проводиться експлуатаційне вирівнювання поверхні чеків довгобазовими планувальниками Д-719 у 2 сліди або лазерними планувальниками. Операція дає змогу вирівняти, подрібнити та ущільнити верхній шар ґрунту, що сприяє дружному проростанню насіння бур'янів, які згодом знищуються передпосівною культивацією. Культивацію проводять за допомогою культиваторів зі стрільчастими лапами, глибина обробки – 5-7см. Безпосередньо перед проведенням культивації слід внести мінеральні добрива. Останньою передпосівною операцією є вирівнювання та ущільнення поверхні чеків у зчепленні в агрегаті з кільчасто-шпоровими котками або движкою.

Оборот пласта багаторічних трав. Обробіток ґрунту починається відразу після збирання рису з оранки на зяб, глибина якої визначається потужністю орного шару і рівнем забур'яненості поля. За умов відсутності болотних бур'янів оптимальна глибина оранки становить 20-22 см, на засмічених ділянках її доцільно зменшувати до 14-16 см, що дає змогу позбавитись від кореневищ та бульб бур'янів внаслідок їхнього вимерзання або підсушування впродовж зимово-весняного періоду. Якісну оранку забезпечує беззагінно-круговий спосіб оранки, який утворює лише однин звальний гребень і не утворює розвальних борозен на поверхні чеків.

У разі необхідності навесні надто ущільнені, забур'янені ґрунти обробляють чизель-культиваторами (ЧКУ-4,0), а за наявності дуже бриластої поверхні – важким дисковим знаряддям БДН-3.0, БДВ-7.0. Подальша підготовка ґрунту включає в себе звичайний комплекс передпосівних операцій – вирівнювання площі чека, внесення мінеральних добрив, культивація, дискування з

Національний університет
водного господарства
та природокористування

прикочуванням. Надто забур'янені ділянки культивують у два сліди в перехресному напрямку культиваторами зі стрільчастими лапами, глибина обробки 5-7 см.

Сидеральні культури (озиме жито тощо) під сівбу рису заробляють у ґрунт важкими дисковими боронами на глибину 10-12 см. Робота виконується у 2 сліди в діагональному напрямку. Посушливою весною, за значного ущільнення ґрунту, зелену масу сидеральних культур краще заорювати плугами на глибину 16-18 см із подальшим дискуванням. Строки обробітку визначаються фазою розвитку сидеральної культури (початок трубкування у жита). При цьому не можна допускати переростання сидеральної культури.

В агромеліоративному полі обробіток ґрунту на зяб після збирання зернових або кормових культур та проведення меліоративних робіт проводять за допомогою сільськогосподарського знаряддя, що зводить до мінімуму порушення мікрорельєфу чеків чизельними плугами, культиваторами-глибокорозрихлювачами, важкими дисковими боронами. Глибина обробітку становить 16-18 см. Особливу увагу необхідно приділити весняному обробітку, який сприяє максимальному очищенню верхнього шару ґрунту (5-7 см) від сходів злакових і затримує розвиток болотних бур'янів. Цим створюються нормальні умови для випередження росту і розвитку рослин рису, які в подальшому перешкоджають виходу болотних бур'янів з-під щільного покриву рису.

На непідготовлених восени полях замість весняної оранки слід провести поверхневий обробіток ґрунту у 2 сліди важкими дисковими боронами, що дає значну економію паливно-мастильних матеріалів і зменшує потребу в техніці. У подальшому послідовність і строки виконання механізованих операцій аналогічні до системи підготовки ґрунту по інших попередниках: експлуатаційне планування, внесення добрив, дискування з прикочуванням.

При застосуванні поверхневого способу сівби рису без заробки насіння в ґрунт, основний обробіток ґрунту доцільно проводити згідно мінімізованої схеми (дискування у 2 сліди); мінімальне порушення мікрорельєфу чеків дає змогу на окремих площах скоротити кількість операцій за рахунок робіт, що виконуються довгобазовими планувальниками. З передпосівного обробітку виключають операцію дискування з прикочуванням. Поверхня ґрунту має бути дрібно-грудкуватою, з розмірами окремих грудок до 3-4 см у діаметрі. При затопленні чеків за рахунок розмочування грудок відбувається часткова заробка насіння у ґрунт на глибину – до 0,1-0,3 см, що дає можливість одержати густі та дружні сходи. Слід мати на увазі, що розрив у часі між затопленням чеків і останнім обробітком ґрунту (передпосівна культивація) не повинен перевищувати 2-х днів. За цієї умови попереджаються непродуктивні втрати азотних добрив.

5.6. Система мінерального живлення посівів рису

Для забезпечення зростаючих потреб населення в продуктах харчування, в тому числі і рисі, необхідно застосовувати заходи, які направлені на підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. Цього можна досягти шляхом вирощування високоурожайних сортів, вдосконалення агротехнічних та агромеліоративних прийомів, раціонального використання земельних та водних ресурсів.

Відомо, що життєдіяльність вищих рослин, зокрема і рису, залежить від наявності в оточуючому середовищі життєво необхідних факторів – світла, вуглекислого газу, тепла, води і елементів живлення. Перші три фактори відносно постійні і майже не підлягають регулюванню. Забезпеченість водою посівів рису за вирощування їх в умовах затопленого ґрунту практично не обмежена. І це в свою чергу вимагає ретельного відношення до ефективного регулювання останнього фактору – забезпеченості рослин рису елементами мінерального живлення. Рис належить до культур із високим потенціалом продуктивності – у сучасних сортів він сягає 9,0-11,0 т/га, залежно від тривалості вегетаційного періоду. Одним із найбільш вагомих факторів, які забезпечують реалізацію потенціалу продуктивності рослин є застосування збалансованої системи живлення на посівах культури. За результатами багаторічних польових досліджень та проведеного статистичного аналізу встановлено, що в загальній сукупності факторів, які впливають на формування продуктивності посівів рису, на систему удобрення припадає близько 25% (рис. 5.1).

За фізіолого-біологічними потребами рослин всі необхідні елементи живлення поділяються на три основних групи – макроелементи (азот, фосфор, калій, кремній), необхідна кількість яких на формування 1 т зерна та відповідної маси побічної продукції знаходиться в межах 10-30 кг; мезоелементи (магній, калій, сірка) – витрати їх на формування врожаю рису становлять 2-3 кг/т та мікроелементи (залізо, марганець, цинк, мідь, бор, молібден, кобальт) – потреба рослин в них складає від кількох сотень грамів до мікрограмів.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

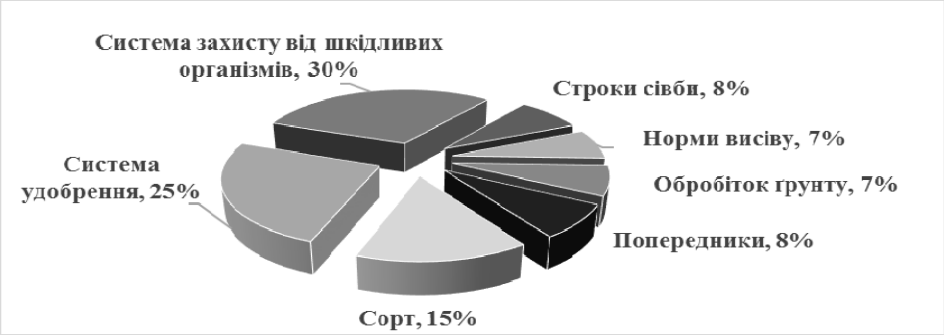


Рис. 5.1. Частка впливу агротехнічних факторів на підвищення врожайності рису (середньобагаторічні дані)

З урожаєм зерна та відповідної кількості побічної продукції рослини рису виносять певну кількість макро- та мікроелементів.

Таблиця 5.3

Витрати елементів живлення на формування 1 т зерна рису та відповідної кількості побічної продукції

N – 16,0-23,0 кг	Fe – 0,4 кг
P_2O_5 – 10,0-12,4 кг	Mn – 154,2 мг
K_2O – 21,5-30,0 кг	Zn – 39,6 мг
Si – 18,2 кг	Cu – 7,8 мг
Mg – 3,3 кг	B – 3,8 мг
Ca – 2,6 кг	Mo – 0,8 мг
S – 2,0 кг	Co – 0,7 мг

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Культура рису дуже чутлива до забезпеченості елементами мінерального живлення переважно на ранніх етапах онтогенезу. Високий вміст елементів живлення в рослинах на початку вегетації свідчить про необхідність створення сприятливих умов живлення в перші дні їхнього росту. Починаючи з IV-VI етапів органогенезу концентрація елементів живлення зменшується і досягає мінімуму в кінці вегетації. Максимальну концентрацію елементів живлення рослини рису накопичують до початку формування і наливу зернівки.

На каштанових залишково солонцюватих ґрунтах рис найбільш чутливий **до азоту.** При нестачі азоту сповільнюється ріст і розвиток рослин рису, не утворюються бокові пагони, зменшуються розміри та кількість репродуктивних органів, що призводить до зниження продуктивності посівів у цілому. У той же час, надлишок азотного живлення призводить до порушення процесів обміну в рослинах, збільшення стерильності пилку при запліднені, в результаті чого збільшується пустозерність, знижується маса зерен. При цьому збільшується питома вага соломи в загальній біомасі рослин, що викликає їхнє вилягання, знижується стійкість до ураження збудником пірикуляріозу, затягується вегетація рису.

У специфічних анаеробних умовах затоплюваного ґрунту слід використовувати ті форми, які містять азот в амонійній і амідній формах: сульфат амонію з вмістом азоту 20,5-21,0%, сечовину (46% азоту), а також вуглеамонійні солі (ВАС), які містять 17% азоту, 50% вуглекислоти і представляють собою суміш карбонату і гідрокарбонату амонію. Саме амонійна форма азоту закріплюється ґрунтовим поглинаючим комплексом та забезпечує рослини рису цим поживним елементом впродовж вегетаційного періоду. Нітратний азот здебільшого вимивається з водою в нижні горизонти ґрунту або відновлюються до вільного азоту в процесі денітрифікації і також втрачається.

У затопленому ґрунті створюються сприятливі умови для мобілізації доступних форм **фосфору**. Рис потребує фосфорного живлення впродовж усієї вегетації, але особливо важливо забезпечити рослини цим елементом живлення у початковий період їхнього росту. Нестача фосфору в цей період гальмує розвиток кореневої системи, що не компенсується посиленим фосфорним живленням у наступні періоди. Дефіцит цього поживного елементу на більш пізніх етапах розвитку викликає затримку росту, пригнічує кущіння, цвітіння, налив та дозрівання.

На ґрунтах з достатніми запасами валового фосфору фосфорні добрива на рисі малоефективні. Проте, останнім часом спостерігається тенденція значного зниження вмісту як валових, так і рухомих форм фосфору в ґрунтах рисових сівозмін, що пов’язано з тривалим від’ємним балансом між внесенням фосфорних мінеральних добрив та виносом елементу з врожаєм рису.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Джерелом поповнення фосфору в ґрунті є такі мінеральні добрива: суперфосфат простий порошкоподібний (19,0-20,0% P_2O_5); простий гранульований (19,5-20,9% P_2O_5); суперфосфат простий амонізований (16% P_2O_5 і 2% N_2O_5); подвійний (40,0-50,0% P_2O_5) та складні добрива – амофос (46-50% P_2O_5 і 11-12% N), сульфоамофос (20% P_2O_5 і 20% N_2O_5), тощо.

Ефективність **калійних добрив** у рисівництві незначна, незважаючи на те, що винос калію з урожаєм є найбільшим, порівняно з іншими елементами живлення. Це пов'язано з тим, що вміст валового калію в каштанових та лугово-каштанових середньо-суглинистих ґрунтах досить високий, а хімічні та фізико-хімічні властивості ґрунтів рисових сівозмін сприяють накопиченню доступних рису форм калію. Потреба в калії зростає на високому фоні азотного живлення. Калій забезпечує міцність клітинним стінкам, сприяє збільшенню площі листка і вмісту хлорофілу в ньому, затримує старіння та покращує ефективність фотосинтезу, сприяє формуванню колосків у волоті, виповненню зернівок. Калій підвищує стійкість рослин до вилягання і до ураження їх хворобами. У разі потреби, здебільшого під насінницькі посіви, під рис використовуються такі калійні добрива, як калійна сіль (30-40% K_2O), хлористий калій (58,1-62,5% K_2O) тощо.

Важливо встановити дозу внесення мінеральних добрив. Найкращим методом для цього є балансово-розрахунковий, який враховує винос елементів живлення із запланованим урожаєм зерна та відповідної кількості побічної продукції, вмісту рухомих елементів живлення в ґрунті і коефіцієнтів використання їх з ґрунту і добрив або враховують біологічні особливості сортів та вплив попередника.

Як приклад, можна навести такий варіант розрахунку дози внесення азотних добрив:

$$Д_N = У_П \cdot Н \cdot К_С \cdot К_{ПОП}\ , \qquad (5.1)$$

де $Д_N$ – доза азоту, кг/га за д.р.; $У_П$ – запланована врожайність зерна рису, ц/га; $Н$ – нормативні витрати азоту на формування 1 ц зерна риса та відповідної кількості соломи; $К_С$; $К_{ПОП}$ – коефіцієнти, які враховують біологічні особливості сорту та вплив попередника.

Тривалі дослідження дають змогу систематизувати та надати середні рекомендовані дози внесення мінеральних добрив залежно від рівня забезпеченості їхніми основними елементами живлення (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

Дози мінеральних добрив залежно від забезпеченості ґрунту азотом, що легко гідролізується (за Тюріним-Кононовою), рухомими формами фосфору й обмінними формами калію (за Мачигіним)

Група ґрунтів	Вміст елементів живлення	N		P_2O_5		K_2O	
		мг на 100 г ґрунту	доза, кг/га д.р.	мг на 100 г ґрунту	доза, кг/га д.р.	мг на 100 г ґрунту	доза, кг/га д.р.
I	Дуже низький	< 3,0	190-220	< 1,0	75-90	< 5,0	50-60
II	Низький	3,1-4,0	170-190	1,1-2,0	60-75	5,1-10,0	40-50
III	Середній	4,1-5,0	150-170	2,1-3,5	45-60	10,1-20,0	30-40
IV	Підвищений	5,1-7,0	100-150	3,6-4,5	30-45	20,1-30,0	20-30
V	Високий	7,1-10,0	80-100	4,6-6,0	15-30	30,1-40,0	10-20
VI	Дуже високий	> 10,0	0-30	> 6,0	0-15	>40,0	0-10

Наведені норми азотних добрив застосовуються під посіви рису за всіма попередникам, окрім пласта багаторічних трав – по цьому попереднику дози внесення азоту скорочують на 30-35% завдяки наявності органічно зв'язаного азоту в рослинних рештках. Нижчі дози вносяться по зайнятому пару з підсівом сидеральних культур, вищі – по обороту пласта і під рис 3-го року.

Для використання наведених рекомендацій потрібно хоча б один раз на п'ять років проводити агрохімічне обстеження ґрунту в чеках, що дозволить зекономити матеріальні ресурси господарства та підвищити рентабельність виробництва.

Фосфорні та калійні добрива вносять одноразово, перед сівбою культури. У разі необхідності, регуляцію поживного режиму посівів рису фосфором і калієм протягом вегетаційного періоду здійснюють методом застосування водних розчинів комплексних добрив з вмістом цих макроелементів для позакореневого підживлення рослин у найбільш чутливі фази їхнього розвитку.

Фізіологічно обґрунтованим методом забезпечення рослин рису азотом є роздрібне внесення азотних мінеральних добрив: 20-25% перед сівбою рису, 45-55% на початку кущіння рослин (3-4 листки), 15-25% на початку трубкування (9-10 листків), 7-10% у фазу молочно-воскової стиглості зерна (12-17 діб після масового цвітіння). Доведено, що за такого роздрібного внесення азотних добрив у відповідності до потреб рослин коефіцієнт використання азоту з них підвищується до 65%.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Застосовані мінеральні добрива перед сівбою рису, особливо азотні, загортаються в ґрунт одразу після їхнього внесення культиваторами різних модифікацій, зубовими боронами, іншим знаряддям. Здебільшого цю операцію поєднують із передпосівною культивацією. Розрив у часі між внесенням азотних добрив і затопленням чеків не повинен перевищувати 2-3 доби, оскільки в сухому ґрунті амоній, який входить до складу сульфату амонію, переходить у нітратну форму і при затопленні чеків вимивається з фільтраційними водами. У незатопленому ґрунті через 20 діб після внесення майже весь амонійний азот сульфату амонію переходить у нітратну форму. Амідний азот, який входить до складу карбаміду, ще менш стійкий і може впродовж 5 діб без заробки у ґрунт і затоплення перетворитися до форми молекулярного азоту та випаруватися у повітря.

На стан забезпеченості посівів азотним живленням впродовж вегетаційного періоду впливає значна сукупність факторів, як біотичного так і абіотичного характеру, що потребує індивідуального підходу до кожного конкретного поля або навіть чеку. Роздрібне внесення азотних добрив в два і навіть три прийоми слід застосовувати як ефективний засіб регулювання продуктивності агрофітоценозів рису, спрямований в конкретний час та на конкретній ділянці поля. При цьому враховують той факт, що як нестача поживного елементу, так і його надлишок призводять до значного зниження врожаїв. У зв'язку з цим вегетаційне підживлення краще застосовувати за листковою або тканинною діагностикою. При вмісті загального азоту в листо-стебельній масі рослин в фазу повного кущіння (7 листків) понад 2,8-2,9% посіви азотного підживлення не потребують.

Проте існуючі методи цієї діагностики тривалі, складні і непрактичні, тому не набули широкого застосування у виробництві. За сучасними технологіями визначення необхідності та розміру дози вегетаційного азотного підживлення здійснюється експрес-методом безпосередньо в польових умовах впродовж кількох хвилин за допомогою приладу *«N-тестер»*. Методику застосування приладу на посівах розповсюджених сортів рису розроблено в Інституті рису НААН.

Вегетаційне азотне підживлення посівів рису проводять переважно карбамідом, оскільки добриво має фізіологічне нейтральну реакцію і не викликає опіків наземної частини рослин, високий вміст діючої речовини підвищує продуктивність праці при проведені операції, фізичні властивості добрива забезпечують рівномірність його розсіву. Проте, в разі необхідності можливе застосування сульфату амонію. Добрива, що містять азот в нітратній формі на посівах рису в жодному разі не застосовують.

Впровадження нових сортів рису у виробництво починається з розробки елементів сортової агротехніки з метою створення оптимальних умов для росту і розвитку рослин рису і реалізації їх генетично обумовленого потенціалу продуктивності. Найбільш значущим важелем впливу на ці процеси є застосування оптимальної системи удобрення відповідно до біологічних особливостей споживання поживних елементів рослинами рису кожного сорту.

За результатами польових досліджень, виконаних в Інституті рису НААН, встановлено оптимальні дози мінеральних добрив для різних сортів рису (табл. 5.5).

Таблиця 5.5

Урожайність зерна рису різних сортів залежно від фону основного удобрення та вегетаційних азотних підживлень, т/га

Сорт рису	Дози добрив в основне внесення	Дози азотних підживлень		
		без підживлення	N_{30}	N_{30+30}
Лазуріт	б/добрив	4,83	5,16	6,79
	$N_{60}P_{30}$	5,55	5,95	7,00
	$N_{120}P_{30}$	6,99	8,23	**8,98**
Корсар	б/добрив	5,13	5,63	7,06
	$N_{60}P_{30}$	5,64	6,6	7,65
	$N_{120}P_{30}$	7,64	9,37	**9,54**
Віконт	б/добрив	6,64	7,03	8,1
	$N_{60}P_{30}$	7,77	8,19	9,39
	$N_{120}P_{30}$	9,24	10,67	**11,42**
Онтаріо	б/добрив	6,00	6,25	7,41
	$N_{60}P_{30}$	6,49	6,99	8,17
	$N_{120}P_{30}$	7,04	7,90	**9,24**
Маршал	б/добрив	5,99	6,61	7,50
	$N_{60}P_{30}$	6,60	7,35	8,57
	$N_{120}P_{30}$	7,39	8,70	**9,77**

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Найвищий рівень врожайності рису всіх сортів було отримано на фоні N_{120} за дворазового підживлення. Найбільш чутливим до високого фону удобрення виявився сорт Віконт (тривалість вегетаційного періоду 125-130 діб). Окупність кожного кілограму діючої речовини добрив зерном у цього сорту була найвищою і становила 54,4 кг. У рису сорту Маршал (підвид *indica*) з подовженим типом зернівки та більш скоростиглих сортів з округлою зернівкою за такого ж рівня удобрення врожай зерна був на 14,4-21,3% нижчим.

Отже, з метою попередження непродуктивних втрат азотних добрив, їхню загальну розрахункову норму рекомендується вносити в два строки: 50-75% в основне допосівне внесення та 25-50% в підживлення у фазу повного кущіння рису та на початку трубкування рослин.

Застосування мінеральних добрив впливає не тільки на рівень продуктивності рослин, але й на формування якісних показників зерна рису – як на технологічні властивості, так і на біохімічний склад та поживну цінність крупи. Внесення високих доз азоту на фоні фосфорно-калійних добрив сприяло підвищенню загального виходу крупи у сортів Консул і Маршал на 0,9-2,7% та підвищенню виходу цілого ядра у всіх сортів на 1,3-13,0%. Найбільший вплив добрив на вихід цілого ядра відмічено у ранньостиглого сорту Лазуріт, який характеризується високим відсотком плівчастості зерна та його тріщинуватістю. Раннє достигання та прискорена втрата вологості зерном рису цього сорту відбувається з середини серпня, в умовах високого температурного режиму та низької вологості повітря. Підвищені дози азоту нейтралізують ці негативні тенденції та сприяють підвищенню виходу цілого зерна і покращенню товарних якостей крупи. У рису сорту Консул на підвищеному фоні удобрення зерно формується більш вагомим та зменшується його плівчастість, що позитивно впливає на технологічні властивості при переробці зерна рису цього сорту на крупу (табл. 5.6).

Таблиця 5.6

Технологічні властивості зерна рису залежно від дози мінерального удобрення

Дози мінеральних добрив	Маса 1000 зерен, г	Плівчастість	Загальний вихід крупи	Вихід цілого ядра	Кількість зерен , %		
		% от загальної маси			зелених	тріщинуватих	склоподібних
Лазуріт							
б/д	26,8	24,3	68,2	71,5	4,0	20,0	92,0
$N_{150+30}P_{60}K_{45}$	26,2	24,2	68,2	84,5	0,0	9,5	96,0
Консул							
б/д	26,9	19,0	72,3	93,6	4,0	9,0	96,0
$N_{150+30}P_{60}K_{45}$	28,2	18,3	75,0	95,1	3,0	6,5	96,0
Маршал							
б/д	27,7	19,2	73,8	90,0	8,0	7,0	92,0
$N_{150+30}P_{60}K_{45}$	27,9	19,4	74,7	91,3	4,0	6,0	94,0

За даними польових досліджень та лабораторних аналізів, виконаних в Інституті рису НААН, встановлено, що фон мінерального удобрення в значній мірі впливає на біохімічний склад зерна рису, зокрема вміст білка в зерні і крупі, який визначає його поживну цінність. Вміст крохмалю при цьому зменшувався (табл. 5.7). В зерні рису сорту Лазуріт відмічався найбільший вміст білка. На високому фоні удобрення вміст цієї речовини в зерні рису усіх сортів підвищувався на 1,36-1,56%, порівняно із неудобреними контролем.

Таблиця 5.7

Вміст білка в зерні рису залежно від доз мінерального удобрення, % в сухій речовині (середнє 2016-2017 рр.)

Дози мінеральних добрив	Сорти рису			Середнє за варіантами удобрення
	Лазуріт	Консул	Маршал	
Без добрив	6,70	5,91	5,48	6,03
N_{90}	6,86	5,85	6,18	6,30
$N_{90}P_{60}K_{45}$	6,78	5,86	5,64	6,09
$N_{150}P_{60}K_{45}$	8,31	6,63	6,59	7,18
$N_{180}P_{60}K_{45}$	8,26	7,25	6,94	7,48
Середнє за сортами	7,38	6,30	6,03	-

Національний університет
водного господарства
та природокористування

При сталій тенденції зростання загального рівня врожайності рису підвищується роль **мікроелементів** в системі удобрення культури. Ґрунти зони зрошення, як правило, недостатньо забезпечені мікроелементами і особливо їхніми рухомими формами. Високий рівень відчуження їх з врожаєм, специфічні процеси відновлювального характеру, які відбуваються в затопленому ґрунті, промивний водний режим зумовлюють дефіцитність цих елементів, що негативно впливає на реалізацію продуктивного потенціалу посівів культури.

На відміну від макроелементів, нестача мікроелементів у ґрунті не призводить до загибелі рослини, але є причиною уповільнення швидкості та узгодженості проходження обмінних процесів, внаслідок чого рослини не реалізують своїх можливостей і формують низький та не завжди якісний урожай. Для забезпечення нормального перебігу процесів життєдіяльності рослин рису їм в незначній кількості, проте регулярно, необхідні такі елементи, як цинк, сірка, магній, кальцій, залізо, марганець, мідь, бор. Більшість мікроелементів входять до складу гормонів та інших фізіологічне активних сполук, беруть участь у процесах синтезу білків, вуглеводів, вітамінів. Під їхнім впливом збільшується вміст хлорофілу в листках, активуються фотосинтетичні реакції та підвищується фотосинтетичний потенціал посівів, підвищується стійкість рослин до дії несприятливих погодних умов та інших стресових факторів.

Магній активізує діяльність ензимів, входить до складу хлорофілу, приймає участь у поглинанні вуглекислого газу й синтезі протеїну; підтримує *pH* клітинного соку та іонний баланс і характеризується високою рухливістю. Нестача елементу спершу виявляється на дорослих рослинах у вигляді блідого забарвлення з ознаками оранжево-жовтого крапчастого хлорозу, а з посиленням голодування уражуються молоді листки і прапорцевий листок; зелений колір виражається лише як смугасті вкраплення. За значного голодування хлороз прогресує до інтенсивного пожовтіння і в подальшому – до некрозу старих листків. Листки видовжуються, збільшується їх кількість, вони втрачають міцність через збільшення кута між піхвою листка і листковою пластиною. Магнієве голодування може виникати при внесенні значної кількості калію на ґрунтах з низьким вмістом магнію.

Марганець приймає активну участь в окислювально-відновлювальних реакціях, у переносі електронів, фотосинтетичній діяльності, а також активізує роботу ензимів: оксидазу, пероксидазу, дегідрогіназу та ін. Елемент сприяє формуванню хлоропластів, синтезу протеїну, відновленню аніонів NO_3^-, приймає участь у циклі трикарбонової кислоти, а також пом'якшує токсичну дію надлишку заліза. На ґрунтах з нестачею марганцю рослини рису часто голодують на фосфор, а в умовах марганцевого голодування і надлишку заліза у рослин виявляються симптоми бронзування.

Мідь приймає участь у синтезі лігніну і входить до складу аскорбінової кислоти та деяких ензимів; впливає на реакції окислення, відіграє ключову роль у деяких гормональних, білкових процесах, фотосинтезі та диханні, утворенні пилку й запиленні. Мідне голодування часто виникає на ґрунтах органічного походження і звичайно уражує молоді рослини, симптоми якого виявляються з появою темно-коричневих некротичних пошкоджень верхівки листка і хлоротичних смуг по обидва боки від центральної прожилки. Нові листки, що утворюються, мають ниткоподібний вигляд і часто набувають блакитно-зеленого кольору. Кущіння рису пригнічується, втрачається життєздатність пилку, що викликає стерильність колосків і утворення значної кількості пустого зерна. Поглинання міді з ґрунтового розчину гальмується цинком і навпаки. Рухливість елементу у тканинах рослин у значній мірі залежить від вмісту азоту в листках рису.

Цинк приймає участь у важливих біохімічних процесах, що відбуваються в рослині рису: синтезі цитохромів і нуклеотидів, обміні речовин, утворенні хлорофілу, активації ензимів, підтриманні цілісності мембран. Звичайно нагромаджується у кореневій системі, але може пересуватися у тканини рослин. Нестача цинку, як правило, виникає на ґрунтах із середньою та лужною реакцією ґрунту, з бікарбонатним типом засолення, а також з низьким природним вмістом цього елементу (< 4,5 кг/га). Симптоми нестачі цинку в рослинах рису називають «лужною хворобою», вони виявляються здебільшого у молодих та середнього віку рослин. Характерним проявом токсичності є хлоротичність центральної прожилки листка і стерильність колосків. Листя втрачає тургор і набуває коричневого забарвлення, на нижніх листках з'являються борошнисті плями і смуги, які згодом зливаються, іноді вздовж прожилки виникає біла смуга. Ріст рису пригнічується, розмір листків зменшується. За значної нестачі цинку в ґрунті спостерігається випадання рослин в посівах, недостатнє кущіння і навіть його повне припинення. Дефіциту цинкового живлення сприяє прохолодна погода в період сходів рису, а також високий вміст бікарбонатів у зрошувальній воді.

Залізо – мікроелемент, що приймає активну участь в процесах світлової фази фотосинтезу рису і виступає важливим акцептором електронів в окислювально-відновних реакціях, а також активатором деяких ензимів (каталази тощо). Дефіцит живлення залізом звичайно виникає в ґрунтах із лужною

Національний університет
водного господарства
та природокористування

реакцією, що містять вільний карбонат кальцію, а також за високого вмісту бікарбонатів у поливній воді (> 4 мекв/л). За значної нестачі елементу надземна частина рослини повністю відмирає.

Сірка – життєво необхідний для рослин рису елемент, входить до складу незамінних амінокислот, що сприяють утворенню хлорофілу і синтезу білка в рослині, а також рослинних гормонів тіаміну і біотину, які відповідають за метаболізм вуглеводів; в присутності сірки проходять окислювально-відновлювальні процеси в рослині. Нестача сірки призводить до зниження вмісту цистеїну та метіоніну у зерні, що впливає на харчові характеристики рису. Симптоми голодування виявляються хлоротичністю молодих листків і некротичністю їхніх верхівок. Рослина в цілому набуває жовтуватого кольору, як за нестачі азоту, але забарвлення листків має блідіший відтінок, вона низькорosла, кущіння пригнічене.

Бор – важливий мікроелемент у живленні рису; в рослині рису виконує першорядну роль у біосинтезі клітинних стінок і забезпечує цілісність мембран, а також приймає участь в обміні та пересуванні цукрів, у процесах дихання, лігніфікації, синтезі нуклеотидів. Нестача бору негативно впливає на життєздатність пилку і висоту рослин рису; листки у фазу сходів скручуються і мають білуваті верхівки, що нагадує симптоми кальцієвого голодування. Значна нестача бору викликає відмирання точки росту. Якщо борне голодування припадає на період викидання волоті, формування волоті припиняється.

Слід враховувати, що надлишок кожного із цих мікроелементів спричиняє токсичну дію та негативно впливає на продуктивність рослин. Необхідність застосування того чи іншого елементу доцільно визначати інструментальними методами.

За результатами останніх обстежень ґрунтів рисових систем здебільшого відмічається негативний баланс основних мікроелементів. При цьому особливо відчутний дефіцит простежується по відношенню до їхніх рухомих форм. Часткове поповнення ґрунтів необхідними мікроелементами відбувається при внесенні основних мінеральних добрив, у складі яких окремі сполуки присутні у вигляді домішок. Деяка кількість мікроелементів у доступних для рослин формах повертається у ґрунт з побічною продукцією рослинництва. Раціональними методами забезпечення посівів рису основними мікроелементами вважаються припосівна обробка насіння їх сумішшю та позакореневе підживлення розчинами сполук по вегетуючим рослинам.

Тривалі польові дослідження, виконані в Інституті рису НААН дозволили встановити ефективність застосування кожного із елементів на посівах рису. Більшу прибавку врожаю зерна культури забезпечувало застосування таких мікроелементів як мідь, цинк, молібден. При застосування борних мікродобрив позитивного ефекту не спостерігалося (табл. 5.8).

Таблиця 5.8

Ефективність застосування окремих мікроелементів у системі живлення рису (середнє за роки досліджень 1974-1978; 2002-2005)

Мікроелемент	Mn	Fe	Co	Cu	Zn	Mo	I	B
Прибавка, %	3,8-5,9	3,4-4,8	3,6-4,8	6,6-8,8	5,6-8,1	6,3-9,2	4,9-7,0	-

На думку багатьох вчених, передпосівна обробка насіння напіввологим способом є найбільш перспективним прийомом використання мікродобрив. Основні її переваги: малі витрати добрив, майже повне виключення забруднення навколишнього середовища, ранній вплив мікроелементу на формування метаболічних систем у рослин, зменшення витрат посівного матеріалу. Процес обробки насіння мікродобривами поєднують з протруєнням насіння, що скорочує витрати на проведення даних агроприйомів.

Одним із найбільш популярних сучасних інновацій в рослинництві є застосування комплексних добрив, що містять мікроелементи в хелатній формі – це сполуки катіонів металів з молекулами органічних кислот з утворенням стійких сполук – хелатів. Мікродобрива поділяють на: монохелатні – комплексонати заліза, цинку, міді, бору; комплексні мікродобрива, що містять композицію мікроелементів або збагачені на окремі мікроелементи; комплексні мікродобрива з додаванням макроелементів або біостимуляторів росту.

Застосовувати такі препарати краще під час вегетації рису, після проведення рослинної діагностики, пам’ятаючи, що надлишкові дози як макро-, так і мікроелементів можуть бути токсичними для рослин рису і спричиняти зниження продуктивності посівів. В першу чергу це стосується мікродобрив з моновмістом мікроелементів, фітотоксичність в разі невиправданого їх застосування може привести до відчутного негативного ефекту.

Значною мірою використання поживних речовин рослинами рису та формування продуктивності залежить від дії факторів навколишнього середовища. Стресові стани рослин у відповідь на дію несприятливого впливу середовища можуть спричинити втрати врожаю до 60-80%.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Стрес у рослин рису викликають біотичні (ураженість шкідливими організмами) та абіотичні фактори (екстремальні температури та посуха, водний стрес, реакція ґрунтового розчину та засолення, хімічний стрес від застосування гербіцидів). Дія стресових факторів приводить до дисбалансу живлення рослин і останній фактор в свою чергу усугубляє стресові стани рослин.

Відомо, що мікроелементи відіграють надзвичайно важливу фізіологічну роль у боротьбі зі стресом шляхом зміни активності ферментів та утворення певних метаболітів, що беруть участь в реакції рослин на стрес. Не вдаючись в специфічні терміни слід зазначити, що кожен механізм запускається дією комплексу елементів. Крім того, достеменно встановлено, що застосування мікроелементів позитивно впливає на рівень засвоєння рослинами рису азоту – на 3-9,5%, фосфору на 5-8% і калію на 5-17% з ґрунту (внесені добрива та ґрунтові запаси). За сукупністю дії, застосування комплексних добрив з певним вмістом макроелементів та спектру мікроелементів в хелатованій формі для позакореневого підживлення посівів на всіх етапах росту і розвитку рослин рису позитивно впливає на реалізацію їхнього продуктивного потенціалу.

Іншим напрямком підвищення стійкості рослин рису до неконтрольованих стресових факторів та покращення умов їхнього живлення і життєдіяльності є застосування біостимуляторів різного походження, також широко представлених на ринку препаратів для застосування в сільськогосподарському виробництві (мікробні препарати, гумінові і фульфокислоти, екстракти морських водоростей, білкові гідролізати та амінокислоти, неорганічні сполуки селену, кремнію, алюмінію, тощо).

В Інституті рису НААН впродовж тривалого часу досить детально вивчалася дія мікродобрив та біостимуляторів росту різного походження на формування рівня продуктивності рослин рису та якості сформованого зерна. Слід враховувати, що не всі наявні продукти подібних препаратів різних виробників проявляли високий позитивний ефект. Як і для всіх інших культур та для певних ґрунтово-кліматичних умов допустиме застосування препаратів, дія яких проявляється в оптимізації системи живлення рослин культури, з певним вмістом та співвідношенням мікроелементів і регулюючих ріст речовин. Узагальнені результати цих досліджень наведено в табл. 5.9.

Таблиця 5.9

Результати випробування комплексних добрив та біостимуляторів росту і розвитку для позакореневого застосування на посівах рису

Група препаратів	Прибавки врожаю зерна рису, %
Фіторегулятори росту	
Грейнактиви («Фіаніс», Україна)	8,9-13,3
Мікробілогичні препарати	
Продукти від БТУ-центру	13,5-15,6
Біогелі від «Текмашу»	8,0-13,8
Препарати на основі гуматів	
Вимпел («Долина», Україна)	12,8-14,0
АХ Гумат («Імперія Агро», Україна)	13,9
Комплексні добрива з моно вмістом (1-2) або комплексу макро- і мікроелементів	
Реакоми (Україна)	11,9-17,9
Продукти компанії «Мінераліс Україна»	9,1-12,2
Продукти Актив Харвест («Імперія Агро», Україна)	11,0-18,2
Продукти компанії «Нутритех Україна»	5,8-11,8
Новалони (Doktor Tarsa, Турція)	5,0-5,9
Кристалони (Yara Україна, Yara International, Норвегія)	9,4-16,1
Продукти компанії «АгріСол» («Valagro», Италія)	4,6-14,8
Вуксали (виробництво Aglukon, Німеччина)	4,8-15,7

Наостанок слід зазначити, що внесення мікродобрив та біостимуляторів доцільно проводити:

- після змикання стеблостою рису;
- не змішувати з гербіцидами, вносити не раніше ніж через 4-5 діб після їхнього застосування;
- можливе внесення одночасно з фунгіцидною обробкою, якщо співпадають строки застосування;
- вносити не пізніше від фази початку викидання волотей, ефективність більш пізніх внесень є сумнівною.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

5.7. Захист посівів рису від шкідливих організмів

Система захисту – це частина самої технології вирощування культури, ефективність якої залежить від чітко спланованих технологічних операцій, спрямованих на забезпечення максимальної продуктивності рослин та їхнього захисту від комплексу шкідливих організмів. Особлива увага має бути приділена якості насіння та сорту, його потенційній продуктивності, рівню стійкості проти основних збудників хвороб, шкідників та конкурентоспроможності до злакових бур'янів та чутливості до пестицидів.

Максимального захисту посівів рису від шкідливих організмів можливо досягнути лише при умові застосуванні агротехнічних прийомів (планування поверхні чеків, регулювання водного режиму, науково обґрунтованої системи добрив, оптимальної щільності посіву і дотриманні термінів сівби) та хімічних засобів захисту, починаючи з протруювання і до обробок посівів гербіцидами, інсектицидами та фунгіцидами.

На підставі обстежень фітосанітарного стану посівів необхідно провести планування системи захисту рослин рису від шкідливих організмів. Замовити ефективні препарати з урахуванням антирезистентних схем їхнього застосування та можливого прояву фітотоксичності. Провести ремонт техніки для виконання необхідних операцій. Скласти календарний план проведення основних операцій із догляду за посівами та захисту рослин. А надалі виконувати всі рекомендовані агротехнічні прийоми та хімічні методи.

Агротехнічні та меліоративні прийоми спрямовані на забезпечення максимальної продуктивності культури та відіграють важливу роль в регулюванні чисельності, пригніченні розвитку бур'янів, шкідників та збудників хвороб.

Система агротехнічних заходів охоплює:

– сівозміни з багаторічними травами, дво- і однорічними парами, які слід займати культурами здатними пригнічувати розвиток і поширення бур'янів, – це ярі й озимі зернові, хрестоцвітні культури (ярий ріпак, гірчиця), однорічні трави;

– насиченням рисом 50%;

– посіви проміжних культур (озиме жито) на сидеральне добриво в паровому полі сівозміни та між двома роками вирощування рису;

– провокаційні поливи в паровому полі після збирання парозаймаючих культур;

– виконання меліоративних заходів, спрямованих на оперативне управління режимом зрошення (вирівнювання поверхні чеків до відміток ±5 см, облаштування відсічного дренажу до глибини 50 см, нарізання тимчасових водовідвідних канавок) для скидання води з чеків після сівби рису; ремонт гідроспоруд, валиків, кутів чеків, очищення та ремонт водопостачальної і дренажної систем;

– збирання рослинних та пожнивних решток в чеках та елементах рисової зрошувальної системи після збирання урожаю чи перед сівбою рису;

– зяблевий обробіток ґрунту відвальними знаряддями залежно від типу забур'янення на глибину 20-25 см;

– на полях засмічених болотними бур'янами, можливе переорювання зябу на глибину 7-10 см не пізніше 5-6 діб до сівби рису;

– проведення обробітку ґрунту культиваторами чи дисками не пізніше, як за 2-3 доби до сівби рису з затопленням;

– дотримання оптимальних норм внесення органічних та мінеральних добрив. Рівномірний розподіл і заробка азотних добрив;

– дотримання обґрунтованих норм висіву насіння з урахуванням біологічних особливостей сортів, досягнення і збереження оптимальної щільності рослин рису в посівах;

– дотримання нормативів глибини заробки;

– дотримання технологічних регламентів з режиму зрошення:

а) початкове первинне затоплення через 1-2 доби після сівби і створення шару води в чеках завглибшки 10-12 см;

б) тривалість початкового затоплення залежить від способу сівби рису та може тривати 7-14 діб, обмежується появою паростків рису висотою 5-7 см;

в) для контролю злакових бур'янів, за умови поверхневого способу сівби рису шар води створюють глибиною 15-20 см та підтримують впродовж 14 діб до появи справжнього листка у рису за температури води не вище 20-23^{o}С;

Національний університет
водного господарства
та природокористування

г) після загибелі сходів бур'янів, зменшення шару води до 7-10 см, щоб 1/3 частина рослин рису була над водою;

д) формування 3-4 листків рису є оптимальним терміном «відриву» їх від поверхні води, що обмежує виживання двокрилих фітофагів;

е) за високої чисельності і для обмеження шкідливості ракоподібних шкідників чеки звільняти від води на 2-3 доби до застосування гербіцидів;

– використання для посіву кондиційного насіння районованих сортів, стійких проти пірикуляріозу;

– маршрутні обстеження посівів у першій декаді липня з метою виявлення осередків захворювання пірикуляріозом;

– збирання рису в чеках із осередками пірикуляріозу у визначені короткі терміни. Використання продукції лише на переробку;

– контроль засміченості червонозерними формами рису.

Позитивні зміни в асортименті пестицидів, тактиці і стратегії їхнього застосування дали змогу звести до мінімуму можливі негативні наслідки на довкілля.

Протруєння насіння підвищує інтенсивність проростання насіння рису, надійно захищає від ґрунтових патогенів на початкових етапах розвитку рослин. У рисівництві, в першу чергу результат, що очікують від протруйника є підвищення польової схожості насіння, адже в умовах затоплення, що створюються при проростанні, схожість рису знижується до 30-40%, що призводить до вимушеного збільшення норми висіву та відповідно затрат. Наступним важливим завданням застосування протруйників є контроль розвитку захворювань в даному випадку пірикуляріозу. Тому враховуючи фітосанітарну ситуацію та прогноз на майбутній рік слід проводити обробку насіння препаратами – Максим 025 FS, Селест Топ 312,5 FS та Вінцит 050 CS, к.с. Застосування вказаних препаратів збільшує польову схожість насіння, а при поєднанні з агротехнічними заходами та подальшим застосуванням фунгіцидів підвищує ефективність системи контролю пірикуляріозу.

На даний час є єдина схема контролю чисельності бур'янів, яка ефективна та економічно вигідна. Досходове застосування гербіциду Команд 48 к.е. та застосування страхових гербіцидів, відповідно до забур'яненості: Агрітокс, РК; Базагран, в.р.; Базагран М, в.р.; Дікопур МЦПА, РК; 2М-4Х 750, РК; Пік 75 WG, ВГ; Сіріус, з.п.; Номіні 400, КС; Цитадель 25 OD, МД; Тайваро, ВГ; Топшот 113 OD, МД., які також контролюють і спеціалізовані види.

Для контролю хвороб слід проводити обприскування фунгіцидами: Тілт 250 ЕС к.е.; Імпакт К, к.с; Амістар Тріо 255 ЕС к.е.; Казумін 2Л, РК; Аканто Плюс 28 к.с.; Натіво 75 WG, ВГ, Ріас 300 ЕС, КЕ.

Інсектицидні обробки слід здійснювати в період отримання сходів за високої чисельності ракоподібних фітофагів, умови поверхневих способів сівби та в період вегетації за умови перевищення ЕПШ інсектицидами – Карате Зеон 050 CS, мк.с., Децис f-Люкс 25 ЕС, КЕ.

Наступним етапом в збереженні врожаю є збирання. Основні втрати при збиранні відбуваються за рахунок недостатнього вимолочування зерна. Десикація – це важливий та корисний захід для збереження врожаю та полегшення процесу збирання. Обробку посівів в період повної стиглості рису слід проводити десикантами Реглон Супер 150 SL в.р.к. та Реглон Ейр 200 SL, РК. У результаті обробки знижується вологість зерна, покращується якість насіння та збільшується урожайність за рахунок повного вимолочування.

Головною умовою досягнення найкращих результатів від застосування пестицидів є своєчасне раннє діагностування, а також використання оригінальних продуктів.

5.8. Технології водорегулювання на РЗС

Основним способом поливу провідної культури рису є поверхневий полив затопленням. Сутність даного способу полягає у створенні шару води на поверхні рисового поля або карти-чека, як необхідної умови підтримання промивного водного режиму зрошуваних засолених ґрунтів. Поливна вода подається з магістрального каналу через водовипуски, які у свою чергу заповнюють площу чеку чи поливної карти. Товщина шару затоплення залежить від фази розвитку вирощуваної культури, і в середньому для культури рису становить 18-25 см. Зрошувальна норма при цьому становить 20-25 тис. $м^3$/га і включає в себе витрати на водонасичення ґрунту, випаровування і транспірацію, частина невідпрацьованої води скидається в дренажні канали.

Недоліками такого способу є великі об'єми водоподачі та водовідведення, значне навантаження на зрошувальну та ДСМ, необхідність ретельного планування поверхні чеків чи поливних карт

Національний університет
водного господарства
та природокористування
(різниця відміток не більше +2,5 см), неминучий непродуктивний скид не поглинутої води та інше.

Для супутніх культур рисової сівозміни традиційними технологіями водорегулювання є дощування, поверхневий полив та внутрішньогрунтове зволоження.

Зрошення дощуванням – це розпилення зрошувальної води під дією штучно створеного напору на дрібні краплини, які у вигляді дощу падають на рослини і ґрунт, зволожуючи їх і приґрунтовий шар повітря. Для РЗС України, більшість яких становлять поливні ККТ і КЧД, можна застосовувати дощувальні агрегати типу ДДА-100МА, ДДН-70 та ДДН-100, а також мобільні дощувальні установки вітчизняного і закордонного виробництва. Полив цими дощувальними установками добре узгоджується з поливними картами будь-якого типу при їхній ширині 100-120 м. Полив дощуванням здійснюється зазвичай в світлий час доби, тривалістю 3-5 доби поливної нормою 400-600 $м^3$/га, відповідно до режиму зрошення вирощуваних культур (з урахуванням їх вимог по фазах розвитку і зміни погодно-кліматичних умов упродовж періоду вегетації), зрошувальної нормою 2500-3000 $м^3$/га.

Недоліками такого способу поливу є значне випаровування зрошувальної води, висока вартість дощувальних машин, неглибоке промочування ґрунту, необхідність влаштування тимчасової зрошувальної мережі, що обумовлює додаткові матеріальні витрати, тобто даний спосіб є порівняно енерго- і ресурсозатратним.

Внутрішньогрунтове зволоження на РЗС є аналогом попереджувального шлюзування, що застосовується у зоні осушення. Можливість його застосування на РЗС забезпечується високим рівнем стоянням ґрунтових вод, що створює умови для водонасичення кореневмісного шару ґрунту за рахунок капілярного живлення. Внутрішньогрунтове зволоження при підпертому РГВ полягає в акумуляції частини ДСВ, що скидаються з рисових карт-чеків у відкриту ДСМ.

Для успішного поливу супутніх рису культур поверхневим поливом загальні рекомендації включають в себе: поверхня чека або карти-чека повинна бути ретельно спланована; для швидкого і рівномірного затоплення площі чека доцільно нарізати чекові канавки; щоб культури не страждали від тривалого затоплення, чек треба полити за короткий проміжок часу 6-12 год залежно від культури і фази її розвитку; для виконання цього полив затопленням за чеками вимагає зосереджених витрат води щодо водопроникності ґрунтів, розмірів чека та інших умов (у багатьох районах рисосіяння питома витрата 4-60 л/с забезпечує полив чеків площею 3,5-4,0 га при нормі 900-1200 $м^3$/га за 67 год і є доцільним на важких за гранулометричним складом засолених землях); ефективність поливу затопленням на слабопроникних засолених ґрунтах збільшується на фоні їх кротування або щілювання.

Недоліками такого способу є істотні витрати води, значне навантаження на зрошувальну мережу, необхідність ретельного планування поверхні чеків або поливних карт (різниця відміток не більше +2,5 см), неминучість непродуктивних скидів невикористаної води, можливе вимокання вирощуваних супутніх культур в окремих мікропониженнях або так званих «блюдцях».

5.9. Режим зрошення рису та супутніх культур

На територіях зі складними гідрогеологічними умовами, де розміщені більшість рисових систем України, режим зрошення рису без створення шару поливної води на поверхні рисових полів є неприйнятним, оскільки він не забезпечує необхідні умови вирощування рису, а також промивний режим засолених ґрунтів.

Потужність шару води на рисових полях є одним із важливих факторів, від якого залежить продуктивність культури рису. Вода задовольняє фізіологічні потреби рису, впливає на формування його вегетативних та репродуктивних органів, покращує умови живлення, регулює мікроклімат рисового поля, створюючи сприятливі умови для проходження фаз росту та розвитку від сівби насіння до збирання врожаю, сприяє підвищенню ефективності контролювання розвитку шкідливих організмів.

Рисове поле затоплюється відразу після сівби рису. Розрив у часі між внесенням азотних добрив, сівбою та затопленням не повинен перевищувати 3-4 доби. Кожен чек рисової карти повинен заповнюватися водою не довше 1 доби, а карта в цілому – 3-4 доби.

Глибина початкового затоплення має забезпечити змочування всієї поверхні чеків, на вирівняних чеках її величина не повинна перевищувати 8-10 см. Контроль за глибиною води здійснюється водомірними рейками, які встановлюють на відстані близько 10 м від водовипускної споруди. Нуль рейки повинен фіксувати потужність шару води, коли затоплено біля 50% площі чека.

Поступово шар води прогрівається, що створює необхідні умови для початку росту, за 6-10 діб вода усотується і випаровується.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Насіння наклювується, колеоптиль досягає розміру 6-8 мм. Вільний доступ кисню до проростаючого насіння підсилює темпи росту кореневої системи та колеоптилю. У цей період необхідно зосередити увагу на відведення води з понижень через водовідні борозни та спеціальні прокопи. При можливості використовується каскадність розташування чеків.

Чеки залишаються без води до появи сходів, рядки яких проглядаються до краю чека. При отриманні сходів ґрунт повинен утримуватись у зволоженому стані, недопустиме його пересушування і утворення кірки, що приводить до розрідження сходів, ослаблення молодих рослин та непродуктивних втрат азоту.

Іноді одного поливу буває недостатньо для отримання сходів. У таких випадках проводять додатковий зволожувальний полив.

При застосуванні поверхневих способів сівби шар води, утворений при початковому затопленні, підтримують довше, до утворення рослинами рису першого справжнього листка. Саме на цей момент планують звільнення чеків від води. Відсутність води в чеках для формування сходів при цьому способі сівби не повинна перевищувати 1-2 доби. Після отримання сходів чеки поступово наповнюють водою, з таким розрахунком, щоб 1/3 частина рослин рису була над поверхнею води. У фазу кущіння шар води необхідно утримувати в межах 8-10 см. Збільшення глибини затоплення в цю фазу пригнічує утворення бокових пагонів рослини рису.

У фазу повних сходів рису-кущіння, застосовують хімічні засоби контролювання розвитку шкідників та бур'янів згідно відповідних регламентів їхнього застосування. Після цього проводять підживлення посівів азотними добривами.

Після закінчення кущіння глибину води поступово збільшують до 10-12 см і утримують на цьому рівні до початку воскової стиглості. Перебої з подачею води протягом вегетаційного періоду ведуть до зниження продуктивності посівів, зменшення глибини затоплення може спровокувати проростання вологолюбних бур'янів. Підвищення ж глибини шару води до 20 см і вище приводить до витягування рослин та зниження їхньої стійкості до вилягання, що негативно впливає на рівень та якість урожаю.

На розвиток рису також суттєво впливають температура і вологість повітря, температура і концентрація різних солей, газів та інших розчинних сполук у поверхневому шарі води і в ґрунті, інтенсивність сонячної радіації, умови освітлення, глибина затоплення чеків, приток дрібних фракцій ґрунту зі зрошувальною водою. Всі перераховані фактори визначають хід і розвиток таких процесів як фотосинтез, дихання й іонний обмін рослин, зокрема розвиток водного азотобактера, який відіграє важливу роль у живленні рису азотом, стан мікрофлори чека, утворення плівки сіркобактеру, яка сприяє вилученню сірководню з ґрунту. Від температури середовища, концентрації солей, *pH* ґрунтової витяжки і води на рисовому полі тощо, залежать інтенсивність та напрямок хімічних реакцій, вміст кисню, окисно-відновних процесів, і, окремо, швидкості утворення таких токсичних сполук як сірководень, метан і низькі жирні кислоти.

Водний режим дає змогу регулювати деякі елементи середовища знаходження рису, приводячи їх до оптимальних значень для означених вище процесів через регулювання температурного і сольового режиму води на рисових полях шляхом створення проточності або повної заміни її шару.

Сьогодні практично відсутні кількісні характеристики щодо оцінки впливу температури і мінералізації води на рисових полях на різні мікробіологічні і біохімічні процеси в рослинах і в ґрунті, до того ж самі ці процеси до кінця не вивчені. Тому приводимо лише узагальнені граничні і оптимальні температури води на рисових полях для різних фаз вегетації рису (табл. 5.10), достовірність яких деякою мірою підтверджена результатами досліджень, проведених у різні роки на РЗС України.

Таблиця 5.10

Оптимальні та допустимі показники температури води на полі за фазами вегетації рису

Фази вегетації рису	Температура води на рисовому полі, °С				
	Мінімальна	Максимальна	Загальна межа		
			від	до	оптимальна
Проростання	15	37	15	35	25
Сходи	15	35	20	28	25
Кущіння	17	32	20	27	23
Вихід в трубку-вимітання волоті	20	32	20	27	23
Молочна-молочно-воскова стиглість	15	27	15	20	18

Примітка. Абсолютна нижня межа 15° С, абсолютна вища – 39° С.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

На сильнозасолених слабодренованих ґрунтах швидкого опріснення верхнього шару ґрунту не відбувається, а в результаті дифузії швидко зростає мінералізація зрошувальної води в чеках. У цих умовах проточність мала б виконувати функцію опріснювача, але, як встановлено дослідженнями, з проточною водою виноситься тільки до 5% солей, що знаходяться у верхньому шарі ґрунту, решта 95% солей виноситься фільтраційними потоками. Тому замість постійної проточності рекомендується проводити періодичну заміну води в чеку при досягненні її мінералізації до 2 г/л. Поверхневі скиди при менших затратах води забезпечують повний водообмін, чого не досягають при проточності.

Розрахункові значення елементів режиму зрошення та водного балансу затоплюваного рису для сучасних погодно-кліматичних умов на прикладі Придунайських РЗС представлені в табл. 5.11.

Таблиця 5.11

Розрахункові значення елементів режиму зрошення та водного балансу затоплюваного рису для умов Придунайських РЗС

Типові групи років за умовами тепло- й вологозабезпеченості	р = 1, дуже волога	р = 2, волога	р = 3, середня	р = 4, суха	р = 5, дуже суха
Тривалість вегетаційного періоду, діб	145	140	135	133	128
Сумарне водоспоживання, $м^3$/га	8000	8500	9500	10000	11500
Зрошувальна норма, $м^3$/га	20100	20700	21600	22200	23600
Загальні фільтраційні втрати із зрошувальної мережі, $м^3$/га	3500	3600	3800	4000	4200

Стосовно режиму зрошення супутніх рису культур рисової сівозміни, то для більшості рисових систем, розміщених на територіях зі складними гідрогеологічними умовами, характерна відносно неглибока картова дренажно-скидна мережа (як правило глибиною до 2 м) і ґрунтові води впродовж вегетаційного періоду залягають на глибині не більше 1,5-2,5 м, завдяки чому коренева система рослин може використовувати ґрунтову воду на протязі всього вегетаційного періоду.

У зв'язку з цим, у більшості господарств взагалі не проводять поливи супутніх рису культур за умови відсутності значної посухи. Це можливо тільки за умови вирощування рису в сівозмінах, коли верхні горизонти ґрунтових вод мають незначну мінералізацію. При виведенні рису з сівозмін мінералізація ґрунтових вод зросте і супутні культури необхідно буде поливати: по-перше, для створення промивного режиму ґрунтів, щоб не допустити їхнього повторного засолення; по-друге, влітку РГВ буде знижуватись до глибини 2,5-3,0 м і при такому їхньому режимі вже потрібно проводити поливи супутніх культур.

Режим зрошення супутніх культур (строки та норми їх поливу) визначається загальноприйнятими методами з урахуванням регіональних особливостей розташування та побудови РЗС.

Техніка поливу супутніх культур рисової сівозміни має обов'язково враховувати характерні конструктивні особливості сучасних інженерних рисових систем із великими чеками та картами-чеками, спланованими під горизонтальну площину, умови подачі та відведення води на них.

У рисових сівозмінах є можливість проводити вологозарядкові та вегетаційні поливи супутніх культур, які витримують короткочасне затоплення (пшениця озима, соя, просо, сорго). Упродовж періоду вегетації пшениці озимої необхідно проводити один полив напуском води у чеки. Полив проводиться у фазу наливу зерна нормою 1000-1500 $м^3$/га. Через 12 годин після затоплення зайву воду необхідно відводити до скиду з метою запобігання вимоканню рослин пшениці. Вологозарядковий полив проводити немає сенсу адже після збирання рису у ґрунті залишається достатньо вологи для отримання сходів.

Під сою необхідно проводити вологозарядковий полив нормою 1000 $м^3$/га. За період вегетації рослин сої необхідно проводити два поливи напуском нормою 1000 $м^3$/га у фази гілкування та наливу зерна. Необхідно слідкувати за своєчасним відведенням зайвої води з понижень у чеках, адже соя витримує лише три дні затоплення, потім рослини починають гинути.

Для проса достатнім є проведення двох поливів. Вологозарядковий полив проводиться нормою 1000 $м^3$/га. Також необхідно провести полив у період цвітіння-наливу зерна нормою 900 $м^3$/га.

Культури, які не витримують затоплення, такі як ячмінь ярий та горох за необхідності можливо проведення поливів дощуванням шланго-барабанними дощувальними машинами використовуючи воду із скидних каналів, попередньо перевіривши вміст солей у воді. Ячмінь ярий рекомендовано поливати у фазі кущіння нормою 300-400 $м^3$/га та у фазі трубкування нормою 300-400 $м^3$/га. Горох рекомендовано поливати у фазі бутонізації нормою 300-400 $м^3$/га та у фазі наливу зерна нормою 300-400 $м^3$/га.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Розрахункові значення елементів режиму зрошення та водного балансу супутніх культур рисової сівозміни для сучасних погодно-кліматичних умов на прикладі Придунайських РЗС представлені в табл. 5.12.

Таблиця 5.12

Проектні значення елементів режиму зрошення та водного балансу супутніх культур рисової сівозміни для умов Придунайських РЗС

Типові групи років за умовами тепло- й вологозабезпеченості		р = 1, дуже волога	р = 2, волога	р = 3, середня	р = 4, суха	р = 5, дуже суха
1. Люцерна						
Тривалість вегетаційного періоду, діб		132	122	112	112	101
Сумарне випаровування, м^3/га		2800	3600	5000	7000	8000
Зрошувальна норма, м^3/га	ЗД	-	500	2100	3900	6000
	ЗВ	-	500	1200	3500	4800
2. Озимі зернові						
Тривалість вегетаційного періоду, діб		91	91	81	81	71
Сумарне випаровування, м^3/га		1500	1700	2000	2500	3000
Зрошувальна норма, м^3/га	ЗД	-	400	700	1400	2100
	ЗВ	-	-	-	800	1000
3. Овочеві культури						
Тривалість вегетаційного періоду, діб		123	123	112	112	102
Сумарне випаровування, м^3/га		2500	3000	3700	5000	6000
Зрошувальна норма, м^3/га	ЗД	400	900	1600	3200	5000
	ЗВ	-	-	700	2500	3500

Примітка. ЗД – зрошення дощуванням; ЗВ – внутрішньогрунтове зволоження при підпертому РГВ.

Значення показників та параметри режимів зрошення культур рисової сівозміни у подальшому уточняються відповідно до рівня погодно-кліматичних умов (ретроспективні, сучасні, прогнозні з урахуванням змін клімату) та технологій зрошення, які застосовуються.

5.10. Особливості вирощування інших культур круп'яної групи на РЗС

До стратегічних культур, виробництво яких в значній мірі забезпечує продовольчу безпеку країни, окрім рису, належать і інші культури круп'яної групи, зокрема просо і гречка, сориз та ін. При цьому, слід зазначити, що потенціал такої, порівняно нової культури, як сориз досі не використовується в повній мірі.

Культура круп'яної групи, яка повинна зайняти достойне місце в системі сівозмін на Півдні України, зокрема на рисових системах – це сорго зернове, зокрема його різновидність – сорго рисовидне або сориз (*Sorhum oryzoidum*).

Сорго зернове має ряд позитивних біологічних властивостей, які сприяють отриманню стабільної продуктивності в жорстких ґрунтово-кліматичних умовах. За даними державних сортовипробувальних станцій АР Крим, Херсонської та Одеської областей, урожайність сорго зернового перевищувала урожайність кукурудзи на 19-58% на богарі та на 14-15% на зрошенні. За посухо-, жаро- та солестійкістю сорго зернове займає перше місце серед сільськогосподарських культур у світі. Сорго зернове дуже економно та високопродуктивно витрачає вологу на формування одиниці сухої маси, має дуже розвинену кореневу систему, яка проникає на глибину до 2-2,5 м, та здатність відбивати надмірну сонячну радіацію (Н.А. Шепель, 1994).

Сорго – одна з найдавніших культур світового землеробства, що використовується людством для зміцнення і розширення кормової бази в тваринництві, є хлібною і технічною культурою, а останнім часом отримано форми круп'яного призначення, які у літературних джерелах позиціонуються як нова сільськогосподарська культура – сориз.

Незважаючи на генетичну природу нової культури, слід зазначити, що крупа соризу має високу харчову цінність, забезпечує людину майже всіма необхідними речовинами: білками, амінокислотами, в т.ч. незамінними, жирами і жирними кислотами, вуглеводами, вітамінами, мінеральними солями, мікроелементами і може стати важливим джерелом харчування. Продукція

Національний університет
водного господарства
та природокористування

цієї культури займає певну нішу у дитячому, лікувально-профілактичному і дієтичному харчуванні. Використання зерна соризу досить універсальне – воно є сировиною для ряду галузей переробної промисловості (виготовлення крохмалю, спирту, тощо).

В агрономічному відношенні сориз, як різновидність сорго, характеризується рядом позитивних біологічних особливостей, які сприяють формуванню стабільної продуктивності досить високого рівня в жорстких ґрунтово-кліматичних умовах. Ці якості обумовлюють цінність соризу, як культури майбутнього, яка зможе забезпечити виробництво крупи для харчування населення в умовах глобального потепління. Незважаючи на високу посухостійкість соризу, застосування зрошення при його вирощуванні дозволяє більш повно реалізувати біологічний потенціал продуктивності.

За окремими агротехнічними прийомами технологія вирощування соризу на рисових зрошувальних системах дещо відрізняється від таких, що розроблені для незрошуваних та поливних умов при сівбі культури в звичайних польових сівозмінах. Сівба в рисових чеках, площею 3-6 га, обмежених нагорнутими валиками виключає застосування широкорядного способу сівби та наступних міжрядних культивацій, в той же час за таких умов можливе застосування зрошення культури короткочасним напуском води із використанням водоподаючих і водовідвідних елементів зрошувальної системи. Специфічний фітосанітарний стан систем вимагає застосування певної системи захисту від шкідливих організмів, а агрохімічний стан рисових ґрунтів та їхні фізико-хімічні властивості – системи удобрення.

За рекомендаціями щодо регіонального розміщення круп'яних культур, визначено, що посіви проса і соризу забезпечують найвищу продуктивність і якість сировини для виготовлення круп – в зоні Степу.

Виробництво круп'яних культур в південній частині Степу України – зоні ризикованого землеробства, знаходиться значно нижче рівня, який задовольняє потреби населення регіону. Причина тому – тривалі бездощові періоди під час вегетації, сильні засухи, які повторюються практично через кожні 2-3 роки.

Суттєвим резервом збільшення виробництва зерна проса і гречки є широке впровадження літніх посівів цих культур в зоні Південного Степу України на зрошенні. Сумарна теплозабезпеченість активними температурами періоду з початку липня до кінця вересня в цій зоні перевищує 2000^0С, що дозволяє отримати цілком повноцінний врожай зерна гречки і проса. Вирощування цих культур в рисових сівозмінах дозволяє більш повно використовувати агрокліматичний потенціал зони, застосування зрошення гарантує отримання стабільних врожаїв, що в цілому позитивно впливає на підвищення ефективності використання земель рисових зрошувальних систем та сприяє збільшенню обсягів виробництва зерна для крупопереробної промисловості країни.

У цьому плані безперечно цікава відносна нова культура круп'яної групи, як сориз, близький родич всім відомого рису і зернового сорго, яка поєднала в собі переваги обох культур. Але тривалість періоду вегетації цієї посухостійкої і жаростійкої за своїми біологічними характеристиками культури вимагає місця в сівозміні для основного посіву.

Найбільш придатне місце вирощування круп'яних культур в рисових сівозмінах наведено в наступних схемах чергування.

I	II
1. Ячмінь ярий з підсівом люцерни	1. Соя
2. Люцерна	1. *а. Сориз*
3. Рис	2. Ранні зернові + сидерат
4. Рис	3. Рис
5. Ранні зернові + сидерат	4. Рис
5. *а. Ранні зернові + післяжнивні культури*	5. Ранні зернові
6. Рис	5 *а. Ранні зернові + післяжнивні культури*
7. Соя	6. Рис
7. *а. Сориз*	
8. Рис	

Насиченість круп'яними культурами

50,0% (рис) – 66,7% (загальна) 50,0% (рис) – 83,3% (загальна)

Проведена порівняльна оцінка різних попередників риса, які висіваються післяжнивно (сидеральна культура, гречка, просо) в агромеліоративному полі після збирання ранніх колосових зернових показала, що гречка і просо забезпечують не тільки отримання додаткового врожаю зерна, тим самим підвищуючи ефективність використання зрошуваної сівозмінної площі, але й сприяють

Національний університет
водного господарства
та природокористування

отриманню досить високого рівня врожаю основної культури спеціалізованої сівозміни – рису. Введення післяжнивних культур до складу рисової сівозміни і надходження їх післяжнивних решток у ґрунт у якості органічної речовини сприяло підвищенню врожайності основної культури сівозміни – рису на 0,97-1,22 т/га, порівняно із напівпаровим попередником.

Терміни збирання ранніх зернових культур при вирощуванні їх на рисових зрошувальних системах дозволяють зробити вологозарядковий полив напуском води в чеки і провести сівбу післяжнивних круп'яних культур в оптимальні або допустимі строки. Розташування посівів між двома полями затоплюваного рису сприяє покращенню їхньої вологозабезпеченості за рахунок підняття підґрунтових вод по профілю ґрунту та покращенню мікроклімату повітря, зокрема підвищення його вологості в приземному шарі повітря за рахунок випаровування води з поверхні затоплених чеків.

Із ранніх зернових, після збирання яких висівають гречку або просо, на рисових зрошувальних системах економічно доцільно вирощувати, перш за все, пшеницю озиму, яка висівається після збирання рису і ефективно використовує запаси вологи. Якщо строки збирання рису не дозволяють в допустимі терміни висіяти пшеницю озиму, навесні це поле засівають ячменем ярим. Скидан В.О. та ін. (2013) рекомендують висівати горох на зерно. Можливими попередниками для післяжнивних культур можуть бути також ріпаки озимий або ярий.

Другий варіант схеми чергування культур у рисовій сівозміні поширився у виробництві з появою сільськогосподарських підприємств різних форм власності, які спеціалізуються на виробництві зернової продукції. За відсутності тваринництва відпала необхідність вирощування багаторічних трав для створення кормової бази. Але рекомендована схема сівозмін з насиченням рисом на рівні 50% в певній мірі сприяє виконанню функцій підтримання родючості ґрунтів та покращення агромеліоративного і фітосанітарного стану рисових систем. Введення поля післяжнивної культури і в цьому випадку має вище зазначені позитивні моменти.

Сориз, як встановлено в результаті польових досліджень, має дещо нижчий економічний потенціал, порівняно із соєю. Але, біологічний рівень пристосованості його до посушливих умов дозволяє вирощувати без застосування вегетативних поливів, що сприяє зниженню витрат води на рисовій зрошувальній системі та сприяє деякому покращенню її агромеліоративного стану. Продуктивність рису при цьому підвищується на 4-5%, що позитивно впливає на економічні показники в цілому по сівозміні.

При оцінці економічних показників вирощування культур круп'яної групи встановлено, що введення до складу спеціалізованої рисової сівозміни посівів соризу замість сої і післяжнивних посівів гречки або проса після збирання пшениці озимої дозволило збільшити отриманий умовний чистий прибуток з одиниці площі на 13,9 і 5,7% відповідно та підвищити умовний рівень рентабельності виробництва продукції рослинництва на рисовій зрошувальній системі на 13,2 і 3,0%. Загальний збір зерна з 1 га сівозмінної площі підвищився на 14,8%. Підвищення виходу зерна з одиниці сівозмінної площі лише за рахунок впровадження післяжнивних посівів гречки або проса дає можливість рисосійному господарству з площею рисових систем 800 га додатково отримати близько 200-250 т зерна круп'яних культур.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

6. АГРОЕКОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР В РИСОВИХ СІВОЗМІНАХ

6.1. Технологічні аспекти вирощування сільськогосподарських культур у рисових сівозмінах

В останні роки землеробство повернулось до екстенсивного типу: різко скоротилося застосування органічних і мінеральних добрив, засобів захисту рослин, порушились системи сівозмін. Агрофізичні, фізико-хімічні та агрохімічні показники, які характеризують родючість ґрунтів погіршились. У результаті всі ці негативні фактори призвели до загострення проблеми раціонального природокористування та зниження продуктивності землеробства. Багато дослідників вважають, що до деградації ґрунтів та їхнього виснаження призвело і надалі призводить, перш за все, зменшення застосування органічних і мінеральних добрив, що збіглося з припиненням дії всіх програм зі збереження родючості ґрунтів, а скорочення поголів'я худоби спричинило різке зменшення заготівлі і внесення до ґрунту гною.

Дослідження науково обґрунтованого застосування різних елементів технології вирощування сільськогосподарських культур є однією з найважливіших агроекологічних проблем, пов'язаних із обов'язковим одержанням господарсько-технологічного та економічного ефекту.

Під впливом зрошення в ґрунті проходять значні зміни. При низькій культурі землеробства, нераціональних режимах зрошення, відсутності сівозмін та меліоративних заходів (дренаж, промивання, тощо), невисоких дозах добрив поливи призводять до погіршення властивостей ґрунту і часто до повної втрати родючості. Лише при наявності сучасних інженерних зрошувальних систем, призначення правильних режимів та способів поливу, науково обґрунтованих сівозмін, систем обробітку і удобрення ґрунту, меліоративних заходів можливе підвищення родючості зрошуваних земель.

Попередники в рисових сівозмінах, відіграють важливу роль у підвищенні урожайності рису, економії мінеральних добрив, у зниженні собівартості продукції.

Вирощування проміжних культур у рисових сівозмінах у літньо-осінній та ранньо-весняний періоди має важливе значення для інтенсифікації рисівництва. Введення проміжних культур дає можливість підвищити ступінь насичення сівозмін рисом без зниження його урожайності і більш інтенсивно використовувати іригаційний фонд, але високі врожаї проміжних культур можливо отримувати лише при дотриманні агротехнічних прийомів їхнього вирощування та в сприятливих меліоративних умовах. В іншому випадку ці культури дають невисокі врожаї.

Розробка технології вирощування рису – складна наукова й виробнича проблема. У принципі, вона повинна враховувати ґрунтово-кліматичні особливості зони вирощування, мати комплекс прийомів по обробітку ґрунту, підвищенню його родючості, раціональному використанню органічних і мінеральних добрив, своєчасній сівбі, оптимальному водному режиму, боротьбі з бур'янами, хворобами й шкідниками, максимальній механізації всіх робіт. Крім цього, вона повинна передбачати природоохоронні заходи з метою максимального зниження шкідливого впливу рисосіяння на середовище.

Існуючі в наш час технології вирощування рису насичені зайвою кількістю механізованих робіт. Але не всі, навіть ефективні технологічні прийоми, які спрямовані на підвищення врожаю культури, одночасно сприятливо впливають на ґрунтову родючість, меліоративний стан і екологічне середовище. Тому в сучасних економічних і соціальних умовах у виробництві знайдуть застосування лише ті технології, у яких є мінімальний набір технологічних операцій, і які будуть мати найменший негативний вплив на довкілля і ґрунтову родючість та забезпечуватимуть підвищення урожайності культур.

На енергетичну ефективність вирощування істотно впливають системи обробітку ґрунту, удобрення, режиму зрошення тощо, а також метеорологічні умови періоду вегетації. При несприятливих умовах підвищені дози мінеральних добрив не в повній мірі сприяють росту врожаю, проте це різко збільшує енергетичні витрати на отримання однієї тони продукції і знижує їхню окупність приростом врожаю. Тому на даному етапі розвитку сільського господарства запорукою успішного вирощування культур є використання у виробництві ресурсо- та енергоощадної технології.

Із другої половини XX ст. розпочався крутий поворот від практики багаторазових проходів сільськогосподарської техніки до їхнього скорочення або повної відмови від механічних обробітків. Теоретичною основою мінімізації обробітку стали досягнення в області вчення про агрофізику ґрунту, зокрема, про рівноважну й оптимальну щільність. Позитивний вплив мінімізації обробітку на родючість ґрунту сьогодні ні в кого не викликає сумніву, а основне завдання полягає у встановленні оптимального ступеня його інтенсивності в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Вимоги до технологій змінилися з початком реформування сільського господарства через високі ціни на промислові товари й енергоносії й низькі на зерно, у тому числі й крупу рису. Під впливом вирощування рису родючість засолених ґрунтів підвищується та з роками зростає урожайність рису.

З усіх зернових культур рис найкраще реагує на внесення добрив: він забезпечує на великих площах врожай до 9,0 т/га. Це пояснюється біологічною здатністю рису до формування високого врожаю, а також специфічними умовами поживного режиму, що складаються в ґрунті при затопленні поверхні поля водою. Найважливішим елементом живлення для рису є азот, але більша ефективність азотних добрив виявляється при внесенні їх разом із фосфорними.

Під дією добрив помітно змінюються технологічні показники якості зерна. На варіантах без добрив вага 1000 шт. знижується на 0,7-2,0 г, тоді як вага 1000 зерен по попередниках змінюється мало.

Останнім часом відмічається пожвавлення в галузі рисосіяння, ростуть інвестиції, поступово оновлюється парк машин, з'являються нові сорти, вкладаються засоби в ремонт зрошувальних систем, що вплинуло на ріст урожайності культури, яка в середньому по Україні за останні 5 років була на рівні 5,0 т/га.

Виробництво, що відроджується, вимагає малозатратних і адаптивних способів вирощування рису при мінімальному впливі на навколишнє середовище. Такі технології розробляються в багатьох наукових центрах, у тому числі й в Інституті рису НААН.

У новітній технології по-новому вирішуються питання систем обробітку ґрунту, добрив та шляхів підбору попередників при одночасному зростанні врожайності й збереженні ґрунтової родючості при мінімальному шкідливому впливі на середовище. Технологія базується на вітчизняних сортах рису й існуючих типах рисових зрошувальних систем.

При розробці технології виходили з основних біологічних особливостей рису, як теплолюбної культури, для якої найважливіше значення мають не тільки кліматичні фактори (інтенсивність освітлення, температура ґрунту, повітря й води), але й едафічні (забезпеченість мінеральними елементами живлення, органічною речовиною). Крім того, ці фактори постійно відхиляються від оптимуму, як під впливом природних умов, так і господарської діяльності, які, в остаточному підсумку, визначають рівень урожайності культури. На кінцевий урожай впливають також засоленість і заболоченість ґрунтів, їхні меліоративні й гідрологічні умови, які необхідно враховувати при проведенні технологічних операцій. Найбільший ефект від застосування технології вирощування рису досягається при виконанні всього комплексу агрозаходів у їхньому взаємозв'язку й послідовності, в кращий термін при їхній високій якості.

6.2. Моделювання продуктивності рисових сівозмін

В умовах сьогодення прийняття оптимальних рішень із управління зрошенням в агровиробництві неможливе без збору та аналізу великого об’єму інформації та її використання засобами новітніх методів і впровадження комп’ютерних технологій. Існуючі методи систем зрошення разом із низкою переваг, мають свої недоліки, тому необхідність застосування інноваційного методу, запропонованого в системі автоматизованої програми CROPWAT 8.0 в напрямі розрахунків вимог сільгоспкультур на воду, зрошення на основі аналізу існуючих або нових даних про стан навколишнього середовища, розробки графіків поливів для різноманітних умов управління, розрахунків схем розміщення культур, на сьогоднішній момент є актуальною.

Необхідність впровадження такої системи підтверджується попереднім досвідом ведення зрошення, який показав, що інтуїтивні рішення, що приймаються на основі експертної оцінки та використанні обмежено доступної інформації, призводять до помилок: недоотримання очікуваних прибутків від зрошення, нанесення збитків ґрунтам, шкідливі наслідки для довкілля, марно витрачені ресурси. Для правильного розрахунку загальної поливної норми запропоновані різні методи, але оскільки розрахунок вимог культури на воду є головним елементом управління водою, ФАО (Продовольча та сільськогосподарська організація ООН) приділяє увагу стандартизації й поширенню точніших і популярних методологій у цьому напряму. У 1990 році ФАО організувала консультацію експертів і дослідників спільно з Міжнародною комісією з іригації та дренажу і Всесвітньою метеорологічною організацією для оцінки методології ФАО за вимогами культур на воду і для перегляду й удосконалення процедур. Групою експертів був рекомендований комбінований метод Пенмана-Монтейта як новий стандарт для еталонної евапотранспірації, також запропонована методика розрахунків різних параметрів. Для моделювання водного режиму та продуктивності сівозмін на зрошуваних землях, у тому числі спеціалізованих рисових сівозмін, є можливість

Національний університет
водного господарства
та природокористування

використовувати сучасні комп'ютерні технології, зокрема програму CROPWAT 8.0, яка розроблена фахівцями ФАО ООН і може бути використана агровиробниками різних країн світу.

На прикладі вивчення ефективності застосування енергозберігаючих елементів технології вирощування сільгоспкультур у рисових сівозмінах у польових дослідах, які проводили впродовж 2006-2014 років на експериментальній рисовій сівозміні Інституту рису НААН, були змодельовані складові елементи продукційного процесу, елементи водного режиму та продуктивності сівозмін.

Польові досліди проводились на ділянках із посівною площею 64,4 м^2 (14,0 × 4,6), обліковою – 56,0 м^2 (14,0 × 4,0).

Чергування культур у сівозміні було таким: 1–пшениця озима; 2 – рис; 3 – ячмінь ярий + просо післяжнивно; 4 – рис; 5 – соя; 6 – рис.

У дослідах використані: сорт пшениці озимої – Росинка; сої – Аполлон; рису – Україна-96; ячменю ярого – Достойний; проса – Золотисте.

У модулі CROPWAT «Культура» було введено інформацію про коефіцієнти культур, критичне виснаження, фактор реакції врожаю за даними ФАО, решта – за даними спостережень. Метод Пенмана-Монтейта використовувався для визначення стандартної еталонної культури (гіпотетичної культури заввишки 0,5 м, опором поверхні 70 см$^{-1}$ і альбедо 0,23, схожою з випаруванням великою площею зеленої маси, що активно росте і є достатньо зволоженою) з метою визначення швидкості евапотранспірації (ЕТо) цієї культури. Також використано теоретичний показник – коефіцієнт зрошення культури (Кс), який складається з співвідношення ЕТс/ЕТо і відображає мінливість характеристик культури впродовж вегетаційного періоду. Кс для кожної культури суттєво змінюється залежно від біологічних особливостей та залежить від фаз розвитку рослин.

Основною концепцією розрахунків у CROPWAT 8.0 є моделювання продукційних процесів окремих культур у сівозмінах (у тому числі й рисових), динаміка метеорологічних факторів (температура, вологість повітря, опади, сонячна радіація тощо), евапотранспіраційні процеси, диференціація водопотреби та графіки проведення поливів на рівні сівозміни. Як відомо, поєднання двох окремих процесів, за яких ґрунт втрачає воду через випарування, а рослини – через транспірацію, називається евапотранспірація (ЕТ) або середньодобове випаровування. Евапотранспірація рослини може бути розрахована за кліматичними даними, такими як температурний і водний режим ґрунту і рослин, альбедо і вологість повітря з використанням рівняння Пенмана-Монтейта. Для розрахунку вимог культури на воду (ВКВ) в програмі CROPWAT потрібні дані по евапотранспірації (ЕТо). Ця програма дозволяє користувачеві або вводити дані спостережень по ЕТо, або використовувати дані температури й вологості повітря, швидкості вітру, тривалості сонячного сяйва. Після введення необхідних вихідних даних CROPWAT розраховує ЕТо за допомогою формули Пенмана-Монтейта.

В експерименті були використані кліматичні показники за даними Інтернет-ресурсу по Скадовському району Херсонської області за досліджуваний період (2011-2015 роки). Після введення цієї інформації програма CROPWAT миттєво розраховує показники надходження сонячної радіації та еталонної евапотранспірації ЕТо, які в подальшому використовуються для моделювання режиму зрошення на рівні сівозміни й складання графіків вегетаційних поливів культур рисової сівозміни.

За аналізом даних встановлено, що простежується чітка залежність еталонної евапотранспірації від комплексу всіх показників. Так, найвищим даний показник на рівні 7,05 мм/добу був у липні 2011 року, коли спостерігалась максимальна температура повітря 36,7^{o}С, відносна вологість знизилась до 62%, швидкість вітру – 2 м/с. У цей же час зафіксовано максимальне надходження сонячної радіації – на рівні 30,3 мДж/мл/добу.

Найнижча ЕТо (0,74 та 0,79 мм/добу) була в січні та грудні, що майже в 10 разів менше за літні місяці. Це обумовлено низьким температурним режимом, відносною вологістю в межах 88-90% та низьким надходженням сонячної радіації – 7,2-8,2 мДж/мл/добу.

Завдяки використанню інформаційних засобів програми CROPWAT 8.0 із застосуванням експериментальних даних, які були отримані в Інституті рису НААН впродовж 2011-2015 рр., одержали показники евапотранспірації по місяцях, що дозволило проаналізувати залежність від неї урожайності досліджуваних культур рисової сівозміни та інших показників культур і ґрунтів. Аналізуючи отримані результати (табл. 6.1), можна зробити висновок про те, що евапотранспірація є дієвим фактором впливу і знаходиться в тісному зв'язку з такими показниками, як кількість отриманої одиниці площі з одного гектару посівної площі рисової сівозміни.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Таблиця 6.1

Урожайність культур рисової сівозміни залежно від евапотранспірації в роки проведення досліджень, ЕТо, мм/добу

Місяці		Роки проведення досліджень				
		2011	2012	2013	2014	2015
Січень		0,74	1,15	0,94	1,25	1,21
Лютий		1,58	1,37	1,23	1,51	1,71
Березень		3,04	2,69	2,82	3,46	2,43
Квітень		4,20	5,23	4,87	4,42	3,93
Травень		5,59	6,44	5,95	5,98	5,49
Червень		6,26	7,29	7,10	7,15	6,66
Липень		7,05	7,92	6,65	7,47	6,81
Серпень		6,46	7,36	6,61	6,91	7,63
Вересень		5,48	4,29	4,16	5,74	5,45
Жовтень		3,32	3,17	1,86	2,70	3,03
Листопад		1,38	1,30	1,61	1,44	1,34
Грудень		0,79	1,91	0,85	1,33	1,15
Середня ЕТо за вегетаційний період рису		6,17	6,68	6,09	6,65	6,41
Середня ЕТо за рік		3,83	4,18	3,72	4,11	3,90
Середня врожайність рису по попередниках, т/га	Ячмінь ярий	7,38	8,73	8,27	9,59	7,21
	Соя	8,12	9,15	8,2	8,89	9,24
	Пшениця озима	8,08	9,23	8,27	9,62	7,59

Кореляційним аналізом доведено, що між евапотранспірацією за період вегетації рису та його врожайністю існує тісний зв'язок, особливо по попереднику соя – 0,8224 (рис. 6.1).

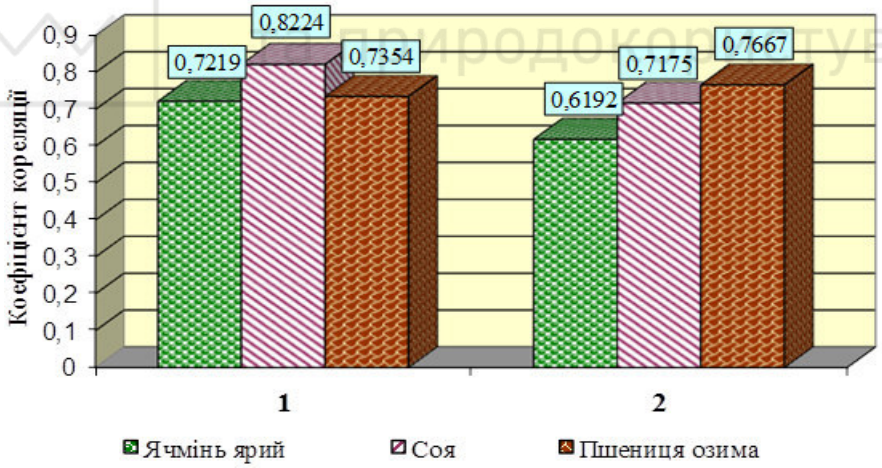


Рис. 6.1. Коефіцієнти кореляції між урожайністю рису та показниками евапотранспірації за вегетаційний період і за рік залежно від попередників: 1 – коефіцієнти кореляції між урожайністю рису та ЕТо за періодвегетації; 2 – коефіцієнти кореляції між урожайністю рису та ЕТо за рік

За річними величинами евапотранспірації також простежується тісний зв'язок між досліджуваними показниками, крім попередника ячмінь ярий, де коефіцієнт кореляції знизився до 0,6192.

За результатами досліджень учених Інституту рису доведено ефективність використання інформаційних технологій для оптимізації технологій вирощування сільськогосподарських культур у системі рисових чеків. Використання методу Пенмана-Монтейта та його впровадження засобами сучасного програмного модуля CROPWAT 8.0 для спрощення та прискорення розрахунків водопотреби для окремих полів має високу точність та забезпечує можливість моделювання елементів технологій вирощування на рівні сівозміни і господарства.

Використовуючи кліматичні дані та біологічні потреби рослин, можна за допомогою сучасних комп’ютерних програм розраховувати такі важливі для зрошуваного землеробства показники як евапотранспірація та інтенсивність надходження сонячної радіації.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Моделювання цих показників дозволяє отримати оптимальне співвідношення культур у зрошуваних сівозмінах, узгодити розміщення культур на території господарства, сформувати графіки вегетаційних поливів та іригаційних схем водоподачі за окремими фазами росту й розвитку рослин. Впровадження розробок на виробничому рівні має вагоме агротехнічне та еколого-меліоративне значення, оскільки сприятиме раціональному використанню ресурсів, покращить їхню окупність на одиницю виробленої рослинницької продукції, забезпечить отримання високих і якісних врожаїв, високих прибутків та мінімізує негативний вплив на довкілля.

6.3. Продуктивність культур рисової сівозміни залежно від технологій вирощування

Рис належить до високоврожайних зернових культур із потенціалом 10 т/га і більше. Проте отримання високої продуктивності рослин рису обумовлено як генетичними чинниками (наявність нових сортів), так і технологічними компонентами агротехнологій на локальному рівні, які складаються з різного ступеня інтенсифікації і хімізації. Важливим напрямом аграрної науки є поєднання цих двох головних чинників підвищення продуктивності рису, досягнення високих і економічно обґрунтованих рівнів врожаю, максимізація прибутку та раціонального використання ресурсів і, в першу чергу, мінеральних добрив.

Для отримання повноцінного насіння і зерна рису з хорошими посівними й урожайними якостями необхідно забезпечити оптимальний поживний режим для рослин та забезпечити найкращі водно-фізичні властивості ґрунту. Для задоволення потреб рослин у елементах мінерального живлення слід використовувати мінеральні добрива з їхнім нормуванням на запланований рівень урожаю та з врахуванням вмісту елементів живлення в ґрунті.

Актуальними науковими й практичними питаннями залишаються проблеми високої ціни на добрива та інші ресурси, для вирішення яких необхідно розробити технологічні засоби для мінімізації доз мінеральних добрив, способів і глибини основного обробітку ґрунту при незначному зменшенні продуктивності рису в умовах Південного Степу України.

Після занепаду в Україні галузі тваринництва з рисових сівозмін зникла люцерна, яка вважається найкращим попередником для рису, а також позитивно впливає на збереження родючості ґрунтів рисових сівозмін. Тому досить актуальним стало питання визначення культур, які можуть бути добрим попередником для рису, і для яких рис також буде добрим попередником та які зможуть реалізувати свій біологічний потенціал у специфічних умовах рисових зрошувальних систем.

Аналіз експериментальних даних урожайності сої за шестирічний період (2009-2014 рр.) досліджень свідчить про те, що максимальну врожайність (4,07 т/га) сформували рослини сої на ділянках із дискуванням на глибину 10-12 см та внесенням мінеральних добрив дозами $N_{30}P_{20}$ та $N_{45}P_{30}$.

У середньому за роки проведення досліджень, на варіанті з оранкою на глибину 20-22 см врожайність сої дорівнювала 3,34 т/га, а при проведенні дискового обробітку на глибину 10-12 см відмічено зменшення цього показника до 3,12 т/га або на 6,6%.

Найкращий варіант, із точки зору підвищення врожайності сої по попереднику рис, забезпечило використання мінімальної дози мінеральних добрив – $N_{30}P_{20}$. Так, за мінімізації внесення добрив у варіантах із оранкою на глибину 20-22 см урожайність досліджуваної культури становила 3,66 т/га, а при зростанні доз добрив до $N_{45}P_{30}$ і $N_{60}P_{40}$ – цей показник зменшився на 12,6-13,1%.

Така ж тенденція зафіксована і на ділянках із дисковим обробітком, коли зменшення урожайності при збільшенні мінерального живлення становило 0,05-0,17 т/га або 3,7-5,3%.

Мінеральні добрива забезпечили створення врожайності досліджуваної культури на 47,9%. Одночасно значною мірою проявився вплив способу й глибини основного обробітку ґрунту, який займав у загальній сукупності впливу факторів 29,9%.

Облік врожайності рису по попереднику соя свідчить про те, що його продуктивність обумовлена особливостями метеорологічних умов в окремі роки. Найменший рівень урожайності зерна (7,64 т/га) досліджуваної культури зафіксований у 2010 р. зі зниженим температурним режимом. В інші роки даний показник збільшився до 8,12-9,24 т/га або на 5,9-17,3%. У 2012 р. на фоні істотного зростання надходження сонячної радіації та підвищення температур повітря у варіанті з дисковим обробітком та внесенням мінеральних добрив дозою $N_{120}P_{40}$ одержано максимальну врожайність на рівні 10,1 т/га.

Дія мінеральних добрив була математично достовірною як при проведенні полицевого обробітку ґрунту на глибину 20-22 см, так і при застосуванні в якості основного обробітку дискування на глибину 10-12 см. Внесення добрив дозою $N_{60}P_{20}$, де урожайність була на рівні 8,13-8,44 т/га, а при підвищенні дози добрив до $N_{90}P_{30}$ та $N_{120}P_{40}$ отримано приріст врожайності в межах 0,57-0,88 т/га.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Урожайність пшениці озимої по попереднику рис залежить від впливу способу та глибини основного обробітку ґрунту та доз мінеральних добрив, а також особливостей погодних умов в окремі роки. В середньому врожайність зерна коливалася в межах від 4,11 до 4,60 т/га. Максимальна в досліді врожайність на рівні 5,78 т/га отримана при здійсненні оранки та застосуванні найбільшої дози мінеральних добрив $N_{80}P_{40}$, порівняно з мінімальним значенням цього показника – 3,60 т/га за дискування на глибину 10-12 см та внесення добрив дозою $N_{40}P_{20}$. Різні способи та глибина основного обробітку ґрунту не впливали на рівень урожайності пшениці озимої, але мінеральні добрива мали вирішальне значення у процесі формування врожаю пшениці озимої, яку вирощували в сівозміні після рису.

Найвищий рівень зернової продуктивності рису по попереднику пшениця озима понад 10 т/га, одержали на обох досліджуваних варіантах як при оранці на 20-22 см, так і при дискуванні на глибину 10-12 см за умов використання максимальної дози внесення мінеральних добрив $N_{120}P_{40}$. По способах і глибині основного обробітку ґрунту не одержано достовірного приросту врожайності зерна рису у варіантах із оранкою порівняно з мілким дисковим обробітком ґрунту, тоді як внесення мінеральних добрив повною дозою забезпечило достовірний приріст врожайності рису.

Шестирічні експериментальні дані з урожайності ячменю ярого по попереднику рис залежно від способу і глибини основного обробітку ґрунту та доз мінеральних добрив свідчать про низький рівень продуктивності даної культури порівняно з іншими культурами рисової сівозміни.

У середньому за досліджуваний період найменший рівень урожайності ячменю ярого був у межах 3,05-3,51 т/га. У роки з більш сприятливими погодними умовами досліджуваний показник збільшився в середньому по факторах і варіантах до 4,00-5,18 т/га або на 7,9-41,1%.

Стосовно різних способів і глибини основного обробітку ґрунту достовірний приріст урожайності на 0,38 т/га (8,7%) забезпечила оранка порівняно з дисковим обробітком ґрунту на глибину 10-12 см, що свідчить про ефективність більш глибокого обробітку.

Мінеральні добрива по-різному впливали на зернову продуктивність ячменю ярого. За глибокого полицевого основного обробітку ґрунту при внесенні мінеральних добрив дозою $N_{45}P_{30}$ (75% від повної дози) одержано найвищий рівень урожайності ячменю ярого – 4,60 т/га.

Вирощування проса по попереднику ячмінь ярий залежно від способу та глибини основного обробітку ґрунту та доз мінеральних добрив характеризувалося суттєвим діапазоном коливань урожайності культури за окремими роками досліджень.

Найбільша урожайність досліджуваної культури зафіксована при внесенні дози мінеральних добрив ($N_{60}P_{40}$) та проведення оранки, що дозволило підвищити урожайність проса до 2,10 т/га, що на 9,1% більше порівно з варіантом, де проводили дисковий обробіток ґрунту на 10-12 см.

Урожайність рису по попереднику ячмінь ярий + просо у післяжнивному посіві, більшою мірою коливалася залежно від фону мінерального живлення та погодних умов в окремі роки, та у меншому ступені – під впливом способів і глибини основного обробітку ґрунту.

Максимальним показник урожайності рису був у межах 10,09-10,49 т/га при проведенні оранки на глибину 20-22 см та внесення мінеральних добрив дозою $N_{90}P_{30}$ та $N_{120}P_{40}$.

При вирощуванні сої зафіксована перевага глибокого полицевого обробітку ґрунту (обробіток ґрунту на 20-22 см), де відмічено зростання врожайності зерна на 7,3%. Також доведено, що на ділянках із оранкою одержали однаковий рівень урожайності сої 2,05-2,06 т/га, а при дискуванні підвищення дози мінеральних добрив з $N_{45}P_{30}$ до $N_{60}P_{40}$ призвело до зниження продуктивності рослин на 10,0%. Найважливішу роль при вирощуванні сої відігравали мінеральні добрива, які забезпечили максимальну питому вагу впливу на показник урожайності на рівні 52,7%. Аналіз урожайності сої за період досліджень свідчить про істотні коливання в окремі роки, в середньому, від 2,36 т/га до 3,63 т/га. Підтверджена перевага застосування мінімальної дози мінеральних дорив $N_{30}P_{20}$.

Урожайність рису, який вирощували по попереднику соя, коливалася залежно від способу і глибини основного обробітку ґрунту та доз мінеральних добрив. Зростання зернової продуктивності рису понад 10 т/га зафіксовано при оранці на глибину 20-22 см та дискуванню на глибину 10-12 см та внесенні максимальної дози мінеральних добрив $N_{120}P_{40}$. Найбільший вплив на урожайність рису мали мінеральні добрива (72,5%), а спосіб і глибина основного обробітку ґрунту (19,4%). У середньому за 2007-2014 рр. способи і глибина обробітку ґрунту не мали достовірного впливу на врожайність рису.

Урожайність пшениці озимої по попереднику рис залежала від способу і глибини основного обробітку ґрунту, доз мінеральних добрив, а також особливостей погодних умов в окремі роки. У дослідах зафіксована тенденція до зростання зернової продуктивності культури на 5,7% у варіанті з оранкою на 20-22 см, порівняно з дисковим основним обробітком ґрунту. У варіанті з внесенням мінеральних добрив дозою ($N_{40}P_{20}$) одержано врожайність зерна пшениці озимої на рівні 4,22-4,41 т/га, а

Національний університет
водного господарства
та природокористування

при збільшенні доз добрив $N_{60}P_{30}$ та $N_{80}P_{40}$ даний показник підвищився на 13,3-14,2%. Зміна способу та глибини основного обробітку ґрунту обумовила формування врожайності зерна досліджуваної культури на 16,7%, а мінеральні добрива – на 79,3%. Внаслідок різниці погодних умов проявилися відмінності показників середньофакторіальної урожайності зерна пшениці озимої в роки досліджень з різними гідротермічними умовами. Так, у типові роки даний показник був на рівні 4,30-4,79 т/га, а у більш сприятливі роки – підвищився до 5,61-5,78 т/га.

Озима пшениця також є добрим попередником для рису, тому його середня урожайність була зафіксована на рівні 8,0-8,6 т/га. Необхідно відмітити, що спосіб та глибина основного обробітку ґрунту не мали істотного впливу на цей показник. У середньому за роки досліджень по оранці на 20-22 см вона становила 8,26 т/га, а по дисковому обробітку на 10-12 см – 8,10 т/га. Відмічено, що істотний вплив на урожайність рису мали дози внесення мінеральних добрив. Так її максимальний показник незалежно від способу і глибини основного обробітку ґрунту був на рівні 8,25-8,62 т/га при внесенні добрив дозою $N_{120}P_{40}$. Зменшення дози добрив до $N_{90}P_{30}$ (75%) та $N_{60}P_{20}$ (50%) негативно вплинуло на рівень урожайності рису та призвело до його істотного зменшення.

Експериментальні дані з урожайності ячменю ярого по попереднику рис виявили достовірний приріст урожайності на 0,38 т/га (8,7%) при проведенні оранки на 20-22 см та внесенні мінеральних добрив дозою $N_{45}P_{30}$, де було одержано найвищий рівень урожайності культури – 4,60 т/га. Способи і глибина основного обробітку ґрунту сприяли формуванню врожаю ячменю на 55,1%, а вплив мінеральних добрив на 31,1%, що можна пояснити більшою кількістю вологи, яка збереглася у ґрунті на варіанті з полиневим обробітком порівняно з дискуванням на 10-12 см.

Вирощування проса після ячменю ярого дозволило зробити висновки про те, що проведення оранки на 20-22 см підвищує врожайність до 2,10 т/га, що на 9,1% більше, ніж на ділянках із дискуванням. Внесення мінеральних добрив повною дозою $N_{60}P_{40}$ дозволило отримати врожайність культури в межах 2,30-2,36 т/га, а при внесенні 75 і 50% дози $N_{45}P_{30}$ $N_{30}P_{20}$ вона зменшилася на 10,1-30,0%. Дисперсійний аналіз підтвердив найбільший вплив мінеральних добрив, які мали питому вагу на рівні 80,2%.

За роки дослідження урожайність рису по попереднику ячмінь ярий + просо у післяжнивному посіві по оранці на 20-22 см становила 7,83, а по дисковому обробітку на 10-12 см – 7,53. Найкращу урожайність – 8,72 т/га забезпечили оранка на 20-22 см та доза добрив $N_{120}P_{40}$. Так, мінеральні добрива із застосуванням повною і 75-відсотковою дозами забезпечили суттєве зростання врожайності рису на 3,4-17,7%.

Встановлено, що при вирощуванні в рисовій сівозміні продуктивність ячменю ярого, проса, рису по різних попередниках, ріпаку ярого, пшениці озимої, сої змінювалася різною мірою залежно від способів і глибини основного обробітку ґрунту. Доведена необхідність диференційованого підходу до застосування основного обробітку ґрунту та його глибини залежно від біологічних особливостей культур сівозміни та можливість зниження доз мінеральних добрив (до 75 і 50-відсоткової дози). Такі ж закономірності проявилися і під час розгляду продуктивності ланок рисових сівозмін, які теж неоднаково реагували на досліджувані фактори та характеризувались істотними відмінностями продуктивності рослин.

6.4. Оптимізація технологій вирощування сільськогосподарських культур рисової сівозміни

При вирощувані сільськогосподарських культур в умовах зрошення особливу увагу треба приділити забезпеченню високої віддачі зрошуваних угідь із одночасним збереженням родючості ґрунтів. У сучасних умовах у зв'язку із зменшенням у рисових сівозмінах площ, зайнятих багаторічними бобовими травами, гостро стоїть питання збереження азотного балансу, поповнення органічної частини, підтримання сприятливого агромеліоративного стану, поліпшення фізичних і хімічних властивостей ґрунтів.

Вченими Інституту рису оптимізовані та впроваджуються у виробництво технології вирощування в рисових сівозмінах основних сільськогосподарських культур, найбільш пристосованих до цих умов в якості попередників під основну культуру сівозміни – рис.

Технологія вирощування рису. Підготовка ґрунту під рис обмежується поверхневим обробітком важкими дисковими боронами типу БДВ-7 в агрегаті з тракторами Т-150, Т-150К в два сліди в діагонально-перехресному напрямку на глибину 10-12 см по пласту багаторічних трав та сидератах весною в кінці другої декади квітня; по інших попередниках – восени під зяб або весною при настанні фізичної стиглості ґрунту. По попереднику пласт багаторічних трав основний обробіток

Національний університет
водного господарства
та природокористування

ґрунту може поєднуватися із загортанням попередньо внесених мінеральних добрив. Ранньою весною на полях із зяблевим обробітком ґрунту виконується боронування або культивація на глибину 7-8 см.

Експлуатаційне планування чеків довгобазовими планувальниками виконується лише в чеках із відчутно деформованою поверхнею після оранки або збирання рису по вологому ґрунту. Необхідність у проведенні операції передпосівного вирівнювання та ущільнення відпадає.

Дуже важливо правильно встановити дозу внесення добрив. Найкращим методом визначення є балансово-розрахунковий. При цьому дози поживних речовин розраховуються з урахуванням їхнього виносу запланованим урожаєм, вмісту рухомих елементів живлення в ґрунті і коефіцієнтів їхнього використання ґрунту і добрив. Тому потрібно хоча б один раз на п'ять років проводити агрохімічне обстеження ґрунту в чеках, що дозволить зекономити матеріальні ресурси господарства та підвищити рентабельність виробництва.

Азотні добрива вносять у вигляді сульфату амонію до сівби рису розкидачами типу 1 РМГ-4, РУМ-8 за перехресною схемою, що забезпечує їхній рівномірний розподіл по поверхні чеків. Також можна вносити сульфоамофос розкидачами типу AMAZONE, що дасть змогу одночасно внести і необхідну дозу фосфору. Мінеральні добрива, особливо азотні, загортаються в ґрунт одразу після внесення культиваторами різних модифікацій, зубовими боронами, іншим знаряддям. Здебільшого цю операцію поєднують із передпосівною культивацією. Розрив у часі між внесенням азотних добрив і затопленням чеків має бути найкоротшим у зв'язку з тим, що в сухому ґрунті амоній, який входить до складу сульфату амонію, переходить у нітратну форму і при затопленні чеків вимивається з фільтраційними водами. У незатопленому ґрунті через 20 діб після внесення майже весь амонійний азот переходить у нітратну форму.

Вегетаційне азотне підживлення посівів рису проводять переважно карбамідом, оскільки добриво має фізіологічно нейтральну реакцію і не викликає опіків наземної частини рослин, а фізичні властивості добрива забезпечують рівномірність його розсіву. Проте, в разі необхідності можливе застосування сульфату амонію. Добрива, що вміщують азот у нітратній формі на посівах рису в жодному разі не застосовують. Оптимальна доза добрив в основне внесення під рис $N_{120}P_{40}$ (рис. 6.2).

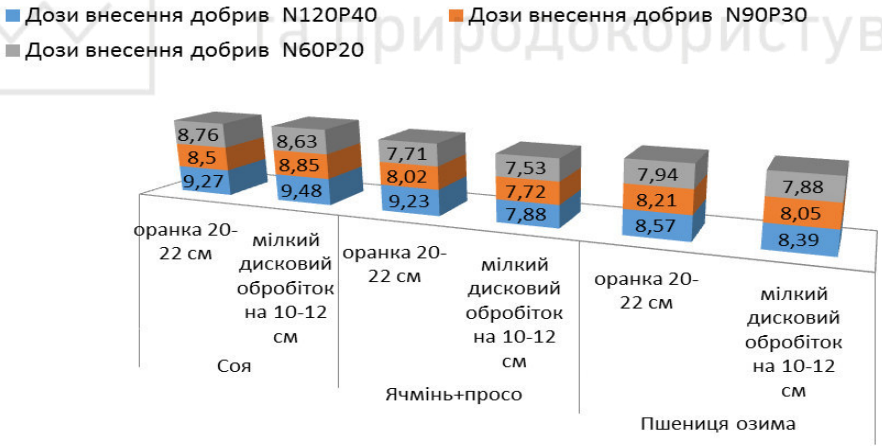


Рис. 6.2. Вплив попередників, обробітку ґрунту та доз внесення мінеральних добрив на врожайність рису (т/га), середнє за 2011-2015 рр.

Одним із складових факторів одержання високих врожаїв рису є проведення його своєчасної та якісної сівби. За сумою активних температур південь України належить до крайньої північної зони вирощування рису. Тому з метою раціонального використання теплових та світлових ресурсів вегетаційно-активного періоду рослинами рису, сівбу краще починати в гранично можливі ранні строки.

Розпочинати сівбу слід при сталому прогріванні верхнього шару ґрунту (0-5 см) до 10-12° С. Враховуючи, що середньодобова температура води в чеках, під шаром якої відбувається проростання насіння, на 3-4° С вища від середньодобової температури повітря, це стає можливим, як правило, уже в третій декаді квітня. У першу чергу слід висівати сорти рису, які характеризуються підвищеною холодостійкістю під час формування сходів. Завершити сівбу бажано не пізніше 8-10 травня, щоб до 25-30 травня отримати дружні повноцінні сходи. Проведення сівби в більш пізні строки (третя декада травня) веде до значного зменшення продуктивності рослин рису, що пов'язано з їхніми біологічними особливостями, підвищенням негативного впливу шкідливих організмів.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Рис висівають звичайним рядковим способом із загортанням насіння в ґрунт на глибину, що не перевищує 1-2 см (сівалки СЗ-3.6, СРН-3.6, Клен та інші обов'язково з обмежувальними ребордами), або поверхневим, без заробки, тими ж сівалками зі знятими сошниками або сівалками відцентрової дії типу Amazone. Спосіб сівби насіння без заробки його в ґрунт, перш за все, слід застосовувати при малопестицидній технології, коли розвиток злакових бур'янів контролюється постійним шаром води; при ранніх строках сівби, а також у нижніх чеках і на полях, де меліоративний стан не дозволяє провести якісний обробіток ґрунту або сівбу звичайною сівалкою; на засолених ґрунтах.

Норма висіву повинна забезпечувати не менше, ніж 200-250 рослин на 1 м^2 у період сходів, що дає можливість одержати 400-450 продуктивних стебел рису. Польове проростання насіння рису з різних причин досить низьке. Тому необхідна густота посівів у фазу сходів досягається при сівбі 7-9 млн насінин на 1 га.

Підвищеними нормами висіву потрібно засівати недостатньо вирівняні поля, на яких проводили весноораннку, а також неякісно оброблені ґрунтообробними агрегатами, значно засмічені бур'янами.

Підвищенню енергії проростання насіння сприяє його попередня підготовка шляхом сонячно-теплової обробки, замочування на 1-2 доби до стану повного набухання в воді, або в розчинах мікроелементів та біологічно-активних речовин, що дає змогу зменшити норму висіву насіння на 10%. Найкращі результати дає сівба рису кондиційним насінням, яке відповідає вимогам стандарту: сортова чистота – 98,5%, вміст основної культури – не менше 98%, насіння бур'янів не більше 10 шт. на 1 кг, схожість – не менше 90%, вологість – 14%, вміст червонозерних форм не повинен перевищувати 0,5%.

Слід відзначити, що кожному господарству в структурі посівів рису доцільно відводити не менше 25-30% посівних площ під ранньостиглі сорти, що дає можливість стабілізувати урожайність рису у несприятливі роки, раніше розпочати збирання врожаю, уникнути виробничих втрат зерна та покращити його якість, підвищити ефективність сівозмін за рахунок посівів озимих зернових культур.

Після сівби рису здійснюють нарізання водовідвідних борозен, які в подальшому сприяють швидкому наповненню чеків водою при затопленні і відведенню води з понижень під час отримання сходів рису та перед збиранням урожаю. Виконують цю операцію за допомогою пристрою типу БКН-150 або переобладнаним плугом з 1 корпусом.

Після сівби шар води підвищують до рівня 10-12 см і підтримують його впродовж 10-12 діб. Приблизно на 15-17 добу, на момент шкодочинного розвитку ракоподібних шкідників, вода повинна зійти. Звичайно це відбувається природним шляхом, але на слабо дренованих заболочених ґрунтах відведення може бути примусовим. Відсутність шару води на поверхні чеків не повинно перевищувати 1-2 доби. Ні в якому разі не можна підсушувати ґрунт, щоб не викликати відмирання проростків рису та проростання насіння просовидних бур'янів. Далі шар води відновлюється. На момент початку формування третього листка у рису (приблизно на 22-24 добу після сівби) глибину затоплення понижують до появи верхівки листків рослин над водою. Із настанням фази кущіння рису і до кінця його вегетації шар води підтримують аналогічно далі описаній технології. Слід зазначити, що підтримання неглибокого, але постійного шару води в максимальній мірі відповідає біологічним потребам посівів рису, попереджає проростання плоскух, створює умови для зменшення пестицидного навантаження та негативного впливу на довкілля.

Шар води в рисових чеках є важливим фактором, від якого значно залежить продуктивність рослин рису. Вода задовольняє його фізіологічні потреби, впливає на формування вегетативних та репродуктивних органів, покращує умови живлення, регулює мікроклімат рисового поля, створюючи сприятливі умови для проходження фаз росту та розвитку від сівби насіння до збирання врожаю, сприяє підвищенню ефективності контролювання розвитку шкідливих організмів.

В умовах півдня України вирощування рису здійснюють за укороченого затоплення, що найбільш повно відповідає біологічним особливостям цієї культури. При цьому сходи отримують за проведення зволожуючих поливів, а шар води зі змінною глибиною створюють від фази сходів і видаляють його з поля не раніше досягнення повної стиглості.

Швидке затоплення попереджає підвищення рівня залягання мінералізованих, холодних ґрунтових вод у зону розвитку кореневої системи рису. Гідромодуль затоплення повинен становити 3-5 л/с·га, що відповідає максимальній водоподачі.

Глибина початкового затоплення повинна забезпечити змочування всієї поверхні чеків, на вирівняних чеках його величина не перевищує 8-10 см. Контроль за глибиною шару води здійснюється за допомогою водомірних рейок. Їх встановлюють на відстані близько 10 м від водовипускної споруди. Нуль рейки повинен фіксувати глибину шару води, коли затоплено ≈ 50% площі чека.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Температура води при першому затопленні, яке звичайно починається в третій декаді квітня, повинна бути не менше 12-14° С. Поступово шар води прогрівається, що створює умови для набухання насіння і початку росту, за 6-10 діб вода повинна зійти.

Насіння наклювується, колеоптиль досягає розміру близько 6-8 мм. В цей час вільний доступ кисню до проростаючого насіння підсилює темпи росту кореневої системи та колеоптилю. У цей період треба зосередити увагу на відведення води з понижень через водовідвідні борозни та спеціальні прокопи. При можливості використовують каскадність чеків.

Чеки залишаються без води до появи сходів, рядки яких проглядаються до краю чека. При отриманні сходів ґрунт потрібно утримувати у зволоженому стані, недопустима його пересушка і утворення кірки, що призводить до зрідження сходів, ослаблення молодих рослин, непродуктивних втрат азоту.

Часто одного поливу буває недостатньо для отримання сходів. У таких випадках проводять додатковий зволожувальний полив.

При застосуванні поверхневих способів сівби шар води, який утворився за початкового затоплення, підтримують довше, до утворення рослинами рису першого справжнього листка. Саме на цей момент планують звільнення чеків від води. Відсутність води в чеках для формування сходів при цьому способі сівби не повинно перевищувати 1-2 доби.

Після отримання сходів чеки поступово наповнюють водою, з таким розрахунком, щоб 1/3 частини рослин рису була над поверхнею води.

У фазі кущіння шар води необхідно утримувати в межах 8-10 см. Збільшення глибини затоплення в цю фазу пригнічує утворення бокових пагонів.

У фазі повних сходів-кущіння застосовують хімічні засоби контролю розвитку шкідників та бур'янів згідно регламентів їх застосування. Після проводять підживлення посівів азотними добривами.

Після закінчення кущіння глибину води поступово збільшують до 10-12 см і утримують на цьому рівні до початку воскової стиглості. Перебої з подачею води впродовж вегетаційного періоду ведуть до зниження продуктивності посівів, зменшення глибини затоплення може спровокувати сходи вологолюбних бур'янів. Підвищення глибини шару води до 20 см і вище приводить до витягування рослин та зменшення їхньої стійкості до вилягання, що негативно впливає на рівень та якість урожаю.

Система захисту посівів рису включає в себе комплекс методів та заходів спрямованих на попередження, знищення або утримання розвитку та контролю чисельності шкідливих організмів. Така система перш за все передбачає контроль шкідливих організмів із врахуванням економічних порогів їхньої чисельності та використання природних обмежуючих факторів. Для застосування тих чи інших заходів захисту необхідно враховувати структуру популяцій шкідливих організмів, ступінь загрози та поширеність, екологічну безпеку та економічну доцільність їхнього проведення.

Застосування тих чи інших методів контролю чисельності залежить від видового та кількісного складу бур'янів, структури посівних площ у сівозміні, умов водозабезпечення та дренажу. Значно знизити забур'яненість рисових полів дозволяють дотримання сівозмін, раціональна система обробітку ґрунту в післязбиральний та допосівний періоди з урахуванням біологічних особливостей бур'янів.

Одним із ефективних заходів контролю чисельності плоскух є поєднання глибокої зяблевої оранки (20-25 см) з оборотом пласта та подальшою його весняною культивацією. Метою передпосівного обробітку ґрунту на рисових полях є провокація проростання насіння плоскух та подальше їх знищення механічним методом. Глибина обробітку не повинна перевищувати 5-6 см. Важливим моментом у даному агротехнічному прийомі є недопущення великого розриву між періодами обробітку ґрунту, посівом рису та його затопленням.

Поєднання прийомів обробітку ґрунту та водного режиму також дозволяє ефективно контролювати чисельність плоскух. Ретельне вирівнювання поверхні чеків, дозволяє створити рівномірний шар води на всій площі чеку. Шар води 20-30 см забезпечує знищення сходів плоскух за 5-7 діб, за умови якщо його поверхня на 6-7 см вище плоскух, а температура води перевищує 20^{o} С.

При постійному затопленні забур'яненість посівів складається головним чином з рослин, що утворилися з насіння, яке знаходилося на глибині 0-1 см. Тому постійний шар води знижує кількість бур'янів більш ніж на 60%.

Особлива увага в заходах відводиться меліоративному полю. Після збирання культур, що вирощуються в цих полях, або до їх посіву необхідно проводити провокаційні поливи чеків із наступними культиваціями ґрунту, що дозволяє очистити верхній шар ґрунту від насіння бур'янів. Високий ефект дає обробіток ґрунту та планування чеків, залитих водою.

Для найбільш успішного контролю просовидних бур'янів необхідно поєднувати прийоми обробітку ґрунту з дотриманням водного режиму, спрямованого не тільки на збереження оптимальної

Національний університет
водного господарства
та природокористування

густоти рослин рису, а й на створення несприятливих умов для розвитку бур'янів. При умові вирівняння поверхні ґрунту, наближеної до оптимальної, що дозволяє створювати та підтримувати рівномірний шар води в чеках, за рахунок дотримання відповідного водного режиму, можливо досягти суттєвого зниження шкодочинності просовидних бур'янів на значних площах посівів рису.

На полях, які в значній мірі засмічені бур'янами болотної екологічної групи, оранку на зяб треба проводити на глибину залягання основної маси бульб та кореневищ (10-16 см). При цьому більшість їх вигортається на поверхню ґрунту, де вони зимою від промерзання, а навесні від підсихання, втрачають свою схожість. Навесні, після підсихання ґрунту, бульби і кореневища вичісують пружинними культиваторами, або важкими зубовими боронами.

При недостатній ефективності агротехнічних заходів контролю розвитку бур'янів застосовують пестициди.

Хімічні засоби при даній технології застосовують для контролю розвитку болотних бур'янів. У фазі кущіння рису наземною апаратурою, по невеликому шару води посіви обприскують розчином гербіцидів. У цю ж фазу, в разі необхідності, виконують підживлення посівів гранульованими сечовиною або сульфатом амонію із розрахунку 25% від загальної дози (N_{30-50}).

Для контролю розвитку та поширення хвороб необхідно підбирати сортовий склад, стійкий до уражень. Для посіву слід використовувати якісний насіннєвий матеріал. На ділянках із ураженими рослинами післяжнивні рештки та солому краще видаляти за межі поля. Потрібно систематично скошувати бур'яни на валиках, обочинах доріг, зрошувальних каналах та знищувати їх у посівах рису.

Необхідно не допускати порушень технології застосування мінеральних добрив та дотримуватись науково-обґрунтованих норм висіву, що забезпечують оптимальну щільність посіву. Проводити розміщення посівів рису за кращими попередниками, з якісним обробітком ґрунту, суворо дотримуватись режиму зрошення культури. Також необхідна своєчасна організація збиральної кампанії та якісна післязбиральна доробка насіння.

Серед хімічних заходів у профілактичних цілях використовують протруювання насіння. Профілактичні чи лікувальні обробки посівів необхідно проводити у фазу розвитку рослин рису – кінець кущіння-початок трубкування та у фазу початку викидання волоті, залежно від появи перших симптомів. У посівах рису, при виявленні ділянок уражених пірикуляріозом необхідно проводити обприскування фунгіцидами Тілт 250 ЕС к.е. – 0,5 л/га та Імпакт К, к.с. – 0,8-1,0 л/га. Кратність обробок залежить від поширення та розвитку хвороби.

Найбільшу увагу в системі захисту посівів від шкідників слід приділяти у найбільш критичний період, а саме від фази сходів до кущіння рослин рису.

Серед агротехнічних методів слід виділити високоякісне планування рисових чеків, для зменшення місць зосередження, розмноження та збереження ракоподібних шкідників у період сходів. Підтримання рисових систем у належному фітосанітарному стані, обкошування та спалювання бур'янів на узбіччях доріг, валиках, на елементах зрошувально-дренажної мережі, недопущення глибокого шару води у фазі сходів рису впродовж тривалого часу. Зниження шару води в період «плаваючих листків» (3-4 листка) до моменту відриву листкових пластинок від поверхні води. Цей захід стримує розвиток та поширення рисового комарика та ячмінного мінера на 30-50%.

За масової чисельності двокрилих шкідників ефективним є зниження рівня води в чеках до 3-4 см з метою відриву листкових пластинок рослин від поверхні води, внаслідок чого личинки двокрилих перестають живитись і виходять з листків.

Для обмеження шкідливості ракоподібних – чеки звільняють від води повністю на 1-2 доби, якщо це відбувається до застосування гербіцидів. У разі неможливості зниження рівня води, ефективним методом контролю є застосування інсектицидів, а саме – Сумітіону 50% к.е. нормою – 0,5-1,0 л/га та Карате Зеону 5% мкс. с. – 0,15-0,20 л/га.

Це завершальний і відповідальний етап у технології виробництва рису, головним завданням якого є звести до мінімуму втрати вирощеного врожаю і зберегти його якість.

Підготовчий період до збирання починається з ремонту техніки, своєчасного підсушування ґрунту на полях і завершується підготовкою під'їзних шляхів до кожного чеку. Перед початком збирання за 3-5 днів проводять обкошування кожного поля (чеку) для кращого підсихання ґрунту та забезпечення подальшої роботи збиральної техніки. До збирання товарного зерна приступають за повної стиглості 85-90% зерен в середній частині основної волоті.

Важливе значення має дотримання оптимальних строків та якість виконання основних технологічних операцій на збиранні. Втрати стиглого зерна від осипання при запізненні зі строками

Національний університет
водного господарства
та природокористування

збирання на 10-15 і більше днів можуть становити 0,03-0,05 і більше тон з гектару. На шостий день перебування рису у валках починається розтріскування зернівок, кількість яких може досягати до 45%.

У полеглих посівах рису втрати зерна можуть становити 6-15% і більше, а втрати вирощеного урожаю внаслідок неправильного регулювання комбайну – 10-12%.

Агротехнічні вимоги і засоби збирання залежать від багатьох факторів.

Пряме комбайнування проводять на полях зі стиглим неполеглим рисом. За прямого комбайнування зрізання стебел рису проводять на висоті 25-30 см. Ріжучий апарат встановлюється нижче полеглих волотей. Пряме комбайнування можна розпочинати, коли вологість зерна становить не вище 18%. Також не можна допускати, щоб вологість зерна знижувалася нижче 14,0-14,5%, інакше це може призвести до подрібнення зернівок молотильним апаратом зернозбиральної техніки та в подальшому погіршення якості крупи.

У більшості випадків слід застосовувати роздільне збирання, при якому в подальших роботах зменшуються витрати енергоресурсів на очищення і сушіння зерна та насіння.

За роздільного збирання висоту зрізу стебел неполеглого рису при скошуванні його у валки регулюють на рівні 15-20 см, на полеглому – не більше 5-6 см. Швидкість жатки також регулюється залежно від стану посівів: на неполеглому рисі – 5-7 км/год., на полеглому – 2-3 км/год.

Первинна переробка зерна повинна забезпечувати видалення з маси зерна органічної, мінеральної, видової та сортової домішок і одержання зерна необхідних стандартів. Для цього застосовують стаціонарні та пересувні машини, агрегати і комплекси, обладнані зерносушильними і транспортними засобами, а також складськими приміщеннями.

Дозрівання зерна, за умов дотримання цієї технології, відбувається в більш сприятливих погодних умовах та настає на 5-7 діб раніше, ніж при звичайній, що дає змогу раніше розпочати збирання урожаю. Застосування технології підвищує можливість створення оптимальних умов росту і розвитку рослин та одержання на цій основі високих урожаїв при менших витратах матеріальних та енергетичних ресурсів (в першу чергу насіння, пестициди, паливно-мастильні матеріали), що знижує собівартість продукції та підвищує рентабельність виробництва.

Технологія вирощування сої. Обробіток ґрунту рисових систем має мету максимально мобілізувати елементи родючості, звільнити орний горизонт від надлишку вологи, покращити аерацію, знищити проростаюче насіння бур'янів, їхні кореневища та інші вегетативні органи розмноження, створити дрібногрудкувату структуру і добре вирівняти поверхню поля. При виборі системи основного і передпосівного обробітку ґрунту необхідно врахувати попередники, потужність орного шару та його забур'яненість, ступінь засолення, рівень залягання ґрунтової води, строки та способи сівби.

Для гарантованого виробництва зерна сої при вирощуванні в рисових сівозмінах зяблевий обробіток ґрунту повинен бути проведений восени. Проведення його у весняний період призводить до зрідження посівів, зниження якості обробітку ґрунту відставання рослин у рості і розвитку, а в кінцевому рахунку до різкого зниження врожайності культури.

В умовах рисових систем особливу увагу слід приділяти вирівнюванню ґрунту, що значною мірою позначається на якості сівби, нерівномірності розподілу зрошувальної води по поверхні чеків під час поливу напуском, а також на якості збирання врожаю. На невирівняних чеках частина нижніх бобів залишається незрізаними комбайном, що призводить до зниження урожайності культури.

Після збирання рису зяблевий обробіток під сою проводять лемішним плугом типу ПН-5-35 на глибину 20-22 см. Якщо ґрунт у чеках не підсихає через погодні умови, або через поганий дренаж проводять дисковий обробіток у два сліди важкою бороною на глибину 10-12 см.

Обробіток ґрунту під сою у весняний період включає такі технологічні прийоми: боронування зябу, проміжну культивацію, передпосівну культивацію із внесенням ґрунтового гербіциду.

У роки коли період від початку весняних польових робіт до сівби становить 70-80 днів необхідно проводити додаткові культивації після дощів при злипанні ґрунту, при проростанні бур'янів і з метою вирівнювання поверхні чеку. Проміжні культивації проводяться на глибину 10-12 та 8-10 см відповідно. Для проведення культивацій слід використовувати гусеничні трактори або трактори зі здвоєними колесами з метою запобігання значному ущільненню ґрунту.

Соя вимоглива до родючості ґрунту і добрив, але слід пам'ятати, що високі дози азотних добрив пригнічують ріст бульбочкових бактерій. На формування 1 т зерна соя витрачає в середньому 90 кг азоту, 28 кг фосфору і 36 кг калію. Отже, високі врожаї сої можна отримувати лише при застосуванні добрив, ефективність яких залежить від родючості ґрунту, сорту, вологозабезпеченості й рівня культури землеробства. В рисових сівозмінах на темно-каштанових середньо суглинкових ґрунтах під сою після рису рекомендується вносити 30-40 кг азоту і стільки ж фосфору. Вміст калію в ґрунтах високий тому

Національний університет
водного господарства
та природокористування

калій не вноситься. Якщо дози та співвідношення елементів живлення визначати виходячи з наявності їх у ґрунті і запланованого рівня врожаю слід враховувати, що в середньому 60% своїх потреб в азоті рослини сої задовольняють за рахунок його фіксації з повітря азот фіксуючими бульбочками, що утворюються на коренях рослин.

Добрива вносять під передпосівну культивацію перед внесенням ґрунтового гербіциду Дуал Голд 960 ЕС нормою 1,6 л/га.

Соя теплолюбива культура і сівбу її необхідно проводити, коли ґрунт на глибині 10 см прогріється до 12-14^{o}С, тобто в кінці квітня на початку травня. Строк сівби співпадає зі строком сівби рису, тому слід ретельно планувати послідовність польових робіт виходячи з індивідуальних умов господарства. Перед сівбою сої проводять вологозарядковий полив напуском нормою 1200 м^3/га, за допомогою якого поповнюються запаси продуктивної вологи в ґрунті та провокується проростання бур'янів.

Сівбу сої в умовах рисових систем проводять із міжряддям 30 см середньоранніми та середньостиглими сортами. Норму висіву встановлюють із врахуванням лабораторної схожості насіння, вона повинна становити 600 тис. схожих насінин на 1 га. Насіння висівають на глибину 5-6 см зерновою сівалкою суцільної сівби.

Перед сівбою насіння сої необхідно обробити інокулянтом. Інокуляцію насіння проводять із застосуванням мінімальної кількості рідини (0,5-0,7 л на 100 кг насіння). Обробку проводять за допомогою протруйників або вручну, бажано щоб на інокульоване насіння не потрапляли прямі промені сонця, що знизить ефективність інокуляції. Проведення інокуляції є високоефективним прийомом підвищення врожайності та вмісту білку в насінні сої. Збільшення врожайності від його застосування становить 2-5 ц/га, вмісту білку в насінні збільшується на 1-6%. Інокуляція дозволяє заощадити 60-80 кг мінерального азоту. Необхідною умовою доброго розвитку бульбочкових бактерій на коріннях сої є достатнє зволоження та аерація ґрунту. Після сівби з метою кращого контакту насіння з ґрунтом, проводиться прикочування кільчасто-шпоровими котками типу ЗККШ-6. До сходове і після сходове боронування в рисових чеках, як правило, не проводять.

Догляд за посівами сої полягає у хімічному захисті від бур'янів, хвороб та шкідників, і проведенні вегетаційних поливів.

Із найбільш шкодочинних факторів, які знижують продуктивність сої в рисових сівозмінах є бур'яни. Соя має слабку конкурентоздатність до них, особливо на перших етапах органогенезу. Основними бур'янами, які засмічують посіви сої в умовах рисових зрошувальних систем є: гірчак перцевий, осот рожевий, щириця біла, бульбоочерет, плоскуха звичайна.

Із метою регулювання чисельності бур'янів у фазі трьох трійчатих листків після поливу проводиться обприскування гербіцидами Базагран в. р. 3 л/га + Хармоні 6 г/га. Упродовж вегетації необхідно провести два вегетаційні поливи напуском нормою по 1000-1200 м^3/га у фази три трійчатих листка та цвітіння. Поливи у фазу наливу призводять до вилягання рослин сої, що ускладнює процес збирання урожаю. Максимальний урожай соя формує за дози добрив $N_{30}P_{20}$ (рис. 6.3).

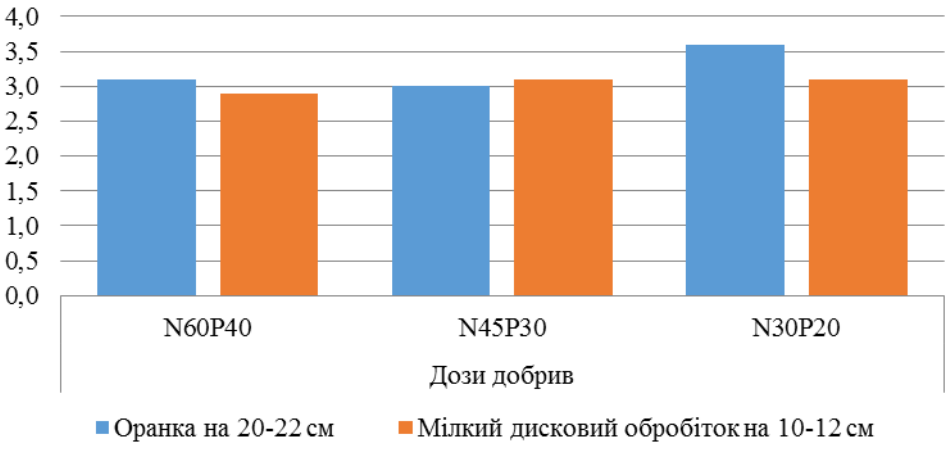


Рис. 6.3. Урожайність (т/га) сої залежно від обробітку ґрунту та дози внесення добрив

Сою збирають після опадання листків та побуріння бобів, при вологості насіння 14-16%, висота зрізу рослин 6-7 см. Збирання урожаю проводиться прямим комбайнуванням із зменшеною частотою обертання барабану.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Технологія вирощування пшениці озимої. У зв'язку з тим, що збирання рису проводиться восени важливе значення має швидкість проведення технологічних операцій по підготовці ґрунту до сівби під пшеницю озиму. Пшеницю озиму слід вирощувати після ранньостиглих сортів рису. Відразу після збирання врожаю в максимально стислі строки з поля необхідно вивезти рисову солому. У рисових сівозмінах вибір системи основного обробітку ґрунту під пшеницю озиму, в першу чергу, залежить від строків збирання рису та стану поля. При ранніх строках збирання рису та сприятливих погодних умовах в якості основного обробітку ґрунту необхідно проводити двократне дискування на глибину 10-12 см важкою бороною типу БДТ-7, операцію необхідно проводити впоперек технологічних колій, по яким здійснювався хімічний обробіток проти бур'янів та хвороб в посівах рису, для кращої заробки колій і залишків соломи, а також вирівнювання поверхні чеків.

За узагальненими даними польових дослідів із добривами встановлено закономірності впливу окремих елементів живлення на урожай пшениці озимої. На ґрунтах зони рисосіяння вміст калію досить високий (до 45 мг/100 г ґрунту), тому можливе внесення тільки азотно-фосфорних добрив. Для отримання високоякісного врожаю зерна пшениці озимої обов'язковим є забезпечення рослин упродовж усього періоду росту та розвитку достатньою кількістю поживних речовин.

Із мінеральних добрив під пшеницю озиму можна застосовувати як прості, так і складні мінеральні добрива. З окремих форм краще вносити менш рухомі форми для зниження їхніх втрат.

Запланований урожай зернових культур гарантовано можна одержати за дотримання чіткої системи удобрення, що передбачає основне, припосівне внесення мінеральних добрив та підживлення азотними туками.

Проводити вологозарядковий полив недоцільно, так, як достатня кількість вологи залишається після рису. По мірі підсихання поверхні чеку вносяться азотні добрива, у вигляді сульфату амонію, та фосфорні, у формі суперфосфату простого дозою $N_{60}P_{40}$, що забезпечить максимальний рівень урожаю (рис. 6.4).

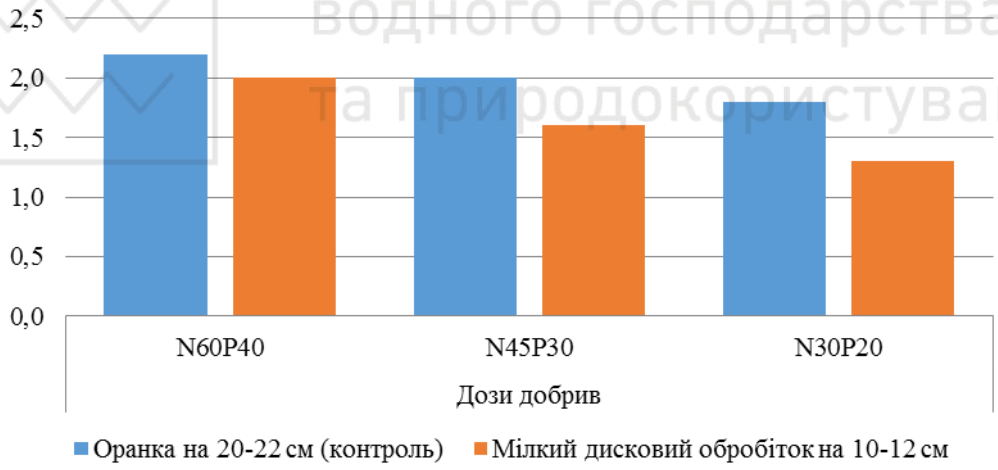


Рис. 6.4. Урожайність (т/га) пшениці озимої залежно від обробітку ґрунту та доз внесення добрив

Для заробки добрив проводять культивацію культиватором типу КПС-4 на глибину 6-8 см.

Незважаючи на малі площі посіву пшениці озимої в рисових чеках необхідно знати, що кожне господарство має змогу і повинно використовувати до 3 сортів із різними генетичними і біологічними ознаками та господарськими характеристиками. Це мають бути адаптовані сорти, створені селекційними установами, що знаходяться в конкретній зоні діяльності або екологічно близької до неї. Для зони рисосіяння досить добре підходять сорти створені в Інституті зрошуваного землеробства НААН, та в Селекційно-генетичному інституті НААН.

Формування високопродуктивних агрофітоценозів озимих культур досягається своєчасною появою дружніх сходів, що забезпечується оптимізацією строків сівби, норми висіву та глибини загортання насіння. За узагальненими даними науково-дослідних установ України, оптимальні строки сівби пшениці озимої друга половина вересня – перша половина жовтня.

У зв'язку з аномально теплими зимами в останні роки намічається тенденція до висівання пшениці озимої не тільки на початку жовтня, а й у другій та третій декаді цього місяця.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Необхідно також пам’ятати, що рослини пшениці озимої, висіяні в ранні строки значно пошкоджуються хворобами, приховано-стебловими шкідниками, тлями, переростають, що знижує їхню зимостійкість і врожайність та вимагає додаткових витрат ресурсів на проведення захисних заходів.

Оптимальна ширина міжрядь 15 см сприяє кращій площі живлення рослин, їхній освітленості та газообміну, ранньому зімкненню рядків, що є ефективним методом боротьби з бур'янами, кращому використанні елементів мінерального живлення та продуктивної вологи, що забезпечує формування виповненого зерна і підвищенню продуктивності агроценозу. Сівбу проводять зерновою рядковою сівалкою суцільної сівби.

Результати наукових досліджень і практика передових господарств свідчать, що необхідно переходити на сівбу сівалками точного висіву, що сприяє не лише зменшенню норми висіву та економії насіння, а й забезпечує рівномірну площу живлення кожної рослини, зменшує ураженість хворобами, продовжує роботу фотосинтетичного апарату, поліпшує налив зерна та підвищує врожайність.

Норма висіву забезпечує оптимальну густоту продуктивного стеблостою. Густота посіву є основою прогнозування врожаю і визначає щільність стеблостою до посіву. Найвищий врожай пшениця озима в рисових чеках формує при густоті 500 продуктивних стебел на 1 $м^2$.

Поява своєчасних і дружних сходів, нормальний розвиток рослин, формування високого врожаю значною мірою залежать від глибини заробки насіння. Глибина заробляння насіння визначається багатьма факторами, найважливіші з яких вологість ґрунту, його гранулометричний склад та щільність.

За сприятливих умов у рисових чеках після рису глибина сівби не повинна перевищувати 4-6 см. Насіння, зароблене на 4-6 см, швидше і рівномірніше проростає та кущиться, створюючи розвинені стебла. Після сівби поводиться прикочування котками типу ЗККШ-6.

Догляд за посівами пшениці озимої полягає у підживленні, проведенні вегетаційного поливу та боротьбою з шкідниками і хворобами. Боротьбу з бур’янами на посівах пшениці озимої проводять за необхідності, так як вони в більшості років відсутні. Підживлення посівів пшениці озимої проводиться у лютневі вікна аміачною селітрою дозою N_{30}. Проти збудників хвороб за потреби посіви обробляють один раз за вегетацію препаратом Імпакт 2,0 л/га. У період цвітіння проводять вегетаційний полив напуском нормою 1500 $м^3$/га.

Збирання врожаю проводять прямим комбайнуванням при вологості зерна 14%. У зоні рисосіяння немає необхідності проводити збирання роздільним способом.

Із метою запобігання зігрівання зернової маси, можливих втрат схожості та якості насіння необхідно, щоб обмолочене зерно було ретельно очищене від рослинних решток у день збирання урожаю. При підвищеній вологості зерна проводять його підсушування до 13-14%.

Технологія вирощування ячменю ярого. Ячмінь ярий також є добрим попередником для рису. Значною перевагою вирощування ячменю ярого в рисових сівозмінах є те, що посіви цієї культури найповніше використовують весняні запаси вологи, а також швидко наростає вегетативна маса, що сприяє пригніченню росту і розвитку бур'янів. Основний обробіток ґрунту під ячмінь ярий після рису проводять лемішним плугом типу ПН-5-35 на глибину 20-22 см. Ранньою весною з першою можливістю проведення польових операцій поверхню поля боронують.

Ячмінь є однією з найбільш чутливих культур до високого агрофону і внесення добрив, добре використовує як пряму дію, так і післядію органічних та мінеральних форм. Після рису мінеральні добрива вносяться дозою $N_{45}P_{30}$. Заробка добрив і передпосівну культивацію необхідно проводити культиватором типу КПС-4 на глибину висіву насіння (5-6 см). Сіяти ячмінь слід при настанні фізичної стиглості ґрунту. Ячмінь для проростання насіння не потребує високої температури, витримує приморозки та краще за інших зернових реагує на ранні строки сівби. Зниження урожайності через запізнення з сівбою відбувається тому, що ґрунт втрачає доступну рослинам вологу, а також через те, що період високих температур припадає на період кущіння і це, в свою чергу, призводить до зменшення продуктивної кущистості та озерненості колоса ячменю ярого.

Сівбу проводять сівалкою суцільної сівби звичайним рядовим способом. Норма висіву 4 млн шт. схожих насінин на га при ширині міжряддя 15 см та глибини заробки насіння 5-6 см із подальшим прикочуванням кільчатими котками ЗККШ-6 для поліпшення умов проростання та появи дружніх сходів. У період вегетації застосовують інтегровану систему захисту посівів від шкідників та хвороб. Обробку посівів гербіцидами та інсектицидами проводять лише за наявності шкідливих організмів у кількості, що перевищує економічні пороги шкодочинності. За період вегетації за необхідності проводять один обробіток фунгіцидом Імпакт 1,6 л/га. Вегетаційні поливи не проводять, так як ячмінь не витримує навіть короткочасного затоплення. Збирання урожаю проводять прямим комбайнуванням за вологості зерна

Національний університет
водного господарства
та природокористування

14%. Забур'янені та полеглі посіви збирають роздільним способом. Урожайність ячменю ярого за різних способів обробітку ґрунту та доз добрив наведено на рис. 6.5.

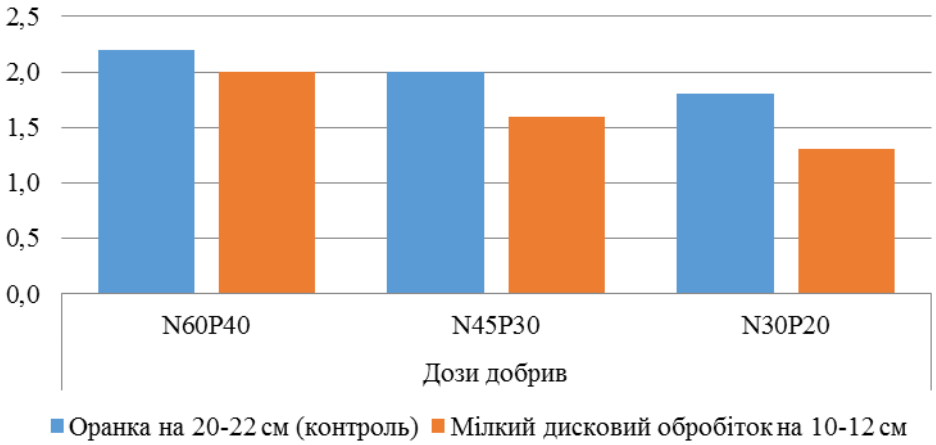


Рис. 6.5. Урожайність (т/га) ячменю ярого залежно від обробітку ґрунту та доз добрив

Проміжні культури рисової сівозміни збагачують ґрунт органічними речовинами, що в свою чергу, поліпшує водно-фізичні властивості солонцюватих ґрунтів та збільшує врожай рису. Згідно літературних джерел після вирощування проса за рахунок залишку стерні, ґрунт збагачується органічною речовиною у кількості 5,2-5,5 т/га, у якій міститься 50-54 кг азоту, 35-38 кг фосфору і 186-196 кг калію на гектар.

Технологія вирощування проса. Вирощування післяжнивних посівів проса у рисовій сівозміні сприяє очищенню полів від червонозерних форм рису. Засміченість полів цими формами є досить вагомою проблемою у рисівництві, особливо при веденні насінництва, оскільки червонозерні форми рису не тільки знижують якість насіння, але й знижують якість і вихід продукції на товарних посівах. У післяжнивних посівах проса при проведенні поливів напуском води в чеки насіння червоноземного рису добре проростає, але рослини не встигають сформувати репродуктивні органи.

Високі й стабільні урожаї проса у післяжнивних посівах можна отримати лише за умови, якщо обробіток ґрунту відповідає потребам культури, морфологічним особливостям її кореневої системи. Під післяжнивне просо відразу після збирання урожаю основної культури (ячменю ярого) можна проводити як мілкий дисковий обробіток дисковою бороною типу БДВ-6 на глибину 10-12 см у два сліди, так і оранку плугом на 20-22 см. Вологозарядковий полив проводиться напуском нормою 1200 м^3/га.

Одним із головних факторів впливу на урожайність проса є добрива (рис. 6.6). Забезпечення посівів елементами живлення сприяє більш ощадливій витраті води, підвищує стійкість до несприятливих факторів і ураження хворобами, створює умови для реалізації генетично зумовленої потенціальної продуктивності. Порівняно з іншими зерновими культурами просо потребує підвищеної кількості легкозасвоюваних поживних речовин, оскільки на створення 1 ц зерна використовує з ґрунту 3,0-3,5 кг азоту, 1,0-1,4 кг фосфору, 3,4-3,5 кг калію.

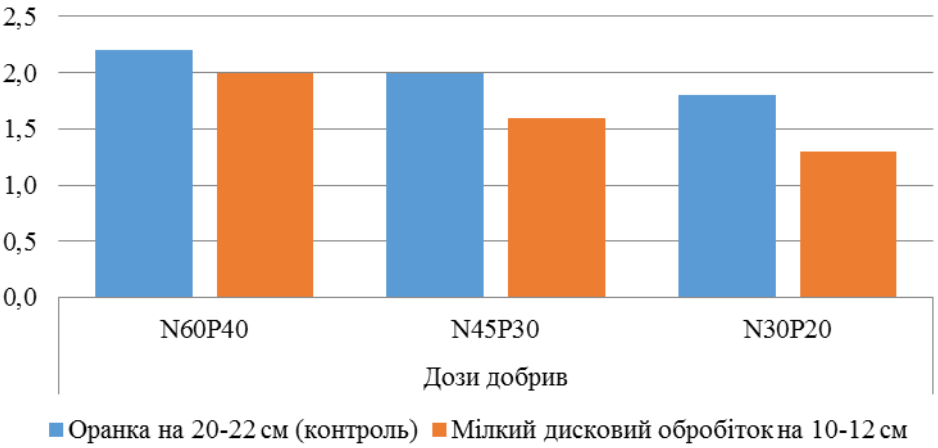


Рис. 6.6. Урожайність (т/га) проса залежно від обробітку ґрунту та доз добрив

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Просо у післяжнивних посівах найкраще реагує на азотні добрива. Найбільший врожай зерна проса у післяжнивних посівах забезпечує азотно-фосфорне добриво. Внесення калійних добрив є недоцільним за наявності обмінного калію більше 20 мг/100 г ґрунту. Оптимальна доза мінеральних добрив під просо – $N_{60}P_{30}$ у вигляді сульфату амонію та суперфосфату простого з подальшою культивацією культиватором типу КПС-4 у агрегаті з боронами типу БЗСС-1 на глибину 4-6 см.

Суттєве значення для отримання високих урожаїв проса відіграє норма висіву насіння, яка визначає водний, поживний та повітряний режими посівів. Відомо, що при загущених посівах коренева система рослин розвивається недостатньо, стебла утворюються невисокі, що призводить до зниження урожаю культури. Зріджені посіви також не можуть забезпечити високого урожаю. Тому густоту рослин регулюють нормою висіву, яку визначають із урахуванням погодних і ґрунтових умов, строків та способів сівби, біологічних особливостей росту, посівних якостей насіння тощо. Сіють просо сівалкою суцільної сівби з міжряддям 15 см нормою 4 млн шт. схожих насінин на 1 га на глибину 4-6 см. Після висіву насіння проводять прикочування кільчатими котками типу ЗККШ-6 впоперек посіву.

Просо, порівняно з іншими круп’яними культурами, характеризується низькою конкурентоспроможністю по відношенню до бур'янів. Тому без спеціальних заходів боротьби з ними культура може різко зменшити врожай. Вирощування проса в агромеліоративному полі рисової сівозміни не потребує застосування гербіцидів, оскільки типові для рису болотні та вологолюбні бур'яни не ростуть за відсутності достатньої кількості вологи, а суходільні у значній мірі відсутні в агроценозі.

Після збирання ранніх колосових зернових, запаси вологи в ґрунті низькі і перед сівбою післяжнивної культури проведення вологозарядкового поливу є обов’язковим агроприйомом, що забезпечує отримання сходів і створює запас вологи для подальшого росту і розвитку рослин проса. Кращі умови для вологозабезпечення проса створюються при поєднанні вологозарядкового поливу з вегетаційним. У фазі трубкування проводять вегетаційний полив напуском нормою 1000 $м^3$/га, у посушливі роки можна проводити 2 вегетаційні поливи.

Збирання урожаю проводять прямим або роздільним комбайнуванням, залежно від погодно-кліматичних умов при достиганні 85% зерен у волоті з вологістю зерна 14%.

6.5. Економічна та енергетична ефективність технологій вирощування сільськогосподарських культур рисової сівозміни

У сучасних економічних умовах перед агропромисловим комплексом країни стоїть завдання підвищення його ефективності на основі раціональної інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, максимальної економії всіх ресурсів, забезпечення подальшого зростання врожайності валових зборів сільськогосподарської продукції.

Стан економіки потребує мінімалізації найбільш енергоємних операцій обробки ґрунту, що в умовах рисових чеків набуває ще більш важливого значення, тому що наявність постійного шару води в період вегетації рису може вести до істотного ущільнення ґрунту, погіршення його повітряного режиму і, в кінцевому результаті, може негативно впливати на урожайність культур рисової сівозміни. У зв’язку з цим, розробка енергозберігаючих елементів технології вирощування рису та супутніх культур у рисових сівозмінах є досить важливим завданням.

Крім того, економічна ситуація в сільському господарстві ставить перед нами необхідність насичення сівозмін економічно вигідними культурами, що давали б максимальну віддачу в специфічних умовах рисових чеків.

Для підприємств, що функціонують в умовах ринкової економіки, головним критерієм ефективності господарювання є прибутковість. Показники економічної ефективності сільськогосподарського виробництва залежать від виду продукції, технологічних і організаційних особливостей її виробництва, рівня механізації. Економічна ефективність виробництва характеризується системою натуральних (врожайність, продуктивність, трудомісткість) і вартісних (собівартість, прибуток, валова продукція на одиницю площі, основні фонди) показників, які відображають співвідношення окремих кінцевих результатів і величини рівня використання ресурсів.

За даними досліджень проведених в Інституті рису максимальний чистий прибуток 6711 грн/га при вирощувані ячменю ярого отримано за оранки на глибину 20-22 см. Рівень рентабельності становив 127% при внесенні добрив$N_{60}P_{40}$ та 140% з дозою $N_{45}P_{30}$ (табл. 6.2).

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Таблиця 6.2

Показники економічної ефективності вирощування ячменю ярого, середні за 2011-2015 рр.

Варіант	Валовий прибуток, грн	Затрати, грн	Чистий прибуток, грн	Рівень рентабельності, %
Оранка+ $N_{60}P_{40}$	12000	5389	6711	127
Оранка+ $N_{45}P_{30}$	11500	4889	6711	140
Оранка+ $N_{30}P_{20}$	10750	4389	6461	150
Мілкий дисковий обробіток + $N_{60}P_{40}$	10750	5289	5461	103
Мілкий дисковий обробіток + $N_{45}P_{30}$	10750	4789	5961	124
Мілкий дисковий обробіток +$N_{30}P_{20}$	10000	4289	5711	133

При вирощуванні пшениці озимої в середньому за період проведення досліджень максимальний прибуток 8786 грн/га отримано на варіанті, де в якості основного обробітку ґрунту проводили оранку на глибину 20-22 см із внесенням мінеральних добрив дозою$N_{80}P_{40}$, та рівнем рентабельності 118% (табл. 6.3).

Таблиця 6.3

Показники економічної ефективності вирощування пшениці озимої, середні за 2011-2015 рр.

Варіант	Валовий прибуток, грн	Затрати, грн	Чистий прибуток, грн	Рівень рентабельності, %
Оранка +$N_{80}P_{40}$	16250	7564	8786	118
Оранка+ $N_{60}P_{30}$	14500	6278	8322	135
Оранка+ $N_{40}P_{20}$	13500	4992	8608	176
Мілкий дисковий обробіток + $N_{80}P_{40}$	15250	7464	7787	104
Мілкий дисковий обробіток + $N_{60}P_{30}$	13750	6178	7572	123
Мілкий дисковий обробіток +$N_{40}P_{20}$	13250	4892	8358	171

У середньому за п’ять років досліджень найприбутковішим при вирощуванні сої з прибутком 22059 грн/га є варіант із оранкою на глибину 20-22 см та дозою мінеральних добрив $N_{30}P_{20}$. Рівень рентабельності в даному варіанті становив 346% (табл. 6.4).

Таблиця 6.4

Показники економічної ефективності вирощування сої, середні за 2011-2015 рр.

Варіант	Валовий прибуток, грн	Затрати, грн	Чистий прибуток, грн	Рівень рентабельності, %
Оранка+$N_{60}P_{40}$	24490	7757	16832	220
Оранка+ $N_{45}P_{30}$	24700	7119	16681	238
Оранка+ $N_{30}P_{20}$	28440	6481	22059	346
Мілкий дисковий обробіток + $N_{60}P_{40}$	22910	7657	15253	199
Мілкий дисковий обробіток + $N_{45}P_{30}$	24490	7019	17471	249
Мілкий дисковий обробіток +$N_{30}P_{20}$	24490	6381	18109	284

При вирощуванні проса в середньому за період досліджень максимальний прибуток 4856 грн/га отримано за оранки на глибину 20-22 см при внесенні добрив дозою$N_{60}P_{40}$, рівень рентабельності становив 123% (табл. 6.5).

Таблиця 6.5

Показники економічної ефективності вирощування проса, середні за 2011-2014 рр.

Варіант	Валовий прибуток, грн	Затрати, грн	Чистий прибуток, грн	Рівень рентабельності, %
Оранка+$N_{60}P_{40}$	8800	4044	4856	123
Оранка+ $N_{45}P_{30}$	8000	3406	4694	142
Оранка+ $N_{30}P_{20}$	7200	2769	4531	170
Мілкий дисковий обробіток + $N_{60}P_{40}$	8000	3944	4056	103
Мілкий дисковий обробіток + $N_{45}P_{30}$	6400	3306	3094	94
Мілкий дисковий обробіток +$N_{30}P_{20}$	5200	2669	2531	95

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Основною та найприбутковішою культурою сівозміни є рис. Рис – це культура, яка суттєво змінює показники врожайності залежно від дози добрив. На відміну від інших культур сівозміни, рис вирощується в умовах постійного затоплення, тому волога не може бути лімітуючим фактором при його вирощуванні, як наприклад, у ячменю ярого. Останнім часом ціна на рис сирець збільшується, що в кінцевому результаті впливає на величину чистого прибутку. Встановлено, що величина умовно чистого прибутку прямо пропорційно залежала від доз добрив.

Найвищий чистий прибуток в середньому за п'ять років у розмірі 35826 грн з рівнем рентабельності 170% ми отримали на варіанті з дисковим обробітком ґрунту на глибину 10-12 см і повною дозою мінеральних добрив $N_{120}P_{40}$ по попереднику соя. Після ячменю ярого максимальний прибуток отримано у розмірі 34308 на варіанті за оранки на глибину 20-22 см і максимальної дози мінеральних добрив $N_{120}P_{40}$. Рівень рентабельності становив 163%. Кращий прибуток від вирощування рису після пшениці озимої отримано у варіанті з оранкою на глибину 20-22 см і максимальною дозою мінеральних добрив $N_{120}P_{40}$. Прибуток становив 30347 грн/га, рівень рентабельності 144% (табл. 6.6).

Таблиця 6.6

Показники економічної ефективності вирощування рису, середні за 2011-2015 рр.

Варіант	Валовий прибуток, грн	Затрати, грн	Чистий прибуток, грн	Рівень рентабельності, %
Після пшениці озимої				
Оранка +$N_{120}P_{40}$	51420	21172	30347	144
Оранка+ $N_{90}P_{30}$	49260	22120	29240	146
Оранка+ $N_{60}P_{20}$	47640	19067	28673	151
Мілкий дисковий обробіток + $N_{120}P_{40}$	50540	21072	29268	139
Мілкий дисковий обробіток + $N_{90}P_{30}$	48300	20020	28280	141
Мілкий дисковий обробіток +$N_{60}P_{20}$	47280	18967	28313	149
Після ячменю ярого з післяжнивним просом				
Оранка+$N_{120}P_{40}$	55380	21172	34308	163
Оранка+ $N_{90}P_{30}$	48120	22120	28100	140
Оранка+ $N_{60}P_{20}$	46260	19067	27292	144
Мілкий дисковий обробіток + $N_{120}P_{40}$	47280	21072	26208	124
Мілкий дисковий обробіток + $N_{90}P_{30}$	46320	20020	26300	131
Мілкий дисковий обробіток +$N_{60}P_{20}$	45180	18967	26212	138
Після сої				
Оранка+$N_{120}P_{40}$	55620	21172	34548	164
Оранка+ $N_{90}P_{30}$	51000	22120	30980	155
Оранка+ $N_{60}P_{20}$	52560	19067	33593	177
Мілкий дисковий обробіток + $N_{120}P_{40}$	56998	21072	35826	170
Мілкий дисковий обробіток + $N_{90}P_{30}$	53100	20020	33080	165
Мілкий дисковий обробіток +$N_{60}P_{20}$	51780	18967	32813	173

Організаційно-економічна структура енергозберігаючих технологій вирощування культур у рисових сівозмінах повинна спрямовувати всі складові елементи на повну реалізацію їхніх потенційних можливостей за врожайністю з мінімальними втратами енергоресурсів, що забезпечить їх високу окупність.

Основною технологічною операцією є основний обробіток ґрунту, який створює оптимальні ґрунтові умови для росту і розвитку рослин. Відомо, що в структурі загальних витрат він становить від 2 до 10%, але від нього в значній мірі залежить продуктивність культур.

Також важливе значення в формуванні високих урожаїв мають мінеральні добрива. В умовах рисових сівозмін це питання набуває особливої актуальності враховуючи промивний режим, який створюється при вирощуванні рису. Тому для створення оптимального поживного режиму для супутніх культур рисових сівозмін необхідно застосовувати науково обґрунтовані дози мінеральних добрив, які розраховані на підставі аналітичних досліджень. Для більш повного визначення ефективності застосування різних способів основного обробітку ґрунту та доз мінеральних добрив було проведено розрахунок коефіцієнта енергетичної ефективності (КЕЕ), який був основним критерієм доцільності застосування тих чи інших елементів технології вирощування культур у рисових сівозмінах.

Порівняння коефіцієнтів енергетичної ефективності вирощування рису та інших культур рисової сівозміни свідчить про великий діапазон коливань досліджуваного показника. Доведено, що в середньому по досліджуваних факторах найбільші значення коефіцієнту енергетичної ефективності відмічені при вирощуванні зернових колосових культур – пшениця озима (8,29) і ячменю ярого (8,64), що пояснюється

Національний університет
водного господарства
та природокористування

деякими відмінностями умов їхнього вирощування в рисових сівозмінах від умов звичайних зрошуваних сівозмін. Зниження енерговитрат, а тому підвищення ефективності їхнього вирощування відбувається, по-перше, за рахунок можливості проведення поливів напуском (по типу рису) не використовуючи дощувальну техніку, по-друге, в зв'язку з відсутністю потреби в застосуванні засобів захисту від бур'янів, оскільки в рисових сівозмінах бур'яни звичайні для зрошуваних сівозмін практично відсутні, а бур'яни типові для рису в посівах супутніх культур також практично відсутні, що не тільки знижує витрати (що позитивно впливає на рівень КЕЕ), але й поліпшує екологічні умови довкілля. Коефіцієнт енергетичної ефективності вирощування рису по різних попередниках, способах і глибині основного обробітку ґрунту та дозах мінеральних добрив був у межах від 2,04 по пшениці озимій до 2,92 по сої.

Вирощування рису по попереднику соя характеризувалося високим рівнем і стабільністю енергетичних показників. Загальна енергоємність зерна пшениці озимої по попереднику рис характеризувалось відсутністю різниці стосовно доз внесення добрив, а за способами і глибиною основного обробітку ґрунту зафіксовані несуттєві – на рівні 3,1%, коливання цього показника. Рис, при вирощуванні його після пшениці озимої, характеризувався дуже високим рівнем загальної енергоємності. Ячмінь ярий після рису в рисовій сівозміні забезпечив коефіцієнт енергетичної ефективності 8,64, що пояснюється відсутністю витрат на засоби захисту та запасах вологи в ґрунті після рису, що сприяло отриманню високого врожаю без поливів. Вирощування рису, порівняно з іншими зерновими культурами, забезпечує отримання найбільш високих і сталих урожаїв та економічних показників.

Енергоефективність вирощування проса після ячменю ярого характеризувалася зниженням загальної енергоємності 27273 МДж/га. Слід відмітити, що енергетичні показники цієї культури практично не залежали від досліджуваних факторів. Стабільністю характеризувались показники енергетичної ефективності вирощування рису по попереднику ячмінь ярий + просо у післяжнивному посіві залежно від способу і глибини основного обробітку ґрунту та доз мінеральних добрив. Найбільша загальна енергоємність, на рівні 139432 МДж/га, зафіксована при проведенні оранки та внесенні мінеральних добрив дозою $N_{120}P_{40}$. Коефіцієнт енергетичної ефективності становив 2,08.

Використання науково обґрунтованих сівозмін та технологій вирощування сільськогосподарських культур дозволяє покращити ЕМС ґрунтів зони рисосіяння України, а також у подальшому використати як перспективний напрямок розвитку будівництво сучасних меліоративних систем на основі контурної рисової системи типу «карта-поле» та вирощування рису із застосуванням краплинного зрошення.

Таким чином, на підставі проведених досліджень встановлена доцільність вирощування у рисових сівозмінах в якості попередників під рис пшениці озимої, сої, ячменю ярого та проса в післяжнивному посіві, а також використовувати рис в якості попередників під всі культури, що у комплексі гарантує отримання високого рівня урожайності усіх культур рисової сівозміни.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

7. ЗАХОДИ З ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ РИСОВИХ ЗРОШУВАЛЬНИХ СИСТЕМ

7.1. Удосконалення режимів, технологій та техніки зрошення культур рисової сівозміни

7.1.1. Загальні передумови. Існуючі технології вирощування затоплюваної культури рису потребують значних обсягів зрошувальної води, в тому числі й для забезпечення та підтримання промивного водного режиму засолених ґрунтів. Із великими об'ємами водоподачі пов'язаний також значний обсяг непродуктивних технологічних скидів, що на рисових системах може перевищувати 50% від загального об'єму водоподачі. Затрати зрошувальної води при вирощуванні рису залежать від багатьох чинників: *прийнятого режиму зрошення; погодно-кліматичних умов місцевості; водно-фізичних властивостей ґрунту; конструкцій рисових карт* та ін.

Тому сьогодні вирішенням сучасних еколого-економічних проблем галузі рисівництва України, пов'язаних із значними об'ємами водоподачі і непродуктивними технологічними витратами, є перехід на ресурсозберігаючі режими та технології водо-та енергокористування, мінімізація непродуктивних скидів, ресурсозбереження й охорона навколишнього природного середовища. Для досягнення поставленої мети необхідно виконання та реалізація низки задач, до яких належить необхідність удосконалення режимів та технологій водо- та енергокористування на РЗС із дотриманням вимог ресурсозбереження як необхідної умови підвищення загального рівня їхньої технічної ефективності.

На думку більшості вчених, однією з головних причин незадовільного рівня технічної експлуатації РЗС є недосконалість прийнятих режимно-технологічних рішень та пов'язане з цим нераціональне використання водних ресурсів, насамперед, через завищені зрошувальні норми і наявні непродуктивні скиди води, що мають місце при реалізації наявних технологій водокористування при поверхневому затопленні.

Вирощування культури рису шляхом його поверхневого затоплення призводить до значних витрат зрошувальної води. При цьому частка її безпосереднього споживання культурою рису є відносно невеликою. Найбільш затратними складовими водного балансу рисового чека є сумарне випаровування, фільтрація та технологічні скиди. В умовах зони рисосіяння України величина сумарного водоспоживання залежно від ґрунтово-кліматичних умов та сортових особливостей становить 9,0-11,0 тис. $м^3$/га. Величина фільтраційних втрат із поверхні рисових полів відноситься до нерегульованої частини водного балансу та залежить від водопроникності ґрунтів, гідрогеологічних умов, конструктивних особливостей рисових систем, зокрема поливних карт, параметрів зрошувальної та ДСМ.

Процес фільтрації по площі карти-чека відбувається дуже нерівномірно. Вільна фільтрація під затопленою рисовою картою має місце в основному лише в придренних зонах, а в її центральній частині має місце тільки у початковий період при насиченні ґрунтів зони аерації. Таким чином, фільтрація зрошувальної води як з каналів, так і рисових полів визначається інтенсивністю бокового відтоку у дренажну мережу, при цьому найбільші значення швидкості фільтрації спостерігаються на частині рисового поля, у так званих придренних зонах, на відстані до 50 м від картових дрен при відсутності підпорів в ДСК. Далі, до середини міждрення, значення швидкості фільтрації, незалежно від конструкції поливних карт, зменшуються практично до нуля.

Оскільки фільтрація з рисових полів становить приблизно половину зрошувальної норми, то зменшення фільтраційних втрат є одним із головних шляхів зменшення її величини і загальних обсягів водозабору на зрошення рису та супутніх культур. Тому задача полягає в розробці дієвих заходів направлених на забезпечення рівномірної дренованості по площі рисової карти, підтриманні її на необхідному рівні (5-8 мм/добу) та зменшенні фільтраційних втрат води із зрошувальної мережі.

Розроблений на основі цього ресурсозберігаючий режим зрошення рису забезпечує сприятливі умови вирощування рису, отримання його врожайності на рівні 7-10 т/га і вище, при цьому досягається виконання вимог ресурсо- та енергозбереження. Зрошувальна норма стабілізується на рівні 15-18 тис. $м^3$/га, обсяг ДСВ за межі РЗС зменшується з 10-15 тис. $м^3$/га до 2-3 тис. $м^3$/га. За межі РЗС видаляються тільки ті дренажні води, які не містять залишків пестицидів, не чинять токсичної дії на навколишнє середовище і за своїм складом відповідають вимогам як «нормативно чисті».

На підставі аналізу теорії та практики рисосіяння виділено та прийнято до розгляду основні режими зрошення рису при поверхневому поливі затопленням, що мали місце на Придунайських РЗС від початку введення їх в експлуатацію і до теперішнього часу:

- традиційний – ***постійне затоплення***;
- удосконалений – ***скорочене затоплення***;

Національний університет
водного господарства
та природокористування

- ***ресурсозберігаючий режим*** зрошення рису.

Схеми реалізації виділених режимів зрошення рису щодо створення необхідного шару затоплення поверхні рисового чека за фазами розвитку рослини рису представлені на рис. 7.1.

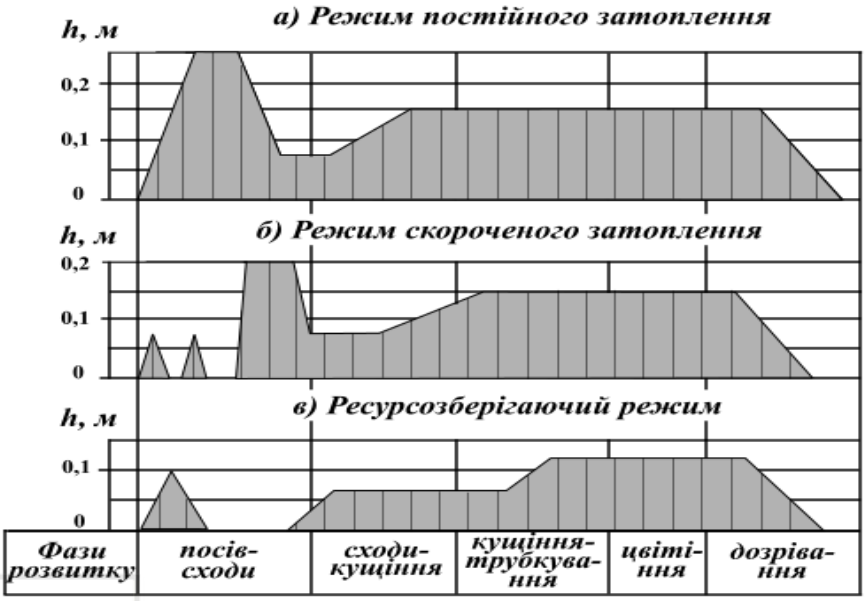


Рис. 7.1. Схема реалізації основних режимів зрошення при поверхневому затопленні за фазами розвитку рослини рису

Порівняння визначених усереднених значень основних складових технологічних елементів водоподачі і водовідведення *(глибина шару затоплення, h, м; зрошувальна норма рису брутто, $М_{бр}$, тис. м^3/га; затрати води на технологічні скиди, S, тис. м^3/га; затрати води на створення проточності, $S_п$, тис. м^3/га)* при реалізації виділених режимів зрошення рису при поверхневому поливі затопленням представлене в табл. 7.1.

Таблиця 7.1

Усереднені параметри основних показників водокористування щодо основних режимів зрошення рису

Режими зрошення рису	Показники водокористування			
	h, м	*$М_{бр}$, тис. м^3/га*	*S, тис. м^3/га*	*$S_п$, тис. м^3/га*
Постійне затоплення	0,25	23,5	2,5	1,2
Скорочене затоплення	0,20	20,0	2,0	1,2
Ресурсозберігаючий режим	0,10	15,0	1,0	-

Наведені результати визначають необхідність подальшого удосконалення режимних, технологічних і технічних рішень із водорегулювання на РЗС із урахуванням сучасних екологічних, економічних та погодо-кліматичних умов, а також можливих їхніх змін.

7.1.2. Рисова зрошувальна система сівозмінного землеробства. Рисові сівозміни, особливо на системах, що побудовані на раніше засолених ґрунтах, суттєво відрізняються за умовами їхнього формування, тому необхідно щоб виконувалися такі умови. По-перше, частка рису в рисовій сівозміні повинна становити 50-60%, але вирощування культури рису на одному полі не повинно бути більше 3-х років поспіль. При невиконанні цієї умови виникає заболочування, що провокує інтенсивний розвиток болотних бур'янів: просянки, бульбокомишу, очерету. По-друге, при вирощуванні супутніх культур більше 3-х років поспіль на одному полі, виникає загроза вторинного засолення ґрунтів.

Тому актуальною є розробка такого способу освоєння сівозміни (схеми розміщення і чергування сільськогосподарських культур), який надав би змогу здійснити перехід на спрощену систему управління полями та ефективну організацію водорозподілу і водовідводу на них при розміщенні культур на системі, досягнути технічного результату, покращення якості ґрунту,

Національний університет
водного господарства
та природокористування

підвищити врожайність сільськогосподарських культур на засолених рисових зрошувальних системах та збільшення значної економічної ефективності сільськогосподарського виробництва.

Поставлена задача досягається тим, що у способі освоєння рисової сівозміни, що має необхідну схему чергування культур, яка включає себе вирощування рису, багаторічних трав та інших сільськогосподарських культур та представляє собою одноблочну сівозміну, культури рисової сівозміни розміщають на системі на 4-ох полях приблизно рівних за площею: рис на 2-х полях, та багаторічні трави на 3-му полі, які вирощуються за принципом монокультур, а на 4-му полі інші супутні культури, причому вирощування рису не перевищує 2-х років поспіль, у свою чергу багаторічні трави вирощують 2 роки, а супутні культури не більше одного року, повний цикл освоєння культур здійснюють за 8 років.

Для того щоб полегшити водорегулювання на рисовій зрошувальній системі, зміна культур відбувається по полях системи, що значно спрощує регулювання водоподачі. При такому компактному розміщенні культур на системі значно спрощується логістика, яка у свою чергу скорочує сільськогосподарські витрати.

На рис. 7.2 показано схему ротації (щорічної зміни) та розміщення культур на полях системи, при цьому площа системи розбита на чотири приблизно рівних за площею поля.

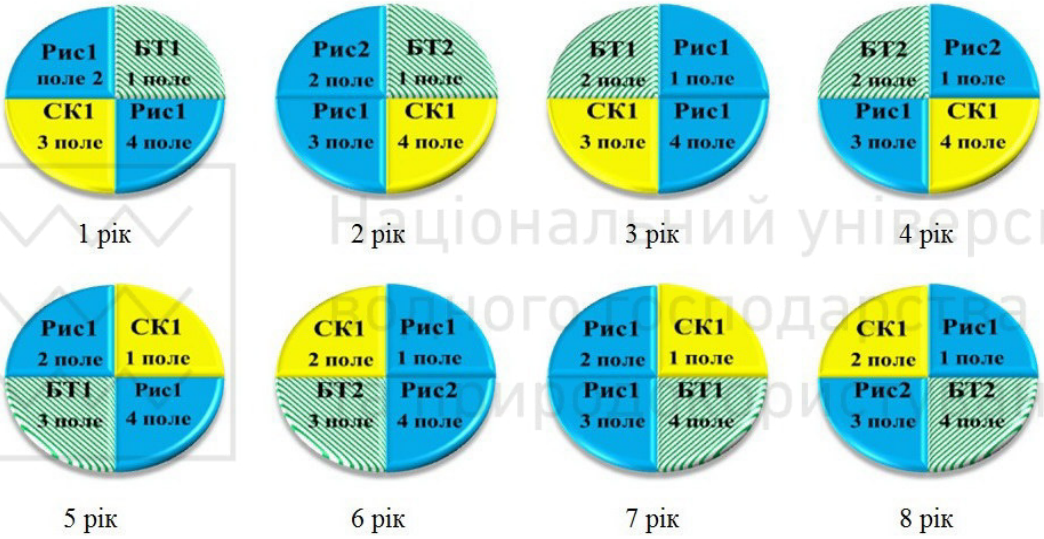


Рис. 7.2. Схема ротації та розміщення культур на полях системи:
БТ1 – багаторічні трави першого року; БТ2 – багаторічні трави другого року; Рис1 – рис першого року; Рис2 – рис другого року; СК1 – супутні культури першого року; СК2 – супутні культури другого року

Чергування культур у часі заплановане таким чином, щоб забезпечити: промивний режим засолених ґрунтів, підтримання сприятливого еколого-меліоративного та належного фітосанітарного стану, при якому не буде відбуватися заболочування (виникає при вирощуванні рису на одному місці більше 3-ох років) та вторинного засолення (при тривалому вирощуванні супутніх культур).

На рис. 7.3 зображено повний цикл освоєння рисової сівозміни, який триває 8 років.

Поля	**Перший цикл**							
1	**БТ1**	**БТ2**	**Рис1**	**Рис1**	**СК1**	**Рис1**	**СК1**	**Рис1**
2	**Рис1**	**Рис2**	**БТ1**	**БТ2**	**Рис1**	**СК1**	**Рис1**	**СК1**
3	**СК1**	**Рис1**	**СК1**	**Рис2**	**БТ1**	**БТ2**	**Рис1**	**Рис1**
4	**Рис1**	**СК1**	**Рис1**	**СК1**	**Рис1**	**Рис2**	**БТ1**	**БТ2**

Рис. 7.3. Повний цикл освоєння рисової сівозміни

На кожному полі вирощується по 2 роки поспіль багаторічні трави, а інші культури займають своє місце довільно, відповідно до таких вимог. На системі рекомендовано вирощувати культури в такому відсотковому відношенні: 50% – рису; 25% – багаторічні трави; 25% – інші супутні культури (наприклад: ефірно масляні культури, озимі зернові, зернобобові, овочі та інші). Два поля зайняті рисом, третє поле заняте багаторічними травами – ці культури вирощуються за принципом монокультур на полях; на

Національний університет
водного господарства
та природокористування

четвертому полі вирощуються інші супутні рису культури, склад їх керується відповідно до вимог землекористувачів.

7.1.3. Удосконалення техніки зрошення супутніх культур рисової сівозміни. Одним із можливих способів поливу супутніх культур рисової сівозміни є дощування, суть якого полягає в тому, що полив здійснюється дощувальними машинами, які за параметрами відповідають розмірам рисового чеку чи поливної карти. Поливну воду дощувальні машини забирають із тимчасової зрошувальної мережі, що влаштовується на чеку або поливній карті. Вода у тимчасову зрошувальну мережу подається із зрошувального каналу рисової системи, звідки її забирають дощувальні машини, які переводять поливну воду переважно у стан ґрунтової вологи. Полив дощуванням здійснюється зазвичай у світлу пору доби, тривалістю 3-5 діб поливною нормою 400-600 м^3/га, відповідно до режиму зрошення вирощуваних культур (з урахуванням їхніх вимог по фазах розвитку та зміни погодно-кліматичних умов упродовж періоду вегетації), зрошувальною нормою 2500-3000 м^3/га.

Недоліками такого способу є значні втрати зрошувальної води на випаровування, необхідність улаштування тимчасової зрошувальної мережі, що обумовлює додаткові матеріальні затрати, висока вартість дощувальних машин, неглибоке промочування ґрунту, тобто даний спосіб є енерго- та ресурсозатратним.

При цьому основним способом поливу провідної культури рису і деяких супутніх культур рисової сівозміни на засолених ґрунтах РЗС є поверхневий полив затопленням. Сутність даного підходу полягає у створенні шару води на поверхні рисового поля або карти-чека, як необхідної умови підтримання промивного водного режиму зрошуваних засолених ґрунтів. Поливна вода подається з магістрального каналу через водовипуски, які у свою чергу заповнюють площу чеку чи поливної карти. Товщина шару затоплення залежить від вирощуваної культури та фази її розвитку, і в середньому: для культури рису становить 18-25 см; для супутніх культур 5-8 см та поливною нормою 500-800 м^3/га. Зрошувальна норма при цьому становить: для рису 20-25 тис. м^3/га; для супутніх культур 5-8 тис. м^3/га і включає в себе витрати на водонасичення ґрунту, випаровування і транспірацію, частина невідпрацьованої води скидається в дренажні канали.

Недоліками такого способу є значне навантаження на зрошувальну мережу, необхідність ретельного планування поверхні чеків чи поливних карт (різниця відміток не більше +2,5 см), неминучий непродуктивний скид не поглинутої води, вимокання вирощуваних супутніх культур (витримують затоплення без втрат урожаю до 3-ох діб) в окремих мікропониженнях, або так званих «блюдцях». Затрати води при такому способі значно більші, ніж при зрошенні дощуванням.

При цьому у світлу пору доби відбувається значне випаровування води з поверхні ґрунту та посилена транспірація, що призводить до неефективного використання вологи та збільшення поливних норм. За умов високих температур повітря полив є небажаним, це може призвести до опіків рослин.

Нова запатентована технологія направлена на підтримання сприятливого еколого-меліоративного стану зрошуваних засолених земель відповідно до сучасних еколого-економічних вимог в цілому, що забезпечить покращення умов росту і продуктивність супутніх культур рисової сівозміни.

Полив супутніх культур рисової сівозміни здійснюють шляхом їхнього затоплення шаром води 2-4 см циклічно і тільки у темний період доби, поливними нормами 200-400 м^3/га, величина якої відповідає добовій водопотребі культури та змінюються відповідно до динаміки сумарного випаровування і опадів впродовж періоду вегетації, менше 200 м^3/га буде недостатньо для вологонасичення ґрунту, а більше 400 м^3/га буде відбуватися підтоплення і вимокання супутніх культур рисової сівозміни. При добовій водопотребі культури 5-7 мм, зрошувальна норма становить 4-6 тис. м^3/га. Відповідно до певної фази розвитку рослин поливна норма збільшується (наприклад, проростання насіння, кущіння у злакових і пагоноутворення; у бобових і хрестоцвітих, відповідно, вихід у трубку і гілкування, колосіння або викидання волоті та бутонізація, цвітіння) та поступово зменшується (період дозрівання насіння або осіннього відмирання надземної маси – у багаторічних трав). При цьому величина поливної норми передбачає необхідність збільшення вологості ґрунту при створенні шару води потужністю 2-4 см, завдяки чому не виникає загрози підтоплення і вимокання вирощуваних культур рисової сівозміни, що у свою чергу позитивно впливає на їхній ріст і розвиток. Величина поливної норми за один цикл контролюється водовипусками, обладнаними гідроавтоматами, що забезпечують подачу розрахункової витрати із зрошувального каналу рисової системи в нічний час. Тобто вода, що потрапляє до активного кореневмісного шару ґрунту за один нічний полив, спрацьовується за світлу пору доби після поливу. Перевагами такого циклічного поливу в темний період доби є зменшення затрат води на випаровування з поверхні ґрунту та

Національний університет
водного господарства
та природокористування

транспірацію, відсутність прямих сонячних променів, що виключає створення ефекту лінзи і, як наслідок, відсутність шкідливого впливу на рослини.

На карті-чеку нарізають тимчасову борозну (рис. 7.4), яка проходить вздовж зрошувального каналу, повертає та далі проходить вздовж внутрішньокартової дрени до експлуатаційної дороги з протилежного боку карти-чеку, рух води перекривають тимчасовою перетинкою на зрошувачі-скиді, воду для зрошення одночасно подають із зрошувального каналу в тимчасову борозну через водовипуск та в зрошувач-скид за допомогою пересувної насосної станції з дренажного каналу, завдяки чому відбувається швидке та рівномірне розтікання поливної води по всій площі карти-чеку.

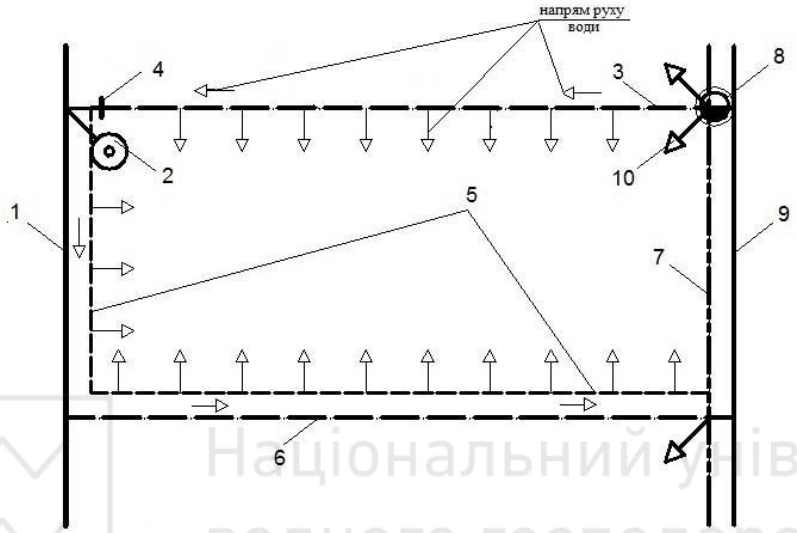


Рис. 7.4. Схема карти-чека з дренажем для забезпечення комбінованого способу поливу затопленням: 1 – зрошувальний канал; 2 – водовипуск, обладнаний гідроавтоматом; 3 – зрошувач-скид; 4 – тимчасова перетинка; 5 – тимчасово нарізана борозна; 6 – внутрішньокартова дрена; 7 – експлуатаційна дорога; 8 – пересувна насосна станція; 9 – дренажний канал; 10 – скидні споруди

При комбінованому способі відбувається перемішування зрошувальної води із зрошувального каналу 1 з дренажно-скидною водою із зрошувача-скиду 3 у співвідношенні приблизно 1:1, що є екологічно безпечним, дає значну економію поливної води та електроенергії.

При існуючому способі зрошення основним недоліком є однобічна подача води на карту-чек зі зрошувача, що призводить до нерівномірного зволоження ґрунтів по площі карти-чеку. Запропонований спосіб поливу дає змогу подавати воду на поливну ділянку з різних сторін, за рахунок такої схеми водоподачі зменшується тривалість розтікання поливної води по поверхні поливної карти і вирівнюється епюра зволоження ґрунтів по площі поливної карти.

При застосуванні комбінованого способу поливу затопленням супутніх культур рисової сівозміни на картах-чеках з дренажем відбувається пришвидшення і рівномірність розтікання води по всій площі поливної ділянки, цим самим забезпечується підтримання сприятливого еколого-меліоративного стану зрошуваних засолених земель відповідно до сучасних еколого-економічних вимог та сприяє покращенню умовам росту і продуктивності супутніх культур рисової сівозміни. Відбувається значне зниження навантаження на зрошувальну мережу за рахунок зниження пропускної витрати водовипусками, що обладнані гідроавтоматами, що в свою чергу гарантує їхню надійну роботу та збільшення урожаю на 5-10%.

Даний спосіб відповідає вимогам вирощуваних сільськогосподарських культур та умовам зрошення: кліматичним, ґрунтовим, гідрогеологічним, гідрологічним тощо. При поливі в нічний час відбувається найбільш ефективне використання зрошувальної води як вирощуваною культурою, так і ґрунтом, а нічний тариф на використану електроенергію насосними станціями є найнижчим.

Показники та параметри удосконаленої технології поливу затопленням супутніх культур рисової сівозміни. Тривалість подачі поливної води визначається за формулою

$$t_{под} = \frac{m \cdot F}{Q}, \qquad (7.1)$$

де m – поливна норма, м^3/га; F – площа чеку, га; Q – витрата води на чек, м^3/с.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Узагальнені параметри водоподачі при зрошенні супутніх культур рисової сівозміни за удосконаленою технологією поливу затопленням залежно від конструкції карти-чеку, наведені в табл. 7.2.

Таблиця 7.2

Параметри водоподачі при зрошенні супутніх культур рисової сівозміни за удосконаленою технологією поливу затопленням залежно від конструкції карти-чеку

Поливна норма, $м^3$/га	ККТ			КЧД		
	Витрата води на чек, $м^3$/с	Площа чеку, га	Час подачі води на чек, год	Витрата води на чек, $м^3$/с	Площа чеку, га	Час подачі води на чек, год
200	0,04	4	5,56	0,08	10	6,94
250	0,04	4	6,94	0,08	10	8,68
300	0,04	4	8,33	0,13*	10	6,41
350	0,04	4	9,72	0,13*	10	7,48
400	0,09*	4	4,94	0,13*	10	8,55

Примітка: * – спільна подача води на чек через водовипуск із додатковим застосуванням пересувної насосної станції (СНП 50/80)

Дослідженнями визначено, що запас продуктивної вологи після проведення поливу визначається у загальному вигляді залежністю виду

$$y = \frac{ax \cdot z}{bx + cz + d}, \% \tag{7.2}$$

де *a, b, c, d* – змінні коефіцієнти; *x, z* – аргументи функції y.

У приведеному до досліджуваних умов у вигляді функція (7.3) записується як

$$WPh_\tau = \frac{WPh_{\tau-1} \cdot \frac{EV_{\tau-1}}{m_\tau + P_\tau}}{0{,}0025 WPh_{\tau-1} + 0{,}0062 \frac{EV_{\tau-1}}{m_\tau + P_\tau} - 0{,}1058}, \% \tag{7.3}$$

де $WPh_{\tau-1}$ – запас продуктивної вологи розрахункового шару ґрунту ($h_{РШГ}$=1м) перед поливом, % від $WPh^0_{h_{РШГ}}$ (максимально можливий запас продуктивної вологи розрахункового шару ґрунту (РШГ), $WPh^0_{h_{РШГ}}$=600 $м^3$/га); $EV_{\tau-1}$ – потенційне випаровування за попередню перед поливом добу, $м^3$/га; m_τ – поливна норма, $м^3$/га; P_τ – можливі опади в період поливу, $м^3$/га.

Частка поливної води, яка йде на поповнення запасів продуктивної вологи РШГ визначається як

$$\Delta WPh_\tau = WPh^0_{h_{РШГ}} (WPh_\tau - WPh_{\tau-1}), \ м^3/га \tag{7.4}$$

Тоді, частка поливної води, що надійшла на поповнення волозапасів ґрунту визначається відношенням

$$\theta m_\tau = 100 WPh_\tau / m_\tau, \% \tag{7.5}$$

Глибина промочування ґрунту при поливі $h_{\theta m_\tau}$ може бути визначена як відношення кількості води, що надійшла в грунт при поливі, до коефіцієнта вологонасичення ґрунту δ_g

$$h_{\theta m_\tau} = 1/\delta_g \cdot m_\tau \cdot \theta m_\tau, \ м. \tag{7.6}$$

Основні показники та параметри удосконаленої техніки поверхневого поливу затопленням для умов Придунайських РЗС, які не залежать від конструкції карти-чеку, наведені в табл. 7.3.

Таблиця 7.3

Показники та параметри удосконаленої техніки поверхневого поливу затопленням для умов Придунайських РЗС, які не залежать від конструкції карти-чеку

$WPh_{\tau-1}$, % від WPh_0	P_τ, $м^3$/га	$EV_{\tau-1}$, $м^3$/га	m_τ, $м^3$/га	ΔWPh_τ, $м^3$/га	θm_τ, %	$h\theta m_\tau$, м
45,00	1,50	50,00	200,00	130,00	65,00	0,13
45,00	1,50	50,00	250,00	165,00	66,00	0,16
45,00	1,50	50,00	300,00	200,00	67,00	0,20
45,00	1,50	50,00	350,00	240,00	68,00	0,24
45,00	1,50	50,00	400,00	280,00	70,00	0,28

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Наведені залежності можуть бути використані при оперативному управлінні водорегулювання режиму зрошення супутніх культур рисової сівозміни за удосконаленою технологією поливу затопленням в умовах реального року.

Ефективність застосування удосконаленої технології зрошення супутніх культур рисової сівозміни на основі традиційного для рисових систем поливу затопленням супіщано-суглинкових за гранулометричним складом засолених ґрунтів підтверджується проведеними дослідженнями для умов Придунайських РЗС, які включали в себе:

1) аналіз та узагальнення результатів застосування зрошення дощуванням та поверхневого поливу затопленням у виробничих умовах функціонування Придунайських РЗС впродовж 1969-2018 рр.;

2) лабораторні дослідження удосконаленої технології зрошення багаторічних трав (люцерни 1-го та 2-го року) поливом затоплення в навчально-науковій лабораторії кафедри водної інженерії та водних технологій НУВГП у 2017-2018 рр. в умовах, наближених до умов Придунайських РЗС;

3) машинний експеримент щодо дослідження ефективності різних технологій водорегулювання (1 – без зрошення; 2 – зрошення дощуванням; 3 – удосконалена технологія поливу затопленням) при вирощуванні супутніх культур (багаторічні трави, озимі зернові, овочеві, кукурудза на зерно та ефіро-масляні) за розрахункові періоди вегетації різної тепло- й вологозабезпеченості (1 – дуже вологий, p=10%; 2 – вологий, p=30%; 3 – середній, p=50%; 4 – сухий, p=70%; 5 – дуже сухий, p=90%) на Придунайських РЗС, який ґрунтується на використанні комплексу прогнозно-імітаційних моделей, розроблених у науково-дослідній лабораторії «Оптимізація та автоматизація управління у водній інженерії та водних технологіях» при кафедрі водної інженерії та водних технологій НУВГП, застосування яких регламентовано відповідними галузевими нормативами Держводагентства України.

Узагальнені результати проведених досліджень щодо режимно-технологічної ефективності різних технологій водорегулювання при вирощуванні супутніх культур для умов Придунайських РЗС представлені на рис. 7.5-7.6 та табл. 7.4-7.5.

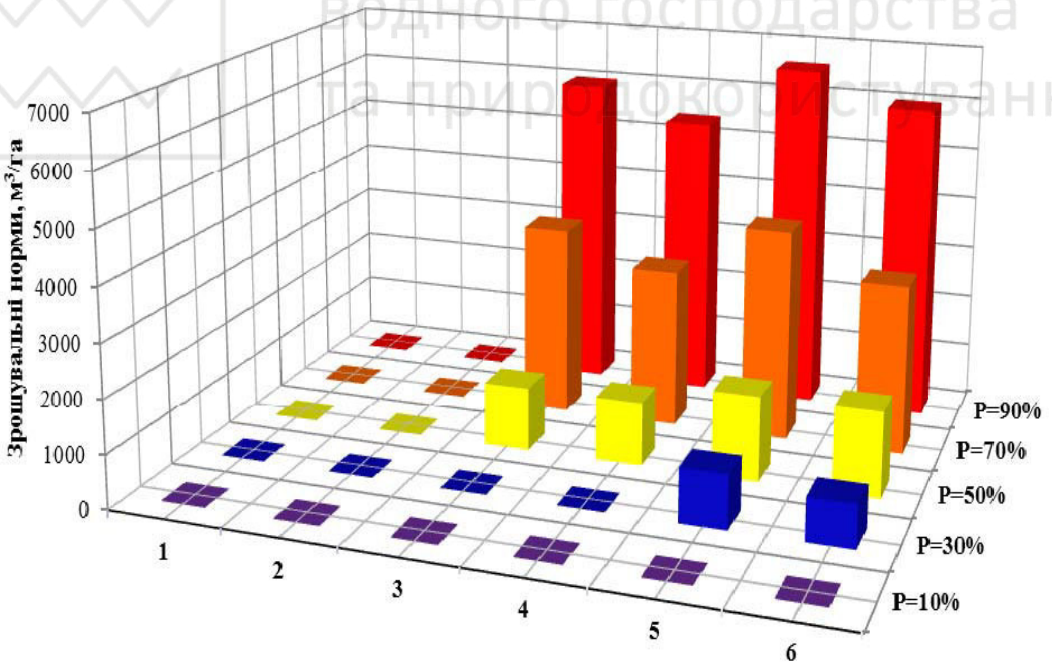


Рис. 7.5. Зрошення багаторічних трав при різних технологіях водорегулювання у розрахункові за умовами тепло- й вологогозабезпеченості періоди вегетації:
1 – непідпертий режим РГВ без зрошення; 2 – підпертий режим РГВ без зрошення; 3 – зрошення дощування при непідпертому режимі РГВ; 4 – зрошення дощування при підпертому режимі за РГВ; 5 – удосконалений поверхневий полив затопленням при непідпертому режимі РГВ; 6 – удосконалений поверхневий полив затопленням при підпертому режимі РГВ

Таблиця 7.4

Режим зрошення багаторічних трав у вегетаційному досліді в умовах, наближених до умов Придунайських РЗС

Культура	Вологозабезпеченість, %	Поливи за декаду, м³/га																				Зрошувальна норма, м³/га	Урожай, ц/га
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		
2017 р., (опади 647 мм; сума температур за вегетацію 3095°С; дефіцит вологості 1050 мм)																							
Люцерна 1-го	р=50	200	200	200	200	200	0	400	0	0	0	200	200	200	400	200	200	0	0	0	0	2800	256
2018 р., (опади 351 мм; сума температур за вегетацію 3538°С; дефіцит вологості 1303 мм)																							
Люцерна 2-го	р=70	200	400	400	400	200	400	400	0	200	200	200	0	400	400	200	400	400	0	200	200	5200	816
																					Середнє:	4000	536

Національний університет водного господарства та природокористування

Таблиця 7.5

Проектний режим зрошення багаторічних трав за удосконаленою технологією поверхневого поливу затопленням для умов Придунайських РСЗ

Культура	Вологозабезпеченість, %	Опади, мм	Сума температур, °С	Сума дефіцитів вологості, мм	Режим зрошення, в декадному перерізі, м³/га												Зрошувальна норма, м³/га	Урожай, ц/га
					10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
Люцерна	р=10	360	3542	1214													0	490
	р=30	265	3602	1307				200		200		200		200		200	1000	570
	р=50	260	3622	1433			200		200	200	200	200	200		400		1600	567
	р=70	185	3735	1582	200		200	200	400	400	600	400	600	400	600		4000	678
	р=90	167	3867	1814	200	200	200	400	800	800	1000	1000	1000	1000			6600	707

Національний університет
водного господарства
та природокористування

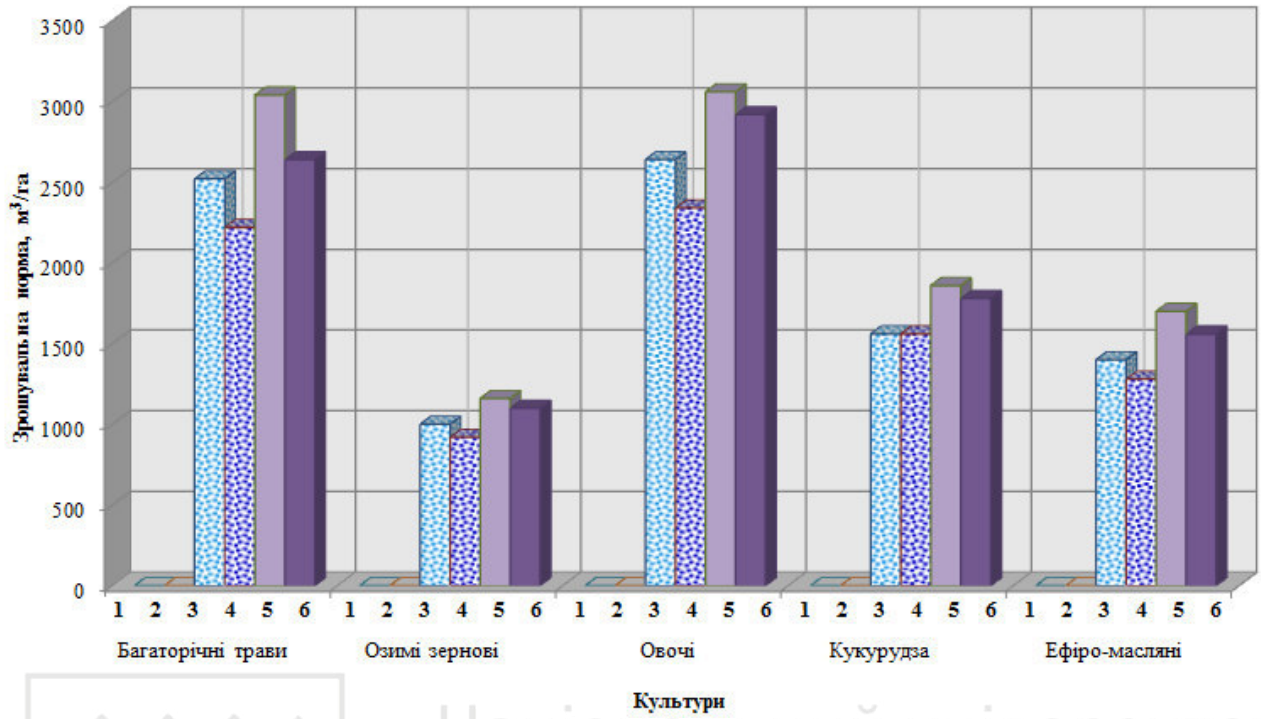


Рис. 7.6. Технологічна ефективність різних варіантів водорегулювання за середньозваженими параметрами щодо розрахункових років (1-6 див. рис. 7.5)

За результатами експериментальних досліджень була визначена залежність відносної зміни засоленості за вегетацію активного кореневмісного шару ґрунту при зрошенні залежно від величини зрошувальної норми (рис. 7.7).

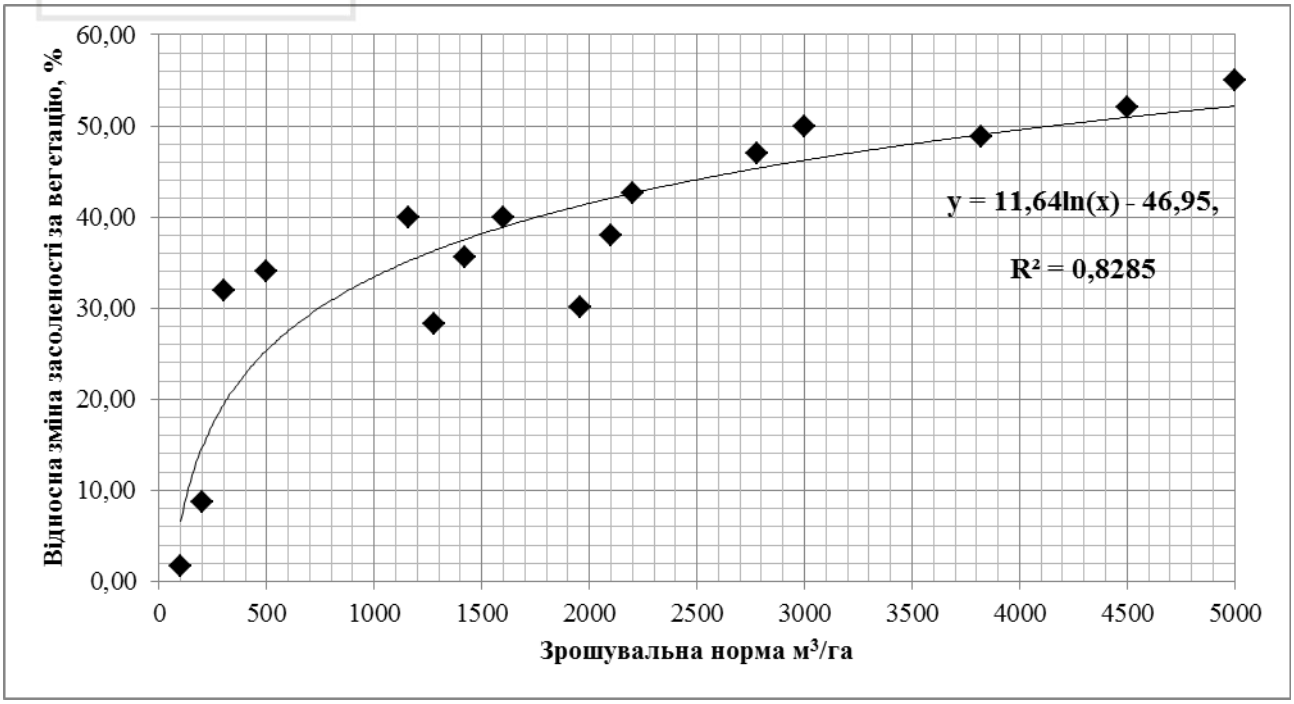


Рис. 7.7. Відносна зміна за вегетацію засоленості активного кореневмісного шару ґрунту при зрошенні залежно від величини зрошувальної норми

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Узагальнена характеристика зміни засоленості РШГ за вегетацію відповідно до розрахункових років при різних технологіях водорегулювання для умов Придунайських РЗС представлена на рис. 7.8.

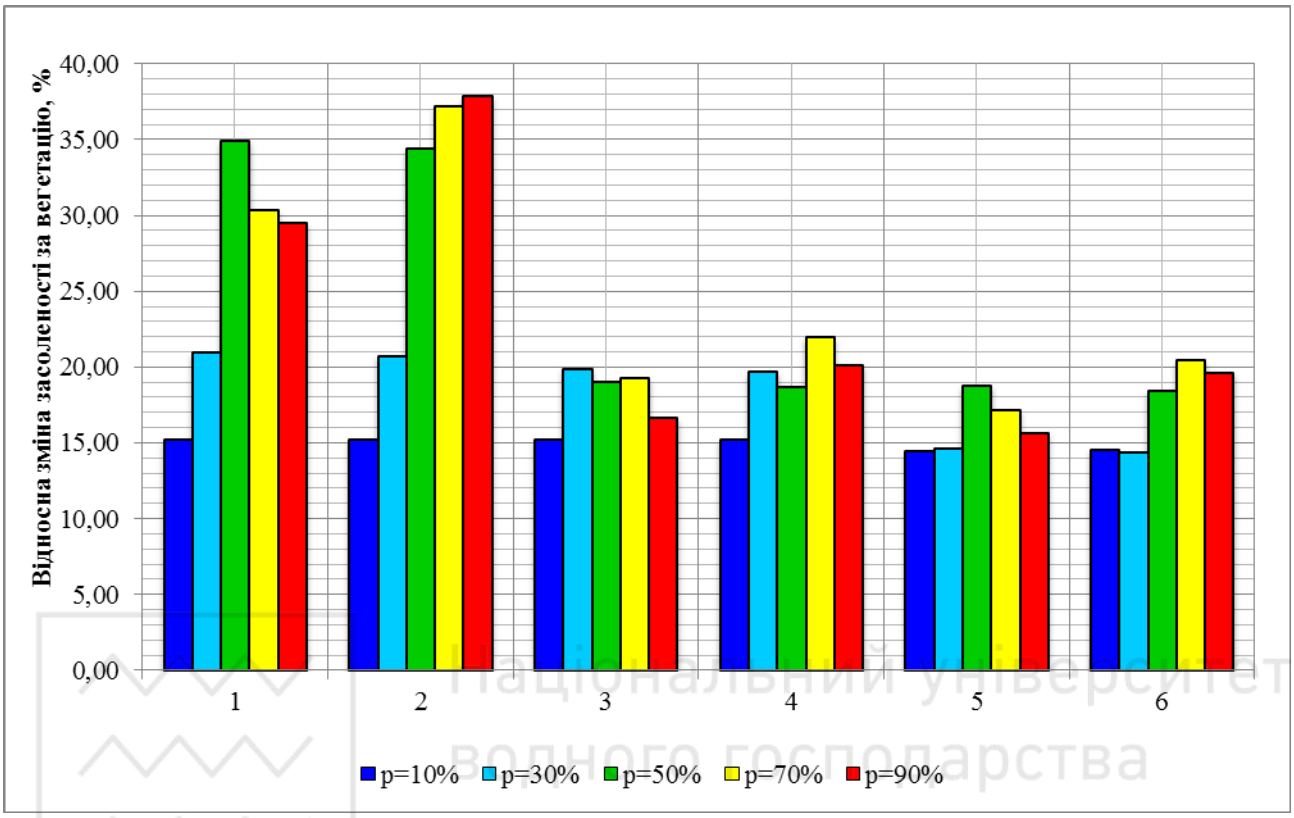


Рис. 7.8. Зміна засоленості РШГ за вегетацію відповідно до розрахункових років при різних технологіях водорегулювання (1-6 див. рис. 7.5)

Узагальнені результати проведених досліджень щодо екологічної ефективності різних технологій водорегулювання при вирощуванні супутніх культур для умов Придунайських РЗС представлена в табл. 7.6.

Отримані результати щодо створюваного водного та сольового режимів супіщано-суглинкових за гранулометричним складом засолених ґрунтів, врожаю вирощуваних сільськогосподарських культур, технологічної, економічної та екологічної ефективності досліджуваних технологій водорегулювання є достовірними й репрезентативними за умовами проведених досліджень. Визначено, що запропонована удосконалена технологія зрошення супутніх культур рисової сівозміни шляхом поверхневого поливу затоплення є найефективнішою та інвестиційно привабливішою для її застосування на Придунайських РЗС у сучасних погодно-кліматичних умовах, так і на віддалену перспективу з урахуванням змін клімату.

7.1.4. Ефективність вирощування рису на краплинному зрошенні. Дослідження з вирощування рису на краплинному зрошенні виконувались в Інституті рису НААН у 2015-2018 рр.

Аналіз основних виробничих економічних показників вирощування рису на краплинному зрошенні в порівнянні зі звичайною технологією вирощування рису в роки досліджень (табл. 7.7) показав, що: бункерна урожайність рису становила: на краплинному зрошенні 5,97 т/га, а за звичайною технологією 7,02 т/га (різниця 1,05 т/га, або 17,58%), залікова урожайність – на краплинному зрошенні 5,35 т/га, за звичайною технологією 6,3 т/га (різниця 0,95 т/га, або 17,75%). Витрати на виробництво рису на 1 га: на краплинному зрошенні становили 83,9 тис. грн, а при звичайній технології 29,1 тис. грн. (різниця 54,8 т/га). Собівартість одержання 1 кг рису на краплинному зрошенні 18,34 грн/кг, а при звичайній технології 4,58 грн/кг (різниця 13,76 грн/кг). Усі ці показники свідчать про більш високу ефективність вирощування рису при поверхневому поливі за звичайною технологією.

Національний університет водного господарства та природокористування

Таблиця 7.6

Узагальнена характеристика показників технологічної та екологічної ефективності різних технологій водорегулювання при вирощуванні супутніх культур рисової сівозміни на Придунайських РЗС

№	Варіанти досліджень	Показники технологічної та екологічної ефективності																
		IW	n (IW)	OR	EF	VP	n (VP)	V	M	IC	fr	σ_y	α_ω	α_m	ККД	Hg	S	$k_н$
1	Без зрошення	0,37	0,36	1421	3240	1493	1	1492	0	1,87	0,57	29,12	0,93	0,07	1,36	0,83	0,20	0,27
2	Зрошення дощуванням	0,64	0,75	1421	4835	1300	1	1299	1895	1,18	0,35	25,86	0,62	0,38	1,90	1,48	0,14	0,46
3	Удосконалена технологія поливу затопленням	**0,85**	**0,99**	**1421**	**5108**	**1293**	**1**	**1292**	**2265**	**1,09**	**0,24**	**23,55**	**0,53**	**0,47**	**2,23**	**1,46**	**0,11**	**0,57**

Примітка: IW – рівень вологозабезпеченості **розрахункового** (найбільш активного 0-0,5 м) **шару ґрунту** (РШГ) за вегетацію; n (IW) – тривалість (частка) оптимальної вологозабезпеченості РШГ за вегетацію; OR – величина атмосферних опадів за вегетацію, м^3/га; EF – величина ефективного значення сумарного випаровування за вегетацію, м^3/га; VP – величина живлення РШГ з РГВ за вегетацію, м^3/га; n (VP) – тривалість (частка) живлення РШГ у з РГВ за вегетацію; V – величина сумарного вологообміну за вегетацію, м^3/га; M – зволожувальна норма за вегетацію, м^3/га; IC– комплексний показник вологозабезпеченості ґрунту за вегетацію; fr – відносний рівень погодно-кліматичного ризику щодо врожайності; σ_y – фактичний врожай, ц/га; α_ω – дольова частка впливу кліматичного фактору за вегетацію; α_m – дольова частка впливу меліоративного фактору за вегетацію; ККД – фактичне значення ККД використання ФАР вирощуваною культурою,%; Hg – рівень ґрунтових вод, м; S – засолення РШГ, % від м.с.г. $k_н$ – коефіцієнт екологічної надійності (при $k_н$ 0,51-1 – рівень надійності об'єкта визначається як ***достатньо надійний – надійний****;* при $k_н$ 0-0,5 як ***ненадійний – недостатньо надійний***).

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Вищеназвані показники продуктивності рису на крапельному зрошенні були отримані при посівах рису на богарних землях. Вже після 1-го року вирощування рису в ґрунті почали утворюватися ущільнені лінзи з підвищеним рівнем солей, що значно знижує рівень родючості ґрунтів. Це негативне явище характерне для систем краплинного зрошення. Особливо ці процеси прогресують при значних зрошувальних нормах на рівні 12-14 тис. м^3/га, що має місце при вирощуванні рису. Це в 2,5-3,0 рази перевищує зрошувальні норми для інших сільськогосподарських культур (овочі, кукурудза, соя).

Таблиця 7.7

Виробничі та економічні показники вирощування рису на краплинному зрошенні та за звичайною технологією

Показники	2015 р.		2016 р.		2017 р.		2018 р.		Середнє	
	краплинне	звичайне	краплинне	звичайне	краплинне	звичайне	краплинне	звичайне	краплинне	звичайне
Площа, га	3,2	1304	36,7	1385	34	711,2	17	720	22,725	1030,1
Валовий збір, ц	225,40	89746	2569,1	92260	2209	48248	519	55932	1380,6	71547
Заліковий збір, ц	200,61	80736	2327,1	79766	2001	44744	422	49985	1237,7	63808
Урожайність бункерна, ц/га	70,4	68,8	70,0	66,6	67,8	67,8	30,5	77,7	59,675	70,225
Урожайність залікова, ц/га	62,7	61,9	63,41	57,6	62,9	62,9	24,8	69,4	53,453	62,95
Витрати на 1 га, тис. грн	73,7	22,9	80,4	23,046	75,9	30,66	105,6	39,8	83,9	29,102
Собівартість 1 кг, грн/кг	8,87	3,7	10,2	4,0	11,8	4,87	42,5	5,74	18,343	4,5775

В цих умовах, для усунення наслідків деградації ґрунтів необхідно вносити підвищенні дози хімічних меліорантів – гіпсу (10-15 т/га) та органічних добрив, що в свою чергу, підвищує собівартість продукції, а вирощування в таких сівозмінах супутніх сільськогосподарських культур (зернових, технічних) необхідно здійснювати при поливі дощуванням, що одночасно вимиває солі в нижні горизонти ґрунту.

Інша проблемна сторона технології вирощування рису на краплинному зрошенні – це низька якість технологічного обладнання: транспортуючих гнучких трубопроводів, регуляторів, поливної стрічки, що не забезпечує рівномірність розподілу поливної води та сприяє в процесі експлуатації непродуктивним втратам зрошувальної води.

У процесі зрошення крапельниці на поливних стрічках замулюються органічною складовою, що надходить із поливною водою, в результаті утворюються по довжині стрічки недополиті смуги та смути з перезволоженням і поверхневими стоками.

Краплинне зрощення вимагає підвищеної кількості обслуговуючого персоналу: так, на дільницю площею 35 га для якісного обслуговування потрібно 3-4 особи. У той же час, на сівозмінні звичайного зрошення площею 530 га, що обслуговується дощувальними машинами ДФ-120, працює 3 особи.

У процесі досліджень зафіксовано негативний показник продукції зерна рису на краплинному зрошенні: маса 1000 зернин становить 20-22 г, в порівнянні з 28-30 г на традиційних рисових системах, що значно знижує якість крупи рису. При цьому собівартість 1кг рису-сирцю досягає 12 грн/кг, що робить крупу неконкурентно-спроможною в умовах сучасного ринку рису. Виходом із цього становища є створення спрощених рисових систем в смугах каналів за контурною схемою.

Потреба рослин рису у воді при контурних схемах створюється затопленням шаром води до 10 см, що відповідає екологічним вимогам рослин рису. Ця робота в минулі роки розпочиналась, але не буда завершена. Відповідні дослідження важливо відновити, одночасно розробляючи нову технологію для зрошувальних систем контурного типу та технічні умови їхнього створення.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

7.2. Обґрунтування ресурсозберігаючих параметрів, нормування водо- та енергокористування на РЗС у змінних кліматичних умовах

Комплексна оцінка показників водного, сольового та фільтраційного режимів, як складових ПМР РЗС щодо динаміки РГВ, швидкості фільтрації на картах-чеках, окисно-відновного потенціалу, формування фільтраційних потоків та їх вплив на ґрунтові процеси й врожайність рису виконана за визначеними періодами та рівнями ефективності функціонування РЗС (рис. 7.9).

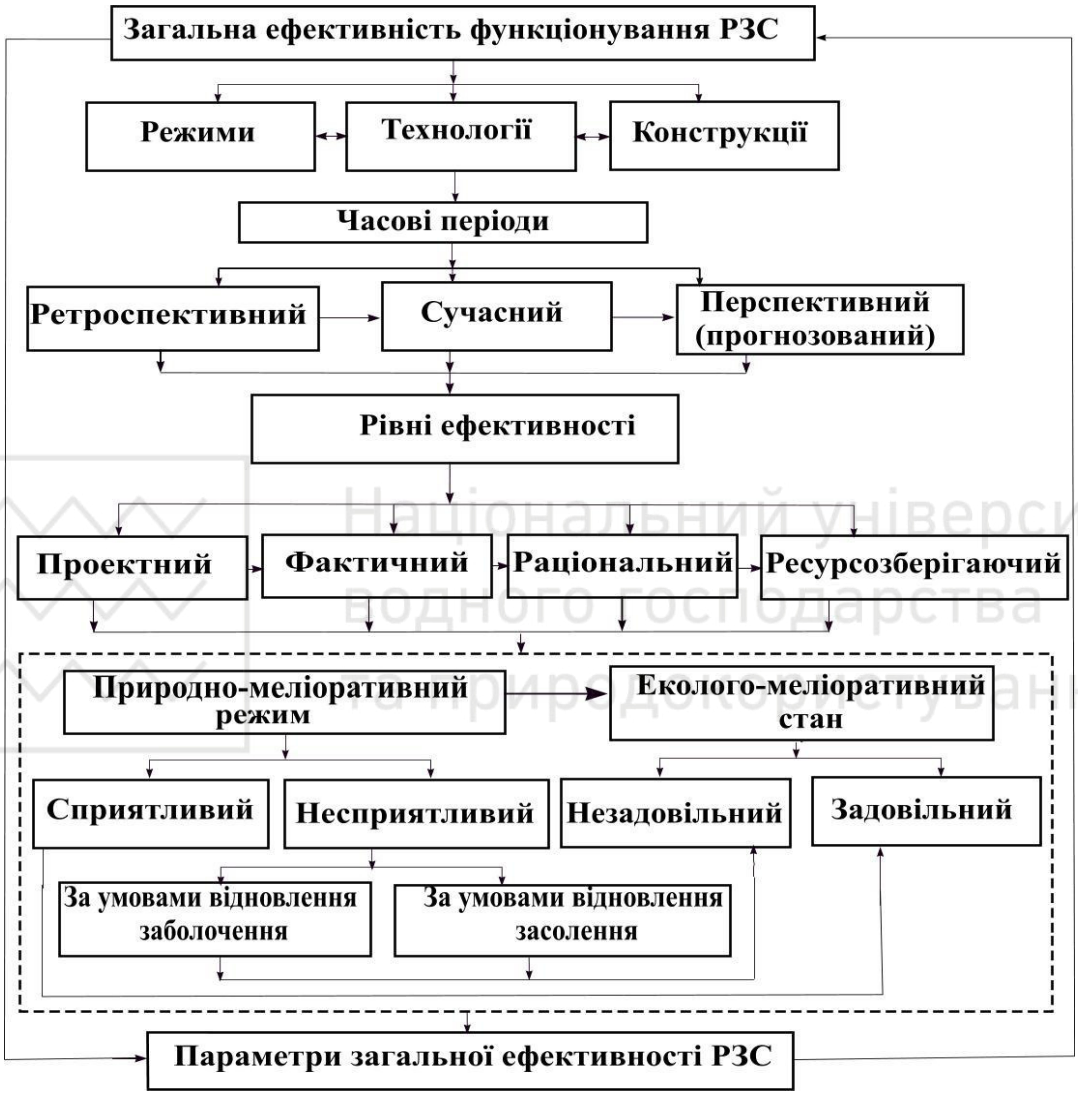


Рис. 7.9. Структурна схема з оцінювання ефективності функціонування РЗС за визначеними періодами та рівнями

Для цього, на відміну від існуючої практики розгляду водного балансу зрошуваних земель, у тому числі і рисового чека, відносно величини зрошувальної норми за кліматичним дефіцитом або зміни загальних вологозапасів, було розроблено та використано удосконалений метод водного балансу рисового чека з урахуванням його конструктивних особливостей, що визначають різні рівні води у картовому зрошувачі, на поверхні чеку та картовому осушувачі й, відповідно, нерівномірність фільтрації і промивки по його площі та профілю.

Тут розглядається співвідношення між водоподачею та водовідведенням щодо створюваного шару затоплення на поверхні чека, що надає змогу оцінювати рівень промивності зрошуваних засолених ґрунтів за відповідним показником при різних режимах та технологіях зрошення рису.

Розрахункова схема рівняння водного балансу рисового чека подана на рис. 7.10.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

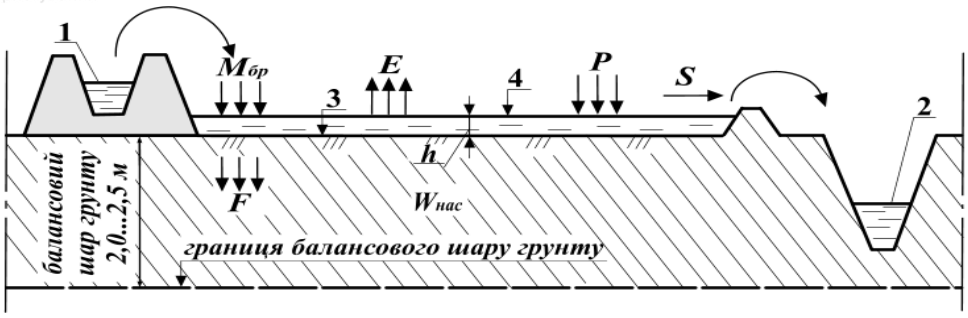


Рис. 7.10. Розрахункова схема рівняння водного балансу рисового чека:
1 – картовий зрошувальний канал; 2 – картовий дренажно-скидний канал;
3 – поверхня ґрунту; 4 – поверхня води на чеку

Тоді відповідна розрахункова модель водного балансу має такий вигляд

$$W_h = (M_{бр} + P) - (F + S + E + W_{нас}) \pm \Delta W, \quad \text{м}^3/\text{га}, \tag{7.7}$$

де W_h – об'єм води, що витрачається на затоплення рисового чеку шаром h, м^3/га; $M_{бр}$ – зрошувальна норма рису брутто, м^3/га; P – сумарні атмосферні опади, м^3/га; F – затрати води на фільтрацію, м^3/га; S – затрати води на технологічні скиди, м^3/га; E – сумарне випаровування, м^3/га; $W_{нас}$ – затрати води на водонасичення балансового шару, м^3/га; $\pm\Delta W$ – нев'язка водного балансу, м^3/га.

На основі результатів водобалансових розрахунків багаторічних даних спостережень встановлено характер і рівень залежностей величини фільтраційних втрат (F, тис.м^3/га) від зрошувальної норми рису брутто ($M_{бр}$, тис.м^3/га) і глибини шару затоплення рисового чека (h, м), а також величини технологічних скидів (S, тис.м^3/га) від зрошувальної норми рису брутто ($M_{бр}$, тис.м^3/га) (рис. 7.11).

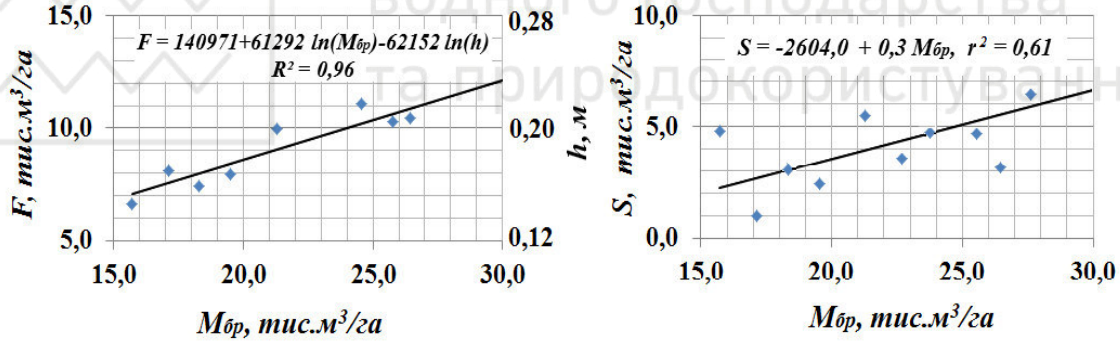


Рис. 7.11. Характер і рівень залежностей $F = f(M_{бр}, h)$ та $S = f(M_{бр})$

Метод водного балансу був використаний також для оцінювання і прогнозування водо- та енерговикористання РЗС на еколого-економічних засадах при їх нормуванні за визначеними періодами та рівнями.

Для цього на прикладі Придунайських РЗС була розроблена та використана удосконалена розрахункова схема (рис. 7.12)

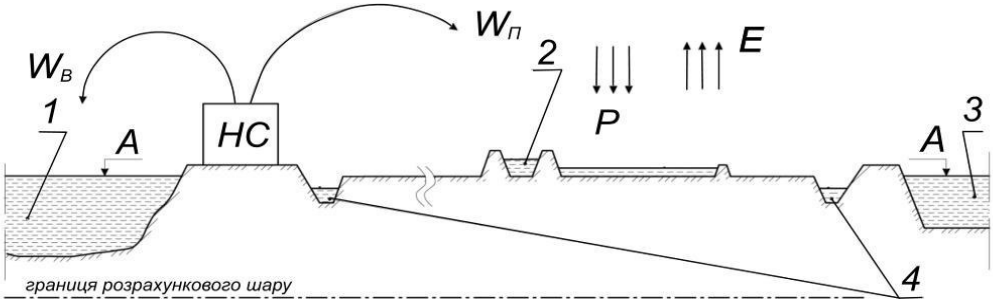


Рис. 7.12. Розрахункова схема рівняння водного балансу РЗС:
1 – джерело зрошення (р. Дунай); 2 – зрошувальний канал; 3 – обвідний канал, сполучений із р. Дунай; 4 – дренажно-скидний канал та модель водного балансу рисової системи

Національний університет
водного господарства
та природокористування

$$\pm\Delta W = W_{П} + P - E - W_{В} \pm W_{ПВ}, \qquad (7.8)$$

де ΔW – зміна вологозапасів у розрахунковому шарі ґрунту та дренажно-скидній мережі системи; $W_{П}$ – подана вода на систему, м^3/га; P – сумарні атмосферні опади, м^3/га; E – сумарне випаровування, м^3/га; $W_{В}$ – відкачана з системи вода, м^3/га, $W_{ПВ}$ – втрати води на фільтрацію та випаровування у водоподаючій та скидній мережах системи, м^3/га.

Шляхом графоаналітичного аналізу багаторічних ретроспективних і сучасних даних функціонування Придунайських РЗС (1966-2014 рр.) встановлена залежність між параметрами показника загальної перекачаної води $\boldsymbol{W_c'}$ та дольової частки на системі $\boldsymbol{\theta'}$, за якими при $\boldsymbol{\theta' = 60\text{-}50\%}$ обґрунтовано раціональний рівень $\boldsymbol{W_c' = 27{,}5}$ ***тис. м^3/га*** , що суттєво нижче за проектний (рис. 7.13).

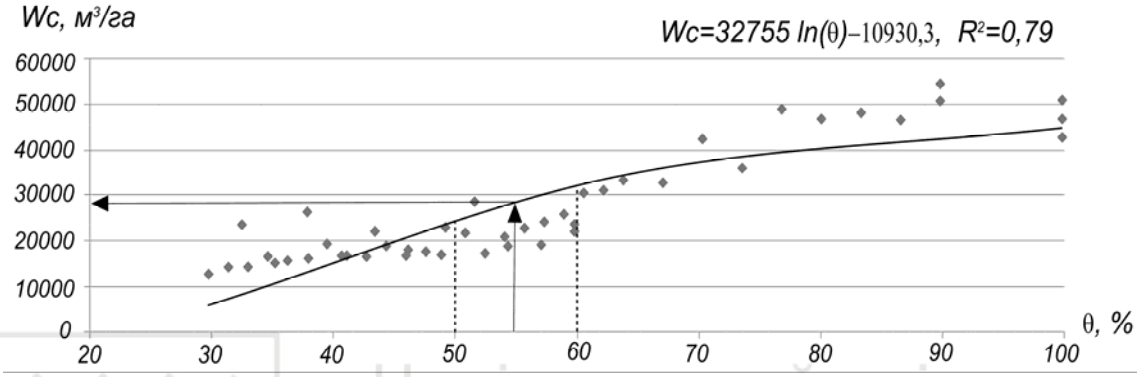
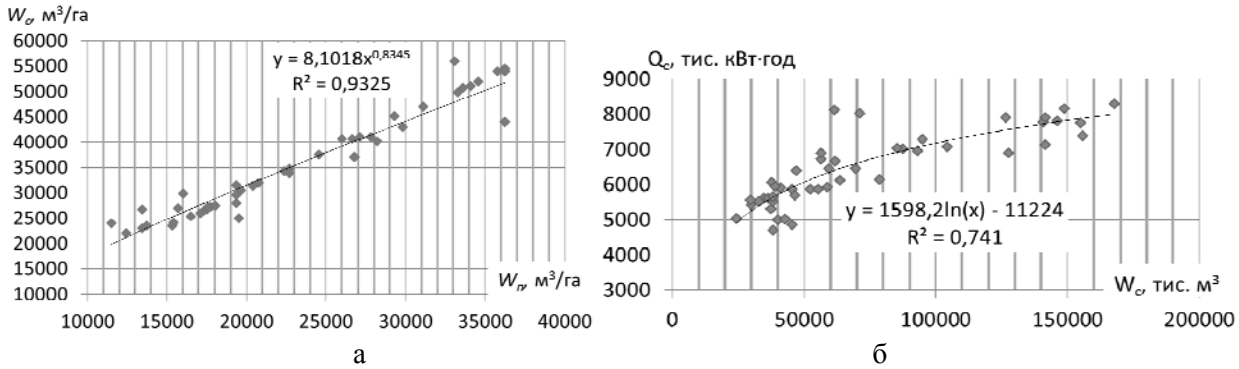


Рис. 7.13. Визначення раціональних параметрів показника загальної перекачаної води щодо раціональної частки рису для умов Придунайських РЗС

Аналогічним чином було визначено відповідні параметри показника витрат електроенергії $\boldsymbol{Q_c' = 1{,}78}$ ***тис. кВт·год/га.***

Із метою здійснення прогнозу всіх необхідних показників водо- та енерговикористання на основі багаторічних ретроспективних даних функціонування РЗС було встановлено характер і рівень залежності між зрошувальною нормою брутто **($W_{П}$, тис. м^3/га)**, величина якої розраховується за відомою методикою А.М. Алпатьєва, та загальною кількістю перекачаної води **(W_c, тис. м^3/га**) (рис. 7.14, а). Аналогічним чином отримана емпірична залежність між загальним об'ємом перекачаної води та затраченою на це електроенергією (рис. 7.14, б).



а б

Рис. 7.14. Характер і рівень залежності між $W_{П}$ і W_c, та Q_c і W_c

Також отримана емпірична залежність питомих витрат електроенергії від загальної кількості перекачаної води та частки рису у сівозміні, яка характеризує визначальну залежність формування даного показника від рівня навантаження на систему як щодо об'єму поданої та відкачаної води, так і зрошуваної площі на ній

$$Q_W = 1/\left(-1{,}2344 + 0{,}0001 \cdot W_c + 0{,}1628 \cdot \theta\right), \text{ кВт·год/м}^3 \ (R^2=0{,}84). \qquad (7.9)$$

За моделями метеорологічних режимів та водного балансу системи, а також отриманими залежностями було виконано розрахунки з визначення прогнозованих сучасних, так і в умовах змін

Національний університет
водного господарства
та природокористування

клімату раціональних параметрів критеріїв ефективності функціонування Придунайських РЗС та здійснено їхнє порівняння з проектним значеннями, що виявило неспроможність системи забезпечити зростаючі потреби у зрошувальній воді, а також необхідний режим водоподачі та водовідведення при вирощуванні рису, насамперед, через технічну зношеність системи.

Узагальнені результати проведених досліджень у вигляді порівняльної оцінки ефективності функціонування Придунайських РЗС за визначеними критеріями оцінювання, часовими періодами та рівнями ефективності, усереднених відносно типових за умовами тепло- й вологозабезпеченості розрахункових років представлені в табл. 7.8.

Таблиця 7.8

Узагальнені результати оцінювання технологічної та еколого-економічної ефективності функціонування Придунайських РЗС за визначеними періодами та рівнями

Показники / Періоди та рівні ефективності		Зрошувальна норма, тис.м^3/га	Рівні грунтових вод, м	Мінералізація грунтових вод, г/л	Відкачана вода, тис.м^3/га	Загальна перекачана вода, тис. м^3/га	Спожито електроенергії, тис.кВт·год/га	Швидкість фільтрації, м/добу	Врожайність культури рису, ц/га	Коефіцієнт екологічної надійності, $k_п$
Проектне значення		23,5	1,5	-	12,0	35,2	2,08	0,015	47,0	-
Несприятливий ПМР та період за умовами заболочування *(θ= 100-75 %)*		25,5	1,1	0,5	13,7	39,5	2,13	0,033	38,6	0,43
Несприятливий ПМР та період за умовами засолення *(θ =30-33%)*		22,3	1,2	6,4	11,7	29,8	1,56	0,003	34,0	0,40
Сприятливий ПМР та період (θ =60-50 %)		18,4	1,3	3,7	10,0	24,0	1,72	0,005	39,7	0,50
Раціональний	Сучасний	18,0	1,3	3,2	9,4	27,5	1,78	0,006	42,5	0,56
	Прогнозований СССМ	23,1	1,4	3,5	11,2	33,4	1,87	0,007	49,0	0,58
	Прогнозований UKMO	22,0	1,4	3,5	10,9	32,0	1,85	0,007	50,4	0,57
Ресурсозберігаючий	Сучасний	15,3	1,7	3,7	8,1	20,3	1,64	0,004	43,0	0,64
	Прогнозований СССМ	19,6	1,5	4,0	9,0	27,1	1,77	0,005	49,5	0,62
	Прогнозований UKMO	18,7	1,5	4,0	8,8	27,2	1,77	0,006	50,9	0,60

Так, оцінка умов формування ПМР, відповідних ЕМС та еколого-економічної ефективності функціонування Придунайських РЗС за визначеними часовими періодами та рівнями ефективності показала, що підвищення загальної їхньої ефективності потребує подальшого системного удосконалення взаємопов'язаних режимних, технологічних та конструктивних рішень щодо водо- та енергокористування на них, розробки комплексу відповідних заходів та обґрунтування їхніх оптимальних параметрів порівняно з визначеними раціональним та ресурсозберігаючим рівнями з урахуванням сучасних економічних та екологічних вимог до них.

7.3. Використання дренажно-скидних вод рисових систем для зрошення

Однією з найгостріших проблем, яку потрібно сьогодні вирішувати експлуатаційним організаціям рисових систем є питання використання ДСВ. На РЗС щорічно формується і скидається в затоки Чорного та Азовського морів біля 600 млн м^3 води.

Відведення дренажних скидів у водні об'єкти призводить до часткової зміни їхньої мінералізації, забруднення засобами хімізації. Як показує досвід експлуатації більшості рисових систем як в Україні, так і за кордоном, об'єми скиду становлять 30-70% водозабору на зрошення. Мінералізація такої води, як правило, невисока і знаходиться у межах від 0,5 до 3-5 г/л. Наявність у ДСВ солей важких металів є наслідком забруднення продуктами розпаду гербіцидів, які застосовують на рисових сівозмінах.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Водночас, ДСВ можуть бути важливим фактором, який може забезпечити значне збільшення площі зрошуваних земель на Півдні України без збільшення водозабору з джерел зрошення, а також зниження споживання води на зрошення рису та супутніх культур рисової сівозміни.

Як показує практика, для більшості рисових систем використання ДСВ на полив у перші роки їхньої експлуатації не є можливим. Це пояснюється, як правило, значною мінералізацією ДСВ і поганими якісними показниками, оскільки у початковий період експлуатації систем процес розсолення проходить найбільш інтенсивно. Після кількох років правильної, у меліоративному і агротехнічному відношенні, експлуатації рисової системи на ній встановлюється відносно стійка рівновага між кількістю солей, які надходять у балансовий шар і тими, які вилучаються з ДСВ. У цей період експлуатації системи, ДСВ можна використовувати для зрошення як змішуючи з прісною водою у різних співвідношеннях, так і без розбавлення. При використанні ДСВ із рисових полів необхідно врахувати, що хімічний склад цих вод формується за рахунок змішування прісних скидних вод із мінералізованими ґрунтовими, які дренуються ДКМ. Залежно від співвідношення прісних вод та ДСВ у водах, що подаються на зрошення, може змінюватись як мінералізація, так і хімічний склад. Тому, перед тим як використовувати скидні води з рисових полів для повторного зрошення, необхідно вивчити їхній хімічний склад і його зміну у часі.

У меліоративній практиці існує багато методик оцінки якості води для зрошення з точки зору попередження процесів засолення й осолонцювання земель. Оскільки не існує нормативного методу оцінювання придатності води для зрошення, для її характеристики необхідно використовувати різні методи (табл. 7.9).

Таблиця 7.9

Критерії оцінювання придатності води для зрошення

№ з/п	Критерій	Розрахункова формула	Показник	Автор
1	Загальна мінералізація	—	<1 г/л – придатна 1-3 – умовно придатна >3 г/л – непридатна	Костяков О.М.
2	Небезпека осолонцювання	$\frac{Na:Ca}{Na:(Ca+Mg)}$	≤1 – придатна ≤0,7 – придатна	Буданов М.Ф.
3	Натрієва небезпека	$ПН=\frac{(Na+K)\cdot 100\%}{Ca+Mg+K+Na},\%$	<66 – безпечна >75 – дуже небезпечна	Воротнік Т.К.
4	Потенційна адсорбція (при мінералізації ≤ 3 г/л)	$SAR=\frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca+Mg}{2}}}$	<10 – небезпека низька 10-18 – небезпека середня >18 – небезпека висока	SAR, США
5	Лужна характеристика	$Na\text{-}Cl\leq 0;\quad Ka=288:5\cdot Cl$ $0<Na\text{-}Cl<SO_4;$ $Ka=288(Na+4\cdot Cl)$	Ка>18 – придатна 18-6 – задовільна <6 – незадовільна	Стеблер
6	Іонний обмін	$K=\frac{Ca+Mg}{Na\cdot 0{,}23\cdot C}$, де C – загальна мінералізація	К>1 – придатна <1 – непридатна	Антипов-Каратаєв І.Н.
7	Вміст магнію	$Mg_k=Mg\cdot 100/(Ca+Mg),\ \%$	>50 % – непридатна <50 % – придатна	Собальч І., Дараб К.
8	Вміст хлор-іону	—	<10 мг екв/л (355 мг/л) – придатна	
9	Хлоридна небезпека	$Cl+0{,}5\cdot SO_4$, мг екв/л	<7 – придатна для важких 7-15 – для середніх <20 – для легких ґрунтів	Грілль, Данєєв
10	Бікарбонатна небезпека	$ЗКН=(HCO_3+CO_3)-(Ca+Mg)$, мг екв/л	<2,5 – придатна >2,5 – непридатна	Ітон, Вількокс Л.В.
11	Нормальна сода	$Na_2CO_3=CO_3-(Ca+Mg)$, мг екв/л	<0,3 – придатна	- « - «
12	pH	—	6-8 – придатна	

Перше, на що потрібно звертати увагу при повторному використанні ДСВ на зрошення рису – це наявність у них токсичних для рослин водорозчинних солей, які містяться у кількості вище фізіологічно допустимої межі, особливо солей Na_2S0_4, $NaCl$. Також слід передбачити можливість виникнення і розвитку осолонцювання ґрунтів рисового поля внаслідок надлишкової кількості іонів $Na+$, які вносяться разом зі зрошувальною водою.

На сьогоднішній день у меліоративній практиці виділяють такі основні прийоми використання ДСВ рисових систем для зрошення рису:

– повторне використання без розбавлення стоку;

– повторне використання з розбавленням стоку зрошувальною водою;

Національний університет
водного господарства
та природокористування

– повторне використання ДСВ із подачею у зрошувальні канали;
– часткове зворотне використання ДСВ;
– регульоване використання дренажно-скидних вод (Пат. 88258).

Використання води без розбавлення стоку полягає у тому, що стік із рисового чека, що зрошується прісною водою, подається на нижче розташований чек. Допустима мінералізація ДСВ при такому її використанні становить 1 г/л. При цьому необхідно здійснювати оперативний контроль мінералізації води, яка подається для зрошення, а також зміни мінералізації води в іншому чеку. Не виконання цієї вимоги може бути причиною зниження врожайності рису, оскільки він має слабку солестійкість. На рисових системах стік можна використовувати для зрошення без розбавлення прісною водою не більше двох разів.

Повторне використання ДСВ із розбавленням зрошувальною водою, полягає у тому, що зрошувальна вода на першу ділянку подається прісною; стік з неї, розбавлений прісною водою, надходить на нижче розташовану другу ділянку; стік з другої, так само розбавлений, подається на третю ділянку і т.д. В умовах рисових систем України цей прийом не перспективний через їхні конструктивні особливості, які не дозволяють проводити розбавлення ДСВ на різних ділянках системи.

Повторне використання ДСВ із подачею у зрошувальні канали набуло поширення на Кубані і в Криму. На зрошувальній системі виявляють точки, в яких можливо і доцільно перекачувати воду з колекторів у рисові зрошувальні канали. Цей прийом ефективний у випадку, коли на рисовій системі досягнутий високий рівень автоматизації міжгосподарського і внутрішньогосподарського водорозподілу, а також контроль за мінералізацією води, яка повторно використовується і змішується з прісною водою.

Часткове зворотне використання ДСВ найбільш перспективне. Цей прийом полягає в акумуляції ДСВ у ставках-накопичувачах або водосховищах із подачею води по мірі споживання у голову системи у міжгосподарський канал. Після змішування в каналі з водою, яка забирається з річки або водосховища, потік направляється на зрошення. Така система оснащена засобами автоматизації водорегулювання, контролю і зв'язку, дає можливість управляти процесом і забезпечує максимально ефективне використання ДСВ рисових систем.

Регульоване використання дренажно-скидних вод рисових зрошувальних систем було розроблено та впроваджено на території Херсонської області. На ДСК встановлюються регулюючі споруди (рис. 7.15), конструкція яких передбачає регулювання рівня води в ДСМ.

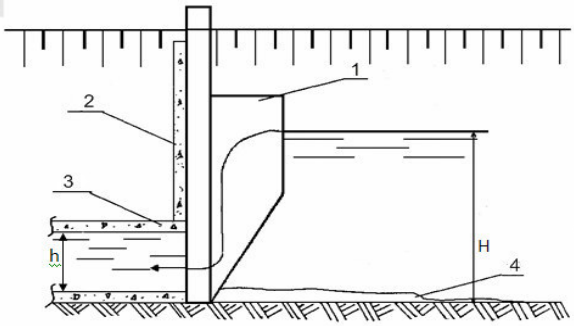


Рис. 7.15 – Регулятор рівня дренажно-скидних вод:
1 – пристрій для регулювання рівня дренажно-скидних вод, 2 – бетонний оголовок, 3 – труба водовипуску, 4 – наноси, H – глибина води у дренажно-скидному каналі, h – глибина води у трубі водовипуску, ⟵ – напрям руху води

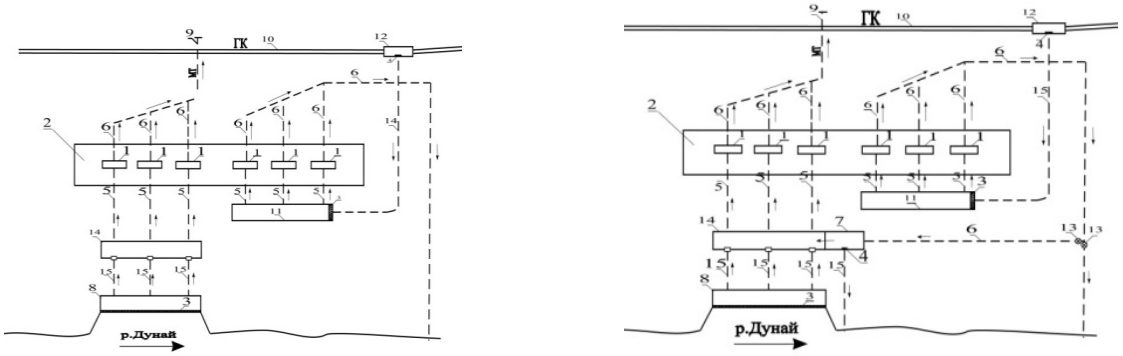
За умови перевищення відмітки рівня води в ДСМ над відміткою поверхні чека з’являється можливість поверхневого зрошення та зрошення дощуванням супутніх сільськогосподарських культур. Після отримання сходів та проведення захисту посівів від бур’янистої рослинності хімічними препаратами чеки поступово затоплюються водою, щити на регулюючих спорудах закривають. За рахунок фільтрації з чеків рівень вод в скидних каналах підвищується до рівня поверхні землі в чеках, інколи вище. При цьому значно зменшується обсяг фільтраційних втрат із чеків, в окремих випадках виникає можливість подачі ДСВ із скидного каналу в чеки. Конструкція регулюючої гідроспоруди передбачає можливість регулювання рівня води в скидному каналі та вимірювання витрат.

Із наростанням оборотних циклів мінералізація змішаної зрошувальної води буде збільшуватися. Щоб її мінералізація не перевищувала гранично допустимі концентрації, необхідно передбачити вилучення з обігу частини ДСВ із подальшим відведенням їх у водоприймач. Перевагою цього прийому, окрім значної економії води, є екологічна надійність.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Як приклад, розглянемо Придунайські РЗС, особливістю яких є те, що вони знаходяться на обвалованих територіях. На них подача води на зрошення з річки Дунай і відведення дренажно-скидних вод здійснюється насосними станціями (рис. 7.16, а). Тому для подачі води на зрошення та відведення ДСВ щорічно витрачаються значні енергоресурси.

Ураховуючи, що для зрошення можна використовувати прісні води, змішані з ДСВ у співвідошеннях від 1:1 до 1:2, може бути запропонована схема подачі та відводу води для кожного з модулів Придунайських РЗС, яка дозволить суттєво зекономити енергоресурси (рис. 7.16, б). При такій схемі дренажно-скидні води по напірному трубопроводу (6) подаються у басейн (7), з якого переливаючись потрапляють в аванкамеру (14) і після цього подаються для зрошення.



а) б)

Рис. 7.16. Схеми подачі та відводу води на Придунайських рисових зрошувальних системах:
а) існуюча; б) запропонована: 1 – насос; 2 – насосна станція; 3 – сміттязатримуюча решітка; 4 – шлюз; 5 – всмоктуючий трубопровід; 6 – напірний трубопровід; 7 – басейн для подачі дренажно-скидної води для зрошення; 8 – водозабір для прісної води; 9 – магістральний трубопровід, що подає воду для зрошення; 10 – головний скидний канал; 11 – водозабір для дренажно-скидної води; 12 – басейн для накопичення дренажно-скидної води; 13 – засувка; 14 – аванкамера; 15 – низьконапірний трубопровід

При запропонованій схемі реконструкція водозабірного вузла потребує мінімальних затрат, пов'язаних із влаштуванням басейну для змішування ДСВ із прісною дунайською водою (7), двох засувок та короткої ділянки напірного трубопроводу довжиною до 20 м.

На РЗС також існує проблема недостатньої швидкості подачі зрошувальної води на карти-чеки та рівномірності її розподілу, що пов'язане з низькою ефективністю зрошувальної мережі через недосконаліть її конструкції і незадовільний технічний стан, що супроводжується нераціональним використанням водних ресурсів та не досягненням проектного рівня врожайності.

Тому актуальним є розробка такого способу поливу рису та супутніх культур ДСВ, що дозволить більш швидке та рівномірне заповнення водою карт-чеків, зменшити об'єми скидів дренажно-скидних вод у природне джерело, підвищити ефективність використання водних ресурсів за рахунок повторного їх використання.

Поставлена задача може бути вирішена тим, що у способі поливу рису та супутніх культур ДСВ, який реалізують на рисовій системі, яка включає водопідвідну, водовідвідну як ДСМ, насосну станцію на подачу зрошувальної води та відкачку ДСВ, полив рису та супутніх культур здійснюють ДСВ із відкритих ДСК за допомогою додаткового влаштування пересувної насосної станції, яку безпосередньо встановлюють на відкритих каналах ДСМ.

Запропонований спосіб використання ДСВ при поливі рису та супутніх культур дасть змогу економії водних, енергетичних і трудових ресурсів, зменшити об'єми скидів дренажних вод, які мають підвищену мінералізацію та містять токсичні хімічні сполуки, у природні водні об'єкти. Даний спосіб здійснюється за допомогою пересувної насосної станції, яка влаштовується безпосередньо перед поливом на карті-чеку зі сторони скиду та здійснює перекачку з відкритих каналів ДСВ для зрошення рису та супутніх культур (рис. 7.17). Це надає змогу збільшити швидкість та рівномірність заповнення карти-чеку водою, що забезпечить підвищення ефективності використання водних та енергетичних ресурсів.

Така технологія використання ДСВ вод при поливі рису та супутніх культур дозволяє: зменшити об'єми прісної води для зрошення, забезпечити швидкий і рівномірний розподіл води на карті-чеку, підвищити ефективність використання водних й енергетичних ресурсів.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

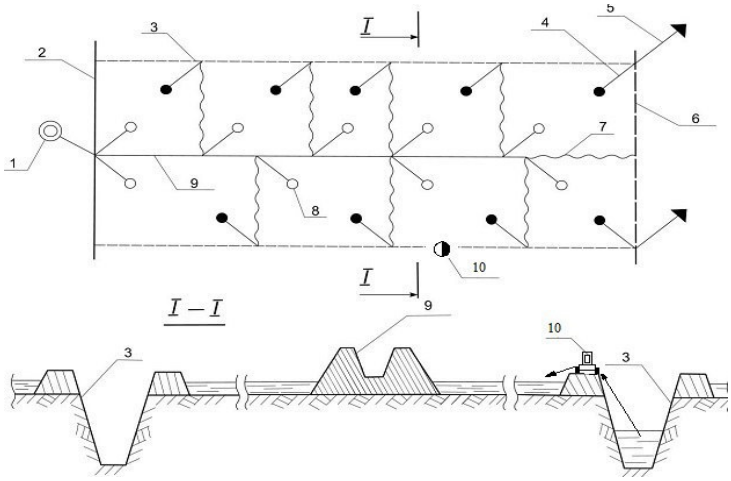


Рис. 7.17. Схема поливної карти краснодарського типу (ККТ) при використанні дренажно-скидних вод для зрошення за допомогою пересувної насосної станції:

1 – водовипуск із розподільного зрошувального каналу у картовий зрошувач; 2 – розподільний зрошувальний канал; 3 – картовий ДСК; 4 – водовипуск із чека у скид; 5 – водовипуск із картового ДСК у ділянковий скид; 6 – ділянковий скид; 7 – чековий валик; 8 – водовипуск із картового зрошувача у чек; 9 – картовий зрошувач; 10 – пересувна насосна станція для подачі ДСВ

Дослідження УкрНДІЕП показали, що при витримуванні у буферних ємностях стоку з рисових систем упродовж місяця проходить деструкція більшості гербіцидів до токсикологічно-небезпечних значень. Крім того, пестициди, які попадають у ґрунтове середовище разом із дренажно-скидними водами, піддаються дії процесів, що спроможні зменшити у них вміст токсикантів. До останніх відносяться ґрунтові мікроорганізми і ферменти, рослини, інсоляція, сорбція ґрунтом, фільтрація, фітохімічне руйнування. Швидкість деструкції збільшується під впливом сонячної радіації і штучної аерації. Доочищення стоку здійснюється також при взаємодії з водною рослинністю («біоплато» з очерету, рогозу), що висаджується в ємностях-накопичувачах. Вищі водні рослини активно поглинають пестициди і біогенні речовини.

При використанні ДСВ особливу увагу необхідно приділяти оперативному контролю за їхньою мінералізацією і хімічним складом. Визначення цих показників у лабораторних умовах вимагає багато часу і призводить до затримки із своєчасною подачею прісної води для покращання іригаційних показників ДСВ.

Статистична обробка даних хімічних аналізів дозволяє отримати залежності між іонним складом і загальною мінералізацією води. Так при гідрокарбонатному типі мінералізації дренажно-скидних вод рівняння зв'язку мають вигляд:

$HCO^-_3 = 0{,}036 \cdot S_{дв} + 0{,}52$ $Ca^+_2 = 0{,}013 \cdot S_{дв} + 0{,}04;$

$Cl^- = 0{,}460 \cdot S_{дв} - 0{,}51$ $Mg^+_2 = 0{,}040 \cdot S_{дв} + 0{,}09;$

$SO^-_4 = 0{,}180 \cdot S_{дв} - 0{,}03$ $Na^+ + K^+ = 0{,}300 \cdot S_{дв} - 0{,}02.$

При сульфатному типі мінералізації:

$HCO^-_3 = 0{,}039 \cdot S_{дв} + 0{,}40$ $Ca^+_2 = 0{,}031 \cdot S_{дв} + 0{,}40;$

$Cl^- = 0{,}380 \cdot S_{дв} - 0{,}50$ $Mg^+_2 = 0{,}050 \cdot S_{дв} + 0{,}10;$

$SO^-_4 = 0{,}300 \cdot S_{дв} + 0{,}14$ $Na^+ + K^+ = 0{,}250 \cdot S_{дв} - 0{,}02.$

У цих рівняннях мінералізація ДСВ ($S_{дв}$) і вміст іонів виражені у г/л.

Користуючись наведеними залежностями, за відомої величини мінералізації, яку можна визначити солеміром, оперативно визнається хімічний склад ДСВ. Тип мінералізації легко можна визначити за вмістом хлор-іона та загальній лужності.

Завдяки використанню ДСВ для зрошення рису, по-перше, зменшується забруднення джерел зрошення біогенними елементами, залишками гербіцидів та інсектицидів, що повністю не розклались, по-друге, відпадає необхідність у перекачуванні значної кількості прісної води для поливів рису, завдяки чому досягається економія прісної води та електроенергії. Наприклад, економія електроенергії на Кілійській РЗС за рахунок використання ДСВ може становити до 700 тис.кВт-годин.

На прикладі Кілійській РЗС були проведені польові дослідження щодо використання ДСВ підвищеної мінералізації для зрошення рису і супутніх культур на супіщаних ґрунтах, їхнього впливу

Національний університет
водного господарства
та природокористування

на врожайність вирощуваних культур та процес розсолення ґрунту. У дослідах рис зрошували затопленням, а супутні культури – поливом по смугах.

Дослідження показали:

– найбільш солестійкими культурами виявились рис, кукурудза і суданська трава. Зниження врожайності цих культур при зрошенні водою з мінералізацією до 2 г/л, у порівнянні із зрошенням прісною водою, не перевищувало 18,4%, а збільшення засоленості ґрунту при цьому було незначним;

– ячмінь і люцерна виявилися більш сприйнятливими до якості зрошувальної води, оскільки вже при мінералізації 1 г/л зниження врожайності цих культур досягало 29,4 і 23,2% відповідно.

Використання ДСВ для зрошення культур рисової сівозміни на супіщаних ґрунтах подані у табличній формі (табл. 7.10).

Таблиця 7.10

Використання ДСВ різної мінералізації для зрошення культур рисової сівозміни на супіщаних ґрунтах

Культура та її зрошувальна норма	Мінералізація зрошувальної води, г/л	Засолення ґрунту, %			Врожайність, ц/га	Зниження врожайності, %
		до посіву	після збирання врожаю	зміна засолення		
рис, 17500 м³/га	прісна	0,160	0,03	-83,1	47,0	-
	1,0	0,200	0,059	-70,5	45,3	3,6
	2,0	0,580	0,195	-67,3	42,0	10,7
	3,0	0,520	0,213	-59,6	38,7	17,7
люцерна (зелена маса), 2000 м³/га	прісна	0,270	0,267	-1,5	297,6	-
	1,0	0,267	0,284	+5,2	228,6	23,2
	3,0	0,250	0,304	+12,6	216,9	27,0
	5,0	0,270	0,362	+34,2	210,6	29,2
кукурудза на силос, 1500 м³/га	прісна	0,200	0,216	+6,4	436,0	-
	1,0	0,203	0,231	+13,7	431,6	1,3
	2,0	0,201	0,240	+15,4	356,0	18,4
	3,0	0,200	0,236	+16,2	337,0	23,0
	5,0	0,203	0,311	+52,0	96,0	79,0
кукурудза на зерно, 1500 м³/га	прісна	0,210	0,234	+11,4	43,5	-
	3,0	0,205	0,240	+17,2	39,6	8,3
	прісна	0,180	0,167	-7,2	21,9	-
ячмінь, 1700 м³/га	1,0	0,167	0,142	-15,0	15,5	29,4
	2,0	0,136	0,162	+16,0	15,6	28,8
	3,0	0,192	0,195	+1,5	15,5	29,4
	5,0	0,169	0,203	+17,0	14,2	35,2
суданська трава (зелена маса), 1000 м³/га	прісна	0,170	0,186	+6,0	286,4	-
	3,0	0,170	0,177	+4,0	270,4	5,4

Найбільш вагомий захід економії і раціонального використання водних ресурсів на РЗС є упровадження водообігових систем, що дозволяє ліквідувати непродуктивні скиди зрошувальних і дренажних вод, захистити водоприймачі і запобігти подальшому забрудненню морської акваторії.

Водообігові системи забезпечують затримання розчинних хімічних речовин і повернення вимитих поживних елементів для зрошення поля при використанні ДСВ на полив, що сприятливо вплине на формування родючості ґрунту і підвищення продуктивності земель.

При проектуванні водообігових систем враховують такі природні та господарські умови: рельєф місцевості, місцезнаходження масиву, геологічні і гідрогеологічні умови, якість ДСВ, технічна можливість розбавлення чи поліпшення ДСВ.

За конструктивними елементами та їхнім поєднанням водообігові системи можуть мати декілька типів. Так, за умовами водообігу їх можна поділити на такі варіанти:

1. Самопливна водообігова система з подачею ДСВ на ділянки, що розташовані нижче відмітки води в акумулюючому басейні (рис. 7.18, а).

При цьому можуть бути два варіанти:

– з безпосередньою подачею ДСВ при їхній допустимій іригаційній якості;

– з розбавленням ДСВ прісною водою до допустимої мінералізації.

2. Водообігова система з механічною подачею (рис. 7.18, б).

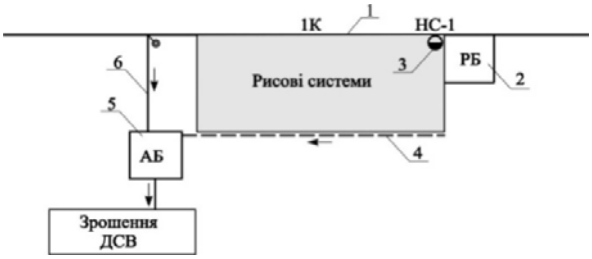
Національний університет
водного господарства
та природокористування

При цьому можуть бути варіанти:

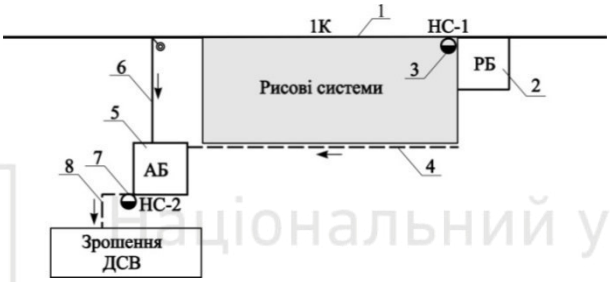
– з безпосередньою подачею ДСВ при допустимій якості для зрошення;

– з подачею розбавлених ДСВ прісною водою до допустимої мінералізації.

3. Водообігова система з механічною подачею ДСВ у голову рисової системи. При цьому у голові системи повинен бути регулюючий басейн для накопичення, розбавлення і поліпшення якості ДСВ (рис. 7.18, в).



а) самопливна водообігова система з безпосереднім використанням ДСВ та з їхнім розбавленням і подачею на нижче розташовані землі



б) водообігова система з механічним водопідйомом ДСВ та з їхнім розбавленням і подачею на нижче розташовані землі

2.

в) водообігова система з механічною подачею ДСВ у голову рисового масиву

Рис. 7.18. Блочні схеми можливих типів водообігових систем:
1 – розподільчий зрошувальний канал; 2 – регулюючий басейн у голові системи; 3 – насосна станція підкачки; 4 – головний колектор; 5 – акумулюючий басейн ДСВ; 6 – канал зрошувальної води для розбавлення ДСВ; 7 – насосна станція перекачки ДСВ; 8 – напірний трубопровід для подачі ДСВ

Наявність басейнів дозволяє проводити покращання іригаційних показників ДСВ. Водообігові системи повинні бути оснащені засобами автоматизації водорегулювання, контролю і зв'язку, що дасть можливість управляти процесом та забезпечить максимально ефективне використання ДСВ рисових систем.

7.4. Глибоке розпушення ґрунтів рисових систем

7.4.1. Обґрунтування необхідності глибокого розпушення ґрунтів рисових систем. Досвід експлуатації РЗС показав, що природно-меліоративний стан земель визначається ступенем промивності ґрунтів рисових поливних карт та надійною роботою всіх елементів зрошувальної і скидної мережі. Задача дренажу РЗС як єдиного засобу регулювання їхнього водного і сольового режимів – це розсолення ґрунтів упродовж періоду вирощування рису, створення оптимальних швидкостей фільтрації води в ґрунті у вегетаційний період та забезпечення швидкого просушування чеків в післяполивний період.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

При низькій водопроникності ґрунтів площа розсолюючої дії дренажу становить до 50% площі рисової карти КЧД і 20-25% площі ККТ. Розсолення ґрунтів відбувається лише в короткий проміжок часу – період після скиду води з чеку і пониження РГВ (кінець вересня-початок листопада).

На чеках під супутніми культурами, навпаки, часто відбувається реставрація засолення. Тому для підвищення врожайності рису, створення сприятливих умов для протікання ОВП та ліквідації передумов для вторинного засолення ґрунтів необхідно збільшувати інфільтрацію під рисовим полем та забезпечувати рівномірність її розподілу по всій поверхні рисової карти. Проте, досягти рівномірного дренування по всій площі рисового поля при існуючих конструкціях рисових карт та параметрах дренажу неможливо.

Стосовно ґрунтів рисових систем проблема збільшення водопроникності верхніх шарів ґрунту є досить актуальною, оскільки в результаті тривалого перезволоження їхні водно-фізичні властивості настільки погіршились, що останні стали своєрідним водоупором на поверхні рисового поля.

Одним зі способів підвищення водопроникності важких ґрунтів та дренованості рисових поливних карт, що експлуатуються в умовах тривалого перезволоження, може стати їхнє глибоке розпушення. Глибоке розпушення не потребує значних капіталовкладень та є досить ефективним. Виконання глибокого розпушення покривного шару ґрунту, який в умовах РЗС є практично водоупором, вплине на зміну його водно-фізичних характеристик та сприятиме посиленню його водопроникної здатності, акумуляції вологи при вирощуванні супутніх культур.

Глибоке розпушення ґрунтів впливає на їхню структуру, а отже, на щільність, шпаруватість і твердість, а за тим опосередковано через них, на водно-фізичні властивості, водний, повітряний, тепловий та інші режими ґрунтів, призводить до істотного збільшення водопроникності ґрунту за усією глибиною розпушення, головним чином у підорному шарі, тим самим сприяє збільшенню акумуляційної здатності ґрунту та рівномірності фільтрації по площі та профілю рисової карти-чека.

7.4.2. Способи і засоби глибокого розпушення ґрунтів. За останні роки проведена значна робота щодо конструювання, виготовлення, випробування та впровадження засобів глибокого розпушення – агромеліоративних глибокорозпушувачів.

Залежно від принципу дії і конструктивних особливостей усі вони поділяються на дві групи: з активним і пасивним робочими органами. Активні глибокорозпушувачі відносяться до імпульсно-силових машин. При розпушенні ґрунтів вони використовують різні види вібрації і ударних навантажень на ґрунт. Робочий орган активного глибокорозпушувача розробляє ґрунт за рахунок потоку енергії, що надходить від автономного джерела, а поздовжнє переміщення здійснює за рахунок тягового зусилля базового тягача. Робочий орган пасивного глибокорозпушувача розробку ґрунту і поздовжнє його переміщення здійснює за рахунок тільки тягового зусилля базового тягача.

Активні глибокорозпушувачі складніші від пасивних за конструкцією і в експлуатації. Вони ефективні тільки на твердих (скальних) і щільних ґрунтах, а на відносно м’яких не мерзлих ґрунтах переваг перед пасивними практично не мають. Тому, найбільшого розповсюдження набули пасивні глибокорозпушувачі. Вони надійні, прості за конструкцією і в експлуатації, але потребують потужніших тягачів.

Робочими органами пасивних глибокорозпушувачів, що здійснюють *щільове розпушення* є один чи декілька потужних ножів стоякового (рис. 7.19) або периметрового типів, що розущільнюють масив ґрунту розрізанням. Після проходу пасивного глибокорозпушувача РУ 65-2,5, або аналогічних йому РУ-45, РК-1.2, ВР-80 та РНТ-0.8, розпушений ґрунт у різних зонах має різну ступінь розпушення (табл. 7.11).

Таблиця 7.11

Технічна характеристика РУ.65.2,5, РУ-45 та РГ-0,8А

Показники	РУ.65.2.5	РУ-45	РГ-0.8А
Тип розпушувача	навісний	навісний	навісний
Агрегатується з трактором класу, кН	50;60	50;60	Т-130Б; Т-100МБ
Кількість розпушувальних стояків, шт.	2-3	2	2-3
Ширина розпушення, м	2,4-2,5	0,5-1,5	до 3,5
Максимальна глибина розпушення, м	0,65	0,65	0,5-0,8
Продуктивність, га/год	0,6	0,6	0,55
Маса, кг	1250	250	2300

Національний університет
водного господарства
та природокористування

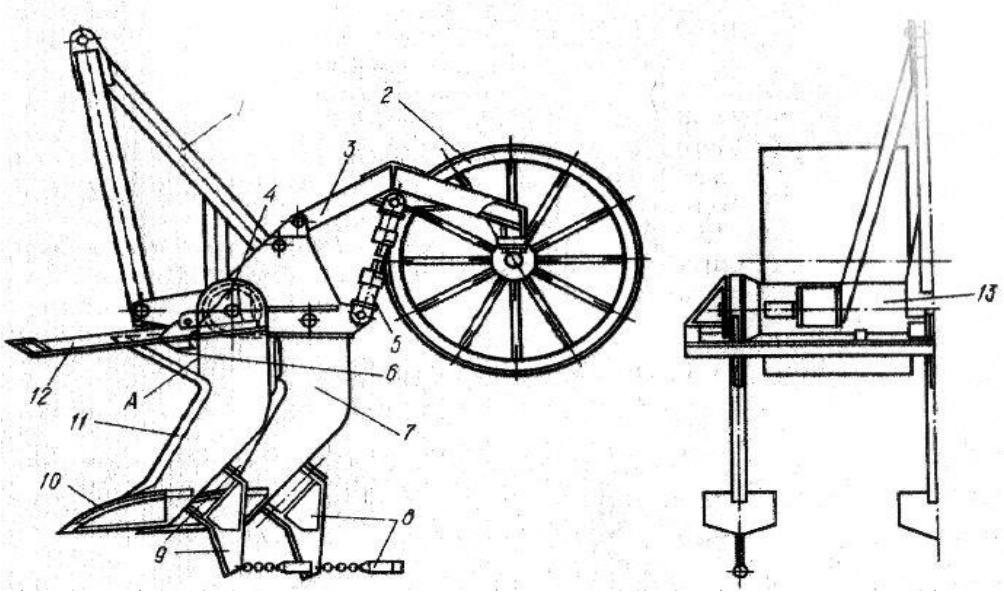


Рис. 7.19. Схема глибокорозпушувача універсального РУ.65.2.5:

1 – робочий орган; 2 – колісний хід; 3 – дишло; 4 – обойма; 5 – регулятор глибини; 6 – ножі дернорізи; 7 – зйомні стояки; 8 – кротовачі; 9 – спеціальні ножі; 10 – лемехи; 11 – ножі-стояки; 12 – щит; 13 – трубчаста балка

Глибокорозпушувачі стоякового типу (одно- і багатостоякові) під час проходу випучують поверхню ґрунту на 10-15 см доверху у зонах 15-20 см по обидві сторони від слідів руху стояків, а в проміжках між ними – на 3-4 см. Ступінь розпушення ґрунту в зоні біля стояків – 8-12%, у зоні між стояками – 40-60%.

Розподіл рівнів розпушення по зонах свідчить про те, що розрізаючий стояк, утворюючи щілину, розсовує ґрунт у сторони, запресовує і затирає його у бокові стінки щілини. Це призводить до погіршення якості розпушення і значного збільшення опору переміщенню глибокорозпушувача.

Периметровим робочим органам властиві такі ж недоліки, що і стояковим, а саме: запресування і затирання ґрунту в бокові стінки прорізаних щілин, великий опір переміщенню, неможливість прогнозувати і отримувати необхідну якість розпушення у горизонтах вертикального профілю розпушуваного ґрунту.

Із метою усунення недоліків традиційних глибокорозпушувачів розроблені і пропонуються до виробничого застосування (С.В. Кравець, В.Ф. Ткачук, О.Л. Романовський та ін.) нові за принципом дії, енергозберігаючі робочі органи для глибокого різання та розпушення ґрунтів – *багатоярусні землерийні робочі органи* (рис. 7.20).

Рис. 7.20. Загальний вигляд багатоярусного плужного одностороннього робочого органа

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Вони можуть бути успішно використані для укладання в підземний горизонт різних лінійно-протяжних об'єктів (ліній дренажу, ліній зв'язку і т. ін.), а також досить ефективні при проведенні агромеліоративних заходів (щілюванні, глибокому розпушенні вузькими смугами, укладанні в наддренажні горизонти джгутів тощо).

Багатоярусними вони називаються тому, що їхня різальна частина перервна, бо утворена декількома ґрунтотозробляючими елементами, які рознесені у профільній площині по вертикалі і горизонталі і закріплені на спільному корпусі таким чином, що кожний вищий ґрунторозробний елемент під час руху робочого органу випереджає нижчий (рис. 7.21).

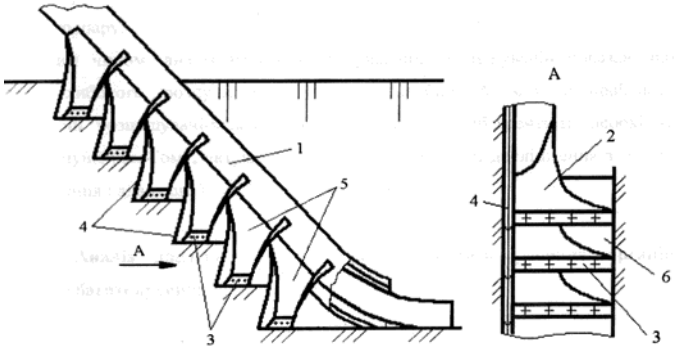


Рис. 7.21. Загальний вигляд багатоярусного плужного одностороннього робочого органа:
1 – трубонапрямний тракт; 2 – підйомно-транспортуюча поверхня (полиця); 3 – підрізаючий ніж; 4 – розрізаючий ніж; 5 – прохідне вікно; 6 – довгомірний елемент

Тому при роботі кожний попередній (вищий) елемент, вирізаючи і транспортуючи «свій» шар ґрунту, створює необхідні умови для роботи наступному (нижчому).

Характеристика багатоярусно-плужного трубоукладача-розпушувача наведена в табл. 7.12.

Таблиця 7.12

Технічна характеристика багатоярусно-плужного трубоукладача-розпушувача

Показники	Значення
Тип розпушувача	Навісний, стояковий, лівосторонній
Агрегатується з трактором класу, кН	50; 60
Кількість ярусів	3
Кількість стояків-розпушувачів	1
Ширина розпушення одним стояком, мм	450
Максимальна глибина розпушення, мм	800
Продуктивність, га/год	1-1,6
Маса, кг	980

Ґрунторозробними елементами багатоярусного робочого органу можуть бути: зуб, ніж, лемішно-відвальна поверхня плуга, ківш тощо. Звідси назви робочих органів: багатоярусно-ножовий, багатоярусно-відвальний, багатоярусно-ківшевий та ін. Відповідно їхня конструкція визначається цільовим призначенням і агротехнічними вимогами.

До основних переваг таких робочих органів слід віднести те, що вони утворюють щілину не розрізанням масиву ґрунту, а шляхом пошарової його розробки і транспортування, уникаючи роботи в зоні пружно-пластичних деформацій, значно зменшуючи енергоємність процесу розпушення, не запресовуючи і не затираючи, на відміну від щільових розпушувачів типу РУ.65.2.5, РУ-45, РГ-0.8А та ін., ґрунт у стінки щілини.

Перевагами багатоярусного робочого органу є: зниження тягового опору до 40%, розпушення однієї з двох бокових стінок щілини полицею.

До його недоліків слід віднести: малу зону розпушення, ущільнення і затирання ґрунту в одну з двох стінок щілини, самочинне зміщення робочого органу під час роботи в сторону полиці (невитримування траєкторії робочого руху), що потребує постійної корекції напряму руху, втрати гумусу орного шару на просипання його у щілину (її гуміфікацію), неможливість цілеспрямованої диференціації ступеня розпушення у генетичних горизонтах.

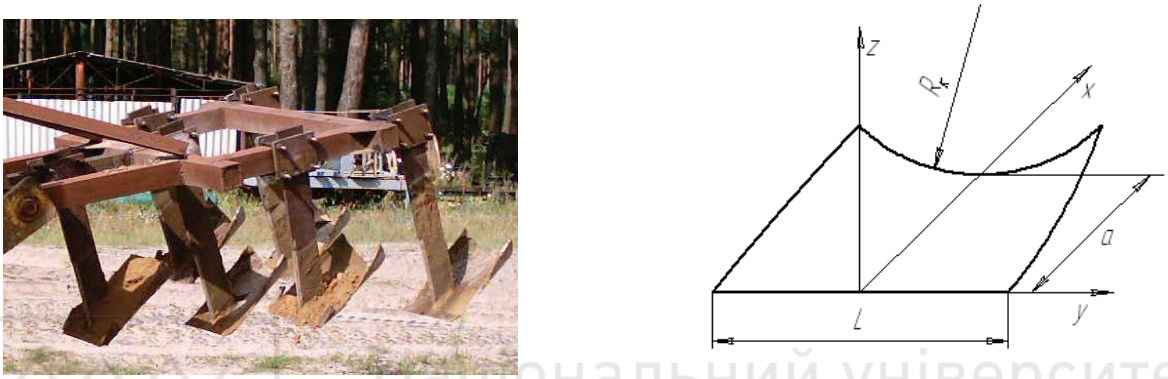
Як показують практика та накопичений досвід агровиробництва, вертикальний ґрунтовий профіль сільгоспугідь повинен мати протиерозійний верхній шар (0-0,05 м), кореневмісний шар

Національний університет
водного господарства
та природокористування

(0,05-0,4 м) і нижній фільтраційний шар (>0,4-0,6 м). При цьому, структура ґрунту (відсоткове співвідношення за масою груп грудок «цінних» та інших розмірів) кожного з цих шарів повинна бути оптимальною відповідно до призначення кожного з них.

Традиційні стоякові глибокорозпушувачі (типу РУ-45, РГ-0.8А, РНТ-0.8А та ін.) та їхні сучасні аналоги повністю не забезпечують вимоги якості розпушення без застосування додаткового обробітку через особливості конструкції. Основним недоліком таких глибокорозпушувачів є відсутність керованої диференціації якості розпушення ґрунту за глибиною, що є дуже важливим для отримання сприятливого водно-фізичного стану ґрунту.

Більш прогресивною в цьому плані є конструкція багатоярусного розпушувача безвідвального типу (рис. 7.22). Дане технічне рішення дає змогу цілеспрямовано впливати на структуру ґрунту в кожному розроблюваному горизонті та диференціювати ступінь його розпушення за глибиною.



а) б)

Рис. 7.22. Глибокорозпушувач для диференційованої розробки ґрунту:
а) двоярусний робочий орган; б) ґрунторозпушувальна поверхня: $R_к$ – радіус кінцевої кривизни поверхні, a – довжина поверхні, L – ширина поверхні

У загальному випадку, робочий орган такого глибокорозпушувача складається з рами з несучими стояками, на яких закріплені ґрунторозробні елементи у вигляді спряження горизонтального ножа з увігнутою симетричною жолобоподібною поверхнею змінної кривизни. Через форму і параметри цієї поверхні задається необхідна деформація, ступінь напруження, а, отже, подрібнення розроблюваного шару ґрунту.

Структура ґрунту після розпушення таким робочим органом визначається кількістю стадій подрібнення ґрунтової скиби на ґрунторозпушувальній поверхні, а їхня кількість, у свою чергу, від величини кривизни поверхні. Знаючи параметри ґрунторозпушувальної поверхні можна оцінити теоретичну структуру ґрунту та визначити ступінь його розпушеності через кратність подрібнення.

У багатьох країнах для глибокого розпушування застосовують досить прості в конструкції та надійні в роботі знаряддя, що включають раму на опорних колесах із встановленими на ній декількома розпушувальними або щілерізними робочими елементами (рис. 7.23).

а) б)

Національний університет
водного господарства
та природокористування

в) г)

Рис. 7.23. Сучасні технічні засоби для здійснення глибокого розпушення:
а) для основного обробітку ґрунту або для руйнування плужної підошви на глибині понад 65 см; б) універсальні для розущільнення ґрунту на глибину від 30 до 50 см; в) для роботи на робочих глибинах до 55 см з тягачами підвищеної потужності (від 150 до 390 к.с.); г) для розпушення будь-якого ґрунту на глибину до 25 см хвилеподібною технологією розпушення

При виконанні глибокого розпушення важливим є питання вибору типу розпушувача і тягача до нього, що залежить головним чином від особливостей осушуваного об'єкта: типу ґрунту, типу та інтенсивності водного живлення, рельєфу, ступеня кислотності ґрунтів та кількості кам'яних включень.

За аналогією та з урахуванням рекомендацій при виборі типу розпушувача можна керуватися такими рекомендаціями (табл. 7.13).

Таблиця 7.13

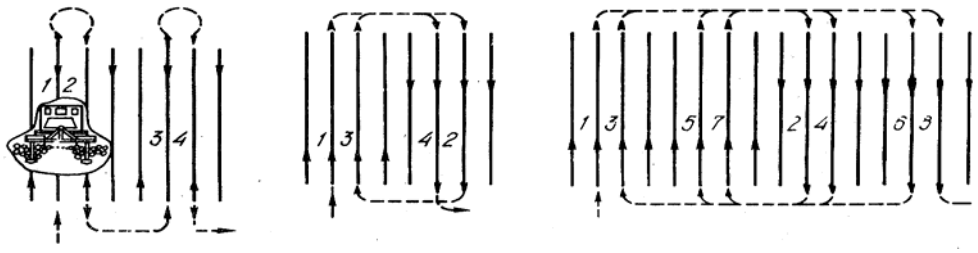
Умови використання основних типів розпушувачів

№ з/п	Тип розпушувача	Вид розпушення	Категорія ґрунту	Кам'янистість розпушуваного шару, м^3/га
1	РУ.65.2.5 (2 стойки)	щілинне	III	до 25
2	РУ.65.2.5 (3 стойки)	щілинне	II	до 25
3	РК-1,2	щілинне	II-III	до 25-30
4	ВР-80 (2 стойки)	щілинне	II	до 10-15
5	РГ-0.8А (2 стойки)	щілинне	II-III	до 15-20
6	РГ-0.8А (3 стойки)	щілинне	II-III	до 10-15
7	РНТ-0.8А (2-3 стойки)	щілинне	II	до 10-15
8	Багатоярусно-плужний розпушувач	смугове	I-III	до 10-15
9	Багатоярусний розпушувач-оструктурювач	суцільне	I-III	до 10-15

Для раціонального використання розпушувача при виконанні глибокого розпушення слід правильно визначати напрямок виконання розпушення, довжину і ширину загонів.

Напрямок розпушення на рисовій карті вибирається паралельно з напрямком укладання дренажних ліній на рисовій карті. Такий напрямок вибирається для недопущення значних фільтраційних втрат в ДСК та покращення технології виконання робіт. Глибоке розпушення проводять тоді, коли в шарі ґрунту, що розпушується, відсутня верховодка, а орний і підорний горизонти мають оптимальну вологість. Вологість ґрунту визначають перед проведенням розпушення традиційними методами.

Залежно від конкретних умов та типу розпушувача глибоке розпушення проводять за такими відомими трьома основними схемами руху агрегату: човниковою, загоночною і перехресною (рис. 7.24).



а б в

Рис. 7.24. Технологічні схеми руху розпушувача:
а – човникова; б – загоночна; в – перехресна

7.4.3. Ефективність глибокого розпушення. Ефективність глибокого розпушення має такі головні аспекти щодо його реалізації різними засобами та способами: по-перше, якість розпушення

Національний університет
водного господарства
та природокористування

розроблюваного ґрунту; по-друге, це енергозатрати на його виконання; по-третє, це рівень та характер впливу розпушення на водно-фізичні та агромеліоративні властивості ґрунту, вплив на врожайність сільськогосподарських культур тощо.

Тому до основних параметрів глибокого розпушення відносяться: глибина розпушення, інтервали розпушення, відстань між смугами розпушення, повнота розпушення та ін. У виробничій практиці вважається, що якість виконання повноти розпушення найкращим чином характеризується показниками *повноти розпушення* та *додаткової вологоємності* розпушеного ґрунту.

Якість глибокого розпушення ґрунту буде характеризуватись різним ефектом післядії при застосуванні різних засобів та способів. Традиційний показник якості розпушення у вигляді *коефіцієнту повноти розпушення* не дає змоги виконати порівняльну оцінку ефективності глибокого розпушення за різними технологіями його виконання на основі його визначення через співвідношення площ розпушеного ґрунту в поперечному перерізі смуги захвату робочих органів розпушувача до суми площ розпушеного і нерозпушеного ґрунту у цьому ж поперечному перерізі. Цей недолік усувається шляхом визначення даного коефіцієнта через відповідне співвідношення об'єму розпушеного ґрунту до порівняльного об'єму ґрунту на масиві розпушення площею 1 га з глибиною 1 м.

Порівняльна характеристика ефективності застосування різних технологій із різним ступенем глибокого розпушення ґрунту на основі *коефіцієнту повноти розпушення* представлена в табл. 7.14.

Таблиця 7.14

Вихідні параметри технологій глибокого розпушення на масиві розпушення 1 га та відповідний коефіцієнт повноти розпушення за їхніми варіантами

Показники технології / Варіанти розпушення	Об'єм розпушуваного ґрунту за один прохід, $V_{ср}$,м^3	Кількість проходів розпушувача, $n_{ср}$	Коефіцієнт повноти розпушення, R_c
Щілинне	3	20	0,15
Смугове	27	28	0,38
Суцільне	150	40	0,50

Узагальнена порівняльна характеристика усереднених в часі (за терміном післядії) та просторі (за профілем ґрунту) значень основних показників водно-фізичних властивостей в 0,6 м шарі зрошуваних ґрунтів рисових систем за різними видами та варіантами його розпушення, визначені за аналогією та на основі результатів його досліджень на осушуваних мінеральних ґрунтах Західного Полісся, подані в табл. 7.15.

Таблиця 7.15

Порівняльна характеристика водно-фізичних властивостей 0,6 м шару ґрунту за варіантами розпушення

Показники / Варіанти розпушення	Щільність (γ), т/м^3			Шпаруватість (A), %			Водопроникність ($k_ф$), м/добу		
	абс. знач.	відх. від контролю		абс. знач.	відх. від контролю		абс. знач.	відх. від контролю	
		т/м^3	%		т/м^3	%		т/м^3	%
Без розпушення (контроль)	1,45	–	–	42,2	–	–	0,12	–	–
Щілинне	1,41	0,04	2,9	46,1	3,9	9,2	0,25	0,13	206
Смугове	1,32	0,13	8,9	47,3	5,1	12	0,36	0,24	296
Суцільне	1,15	0,30	21	54,9	12,7	30	0,53	0,41	443

У період вирощування рису попередньо проведене розпушення ґрунту на рисовому полі сприяє рівномірному дренуванню шару води по площі рисової карти з необхідними швидкостями фільтрації, а в післяполивний період швидкому пониженню РГВ та прискоренню проведення збирання врожаю й осіннього обробітку ґрунту. Так, при відстані між дренажними каналами В=100 м осушення рисового поля на глибину 1,5 м після скиду води відбувається за 28-30 діб. При проведенні несуцільного розпушення на фоні дренажу з аналогічними параметрами, зниження РГВ до такої ж глибини відбувається за 23-25 діб, а при суцільному розпушенні за 16-18 діб (рис. 7.25).

Національний університет
водного господарства
та природокористування

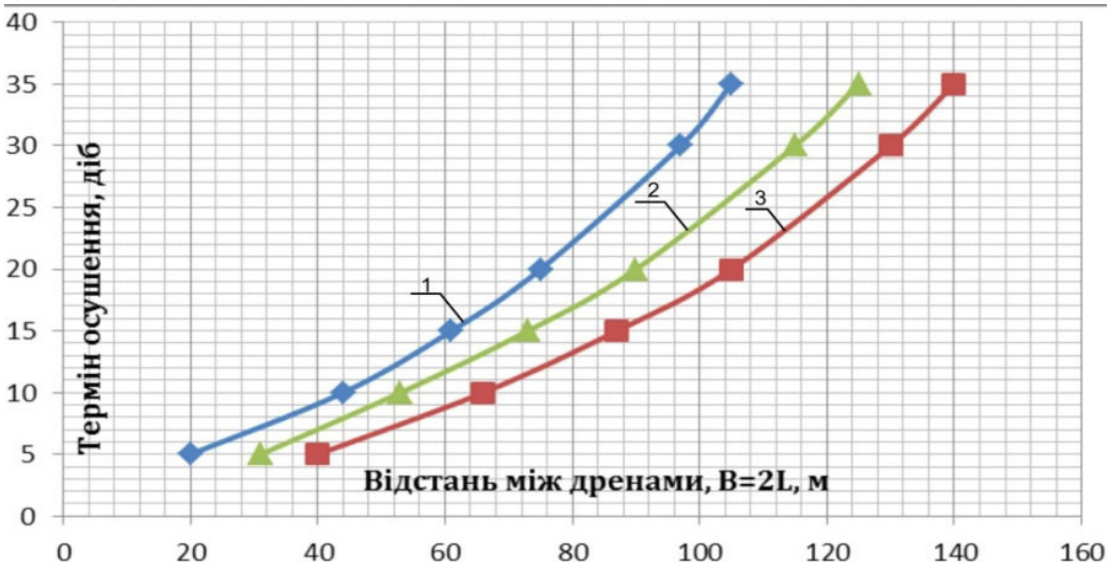


Рис. 7.25. Залежність часу осушення (H=1,5 м) від відстані між дренами:
1 – без розпушення; 2 – несу цільне (смугове) розпушення; 3 – суцільне розпушення

Таким чином, відстань між дренами при влаштуванні систематичного закритого дренажу на важких ґрунтах рисових систем за рахунок проведення періодичного розпушення та інтенсифікації його роботи можна збільшити на 35-50%.

Але підтримання відповідного ефекту можливо тільки за умов періодичного повторення виконання експлуатаційного глибокого розпушення. В умовах рисових систем періодичність виконання глибокого розпушення становить 1-2 роки. Встановлено, що в умовах Придунайських РЗС виконання глибокого розпушення з періодичністю 1-2 роки та влаштування додаткової внутрішньокартової закритої матеріальної дрени надасть змогу підвищити водопроникність покривного шару ґрунтів та дренованість карти-чеку в 1,4 рази, а також забезпечить необхідну рівномірність фільтрації та промивки по його площі та профілю.

Глибоке розпушення перезволожених ґрунтів рекомендується проводити тільки у поєднанні з дренажем при дотриманні відповідної технології робіт.

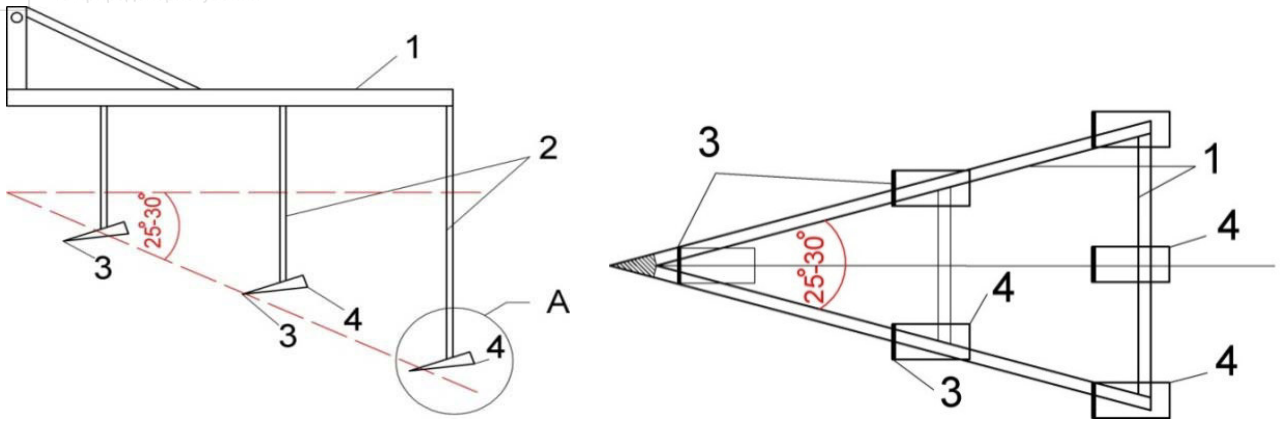
Створення більш сприятливого водно-повітряного режиму та поліпшення водно-фізичних і хімічних властивостей зрошуваних ґрунтів рисових систем, підвищення загальної вологозабезпеченості за рахунок збільшення їхньої акумулюючої здатності внаслідок глибокого розпушення позитивно впливає на приріст врожаю. Досліджувані технології та засоби глибокого розпушення зрошуваних ґрунтів рисових систем по різному впливають на урожай залежно від тепло- й вологозабезпеченості періодів вегетації та виду вирощуваних культур.

Результати з визначення прогнозованих значень урожайностей культур при різних варіантах глибокого розпушення щодо розрахункових років представлені в табл. 7.16, які засвідчують, що застосування глибокого розпушення забезпечує прибавку врожаю культур: щілинне – 5-10%; смугове – 10-20%; суцільне – 20-40%.

Наведені результати щодо прогнозованих значень врожаю культур рисової сівозміни адекватно відображають досягнутий ступінь поліпшення умов їхнього вирощування за варіантами глибокого розпушення ґрунтів рисових систем.

7.4.4. Удосконалення конструкції розпушувачів. У процесі вдосконалення конструкції глибокорозпушувача для використання на рисових чеках було розроблено робочі органи для проведення суцільного розпушення зі зменшеними енергозатратами для ефективного регулювання фільтрації та акумулювання вологи в ґрунті: багатоярусний розпушувач для підвищення підґрунтової фільтрації, глибокорозпушувач для суцільного розпушення, глибокорозпушувач із акумулюванням вологи (рис. 7.26, 7.27).

Національний університет
водного господарства
та природокористування



а) б)

Рис. 7.26. Багатоярусний розпушувач для підвищення підґрунтової фільтрації:
а) вигляд збоку; б) вигляд зверху; А − ґрунторозробний елемент; 1 – рама; 2 – стояк; 3 – леміш; 4 – ґрунторозпушувальна поверхня

Таблиця 7.16

Прогнозована врожайність культур рисової сівозміни за варіантами розпушення

№ з/п	Варіанти розпушення	Культури	Врожайність по розрахункових роках, р %					Проектна врожайність, ц/га
			10	30	50	70	90	
1	Без розпушення (контроль)	Рис	32,0	34,0	36,0	38,0	40,0	35,9
		Багаторічні трави	240,0	220,0	210,0	180,0	160,0	203,0
		Озимі зернові	38,0	36,0	32,0	28,0	26,0	31,9
		Ріпак	20,0	28,0	34,0	36,0	38,0	32,0
		Овочі	280,0	300,0	340,0	360,0	400,0	339,0
2	Щілинне розпушення	Рис	40,0	52,0	58,0	62,0	64,0	56,0
		Багаторічні трави	270,0	250,0	260,0	210,0	190,0	233,0
		Озимі зернові	43,5	41,5	37,5	33,5	31,5	36,5
		Ріпак	24,0	32,0	38,0	40,0	42,0	36,0
		Овочі	320,0	340,0	380,0	400,0	440,0	379,0
3	Смугове розпушення	Рис	45,0	57,0	63,0	67,0	69,0	61,0
		Багаторічні трави	280,0	260,0	270,0	220,0	200,0	243,0
		Озимі зернові	47,5	45,5	41,5	37,5	35,5	40,5
		Ріпак	29,0	37,0	43,0	45,0	47,0	41,0
		Овочі	360,0	380,0	420,0	440,0	480,0	419,0
4	Суцільне розпушення	Рис	49,0	61,0	67,0	71,0	73,0	65,0
		Багаторічні трави	295,0	275,0	285,0	235,0	215,0	243,0
		Озимі зернові	50,5	48,5	44,5	40,5	38,5	43,5
		Ріпак	33,0	40,0	47,0	49,0	51,0	45,0
		Овочі	390,0	420,0	450,0	470,0	510,0	449,0

Національний університет
водного господарства
та природокористування

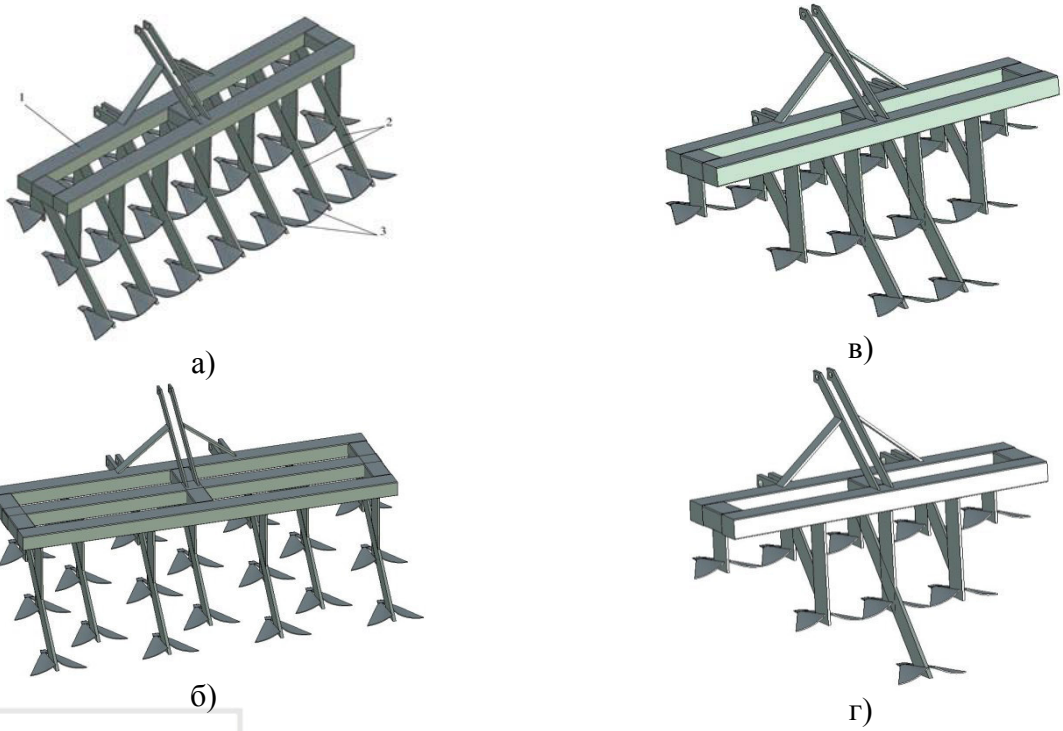


Рис. 7.27. Глибокорозпушувачі для суцільного розпушення та акумулювання вологи:
а) для суцільного розпушення легких супіщаних ґрунтів; б) для суцільного розпушення важких суглинистих ґрунтів; в) для акумулювання надлишкової вологи у легких супіщаних ґрунтах; г) для акумулювання надлишкової вологи у важких суглинистих ґрунтах

Розпушувач ґрунту для підвищення підґрунтової фільтрації (див. рис. 7.26) включає раму з розміщеними на ній несучими стояками, на яких закріплені ґрунторозробні органи у вигляді спряження горизонтального ножа з увігнутою жолобоподібною поверхнею, рама, на якій розміщені стояки має гострий кут атаки 25-30° в напрямку руху розпушувача, стояки на рамі розміщені з уступом один відносно другого і мають різну величину заглиблення, при цьому лінія їхнього заглиблення утворює з поверхнею землі кут 25-30°.

Зменшення кута атаки робочого органу на ґрунт призводить не тільки до зменшення тягового зусилля, але й до зменшення площі профілю розпушуваного ґрунту. Збільшення кута атаки від наведених значень суттєво збільшує опір ґрунту робочому органу. Кут атаки робочого органу на ґрунт 25-30° як в горизонтальній, так і вертикальній площині сприяє рівномірному за якістю розпушенню усього просторового обсягу ґрунту та суттєво зменшує енергозатрати за рахунок зменшення протидії ґрунту робочим елементам розпушувача.

При цьому, такий розпушувач може мати до 40% менший питомий опір переміщенню при розпушенні, ніж у традиційних об’ємних розпушувачів.

Робочі органи для суцільного розпушення та акумулювання вологи (див. рис. 7.27) складаються з рами 1 з косими несучими стояками 2, на яких із випередженням верхніх перед нижніми поярусно закріплені ґрунторозробні елементи у вигляді двох увігнутих симетричних стріловидних радіальних півповерхонь рівнозмінної кривизни 3 з найменшим радіусом кривизни на виході з них, величина якого пропорційна розміру поперечника планового структурного елемента розпушеного ґрунту окремого ярусу.

У таких робочих органах глибокорозпушувачів, завдяки різній кривизні та стріловидності симетричних радіальних півповерхонь ґрунторозробних елементів розташованих на різних ярусах, диференціація якості розпушення ґрунту за глибиною відбувається з меншим тяговим опором робочого органа внаслідок поступового подрібнення шару ґрунту без його попереднього вирізання горизонтальним лемешем та додаткового тертя від наступного переміщення через ґрунторозробний елемент.

Структура ґрунту після розпушення визначається кількістю стадій подрібнення ґрунтової скиби на ґрунторозпушувальній поверхні, а їхня кількість, у свою чергу, від величини кривизни поверхні. Знаючи параметри ґрунторозпушувальної поверхні можна оцінити теоретичну структуру ґрунту та визначити ступінь його розпушеності через кратність подрібнення (табл. 7.17).

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Таблиця 7.17

Результати аналітичного дослідження структури подрібнення ґрунту

Вихідні параметри		Структура розпушеного ґрунту							Кратність подрібнення початкового об'єму ґрунту
висота ярусу, мм	кінцевий радіус поверхні, мм	розміри утворених ґрунтоагрегатів	<5 мм	5-10 мм	10-25 мм	25-50 мм	>50 мм	усереднений ґрунтоагрегат, мм	
100	150	шт., %	41,07	24,85	24,12	7,37	2,59	4,92	973
		місткість, %	2,59	4,28	18,76	33,30	41,07		
	200	шт., %	23,37	32,31	31,37	9,59	3,37	5,58	1009
		місткість, %	1,47	4,33	18,98	33,68	41,54		
	250	шт., %	0,00	42,16	40,94	12,51	4,39	6,33	981
		місткість, %	0,00	4,39	19,26	34,19	42,16		
150	150	шт., %	40,44	32,79	15,43	7,26	4,09	5,74	1072
		місткість, %	1,54	4,39	9,33	19,83	64,90		
	200	шт., %	0,00	55,05	25,90	12,19	6,87	7,38	865
		місткість, %	0,00	4,46	9,48	20,14	65,92		
	250	шт., %	0,00	55,05	25,90	12,19	6,87	7,38	1081
		місткість, %	0,00	4,46	9,48	20,14	65,92		
200	150	шт., %	40,23	32,62	15,35	7,22	4,59	6,75	1034
		місткість, %	1,19	3,40	7,22	15,35	72,84		
	200	шт., %	22,75	42,15	19,83	9,33	5,93	7,65	1072
		місткість, %	0,67	3,42	7,26	15,43	73,23		
	250	шт., %	0,00	54,57	25,67	12,08	7,68	8,68	1043
		місткість, %	0,00	3,44	7,31	15,53	73,72		

Як видно з табл. 7.17, поверхні з різними визначальними параметрами мають різні величини усередненого ґрунтоагрегату та кратність подрібнення ґрунтової скиби. І якщо величина усередненого ґрунтоагрегату має майже пропорційну залежність від глибини розробки в ярусі та кінцевого радіусу, то величина кратності подрібнення має досить складну залежність. Відмінність пояснюється тим, що на величину кратності подрібнення має вплив ширина ґрунторозпушувальної поверхні, величина якої в проведеному розрахунку є змінювана. На величину утворюваних ґрунтоагрегатів вона не впливає. Найбільш ефективне подрібнення ґрунту, при врахуванні розміру усередненого ґрунтоагрегату, відбувається при глибині розробки 150 мм та кінцевому радіусі 150 мм, а найменш ефективне − при глибині розробки 150 мм та кінцевому радіусі 200 мм.

За теоретичною структурою розпушеного ґрунту можна визначити необхідні параметри розпушувальних елементів для верхнього протиерозійного шару, кореневмісного шару і нижніх фільтраційних шарів при проектуванні універсальних ярусних робочих органів глибокорозпушувачів

За останні роки проведена значна робота щодо конструювання, виготовлення, випробування та впровадження засобів глибокого розпушення – агромеліоративних глибокорозпушувачів. Застосування таких робочих органів глибокорозпушувачів дає можливість значно зменшити затрати для отримання сприятливого водно-фізичного стану ґрунтів.

Таким чином, ефективне застосування глибокого розпушення при вирощуванні рису ґрунтується на дотриманні таких передумов: покращення водно-фізичних властивостей ґрунтів, підвищення фільтраційної здатності, підвищення акумулюючої здатності зони аерації (до 1 м).

Глибоке розпушення, виконане в оптимальні строки з дотриманням усіх нормативних вимог, поліпшує водно-повітряний режим, умови живлення і розвитку рослин, забезпечує рівномірність фільтрації за площею та профілем і, відповідно, підвищує продуктивність меліорованих земель. При цьому підвищується ефективність роботи дренажу і з'являється можливість для збільшення відстані між дренами на 25-50%, що, в свою чергу, дає змогу зменшити питомі капіталовкладення у проектах будівництва та реконструкції РЗС.

7.5. Промивка засолених земель рисових систем

7.5.1. Види засолених земель. При освоєнні нових територій під РЗС або після тривалого вирощування супутніх культур може виникнути необхідність в інтенсивній промивці засолених земель.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Промивка проводиться з метою зниження вмісту в ґрунтовому шарі легкорозчинних солей до допустимої межі. Ефективність промивання залежить від водно-фізичних властивостей ґрунту, ступеня його засолення і глибини залягання ґрунтових вод. Класифікація ґрунтів за ступенем засолення залежно від типу засолення наведена в табл. 7.18.

Таблиця 7.18

Класифікація ґрунтів за ступенем засолення залежно від типу засолення (В.А. Ковда, В.В. Єгоров)

Ступінь засолення	Вміст легкорозчинних солей щодо типу засолення, % сухої маси ґрунту у метровому шарі			
	содовому	хлоридному	хлоридно-сульфатному	сульфатному
Незасолені	0,10	0,15	0,20	0,30
Слабозасолені	0,10-0,20	0,15-0,30	0,25-0,40	0,30-0,60
Середньозасолені	0,20-0,30	0,30-0,50	0,40-0,70	0,60-1,00
Сильнозасолені	0,30-0,50	0,50-0,80	0,70-1,20	1,00-2,00
Солончаки	0,50	0,80	1,20	2,00

7.5.2. Норми та строки проведення промивок. Промивку здійснюють шляхом подачі на засолені землі певного об'єму води (промивна норма), що розчиняє солі і витісняє їх у вигляді розчину у ґрунтові води, які перехоплюються і відводяться дренажною мережею.

Промивна норма – це кількість води, необхідна для видалення надлишкових солей у розрахунковому шарі ґрунту на площі 1 га. Вона складається з двох величин: кількості води, що необхідна для насичення розрахункового шару ґрунту до гранично-польової вологоємкості і кількості води, що необхідна для вимивання розчинених надлишкових солей.

Існують різні методи визначення величини промивної норми. Для визначення промивної норми в умовах дренованих рисових територій найчастіше користуються формулою В.Р. Волобуєва

$$M_{пр} = 10000 \cdot \alpha \cdot \lg \frac{S_0}{S}, \qquad (7.10)$$

де $M_{пр}$ – промивна норма, м^3/га; S_o – вихідний вміст солей у метровому шарі ґрунту, %; S – допустимий вміст солей у метровому шарі ґрунту після промивки, %; α – емпіричний коефіцієнт солевіддачі (табл. 7.19).

Таблиця 7.19

Значення коефіцієнта солевіддачі α залежно від типу засолення і гранулометричного складу ґрунтів (В.Р. Волобуєв)

Ґрунти	Тип засолення		
	хлоридний	хлоридно-сульфатний	сульфатний
Піщані та супіщані	0,62	0,72	0,82
Середньосуглинисті	0,92	1,02	1,12
Важкосуглинисті	1,22	1,32	1,42

Промивку ґрунту краще здійснювати в осінній період, коли ґрунти висушені, а ґрунтові води знаходяться на більшій глибині і солевіддача ґрунтів найбільша.

Промивку ґрунту проводять у два етапи. На першому етапі відбувається зволоження розрахункового шару ґрунту до найменшої (польової) вологоємкості. При цьому солі, що містяться у ґрунті, переходять у розчин. Другу подачу води здійснюють через 4-5 днів після першої. У другому етапі відбувається подальший розчин солей у ґрунті і витіснення їх із промивного шару ґрунту у ґрунтові води, а потім у дренажну мережу. Кожна наступна норма подається після просочування попередньої.

Залежно від гранулометричного складу, типу і ступеня засолення ґрунтів промивна норма може становити від 1 до 10 тис. м^3 і більше (табл. 7.20).

Найбільша ефективність промивної дії води спостерігається при величині промивної норми, що відповідає 30-40% граничної польової вологоємкості розрахункового шару ґрунту. Для метрового шару вона становить: на легких ґрунтах – 700-900 м^3/га; на середніх – 900-1100 м^3/га; на важких – 1100-1500 м^3/га.

Найбільша ефективність промивки спостерігається при величині промивної норми, що відповідає 30-40% граничної польової вологоємкості розрахункового шару ґрунту. Для метрового шару вона становить: на легких ґрунтах – 700-900 м^3/га; на середніх – 900-1100 м^3/га; на важких – 1100-1500 м^3/га.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Таблиця 7.20

Промивні норми залежно від гранулометричного складу, типу і ступеня засолення ґрунтів

Вихідний вміст солей у ґрунті, S_o, % м.с.гр.	Промивна норма залежно від типу засолення, $M_{пр}$, м^3/га		
	хлоридний	хлоридно-сульфатний	сульфатний
піщані та супіщані ґрунти			
0,4	2700	2200	1100
0,6	3800	3500	2500
0,8	4500	4400	3500
1,0	5100	5100	4300
середньосуглинисті ґрунти			
0,4	4000	3100	1400
0,6	5600	4900	3400
0,8	6700	6200	4800
1,0	7600	7200	5900
важкосуглинисті ґрунти			
0,4	5200	4000	1800
0,6	7400	6300	4300
0,8	8900	8000	6100
1,0	10100	9300	7500

Значним ресурсом промивної води є використання ДСВ. Придатність ДСВ для промивки оцінюється їхньою загальною мінералізацією, хімічним складом, концентрацією окремих іонів та їхнім співвідношенням і комбінаціями. При допустимій іригаційній якості ДСВ подають безпосередньо на рисовий масив (самопливом або механічною подачею). При необхідності покращання іригаційних показників використовують наявну акумулюючу ємність (басейн) або пересувну насосну станцію для подачі води в канал із прісною водою.

Використання ДСВ на промивку засолених масивів РЗС дозволить підвищити коефіцієнт використання води, зменшити об'єм водовідведення та покращити екологічні умови водоприймачів.

7.5.3. Види промивок засолених земель. Поле рисової системи (карта, чек) за конструктивними особливостями підготовлене до проведення промивок, не потребує виконання додаткових земляних чи інших робіт, або спеціальної техніки. Чек обмежений земляними валиками, подача води здійснюється каналами зрошувальної мережі, відведення відкритою або закритою ДСМ за допомогою гідротехнічних споруд (див. розділ 3.6). Промивка засолених земель рисових масивів відрізняється об'ємами промивної води, тривалістю і кількістю проведення, які залежать як від виду засолення, так і конструкції РЗС.

За організаційно-господарським призначенням промивку земель поділяють на капітальну й експлуатаційну. Капітальна промивка – це первинне видалення солей із розрахункового шару ґрунту до допустимих меж. Експлуатаційна (профілактична) промивка повинна підтримувати допустимий вміст солей у розрахунковому шарі після капітальних промивок, забезпечувати наступне опріснення більш глибоких горизонтів і зниження мінералізації ГВ.

Залежно від конструкції рисової системи промивки виконують на фоні відкритого (рис. 7.28, а) чи закритого (рис. 7.28, б, в) дренажу. На РЗС закритий дренаж буває систематичний або вибірковий.

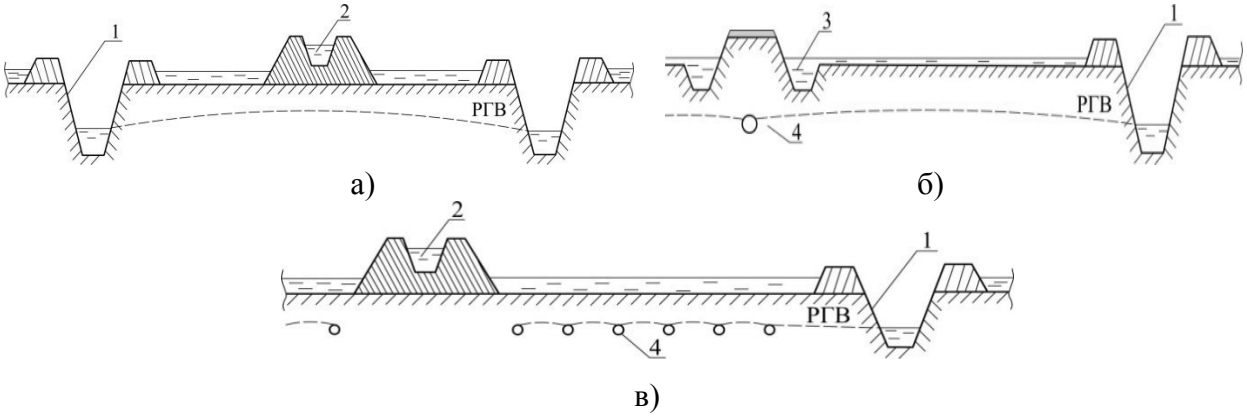


Рис. 7.28. Промивка засолених ґрунтів на фоні: а) відкритої дренажної мережі; б) закритої дренажної мережі з вибірковим дренажем; в) закритої дренажної мережі із систематичним дренажем; 1 – дренажний канал; 2 – зрошувач; 3 – зрошувач-скид; 4 – дрени

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Залежно від кількості і тривалості промивки поділяють на разові (подача всієї промивної норми) та тактові (промивки зі зменшеними промивними нормами). Відомо, що відведення солей з ґрунту інтенсивніше проходить в умовах ненасиченого потоку, який утворюється при періодичному короткочасному затопленні. Це обумовлюється повільним процесом дифузії солей між шпаринами при постійному затопленні. Тому при постійному затопленні об'єм води на промивку засолених земель більший, ніж при періодичному.

7.5.4. Існуючий спосіб промивки засолених ґрунтів рисових систем. На існуючих конструкціях рисових карт на фоні картового дренажу з мінімальними відстанями між дренами 200-500 м і глибиною 1,3-1,5 м промивка реалізується шляхом тривалого затоплювання чеків при вирощуванні рису. Дослідження показали, що особливостями руху фільтраційних потоків на поливних картах у період підтримання шару води є те, що на частині їхніх площ утворюється зона випирання ґрунтових вод (уздовж зрошувальних каналів) та застійна зона в центрі чеку, а активний рух ґрунтових вод має місце лише на частині площі, яка прилягає безпосередньо до дренажно-скидних каналів. Загальна площа, яка практично не дренується, становить понад 60% від площі поливної карти. При цьому досягається нестійке опріснення ґрунтів і ґрунтових вод, що дає змогу вирощувати супутні рису культури без значної реставрації засолення, але упродовж короткого періоду.

7.5.5. Промивка на фоні систематичного закритого внутрішньокартового дренажу. Запропонований спосіб передбачає промивку ґрунту при вирощуванні рису з підтриманням оптимального сольового режиму ґрунтів на фоні внутрішньокартових регулюючих закритих дрен із виводом дренажного стоку в закритий картовий колектор.

Спосіб реалізують таким чином. За 15-20 діб до посіву рису у роботу включають насосну станцію, яка створює робочі рівні води у водовідвідних каналах, і внутрішньокартовому дренажі, знижують рівень мінералізованих ґрунтових вод на рисових полях до 1,5-1,7 м, забезпечуючи достатню вихідну глибину промивки ґрунтів. Після посіву рису воду на поливну карту подають форсованою витратою 100-110 л/с з таким розрахунком, щоб тривалість початкового затоплення по можливості не перевищувала однієї доби. При цьому для попередження підйому мінералізо-ваних ґрунтових вод під рисовим полем у роботу включають НС і внутрішньокартовий дренаж.

До сходів рису шар води на поверхні поливної карти підтримують у межах 10-15 см, що відповідає вимогам вирощування рису і дає можливість за допомогою внутрішньокартового дренажу періодично забезпечувати необхідний промивний і кисневий режим ґрунтів. Для отримання повноцінних сходів, на початок відповідної фази розвитку рису потужність шару води на поверхні карти зменшують до 5 см, у роботу включають внутрішньокартові дрени, знижують РГВ до глибини 0,4-0,5 м для постачання до ґрунту кисню. Після отримання сходів шар води на поверхні карти підтримують у межах 15-20 см до фази кущіння, включають у роботу внутрішньокартовий дренаж для відводу сольових розчинів і забезпечення аерації ґрунту.

У період постійного затоплення посівів (від кущіння до молочно-воскової стиглості), періодично включаючи у роботу внутрішньокартові дрени, забезпечують умови для попередження виходу ґрунтових вод на смугах вздовж розподільчих каналів. Із початком фази молочно-воскової стиглості поливну карту звільняють від шару води, включають у роботу внутрішньокартовий дренаж, створюючи умови для швидкого зниження РГВ і, тим самим, попередження літньо-осіннього відновлення засолення.

Для посилення промивного ефекту передбачається двох-трьохразове оновлення шару води на поверхні поливної карти у перший місяць вегетаційного періоду.

Даний спосіб дозволить зменшити тривалість промивки, що особливо актуально при скороченні частки рису в сівозміні до 30%, забезпечить рівномірне опріснення й аерацію ґрунту по всій площі поливної карти, включаючи смуги вздовж зрошувальних каналів, створення за короткий термін безпечних умов для вирощування супутніх культур, підвищення врожайності рису на 10-15 ц/га. Цей спосіб промивки вимагає проведення капітальної реконструкції рисової системи та значних матеріальних ресурсів.

7.5.6. Промивка засолених земель на фоні вибіркового дренажу із застосуванням глибокого розпушення. Цей спосіб промивки пропонується на традиційних рисових зрошувальних системах, де спостерігається нерівномірне і неглибоке промивання ґрунтів по площі рисового поля, погіршення водно-фізичних властивостей ґрунтів у результаті тривалого затоплення, низька дренованість чеків із відстанями між дренажними каналами (200-500 м). Даний спосіб передбачає влаштування додаткового вибіркового закритого дренажу для зменшення відстані між відкритими дренажними каналами до 100-125 м. На важких ґрунтах проводиться глибоке розпушення, яке створить умови для швидкого і рівномірного опріснення ґрунтів по площі рисового поля, забезпечить

Національний університет
водного господарства
та природокористування

достатню глибину розсолення та прискорить осушення рисових чеків. Глибоке розпушення значно покращує агрегатний склад та водопроникність ґрунтів у верхньому шарі потужністю не менш ніж 0,6 м, тим самим воно позитивно впливає на зміну їх водно-фізичних властивостей та агромеліоративний стан в цілому.

Спосіб реалізується таким чином. В осінньо-зимовий період на полях, які будуть в наступному вегетаційному році зайняті культурою затоплюваного рису, проводиться глибоке розпушення ґрунту на глибину 0,6-0,7 м. Після посіву рису на дані поля в форсованому режимі через зрошувачі-скиди подається вода для створення відповідного шару води. Просочуючись через розпушений ґрунт вода вимиває з нього легкорозчинні солі. Глибоке розпушення сприяє рівномірному дренуванню по площі рисової карти з швидкостями необхідними для винесення легкорозчинних солей з активного шару ґрунту та переміщення їх у нижче розташовані шари, покращення його кисневого режиму, а в після поливний осінній періоди – швидкому пониженню рівня ґрунтових вод для прискорення проведення збирання врожаю та проведення осіннього обробітку ґрунту. Глибоке розпушення ґрунтів є дієвим заходом недопущення випереджувального підйому рівня мінералізованих ґрунтових вод в приканальних смугах, що спостерігається на рисових чеках в період їхнього початкового затоплення.

У період початкового затоплення і в період осінньої просушки чеків дренажні насосні станції працюють в режимі відкачки. В решту періоду вони не працюють, а дренажні канали знаходяться в підпертому режимі.

Перевагою запропонованого способу промивання засолених ґрунтів рисових систем є рівномірне розсолення ґрунтів по всій площі рисового поля та на більшу глибину, зменшення тривалості промивання, швидке пониження рівня ґрунтових вод у післяполивний період, що прискорює проведення збирання врожаю і осіннього обробітку ґрунту, покращує кисневий режим ґрунту, а відповідно і врожайність рису та інших культур сівозміни.

7.5.7. Промивка періодичними поливами (тактами) на фоні глибокого розпушення ґрунту. Встановлено, що відведення солей із ґрунту інтенсивніше відбувається в умовах ненасиченого потоку, який утворюється при періодичному короткочасному затопленні. Це обумовлено повільним процесом дифузії солей між порами при постійному затопленні. Оскільки при зволоженні до повної вологоємності ґрунту, легкорозчинні солі переходять в ґрунтовий розчин, концентрація розчину внаслідок змішування і процесу дифузії стає приблизно однаковою як в капілярах, так і в гравітаційних водах. Тому при промиванні розрахунковий шар ґрунту доцільно насичувати промивною водою до повної вологоємності. Насичення відбувається періодичними поливами, які дорівнюють об’єму водовіддачі. За рахунок подачі води тактами солі легко вимиваються. Підвищення ефективності промивання ґрунтів періодичними поливами можливо лише на фоні глибокого розпушення ґрунту.

Інтенсивний виніс солей із ґрунту при проведенні рекомендованої методики можна пояснити зміною деяких його показників (табл. 7.21).

Таблиця 7.21

Зміна показників ґрунту при глибокому розпушенні, що впливають на ефективність його розсолення при промивках

Показники	Ущільнений ґрунт	Розпушений ґрунт
Схема розташування часток ґрунту		
Площа поперечного перерізу шпарин, мм^2	f=0,16R^2	f=0,86R^2
Наведений радіус шпарин, мм	r=0,23R	r=0,52R
Контур шпарини, за яким утворюється наліт солей при висушенні ґрунту, мм		
Шпаруватість, %	24,3	47,6
Висота капілярного підняття, мм	$h = \frac{15}{0{,}23R}$	$h = \frac{15}{0{,}52R}$

де R – середньозважений радіус часток ґрунту, мм.

При глибокому розпушенні збільшуються діаметри шпарин, шпаруватість, площа доторкання промивної води до ґрунту, а також контури шпарин, на яких утворюється наліт солі при висиханні ґрунту, що забезпечує більш інтенсивний винос солей із нього.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

При такому способі промивки ґрунтів доцільно проводити смугове розпушення на глибину 0,6-1,0 м з відстанню між смугами 1,0-1,5 м, при ширині останніх 0,5-1,0 м. Розпушення краще здійснювати перпендикулярно дренажним лініям, при цьому кожне наступне розпушення слід вести по не задіяних смугах.

Після глибокого смугового розпушення ґрунтів в обробленому шарі утворюються брило-грудкуваті елементи, між якими розташовуються монолітні незачеплені розпушенням прошарки, що інтенсивно випаровують вологу діапазону між найменшою вологоємністю і вологістю розриву капілярів. При наступній подачі води, після повітряного висихання ґрунту, відбувається змив солей гравітаційними потоками води з поверхні окремих грудок і переміщення їх за межі промивного шару. Частина солей виноситься в нижче розташовані прошарки, частина перемішується з водою в сторону дренуючих елементів (в тому числі розпушені смуги) і відводяться за межі ділянки, що промивається (рис. 7.29).

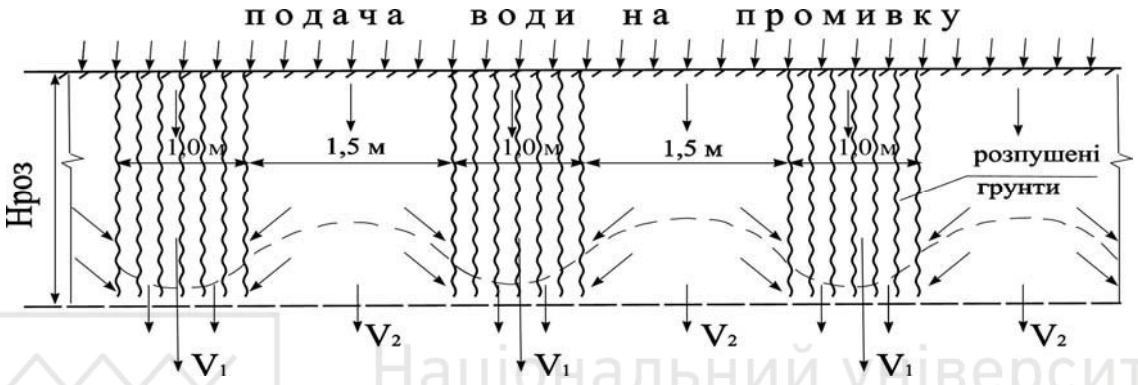


Рис. 7.29. Динаміка солепереносу при промивці ґрунтів на фоні глибокого смугового розпушення

Після завершення першого такту промивки знову проводять глибоке смугове розпушення, але вже поперек до напряму попереднього розпушення. Операції розпушення-висушування-подача води повторюють до повного розсолення ґрунту.

Розсолення ґрунтів досягається не лише за рахунок безпосереднього гравітаційного перенесення солей потоками води, але і шляхом змиву солей, які накопичуються на поверхні структурних елементів ґрунту і виносяться на їхню поверхню при випаровуванні.

Перевагою даного методу є те, що в міжпромивні періоди після проведення глибокого розпушення значно послаблюється процес підтягання солей з нижче лежачих шарів ґрунту, так як розпушення руйнує капіляри ґрунту, зменшує їхню водопідйомну здатність. Адже наведений радіус у розпушених ґрунтах значно більший, ніж в ущільнених (див. табл. 7.21), то висота капілярного підняття буде меншою. При цьому висота капілярного підняття зменшується не тільки в розпушених ґрунтах, а й у прилеглих до них монолітних прошарках і блоках, оскільки розпушений ґрунт, що прилягає до цих блоків мульчує їхню поверхню. У зв'язку з тим, що глибоке розпушення знижує щільність ґрунтів на 15-30%, то між двома розпушеними смугами утворюються пониження, які можна розглядати як відточний елемент, що сприяє виносу солей за межі шару ґрунту, що розсолюється.

Підвищення інтенсивності відведення солей при ненасиченому потоці промивної води за рахунок зменшення промивної норми забезпечить менший період промивки. Промивка періодичними поливами через глибоке розпушення ґрунту дозволить зменшити на 20-30% витрати промивної води.

Упровадження запропонованих розробок дасть змогу підвищити загальну технологічну, економічну та екологічну ефективність рисових зрошувальних систем України.

7.6. Оптимізація роботи насосних станцій

Ефективність роботи насосних станцій для подачі зрошувальної води та відведення ДСВ із РЗС впливає на продуктивність виробництва рису та динаміку показників, які характеризують меліоративний стан рисового поля.

Сучасне насосно-силове обладнання повинно сприяти раціональному використанню водо- та енергоресурсів, оптимальному виконанню заданих режимів водоподачі і своєчасному відведенню ДСВ із метою підтримання оптимального водно-сольового режиму і меліоративного стану рисового поля.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Першочерговою задачею при оцінці ефективності роботи НС є аналіз роботи насосного обладнання, визначення проблемних питань та розробка напрямів модернізації насосних станцій шляхом підбору ресурсозберігаючого насосного обладнання, проведення реконструкцій відповідно до сучасних вимог для отримання енергетичного, екологічного та економічного ефектів.

Оцінка ефективності роботи НС виконується шляхом визначення фактичних показників роботи насосних агрегатів, побудови графіків роботи насосних агрегатів, порівняння існуючих параметрів роботи насосних агрегатів та їхнього обладнання з проектними показниками, а на основі проведеного аналізу визначення недоліків у роботі насосних агрегатів.

Критеріями оцінки ефективності роботи НС є такі показники: водоподача, напір і потужність насосів; коефіцієнт корисної дії та *cos* φ електродвигунів; коефіцієнт корисної дії насосів; стан вимірювальної апаратури; втрати напору в трубопроводах та запірній арматурі; питомі витрати електроенергії на подачу води.

Оцінка роботи насосних агрегатів складається з визначення фактичних показників:

1. Показники манометра, М.
2. Показники вакуумметра, V.
3. Величина z (відстань по вертикалі між точками рідини, в яких тиск відповідає показникам манометра і вакуумметра).
4. Сила току, I.
5. Напруга, U.
6. Подача насосу, Q.
7. Площа нагнітаючого та всмоктуючого патрубків, ω.
8. Швидкості потоку в нагнітаючому і всмоктуючому патрубках.
9. Напір насосу, H.
10. Корисна потужність насосу, розраховується за формулою

$$N_{кор} = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{1000}, кВт. \qquad (7.11)$$

11. Споживна потужність двигуна, *Nдвг.*
12. Споживна насосом потужність, N.
13. Коефіцієнт корисної дії насоса, визначається за формулою

$$\eta_н = \frac{N_{кор.}}{N}, кВт. \qquad (7.12)$$

Приклад визначення необхідних показників для насосного агрегату наведений в табл. 7.22.

Таблиця 7.22

Розрахунок насосного агрегату 20 НДн

№	Показники	Од. вим.	Номера досліджень							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Показники манометра	м.в.с.	14,4	15,2	16,0	16,8	18,4	22,4	24,0	25,6
2.	Показники вакуумметра	м.в.с.	0,2 6	0,26	0,26	0,25	0,24	0,22	0,21	0,2
3.	Величина Z	м	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
4.	Сила току	А	260	270	275	275	275	245	230	200
5.	Напруга	В	400	400	400	400	400	400	400	400
6.	Подача насоса	$м^3$/год	2900	2800	2750	2600	2200	1420	1000	300
		$м^3$/с	0,81	0,78	0,76	0,72	0,61	0,39	0,28	0,08
7.	Площа нагнітаючого патрубка	$м^2$	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
8.	Площа всомктуючого патрубка	$м^2$	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
9.	Швидкість потоку в нагнітаючому патрубку	м/с	1,60	1,55	1,52	1,44	1,22	0,79	0,55	0,17
10.	Швидкість потоку в всмоктуючому патрубку	м/с	1,60	1,55	1,52	1,44	1,22	0,79	0,55	0,17
11.	Напір насоса	м	14,8	15,6	16,4	17,2	18,7	22,7	24,3	25,9
12.	Корисна потужність насоса	кВт	117	119	123	122	112	88	66	21
13.	Споживана потужність двигуна	кВт	160	160	160	160	160	160	160	160
14.	Споживана потужність насоса	кВт	144	144	144	144	144	144	144	144
15.	Коефіцієнт корисної дії	-	0,81	0,82	0,85	0,84	0,78	0,61	0,46	0,15

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Для оптимізації роботи НС рекомендується впровадження таких енергозберігаючих заходів:

– заміна насосно-силового обладнання. Встановлення погружних дренажних насосів забезпечить підвищення ККД (порівняно з відцентровими насосами), більш ефективне використання енергоресурсів, відмову від вакуумних насосів. Питомі витрати електроенергії на перекачування води насосними агрегатами залежить як від їхнього ККД, так і від коефіцієнтів завантаження насосів;

– впровадження автоматизованої системи управління водоподачею та водовідведенням;

– встановлення автоматизованої системи контролю роботи дренажної системи з передачею інформації із застосуванням стільникового модему;

– використання сонячних батарей та перевід роботи насосних станцій на альтернативні джерела зрошення;

– періодично проводити метрологічну повірку ультразвукових витратомірів з встановленими на НС датчиками та повірку манометрів;

– заміна застарілих індукційних лічильників електроенергії на електронні лічильники активної і реактивної електроенергії з покращеними технічними характеристиками;

– встановлення лічильників електроенергії власних потреб, що дозволить контролювати споживання електроенергії допоміжним технологічним електрообладнанням;

– встановлення лічильників мотогодин насосних агрегатів для контролю завантаження електродвигунів та насосів упродовж сезону.

7.7. Удосконалення конструкцій РЗС

7.7.1. Удосконалення конструкції РЗС під сівозмінне землеробство. Як показують практика і накопичений досвід РЗС характеризуються значними непродуктивними втратами зрошувальної води (до 20% від водоподачі), які зумовлені ускладненою організацією процесів водоподачі і водовідведення, значна протяжність зрошувальної мережі, часто незадовільний еколого-меліоративний стан системи, значні матеріальні і трудові затрати.

Вирощування різних сівозмін вимагає необхідного водозабезпечання різновіддалених від джерела зрошення карт-чеків за поливними нормами відповідно до потреб вирощуваних сільськогосподарських культур. Це, у свою чергу, призводить до ускладненого водорегулювання, оскільки, необхідно подавати різні об'єми води на окремі одиниці рисового зрошувального масиву, що супроводжується нераціональним використанням води відповідно й електроенергії, оскільки відбуваються не продуктивні втрати води при транспортуванні по зрошувальній мережі значної протяжності.

Тому необхідною є розробка такої конструкції РЗС, яка дозволить здійснити перехід на спрощену систему управління водорегулюванням на полях, що дозволить здійснювати автоматизовану організацію водорозподілу та водовідводу на них при зміні планування і розміщення культур сівозміни на системі.

Поставлена задача може бути досягнута тим, що у РЗС сівозмінного землеробства (яка включає рисові поля системи, рисові карти полів, рисові чеки карт, зрошувальний канал 1-го порядку, розподільчі зрошувальні канали 2-го порядку, картові зрошувачі, водовипуски з картових зрошувачів у чеки, водовипуски з чеків у картові скидні канали, скидні канали з полів, головний скидний канал у водоприймач та дренажний канал та насосну станцію) площа системи розбивається на 4 приблизно рівні частини (поля), що складається з довільної кількості карт, кожна з яких, у свою чергу, включає довільну кількість чеків (залежно від умов рельєфу), при цьому довжина каналів 1-го і 2-го порядків не перевищує половини довжини або ширини системи та полів, насосна станція обладнана засобами регулювання автоматизації для водоподачі та водовідведення і регулює водоподачу відповідно до включення і виключення гідроавтоматів на картових і чекових водовипусках, а водовідведення відбувається при спрацюванні датчиків на водовідвідній мережі.

При такому підході до поділу площі (з допустимим відхиленням до 15%) системи і конструкції каналів зрошувальної мережі, дозволяє скоротити протяжність головного магістрального каналу 1-го порядку і каналів 2-го порядку, довжина яких не перевищує половини ширини чи довжини зрошувальної системи, які обслуговують поля системи, що зменшує витрати при будівництві системи. Довжина каналів відповідно до площі системи скорочується на 25-30% від загальноприйнятих існуючих систем. Ефективність управління підвищується за рахунок встановлення обмеженої кількості засобів автоматизації, зокрема тільки гідрорегуляторів на чекових водовипусках (рис. 7.30), які дозволяють передавати дані з кожної карти чи чеку на автоматизовану насосну станцію, тим самим визначаючи режим її роботи, при цьому істотно скорочуються витрати води на зрошення та об'єми скидних вод (зменшується кількість непродуктивних скидів при наповненні зрошувальної мережі), що призводить до

Національний університет
водного господарства
та природокористування

зменшення використаної електроенергії та водних ресурсів до 40%. Водовідведення здійснюється насосною станцією, яка керується залежно від рівня заповнення водовідвідних каналів.

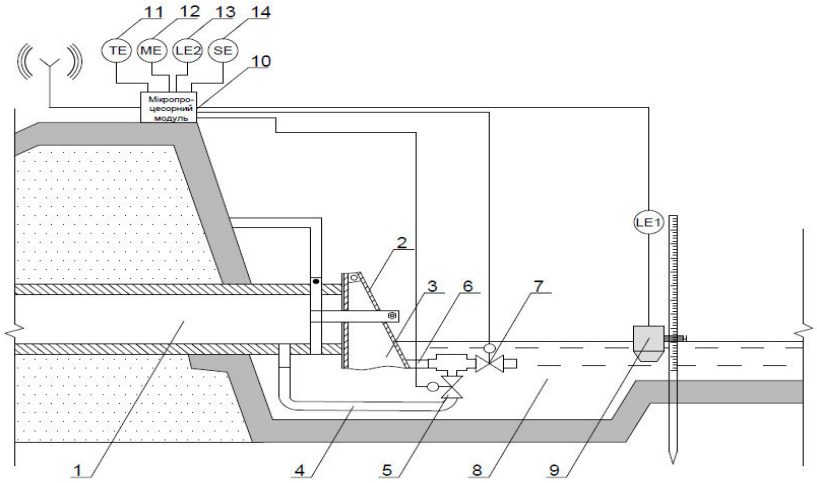


Рис. 7.30. Гідрорегулятор для рисових систем

Гідрорегулятор, що встановлюється на чековому водовипуску РЗС і має чутливий елемент та запірний орган у вигляді еластичної клиновидної камери, яка гідравлічно зв'язана з водовипуском і чеком, еластична камера зв'язана з водовипуском – через з'єднувальну трубку і електромагнітний клапан, з чеком – через зливну трубку і електромагнітний клапан, вказані електромагнітні клапани електрично з'єднані з вихідними портами встановленого мікропроцесорного модуля, обладнаного безпровідним інтерфейсом зв'язку, а у чеку встановлено чутливий елемент-давач рівня води, який з'єднаний із вхідним портом мікропроцесорного модуля, до вхідних портів якого ще підключені давачі температури повітря, вологості повітря, кількості опадів та швидкості вітру.

У режимі водоподачі за рахунок гідродинамічного ефекту прискорюється злив води з еластичної клиновидної камери гідрорегулятора, тим самим зменшуючи інерційність відкриття запірного органу. При подальшій подачі води через водовипуск із картового зрошувача в чек в еластичній клиновидній камері підтримується розрідження, забезпечуючи надійне її відкриття. Мікропроцесорний модуль є базовим модулем для управління, збору і передачі та обробки інформації яка надходить із давача рівня води у чеку і порівнюється із розрахованим значенням та з давачів температури повітря, вологості повітря, кількості опадів та швидкості вітру, що дозволяє розраховувати значення поливної норми для культур рисової сівозміни та підтримувати оптимальні рівневі режими на поверхні чеку чи поливної карти та реалізувати їх шляхом управління гідрорегулятором через відповідні електромагнітні клапани забезпечуючи необхідний рівень точності і швидкості зміни регульованих параметрів.

Гідрорегулятор (див. рис. 7.30) на чековому водовипуску 1 РЗС містить запірний орган 2, який складається з еластичної клиновидної камери 3, яка через з'єднувальну трубку 4 і електромагнітний клапан 5 гідравлічно з'єднана з водовипуском, а через зливну трубку 6 і електромагнітний клапан 7 – з чеком 8. Давач рівня води 9, який встановлено в чеку електрично зв'язаний із вхідним портом обладнаного безпровідним інтерфейсом зв'язку мікропроцесорного модуля 10, до вхідних портів якого підключені також давачі температури повітря 11, вологості повітря 12, кількості опадів 13 та швидкості вітру 14, а вихідні порти мікропроцесорного модуля електрично зв'язані і управляють станом електромагнітних клапанів 5 і 7.

Характерні особливості режимів водоподачі на РЗС визначають необхідність розрахунку поливної норми та підтримку оптимального рівневого режиму за двома основними схемами – при вирощуванні затоплюваної культури рису та при вирощуванні супутніх культур.

Виходячи з особливостей та технологій водорегулювання культур рисової сівозміни мікропроцесорний модуль 10 з використанням даних про температуру повітря, вологість повітря та швидкість вітру розраховує значення сумарного випаровування, яке враховується при визначенні поливної норми на основі рішення рівняння водного балансу з врахуванням фаз розвитку рослин рисової сівозміни, даних про опади та заданою інфільтрацією впродовж вегетаційного періоду. Мікропроцесорний модуль розраховує час пропускання поливної норми, яка постійно корегується залежно від виміряного значення рівня води в чеку 8, що порівнюється з розрахунковим і є завданням для регулятора, яке забезпечується шляхом керування станом запірного органу 2.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Якщо рівень води в чеку 8 за показами давача рівня 9 вище заданого, то мікропроцесорний модуль 10 фіксує це значення у внутрішній пам'яті і подає сигнал на закриття електромагнітного клапана 5 та відкриття електромагнітного клапана 7, через який вода по зливній трубці 6 надходить в еластичну клиновидну камеру 3, внаслідок чого запірний орган 2 перекриває отвір водовипуску 1 і припиняється подача води на чек. Якщо рівень води в чеку 8 нижче заданого, то мікропроцесорний блок 10 фіксує це значення і подає сигнал на закриття електромагнітного клапана 7 та відкриття електромагнітного клапана 5, що призводить до витікання води з еластичної клиновидної камери 3 та виникнення різниці зовнішнього та внутрішнього тисків в ній, в наслідок чого створюється зусилля яке починає відкривати запірний орган 2. При подачі води через водовипуск 1 із картового зрошувача в чек 8 в з'єднувальній трубці 4 виникає гідродинамічний ефект, що прискорює злив води з еластичної клиновидної камери гідрорегулятора, тим самим зменшуючи інерційність відкриття запірного органу.

Гідрорегулятор в автоматичному режимі забезпечує: рівневий режим на рисовій зрошувальній системі, економію зрошувальної води, відсутність проточності на чеках. Мінливість погодно-кліматичних умов, що супроводжується випаданням короткочасних інтенсивних дощів, може призвести до переповнення чеку. Для того щоб уникнути перезволоження ґрунту і кореневої системи рослин, що може призвести до загибелі рослин, на чеку влаштовані валіки з отворами у вигляді труб, які забезпечують перелив надлишкової води з поверхні чеку.

Крім того, мікропроцесорний модуль дозволить запрограмувати полив виключно в нічний час, що знизить неефективного використання вологи, забезпечить економію зрошувальної води та дозволить запобігти опікам рослин за високих температур вдень. Безпровідний інтерфейс регулятора забезпечить можливість обміну інформацією між гідрорегуляором та диспетчерським пунктом.

Розроблена конструкція гідрорегулятора забезпечує зменшення інерційності процесу регулювання рівня води в чеку, підвищення надійності роботи запірного органу, зниження експлуатаційних затрат, підвищення точності водорегулювання на РЗС.

Запропонована РЗС надасть змогу реалізувати описаний вище принцип сівозміни на системі**,** а також забезпечити необхідний склад елементів рисової зрошувальної сівозмінної системи, сприятливий ЕМС зрошуваних земель системи, який супроводжується підвищенням родючості і відновленням структури ґрунту, а також отриманням стабільних, високоякісних урожаїв сільськогосподарських культур та економії ресурсів в цілому.

7.7.2. Удосконалення конструкції дренажної мережі. Зміна конструкції дренажної мережі і удосконалення методів визначення параметрів дренажу з метою посилення дренованості рисових полів є необхідною умовою підвищення продуктивності рисосіяння та збереження зрошуваних земель РЗС у належному ЕМС. На думку більшості науковців однією з головних причин зниження ефективності рисівництва є низька дренованість територій рисових систем, обумовлена насамперед умовами їх розташування, конструкцією і параметрами наявної дренажної мережі.

У перші роки освоєння раніше засолених територій під рис головним завданням дренажу було розсолення земель. Воно вирішувалось тривалим вирощуванням затоплюваного рису (до 90% площі) на фоні дренажної мережі, вид та параметри якої визначались конструкцією і плановою схемою найбільш розповсюджених на Україні РЗС із ККТ, на яких відстань між відкритими дренажно-скидними каналами становила 200-300 м при їхній глибині 1,5-1,7 м. У силу специфічності дельтових територій, де розміщені більшість РЗС України, відкриті дренажно-скидні канали через 1-2 роки експлуатації перестали виконувати покладену на них функцію через деформацію русел (Б.І. Харченко, 1976 та ін.).

При цьому, на підставі узагальнення результатів теоретичних досліджень та виробничого досвіду, встановлено, що питанням удосконалення конструкції і належного обґрунтування параметрів дренажу РЗС, на жаль, достатньої уваги не приділялось. На практиці конструкції і параметри дренажу РЗС приймались конструктивно або ж використовувались залежності для розрахунку дренажу на системах традиційного зрошення (С.Ф. Авер'янов, В.М. Шестаков та інші). Але вони не враховували специфічності його завдань щодо наявності «місцевої напірності» (рис. 7.31), попередження перезволоження та необхідності відновлення родючості ґрунтів при вирощуванні затоплюваної культури рису, а також різних вимог до роботи дренажу у різні технологічні періоди роботи РЗС.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

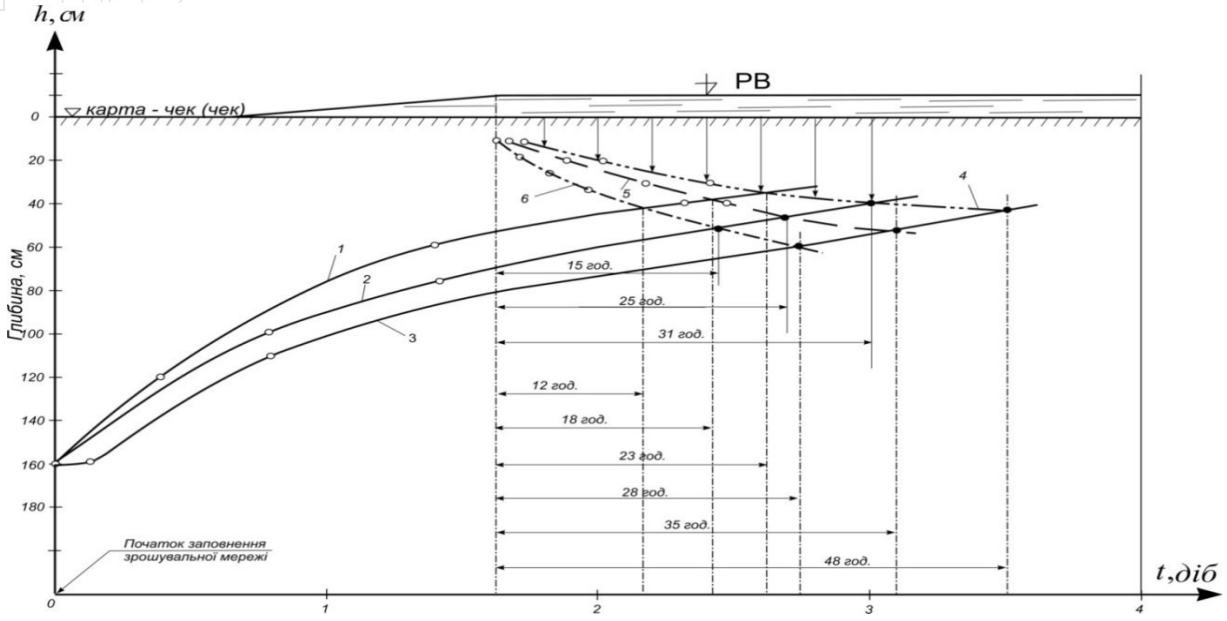


Рис. 7.31. Сумісний графік динаміки РГВ і розповсюдження фронту промочування ґрунтів водою у період початкового затоплення: 1 – РГВ на КЧД з міждренною відстанню 200 м; 2 – РГВ на КЧД з міждренною відстанню 250 м; 3 – РГВ на ККТ з міждренною відстанню 200 м; 4, 5, 6 – динаміка фронту промочування відповідно на важко-, середньо- та легкосуглинистих ґрунтах

Особливостями режиму ґрунтових вод і руху фільтраційних потоків на поливних картах у період підтримання шару води є те, що на частині площ утворюється зона випору ґрунтових вод (вздовж зрошувальних каналів) та застійна зона, а активний рух ґрунтових вод має місце тільки на частині площі, яка прилягає безпосередньо до ДСК (рис. 7.32).

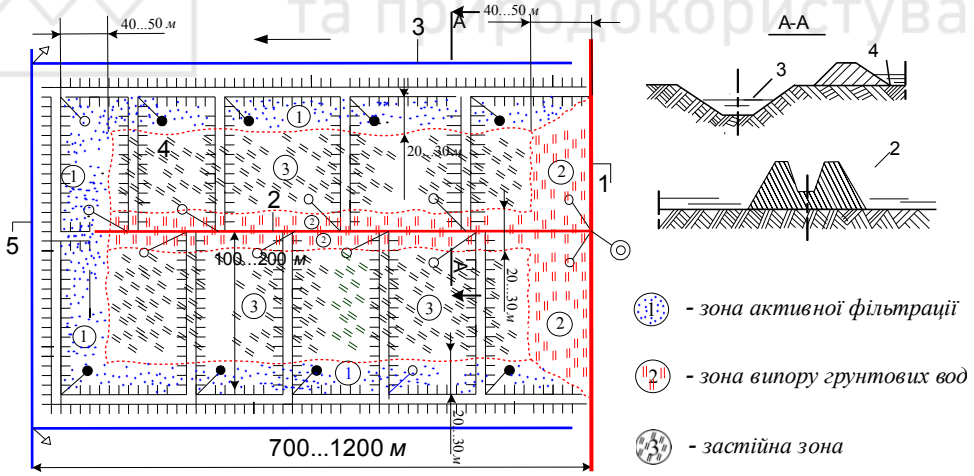


Рис. 7.32. Вплив конструктивних елементів рисової системи на формування фільтраційних потоків на ККТ: 1 – внутрішньогосподарський розподільник; 2 – картовий зрошувач двостороннього командування; 3 – картовий дренажно-скидний канал; 4 – чек; 5 – ділянковий дренажно-скидний канал

Тому питання підвищення дренованості поливних карт, удосконалення конструкції дренажної мережі РЗС та підходів до її розрахунку і на сьогодні є актуальними, оскільки дадуть змогу підвищити загальну еколого-меліоративну ефективність рисосіяння в Україні.

У природних умовах водно-сольовий режим частини території дельти Дунаю, запланованої під рисосіяння, формувався під впливом режиму залягаючих на невеликій глибині мінералізованих ґрунтових вод, режим яких визначався рівнями води у р. Дунай та величиною підземного притоку з боку корінного берега, опадами і випаровуванням. Глибина залягання РГВ становила від 0,7 до 1,5 м, причому більші її значення спостерігались у літні місяці, коли рівні води в р. Дунай були невисокими, а випаровування максимальним. Тому формувався «випотний» сольовий режим, засолення ґрунтів збільшувалось. У осінньо-зимовий період ГВ залягали на глибині до 1,0 м, що

Національний університет
водного господарства
та природокористування

призводило до перезволоження ґрунтів та погіршення окисно-відновних процесів у них.

Дренаж є одним з найбільш відповідальних елементів РЗС, який на засолених землях, крім функції відведення скидних вод, повинен забезпечити:

– розсолення шару ґрунту на глибину 1,2-1,5 м, для створення сприятливих умов при вирощуванні рису і супутніх культур;

– регулярну аерацію ґрунтів поливних карт у період постійного їх затоплення та позавегетаційний період з метою попередження розвитку вторинного заболочування і засолення зрошуваних ґрунтів.

У зв'язку з цим розроблена конструкція поливної карти з внутрішньокартовим регульованим систематичним закритим дренажем, на що отриманий відповідний патент на корисну модель (рис. 7.33).

Рис. 7.33. Поливна карта-чек з внутрішньокартовим дренажем на рисових системах:
1 – розподільчий зрошувальний канал; 2 – зрошувач-скид; 3 – водовипуск в зрошувач-скид; 4 – водовипуск з зрошувача-скиду; 5 – картовий закритий дренажний колектор; 6 – закриті горизонтальні регульовані дрени; 7 – клапанний затвір; 8 – оглядовий колодязь; 9 – водовипуск з карти-чека у картовий дренажний колектор; 10 – ділянковий дренажно-скидний канал; 11 – водовипуск з картового дренажного колектора

На основі проведених досліджень обґрунтовані вимоги до роботи дренажу у різні технологічні періоди роботи рисових систем, вперше обґрунтовані параметри дренажу для цих періодів (табл. 7.23).

Таблиця 7.23

Умови роботи дренажу РЗС у різні технологічні періоди роботи РЗС та результати розрахунків параметрів дренажу

Розрахункові (критичні) періоди роботи дренажу	Розрахункова тривалість періоду, діб	Вимоги до роботи дренажу	Критичні значення параметрів, що регулюються	Розрахункова відстань між дренами, визначена за відповідними формулами, м
Початкове затоплення рисових полів	до 10	Зниження напірності ґрунтових вод	Висота підйому РГВ 0,7-0,8 м	*B*=54 м (С.Ф. Авер'янова)
Проростання-сходи рису	5-6	Зниження РГВ	Норма осушення 0,6-0,7 м	*B*=51 м (В.М. Шестакова – О.Я. Олійника, О.І. Мурашка)
Підтримання шару води	до 90	Створення промивного режиму	Швидкість фільтрації 0,01-0,02 м/добу	*B*=98 м (М.І. Жовтонога, адаптована для Придунайських РЗС)
Передзбиральний	10-20	Зниження РГВ	Норма осушення 0,8-1,0 м	*B*=78 м (В.М. Шестакова - О.Я. Олійника, О.І. Мурашка)
Осінньо-зимовий	до 180	Зниження РГВ	Норма осушення 1,5-1,7 м	*B*=86 м (В.М. Шестакова - О.Я. Олійника, О.І. Мурашка)
Вирощування супутніх культур	до 150	Недопущення підйому РГВ	Критична глибина РГВ 1,5-2,0 м	*B*=93 м (В.М. Шестакова)

Примітка. Відстані між дренами, розраховані при глибині закладання дрен 2 м із урахуванням потрібної норми осушення та критичної глибини залягання РГВ.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Впровадження у практику проектування реконструкції і будівництва рисових систем розробленої конструкції та удосконаленого підходу до обґрунтування параметрів внутрішньокартового систематичного дренажу дасть змогу забезпечити сприятливий ЕМС поливних карт РЗС та підвищити їхню загальну технологічну, економічну та екологічну ефективність.

В умовах рисових систем посилення дренуючої здатності рисових чеків шляхом влаштування систематичного внутрішньокартового закритого дренажу є досить ефективним заходом, однак його реалізація потребує значних інвестицій. Тому враховуючи сучасні ринкові умови існує потреба пошуку й розробки альтернативних та більш економічно вигідних шляхів вирішення даного питання.

Створення сприятливих умов для протікання окисно-відновлювальних процесів у ґрунтах РЗС, покращення їхньої родючості можна досягти проведенням реконструкції ДСМ. Така реконструкція повинна передбачати зменшення міждренних відстаней між відкритими дренажно-скидними каналами шляхом влаштування закритих дрен-колекторів і проведення агромеліоративних заходів, а саме глибокого розпушення верхнього переущільненого шару ґрунту.

Проведення таких заходів дасть можливість забезпечити швидке та рівномірне розсолення ґрунтів по всій площі рисового поля при вирощуванні затоплюваного рису, створення умов для безпечного і тривалого вирощування супутніх культур, удосконалення управління роботою дренажу рисової зрошувальної системи та покращення інших технологічних і конструктивних показників РЗС.

Забезпечити створення сприятливого водно-повітряного режиму ґрунтів на картах-чеках можливо шляхом доповнення дренажної мережі у вигляді відкритих картових дрен поодинокими закритими дренами-колекторами (рис. 7.34). Глибина закладки таких дрен-колекторів, виходячи з необхідної норми осушення в міжполивний період, повинна становити не менше 2 м.

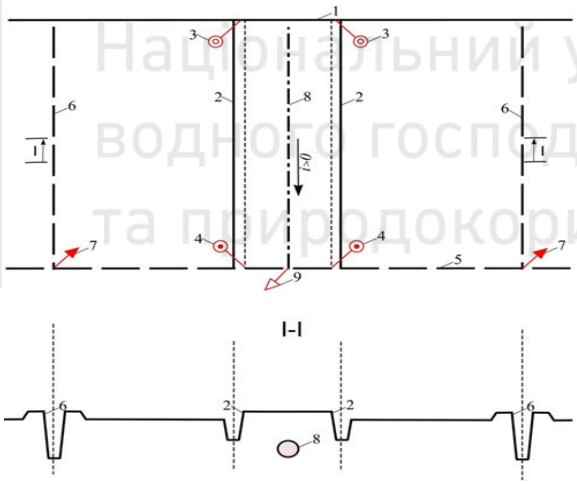


Рис. 7.34. Карта-чек широкого фронту затоплення дооснащена закритою дреною-колектором:
1 – розподільчий зрошувальний канал, 2 – зрошувач-скид, 3 – водовипуск в зрошувач–скид,
4 – водовипуск із зрошувача-скиду, 5 – груповий скидний канал, 6 – картова дрена відкритого типу,
7 – підпірна споруда,8 – закрита дрена-колектор, 9 – регулююча споруда

Розрахунки динаміки зниження РГВ на КЧД за умови проведення часткової реконструкції дренажної мережі вирішує цілу низку проблем, а саме інтенсифікує процес осушення рисових полів у післяполивний період, забезпечує більш рівномірну дренованість чеків, особливо в їхній центральній частині. Зниження РГВ до глибини 1,5 м відбувається значно швидше і становить для КЧД 20-50 діб, а це практично в 2-3 рази швидше відбувається процес осушення рисового поля (рис. 7.35).

Удосконалення конструкції дренажно-скидної мережі продовжує, таким чином, період зі сприятливим стоянням РГВ у міжполивний період на 30-100 діб, довівши його загальну тривалість до 200-220 діб. Упродовж такого періоду відбувається повне окислення всіх відновлених токсичних продуктів до початку нового поливного сезону.

Запропонована конструкція поливної карти із закритими дренами-колекторами дозволяє посилити дренованість поливних карт і забезпечити рівномірне розсолення ґрунтів по всій її площі, швидко і глибоко осушувати рисові чеки в міжвегетаційний період, підтримувати РГВ в цей період нижче критичної глибини, створюючи таким чином сприятливі умови для протікання ОВП, а також умови для безпечного і тривалого вирощування супутніх культур. Така конструкція поливної карти-чека дасть можливість провести реконструкцію існуючих рисових систем із незначними капіталовкладеннями, оскільки не вимагає влаштування систематичного дренажу, значно підвищить

Національний університет
водного господарства
та природокористування

ефективність внутрішньокартової дренажної мережі, дасть можливість управління процесом дренування в різні фази розвитку сільськогосподарських культур та міжполивний період. Регулювання величини дренажного стоку і фільтрації з рисового поля забезпечить циклічне створення необхідного кисневого та промивного режиму ґрунту впродовж вегетаційного періоду при вирощуванні затоплюваного рису та попередить виникнення негативних ґрунтових процесів на рисовому полі.

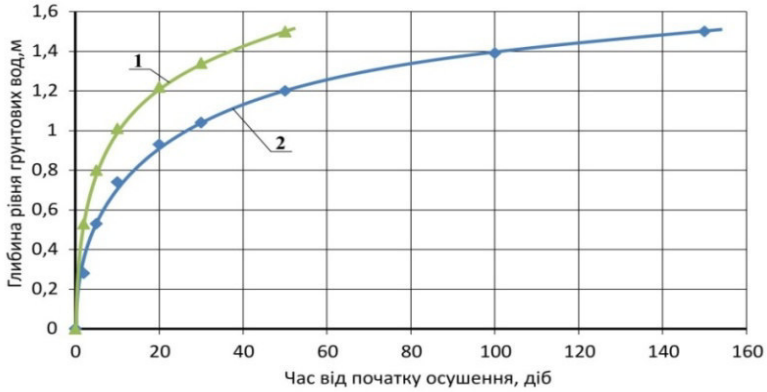


Рис. 7.35. Динаміка зниження РГВ на міждренні при дооснащенні рисової карти дреною-колектором після скиду води:

1– міждренна відстань *B*=100 м, 2 – міждренна відстань *B* =200 м

Недоліком карт-чеків широкого фронту затоплення та скиду є значні фільтраційні втрати води з розподільчих зрошувальних каналів виконаних, як правило, в земляному руслі в напіввиїмці-напівнасипу, що через великі фільтраційні втрати призводить до підйому мінералізованих ґрунтових вод на рисових чеках і відповідно погіршення їхнього меліоративного стану.

Для перехоплювання фільтраційного ґрунтового потоку від розподільчого зрошувального каналу на карті-чеку рисової системи влаштовується ловча закрита дрена, яка приєднується з однієї сторони до картового дренажно-скидного каналу, з іншого, до закритої дрени-колектора поперек руху ґрунтового фільтраційного потоку (рис. 7.36).

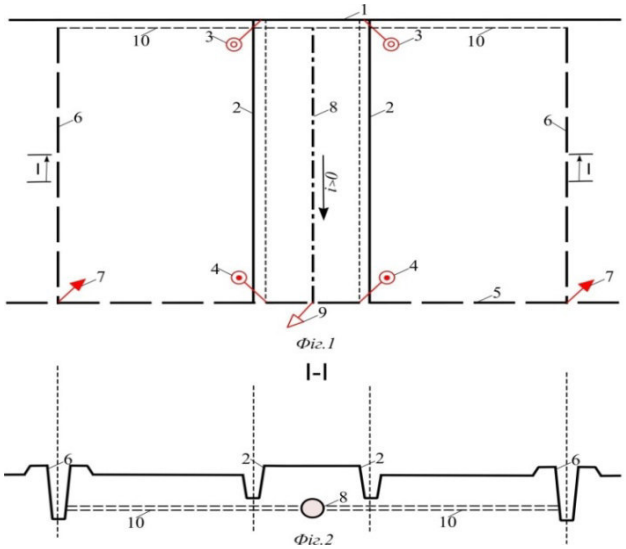


Рис. 7.36. Карта-чек широкого фронту затоплення дооснащена закритою дреною колектором та ловчою дреною:

1– розподільчий зрошувальний канал, 2– зрошувач-скид, 3 – водовипуск в зрошувач-скид, 4 – водовипуск із зрошувача-скиду, 5 – груповий скидний канал, 6 – картова дрена відкритого типу, 7 – підпірна споруда, 8 – закрита дрена-колектор, 9 – регулююча споруда, 10 – ловча дрена

Для вирішення даного завдання, нами запропоновано влаштування додаткової внутрішньокартової закритої матеріальної дрени вздовж наявних відкритих картових зрошувального та дренажно-скидного каналів у комплексі з глибоким щілинним розпущенням ґрунту (рис. 7.37).

Національний університет
водного господарства
та природокористування

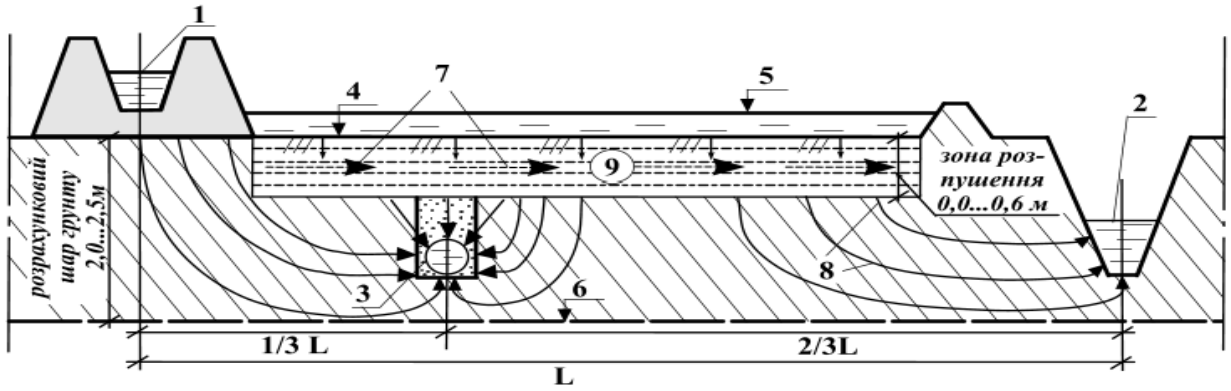


Рис. 7.37. Схема удосконалення конструкції рисового чека:
1 – картовий зрошувальний канал; 2 – картовий дренажно-скидний канал; 3 – додаткова внутрішньокартова закрита матеріальна дрена; 4 – поверхня ґрунту; 5 – поверхня води; 6 – границя розрахункового шару ґрунту; 7 – лінії напрямку розпушення ґрунту; 8 – лінії напрямку руху фільтраційних потоків; 9 – зона розпушення; L – ширина чека

Оцінку технологічної ефективності дренажу доцільно здійснювати за такими показниками:
- інтенсивність розсолення ґрунтів;
- достатні швидкості фільтрації з поверхні поливних карт;
- необхідна норма осушення у відповідні технологічні періоди роботи системи.

Оцінка розсолюючої дії дренажу може бути здійснена за залежностями, отриманими в результаті опрацювання матеріалів натурних спостережень для різних типів поливних карт:

- для ККТ $$B = \frac{2at(h_g - h_k)}{\ln S_0 - \ln S_t}, \text{ м;} \qquad (7.13)$$

- для КЧД $$B = \frac{2a \cdot t \cdot h_g}{\ln S_0 - \ln S_t}, \text{ м,} \qquad (7.14)$$

де h_k – напір води в картовому зрошувачі, м; h_g – глибина дрени, м; S_0, S_t – відповідно початкове та допустиме засолення метрового шару ґрунту, % від м.с.г.

Спроможність дренажу забезпечити відповідні швидкості фільтрації з поверхні поливної карти може бути визначена за формулою М.І. Жовтонога, уточненою та адаптованою для умов Придунайських РЗС

$$v_v = \frac{2K_ф H \cdot k_r Sh\frac{2\pi \cdot h_g}{B}}{B \cdot \theta\left(Ch\frac{2\pi h_g}{B} - \cos\frac{2\pi \cdot x}{B}\right)}, \qquad (7.15)$$

де B – відстань між дренами, м; $K_ф$ – коефіцієнт фільтрації, м/добу; H – напір над дреною, м, $H \cong h_g$; h_g – глибина закладки дрен, м; θ– фільтраційний опір дрени, м; x – відстань від урізу води в чеку, що змінюється від «0» до «$B_к$», м; $B_к$ – ширина поливної карти, м; k_r – емпіричний коефіцієнт, який залежить від h_g,=20-60.

Оцінка осушувальної дії дренажу у відповідні технологічні періоди вирощування рису може бути здійснена за залежністю, отриманою для умов Придунайських РЗС

$$h = m \cdot e^{-n \cdot B}, \text{ м}, \qquad (7.16)$$

де *m, n* – емпіричні коефіцієнти, значення яких при глибині закладання внутрішньокартових дрен 2 м, залежно від часу зниження РГВ до норми осушення, наведено у табл. 7.24.

Таблиця 7.24

Значення емпіричних коефіцієнтів *m, n*

t, діб	5	10	15
m	1,74	2,93	3,14
n	0,018	0,017	0,013

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Оцінка ефективності дренажу за розглянутими показниками переконливо свідчить про те, що для забезпечення сприятливого ЕМС поливних карт РЗС існуючі відстані між ДСК, які становлять від 200 до 500 м, мають бути зменшені до 70-100 м з необхідністю зміни їхньої конструкції, що можливо за рахунок застосування систематичного закритого внутрішньокартового дренажу.

7.7.3. Захист дренажно-скидних каналів від деформаційних процесів їх русла. Складні гідрогеологічні і геологічні умови, в яких побудована більшість РЗС, є причиною деформаційних явищ каналів ДСМ, що призводить до руйнування відкосів та негативно відбивається на їхніх дренувальних функціях. У процесі експлуатації форма поперечного перерізу більшості каналів поступово змінюється від трапецієвидної до форми природнього русла (рис. 7.38).

Рис. 7.38. Поперечний переріз дренажно-скидного каналу

Деформаційні процеси дренажно-скидних каналів РЗС викликані різними факторами і залежать від багатьох чинників, насамперед від інтенсивності та направленості фільтраційних процесів із чеків у канали, динаміки коливання рівнів води в каналах, закладення відкосів самих каналів, кліматичних факторів (атмосферні опади, промерзання ґрунту) тощо. Дослідження роботи дренажно-скидних каналів показали, що їхній стан також залежить від геотехнічних особливостей ґрунтів ложа каналів.

Найменші деформації спостерігались на каналах, які прокладені у важких ґрунтах й однорідних за глибиною. Стан каналів, які проходять по легких ґрунтах (пилуватий пісок, супіски, легкий суглинок) і неоднорідних за літологією, переважно незадовільний із-за значних деформацій відкосів та руйнування русла каналу. Особливостями таких деформацій є те, що фільтруючі відкоси деформуються нерівномірно по периметру з чітко вираженими зонами: зона сухого відкосу – верхня його частина; зона виклинювання фільтраційного потоку на відкіс і капілярного підняття; зона затоплення.

Найбільш нестійкою є зона виклинювання фільтраційного потоку і капілярного підняття. У цій зоні відбувається найбільше виположування відкосу, а в верхній його частині на границі з зоною сухого відкосу утворюються обриви.

У більшій мірі деформації відкосів викликані коливаннями рівнів води в ДСК. У господарських і головних скидах рівні води залежать від режиму роботи дренажних НС, а в картових скидах від умов експлуатації та специфіки вирощування рису. Швидке пониження рівнів води в каналах призводить до сповзання перезволожених відкосів. Сили зчеплення між частинками в перезволоженому ґрунті зменшуються, а гравітаційні сили, що діють на відкоси обумовлюють їхнє руйнування. При різкому пониженні рівня води утворюється крута депресійна крива ГВ і виникає гідродинамічний тиск, спрямований у бік відкосу. При цьому може відбуватись механічна суфозія, а інколи за таких умов, також виникають зсуви (при значних градієнтах фільтраційного потоку). Винесення часток призводить до утворення пустот і, отже, до ще більшого зростання швидкості руху води, що в свою чергу викликає вимивання більших часток породи. Залежно від структури і складу породи цей процес може викликати утворення пустот, нерівномірне просідання відкосу, аж до його руйнування. Вплив природних чинників на активізацію деформаційних процесів на каналах РЗС можна суттєво зменшити шляхом застосування пасивних та активних засобів інженерного захисту, а саме: зниження ерозійної та абразивної дії ґрунтових вод, перепланування відкосів, закріплення укосів рослинністю, технічної меліорації ґрунтів, влаштування різного роду екрані та завіс.

Одним із ефективних способів захисту каналів є улаштування у відкосі ДСК приукісної дрени, параметри закладання якої далі розглядаються з точки зору досягнення мінімальних значень її фільтраційних опорів. Улаштування в укосах каналів дрен, завіс перерозподіляє фільтрацію, спостерігається зниження РГВ та напору.

У проблемі захисту укосів каналів від деформацій важливо знати параметри захисних способів.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Найважливішими параметрами є: місце розташування дрени у відкосі – $l_д$, глибина $h_д$, діаметр – $d_д$, поглинальна здатність – $q_д$.

Обґрунтування параметрів приукісної дрени виявилось досить складним практичним завданням. Планове розташування її у відкосі нами достатньо обґрунтоване проведеними дослідженнями і становить: $l_д = 2{,}0\ H_к$, де $H_к$ – глибина каналу. Діаметр дрени прийнятий оптимальним для даних геологічних умов по існуючих рекомендаціях та гідравлічних розрахунках $d_д$ = 10 см. Глибину закладки дрени всі відомі дослідники з цієї проблеми приймали практично конструктивно. Нами враховувались умови роботи приукісної дрени та технологічні особливості її улаштування, а основи теорії фільтраційних опорів дозволили обґрунтувати найважливіший параметр – глибину $h_д$.

Для реалізації основної мети (визначення $h_д$) слід спочатку визначити мінімум фільтраційних опорів, при якому витрати води в дрену будуть найбільшими. Розрахункова схема враховує такі фактори: геологічний – m^*, гідрогеологічний – H_o', конструктивний – $d_д$ і $h_д$. З'ясовано, що фільтраційні опори залежать, в основному, від напору ґрунтової води над дреною (h_o) і розташування дрени по відношенню до водоупору – $m_д$ (рис. 7.39).

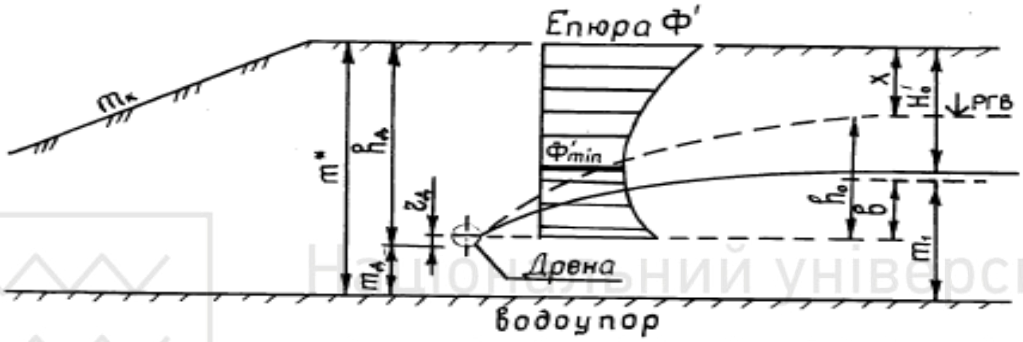


Рис. 7.39. Розрахункова схема до визначення мінімальних значень фільтраційних опорів *Ф* приукісної дрени

Польовими дослідами здійснювалось відшукання такого положення РГВ, при якому фільтраційні опори будуть найменшими. Змінюючи положення РГВ (від поверхні землі до рівня води в дрені) – X, визначили розрахункове значення H_o', якому відповідає мінімальний опір $Ф_{min}'$. Цей мінімум фільтраційних опорів спостерігається при $H_o' = (0{,}50\text{-}0{,}75)\ h_д$.

Результати такого аналізу призвели до висновку: для кожного конкретного каналу з його геометричними параметрами, літологічними і гідрогеологічними особливостями є можливість відшукати оптимальну глибину закладання приукісної дрени, але це пов'язано із значним обсягом однотипних обчислень, із перебором варіантів, що враховують ці особливості.

Притік води до такої недосконалої дрени можна приймати як одночасний, несиметричний, двохсторонній та для однорідного ґрунту обраховувати за формулою

$$q = \frac{TS_d}{\frac{L_1 L_2}{L} + 0{,}73m \lg \frac{m}{\pi r_d}}, \tag{7.17}$$

де q – погонний притік до дрени, м^2/добу;

S_d – пониження РГВ на дрені, визначається за формулою

$$S_d = \frac{(H_1 - H_2)L_2}{L} + H_2 - H_d\ . \tag{7.18}$$

Результати розрахунків, проведені для різних схем закладання приукісної недосконалої дрени та умов її роботи згідно схеми (рис. 7.40) наведені в таблиці 7.25.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

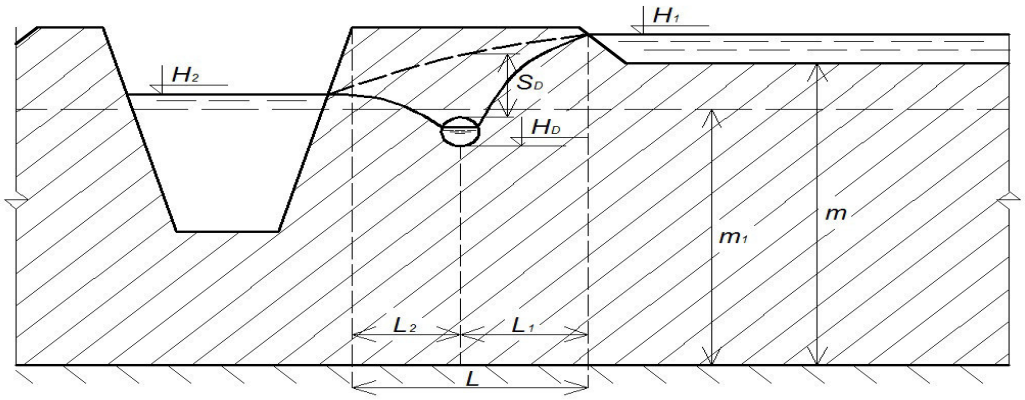


Рис. 7.40. Схема для визначення притоку води до приукісної дрени

Таблиця 7.25

Погонний притік до недосконалої приукісної дрени

H_1, м	H_2, м	H_d, м	m, м	K, м/добу	L_1,м	L_2, м	q, $м^2$/добу
8,2	7,5	6,5	8	0,5	3	7	0,95
8,2	7,0	6,5	8	0,5	3	7	1,24
8,2	8,0	7,0	8	0,5	3	7	0,84
8,2	7,0	7,0	8	0,5	3	7	0,29

Із таблиці видно, що зменшуючи перепад рівнів води в дренажно-скидних каналах та в чеку зменшується також притік води до приукісної дрени.

Для розрахунку приукісного дренажу для захисту ДСК в умовах РЗС (рис. 7.41), коли притік до дрени формується як з самого каналу, так із рисового чеку, можна виконувати також за гідромеханічним методом А.В. Романова.

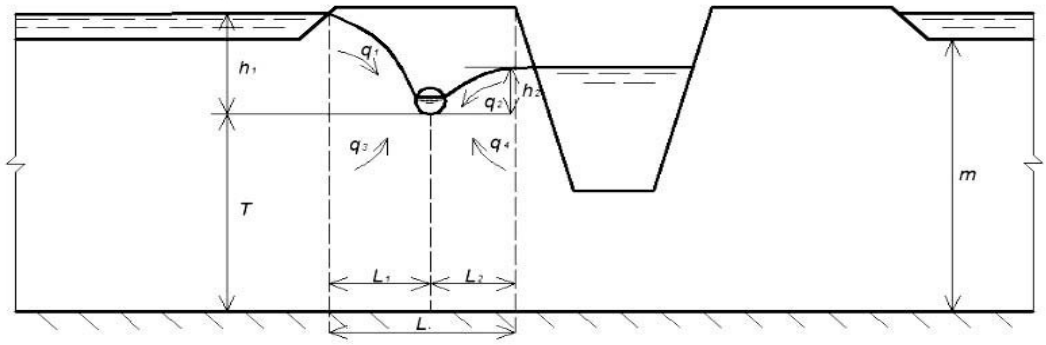


Рис. 7.41. Схема для розрахунку приукісного дренажу гідромеханічним методом

Згідно з цим методом сумарний погонний притік води до дрени буде рівний

$$q_d = \frac{K \cdot h_1^2}{2 \cdot L_1} + \frac{K \cdot h_2^2}{2 \cdot L_2} + \frac{K \cdot h_1}{n_1 \cdot L_1} \times m \cdot T + \frac{K \cdot h_2}{n_2 \cdot L_2} \times m \cdot T + \frac{p \cdot L_1}{2}, \qquad (7.19)$$

де K – коефіцієнт фільтрації ґрунту, м/добу; h_1 – напір над дреною зі сторони рисового чека, м; h_2 – напір над дреною зі сторони дренажного каналу, м; L_1 – відстань від урізу води в чеку до дрени, м; L_2 – відстань від урізу води в каналі до дрени, м; T – глибина залягання водоупору над дном дрени ,м; P – інтенсивність інфільтраційного живлення, м/добу; m, n – поправочні коефіцієнти.

Розрахунки, проведені за цими формулами показали однакові результати з попередніми залежностями і доводять, що чим глибше буде закладена дрена, тим більший буде до неї притік (табл. 7.26).

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Таблиця 7.26

Залежність притоку до при укісної дрени від глибини її закладання

h_d, м	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9
q, м^3/добу	0,24	0,38	0,52	0,67	0,8	0,88	0,94	1,0

Звідси випливає, що встановлювати оптимальну глибину закладання приукісних дрен необхідно за умови, що величина фільтраційного притоку до неї зростає несуттєво із збільшенням глибини її закладання.

Графік залежності $q_d=f(h_d)$, побудований за даними таблиці 7.25 представлений на рис. 7.42.

Рис. 7.42. Графік залежності $q_d=f(h_d)$

Із графіку видно, що крива притоку води до дрени має перелом на глибині близько 1,3 м. Тому саме така глибина закладання приукісного дренажу є розрахунковою для даних умов.

Користуючись цією методикою в кожному конкретному випадку можна визначити оптимальну глибину розташування недосконалої приукісної дрени.

Таким чином, приукісний дренаж із відповідними параметрами його влаштування може бути надійним захистом дренажно-скидних каналів від фільтраційних деформацій їхнього русла.

7.8. Оцінка стану ґрунтового покриву РЗС

Відомо, що режим зрошення здійснює значний вплив на ґрунтові процеси, їхню інтенсивність та направленість. Підтримання шару води на полі впродовж 3-4 місяців призводить до незворотних змін основних показників ґрунту, незалежно від їхнього початкового генезису.

Різка зміна природних факторів при вирощуванні рису може призвести до зниження швидкості ґрунтотворного процесу, що є найбільш характерним для ґрунтів Степової зони. Таким чином, формується новий тип антропогенних ґрунтів – «рисові» ґрунти, які характеризуються близьким рівнем залягання підґрунтових вод, відносяться до гідроморфних ґрунтів та мають специфічний азотний та фосфорний режими. Такі зміни в основних ґрунтових процесах можуть призвести до деградації ґрунтового покриву під рисом, особливо при монокультурі.

Тому є актуальним визначення індикаторів стану ґрунтового покриву, з врахуванням особливостей ґрунтів РЗС для запобігання розвитку деградаційним процесам та підвищення продуктивності рисових сівозмін.

Критичний рівень підґрунтових вод визначається залежно від їхньої мінералізації та типу засолення за методикою Баєра Р.О. та Лютаєва Б.В. Дані параметри необхідно визначати до посіву та після збирання рису. Зниженню даного параметру сприяє покращення дренованості поля, за рахунок влаштування або ремонту дренажу (вертикального або горизонтального) поля, поглиблення та очищення русел ДСК.

Вирощування рису на РЗС сприяє промиванню ґрунтового профілю, а вирощування супутніх сільськогосподарських культур, навпаки, накопиченню легкорозчинних солей у верхніх горизонтах (40-60 см).

Оскільки, рис є солестійкою культурою, а супутні сільськогосподарські культури середні за солестійкістю, то вміст солей в орному шарі ґрунту не повинен перевищувати 1,0-1,3% (табл. 7.27).

Вміст іонів хлору в ґрунтовому розчині обґрунтовано його токсичним впливом на рослини. Для запобігання токсичного засолення ґрунту вміст токсичних солей не повинен перевищувати 0,1-0,6%, залежно від типу засолення. Вміст токсичних солей розраховується за методикою Н.І. Базилевич та Е.І. Панкової на основі визначення аніонно-катіонного складу водної витяжки ґрунту. Аніонно-катіонний

Національний університет
водного господарства
та природокористування

склад водної витяжки ґрунту на глибину до 2 м визначається не рідше ніж один раз на 5 років.

Сольовий баланс за 5-річний період повинен становити 10-20% або більше, що свідчить про розсолення ґрунту. За від'ємного значення сольового балансу слід запланувати заходи, що сприятимуть розсоленню ґрунтового профілю (зниження рівня підґрунтових вод, покращення дренованості поля, введення в сівозміну культур-меліорантів).

Таблиця 7.27

Індикатори стану ґрунтового покриву для основних типів ґрунтів рисових систем (Пат. на корисну модель № 131329)

№	Індикатор стану ґрунтового покриву	Темно-каштановий солонцюватий	Лучно-каштановий солонцюватий	Солонець лучний
1	Рівень підґрунтових вод, м (не вище)	1,4	1,5	1,5
2	Мінералізація підґрунтових вод, г/дм^3 (не вище)	3,0	3,0	3,0
3	Вміст легкорозчинних солей в орному шарі, % (не вище)	1,0-1,3	1,0-1,3	1,0..1,3
4	Вміст іонів хлору у водній витяжці ґрунту, мг/екв (не вище)	3,0	3,0	3,0
5	Вміст токсичних солей, % (не вище)	0,1-0,6	0,1-0,6	0,1-0,6
6	Сольовий баланс ґрунту (за 5-10 років), % (не менше)	10-20	10-20	10-20
7	Вміст гумусу, % (не менше)	1,53	1,10	1,00
8	Вміст легкогідролізованих сполук азоту, мг/кг (не менше)	40,0	40,0	40,0
9	Щільність верхнього гумусового горизонту, г/см^3 (не вище)	1,3	1,3	1,3
10	Вміст повітряно-сухих агрегатів від 0,25 мм до 10,0 мм в орному шарі, % (не менше)	50	50	50
11	Вміст водостійких агрегатів більше ніж 0,25 мм, % (не менше)	25	25	25

Ґрунти РЗС характеризуються низьким вмістом гумусу (до 2,0%). Критичні значення даного показнику наведені в таблиці 1 для різних типів ґрунтів. Вміст гумусу в орному шарі ґрунту визначається не рідше, ніж один раз на 5 років. Для підвищення вмісту гумусу необхідно дотримуватись сівозміни (насиченість рисом не повинна перевищувати 50%), вносити органічні добрива (гній, сидерати).

Ґрунти РЗС характеризуються значним вмістом обмінного калію (високий або підвищений рівень), середнім і досить стабільним рівнем рухомого фосфору. Вміст доступних для рослин сполук азоту залежить саме від меліоративних навантажень. Вміст легкогідролізованих сполук азоту (за Тюриним-Кононовою) не повинен знижуватись нижче 40,0 мг/кг, що відповідає низькому рівню забезпеченості. Вміст макроелементів в орному шарі ґрунту визначається щорічно навесні. Для підтримання вмісту макроелементів у ґрунті на належному рівні необхідно чітко дотримуватись системи удобрення для технологій вирощування сільськогосподарських культур у рисових чеках.

Підтримання на полі шару води впродовж вегетаційного періоду рису негативно впливає на механічний властивості ґрунту – призводить до підвищення щільності ґрунту, зменшує кількість повітряно-сухих агрегатів від 0,25 мм до 10,0 мм та водостійких агрегатів більше ніж 0,25 мм. Механічні властивості ґрунту (щільність складення, кількість повітряно-сухих агрегатів від 0,25 мм до 10,0 мм та водостійких агрегатів більше ніж 0,25 мм) визначають не рідше, ніж один раз на 5 років. Покращенню механічного складу ґрунту сприяє вирощування супутніх сільськогосподарських культур, особливо бобових багаторічних трав.

На основі розроблених індикаторів стану ґрунтового покриву проведено оцінку стану ґрунтів рисової системи Інституту рису НААН. Дана РЗС характеризується типовими агромеліоративними та технічними умовами для РЗС України. Оцінка стану ґрунтового покриву за індикаторами ґрунтового стану показала, що:

1. Рівень підґрунтових вод перевищує допустиме значення на ділянці з солонцем лучним.

2. Мінералізація підґрунтових вод на всіх досліджених ділянках знаходиться нижче критичного значення (табл. 7.28).

Національний університет
водного господарства
та природокористування

3. Вміст легкорозчинних солей в орному шарі ґрунту не перевищує допустимих значень на всіх досліджених ділянках.

4. Вміст іонів хлору у водній витяжці ґрунту не перевищує допустимих значень на всіх досліджених ділянках.

5. Вміст токсичних солей у ґрунті з всіх стаціонарних ділянок не перевищує допустимих значень.

6. Сольовий баланс ґрунту свідчить про процес розсолення. На ділянці з лучно-каштановим солонцюватим ґрунтом інтенсивність даного процесу недостатня.

Таблиця 7.28

Значення індикаторів ґрунтового покриву ґрунтів РЗС Інституту рису НААН

№	Індикатор стану ґрунтового покриву	Темно-каштановий солонцюватий	Лучно-каштановий солонцюватий	Солонець лучний
1	Рівень підґрунтових вод, м	2,3	1,7	1,2
2	Мінералізація підґрунтових вод, г/дм^3	2,2	2,4	2,2
3	Вміст легкорозчинних солей в орному шарі, %	0,12	0,17	0,17
4	Вміст іонів хлору у водній витяжці ґрунту, мг/екв	0,15	0,19	0,17
5	Вміст токсичних солей, %	0,09	0,13	0,17
6	Сольовий баланс ґрунту (за 10 років), %	21,53	5,49	29,20
7	Вміст гумусу, %	1,87	1,94	1,73
8	Вміст легкогідролізованих сполук азоту, мг/кг	63,15	65,09	65,53
9	Щільність верхнього гумусового горизонту, г/см^3	1,29	1,35	1,32
10	Вміст повітряно-сухих агрегатів від 0,25 мм до 10,0 мм в орному шарі, %	34,92	44,93	45,76
11	Вміст водостійких агрегатів більше ніж 0,25 мм, %	29,37	32,66	34,30

7. Вміст гумусу на всіх дослідних ділянках знаходиться на достатньому рівні (перевищує мінімально-допустиме значення).

8. Забезпеченість ґрунту легкогідролізованими сполуками азоту підвищена і не потребує коректування.

9. Щільність верхнього гумусового горизонту перевищує допустиме значення на ділянках із лучно-каштановим солонцюватим ґрунтом та солонцем лучним.

10. Вміст повітряно-сухих агрегатів ґрунту з розміром 0,25-10,00 мм в орному шарі ґрунту на всіх дослідних ділянках недостатня.

11. Вміст водостійкий агрегатів ґрунту більших ніж 25 мм достатня.

На ділянках з лучно-каштановим солонцюватим та солонцем лучним необхідно підвищити дренованість – провести ремонт дренажної і дренажно-скидної мереж.

На всіх дослідних ділянках необхідно збільшити частину багаторічних бобових трав та парів у сівозміні, провести щілювання або інші види механічних обробітків ґрунту для покращення його структурно-агрегатного складу, зокрема вміст в орному шарі агрономічно-цінних агрегатів.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

8. ЕКОЛОГО-МЕЛІОРАТИВНИЙ МОНІТОРИНГ НА РИСОВИХ СИСТЕМАХ

8.1. Обґрунтування необхідності еколого-меліоративного моніторингу в зоні дії РЗС

Зрошуване землеробство в умовах Півдня України є потужним джерелом антропогенної дії на природні комплекси. Зрошення, технологічно змінюючи природній режим зволоження земель, зокрема ґрунтів, значною мірою впливає на трансформацію їхнього стану. Наслідки таких змін можуть мати як позитивний (підвищення водозабезпеченості та родючості ґрунтів), так і негативний (підтоплення, вторинне засолення, осолонцювання, агрофізична деградація тощо) характер.

Особливо це стосується РЗС, для яких характерне тривале затоплення ґрунтів, надходження значних додаткових обсягів води, великі поливні та зрошувальні норми, істотні скиди води із РЗС.

Численні наукові дослідження свідчать, що рисосіяння значною мірою та неоднозначно впливає на спрямованість ґрунтових процесів, ЕМС зрошуваних земель, загальну екологічну ситуацію у зоні його поширення (Причорномор'я та Присивашшя).

Під впливом тривалого затоплення у ґрунті активно розвиваються процеси як розсолення та фізико-хімічного розсолонцювання, так і елювіально-глеєвий (оглеєння), а при близькому заляганні мінералізованих ґрунтових вод і незадовільній роботі колекторно-дренажної мережі можливий розвиток вторинного засолення та заболочування ґрунтів. За умов тривалого затоплення природний ґрунтоутворюючий процес може набути зовсім іншого характеру, не властивого місцевим природним умовам, аж до формування нового типу ґрунтів. Особливо це стосується освоєння степових автоморфних і напівавтоморфних ґрунтів.

У контексті комплексного та системного дослідження впливу рисосіяння на навколишнє природне середовище, встановлення напрямів агрогенної еволюції зрошуваних ґрунтів, своєчасного виявлення несприятливих змін стану іригаційних агроландшафтів, їхнього оцінювання та запобігання наслідкам негативних процесів у зоні дії РЗС визначальною нині є роль еколого-меліоративного моніторингу (ЕММ) зрошуваних земель. Актуальність його на рисових системах зумовлена також розміщенням у зоні фактичного або можливого їхнього впливу чи на прилеглих територіях об'єктів природно-заповідного фонду, курортних і рекреаційних зон.

8.2. Науково-методичні засади ведення еколого-меліоративного моніторингу в зоні зрошення (формування критеріальної бази еколого-меліоративного моніторингу)

ЕММ на рисових системах є складовою частиною загального моніторингу зрошуваних земель (МЗЗ). Його слід розглядати як основне джерело одержання постійної базової, довгострокової й оперативної інформації про трансформацію складових природного середовища в умовах зрошення, ЕМС земель і стан меліоративних систем.

В основу теоретичного обґрунтування організації та ведення ЕММ було покладено багаторічний досвід і результати комплексних досліджень впливу зрошення на природні умови території, розробки системи контролю меліоративного стану зрошуваних земель та заходів із його поліпшення. Наукові засади створення системи ЕММ сформовані на підставі виявлених закономірностей просторово-часової мінливості ЕМС земель, агрогенної еволюції ґрунтів, розвитку геоекологічних процесів в умовах зрошення.

Концепція створення МЗЗ побудована на принципах сумісності з іншими тематичними та галузевими складовими інфраструктури державного моніторингу довкілля і водночас враховує низку суто адресних вимог до інформаційного забезпечення завдань управління зрошенням, зокрема на РЗС.

Наукові засади організації та ведення моніторингу, його нормативно-методичне забезпечення ґрунтуються на системному підході до вивчення складних природно-агромеліоративних об'єктів, екологічному нормуванні технологічних впливів на землі, використанні методів геоінформатики та картографування, комплексному просторовому оцінюванні стану та стійкості земель тощо. Вони спрямовані на одержання системно організованої інформації, розподіленої у просторі та часі.

Еколого-меліоративний моніторинг зрошуваних земель (ЕММ ЗЗ) – це багатоцільова спостережно-інформаційна система, яка забезпечує одержання, обробку, зберігання та передачу інформації про стан зрошуваних земель і систем, аналіз, оцінювання й прогнозування можливого розвитку негативних наслідків зрошення з обґрунтуванням заходів для їхнього запобігання або усунення.

Мета моніторингу зрошуваних земель – вивчення напрямів і швидкості розвитку процесів, що впливають на еколого-меліоративний стан земель і родючість меліорованих ґрунтів, створення

Національний університет
водного господарства
та природокористування
інформаційної продукції для обґрунтування раціонального використання водних і земельних ресурсів, систем захисту меліорованих територій від шкідливої дії вод, оптимізації екологічної ситуації на зрошуваних і прилеглих до них територіях. Для досягнення мети моніторингу слід забезпечити виконання ним інформаційної, узагальнюючої та еколого-запобіжної функцій.

Інформаційна функція моніторингу полягає у зборі та первинній обробці матеріалів спостережень, створенні і постійному наповненні територіально-галузевих інформаційних баз.

Узагальнююча (прогностична) функція моніторингу передбачає формування інформаційних моделей, які дозволяють прогнозувати зміни стану земель, розвиток процесів підтоплення та деградації ґрунтів.

Еколого-запобіжна функція моніторингу дає змогу на основі зафіксованих змін показників стану оцінити екологічну надійність меліоративних систем, прийняти рішення щодо управління використанням та охороною земель на зрошуваних територіях і завчасно призначати запобіжні заходи.

Основними функціональними завданнями моніторингу є:

– довгострокові систематичні спостереження за станом об'єктів моніторингу, насамперед за показниками еколого-меліоративного стану зрошуваних і виведених із зрошення земель, технічного стану меліоративних систем (зрошувальної, скидної, дренажної мережі тощо);

– вивчення й узагальнення даних про просторово-часові зміни окремих параметрів природно-агромеліоративних геосистем (ПАМГ) і показників стану зрошуваних земель;

– просторове оцінювання ЕМС стану зрошуваних і прилеглих до них земель та їхньої еколого-меліоративної стійкості;

– оцінювання технічного стану меліоративних систем;

– прогнозування ЕМС зрошуваних земель, прогностично-інформаційне моделювання екологічних ситуацій на зрошуваних і прилеглих до них землях;

– розробка рекомендацій та обґрунтування заходів із покращання ЕМС зрошуваних земель, охорони та відтворення родючості ґрунтів, режимів експлуатації меліоративних систем, удосконалення системи спостережень тощо;

– інформаційна підтримка державного контролю за станом зрошуваних земель і РЗС.

Реалізація завдань моніторингу та представлення його результатів у вигляді певних інформаційних ресурсів має складати основу систем підтримки прийняття рішень, зокрема щодо раціонального використання й охорони зрошуваних земель на РЗС та екологічно безпечного функціонування останніх.

Складна структура ПАМГ, а також специфіка вирощування культури затоплюваного рису визначають відповідний перелік конкретних об'єктів моніторингу та склад показників їхнього контролю.

Основними компонентами ПАМГ, які слід віднести до об'єктів моніторингу, є:

– гідрометеорологічні та агрокліматичні чинники;

– рельєф і геоморфологічні особливості;

– ґрунти та породи зони активного водообміну;

– ґрунтові та поверхневі води на меліоративних системах і прилеглих територіях у межах їхнього впливу;

– прояви геоекологічних і грунтоутворювальних процесів;

– меліоративні (зрошувальні та колекторно-дренажні) системи і їхні окремі елементи;

– поливні, дренажні та скидні води меліоративних систем.

8.3. Організація та ведення еколого-меліоративного моніторингу на РЗС

При веденні МЗЗ контролю підлягають ЕМС земель, їхня стійкість до впливу зрошення, технічний стан зрошувальних і колекторно-дренажних систем, якість зрошувальних вод та ДСВ.

При цьому контроль ЕМС земель, як інтегрального показника ступеня трансформації природних умов певної території меліоративного освоєння, здійснюють на регіональному та локальному рівнях МЗЗ за показниками, що характеризують:

– рівневий і гідрохімічний режими підземних вод;

– водно-сольовий режим ґрунтів і порід зони аерації;

– окислювально-відновлювальний і поживний режими ґрунтів;

– поширення та інтенсивність розвитку негативних геоекологічних і ґрунтоутворючих процесів;

– стан забруднення ґрунтів і ґрунтових вод;

– стан рослинного покриву (фенологічні спостереження).

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Визначення кола завдань, видів робіт, складу спостережень, показників оцінювання пов'язується з ієрархічним (структурно-територіальним) рівнем моніторингу. Беручи до уваги просторову розосередженість РЗС у межах зони рисосіяння, відносно невеликі їхні площі, ЕММ на цих системах носить переважно локальний характер, а для окремих регіональних зон рисосіяння – регіональний.

На *локальному* рівні одержують безпосередні характеристики стану ПАМГ і режимів їхнього функціонування, формують локальні бази даних об'єктів моніторингу.

На *регіональному* рівні виконують узагальнення інформації, оцінюють регіональні зміни процесів трансформації довкілля, ЕМС земель, прогнозують і моделюють ситуації для планування природоохоронних та меліоративних заходів і визначення їхньої пріоритетності, формують регіональні територіально-галузеві інформаційні бази. Відповідно до цього, залежно від ієрархічного рівня і функціональних завдань моніторингу, диференціюється склад моніторингових робіт, визначаються порядок і методики їхнього виконання.

Одержання оперативної та довгострокової інформації при веденні моніторингу забезпечується системою спостережень (спостережна мережа, види, показники, періодичність проведення спостережень), організація якої для РЗС здійснюється з додержанням уніфікованих вимог, загальних для ведення МЗЗ у різних природно-меліоративних регіонах, і спеціальних вимог, що враховують особливості самих РЗС і специфіку вирощування рису та інших супутніх культур у рисовій сівозміні. При цьому слід враховувати, що рисові системи, зважаючи на їхні технологічні особливості, накопичення значних обсягів води на обмежених площах, необхідність скидів їх межі РЗС, застосування хімічних засобів захисту рослин тощо є об'єктами підвищеного екологічного ризику.

Виходячи з потенційних змін складових ПАМГ, властивостей, напряму ґрунтових процесів за умов зрошення у зоні рисосіяння, основними видами спостережень на РЗС є гідрогеологічні, ґрунтово-меліоративні, інженерно-геологічні, екологічні, гідролого-меліоративні, технічні, зокрема спостереження за рівневим і гідрохімічним режимом ґрунтових вод, гідрогеолого-меліоративні обстеження, режимні спостереження на стаціонарних ґрунтово-сольових ділянках (стаціонарах), ґрунтово-сольові зйомки, гідрохімічне дослідження якості зрошувальних і забруднення зворотних вод.

До показників, які визначаються при проведені спостережень за трансформацією природно-меліоративних умов у межах РЗС, віднесено глибину залягання РҐВ, мінералізацію та хімічний склад ґрунтових, зрошувальних і зворотних вод, ступінь засоленості та солонцюватості ґрунтів (сольовий склад, вміст обмінних катіонів і ємність вбирання), вміст карбонатів і гумусу, гранулометричний склад ґрунтів, склад і вміст забруднюючих речовин у ґрунті, ґрунтових і ДСВ, рівні води у каналах, кількість поданої та відведеної води, врожайність сільськогосподарських культур тощо.

Моніторингова мережа спостережень складається із свердловин, шурфів, стаціонарів (ґрунтових, сольових, ґрунтово-сольових, інженерно-геологічних тощо), опорних і спеціальних ділянок (дослідно-виробничих, ключових тощо), точок опробування при проведенні зйомок різного призначення, у тому числі комплексних гідрогеологічних, інженерно-геологічних, ґрунтово-меліоративних і спеціальних. Джерелами точкової інформації є свердловини, шурфи, розчистки, стаціонари, гідропости, балансові ділянки тощо, просторової – комплексні зйомки, рекогносцирувальні та спеціальні обстеження.

Обґрунтування системи спостережень має базуватися на спеціальному районуванні або типізації території, а при розміщенні точок спостережень слід враховувати зміни певного показника у просторі та часі під впливом зрошення, характер і специфіку прояву кожного з процесів, граничні умови ділянок – природні і штучні, застосовуючи геоінформаційні технології та базові й оціночні карти. Систему наземних спостережень доцільно доповнювати даними дистанційного зондування поверхні землі.

Розв'язання проблеми еколого-економічного регулювання технологічного впливу на землі РЗС базується на комплексному кількісному оцінюванні та прогнозуванні змін стану і стійкості геосистем в умовах рисосіяння. У складі МЗЗ РЗС оцінка і прогноз є важливим його результатом, що реалізується як методологічна та інформаційна підтримка прийняття управлінських рішень.

Методологія оцінювальних робіт для зрошуваних земель базується на концепції еколого-меліоративної стійкості території, згідно з якою межа екологічно допустимих змін показників стану, перевищення яких призводить до повної або часткової втрати стійкості, деградації або переходу оборотних екологічних змін у необоротні, визначається порогами їхньої стійкості щодо проявів шкідливої дії вод та процесів деградації ґрунтів.

Прогнозування ЕМС земель доцільно виконувати на основі оцінки їхньої потенційної та фактичної еколого-меліоративної стійкості з урахуванням показників антропогенного навантаження. Під

Національний університет
водного господарства
та природокористування

потенційною еколого-меліоративною стійкістю земель мається на увазі природно зумовлена здатність геологічного середовища протистояти деструктивній дії зрошення та супутніх йому чинників. Вона характеризує зміни, що виникають під дією зрошення за відсутності запобіжних природоохоронних заходів.

Фактична еколого-меліоративна стійкість земель характеризує рівень трансформації геологічного середовища під впливом техногенних чинників на певний момент часу. Її оцінюють за показниками, що відображають стан земель і його зміни у часі з урахуванням рівня антропогенного навантаження, зокрема за комплексами ґрунтово-меліоративних, інженерно-геологічних, гідрогеологічних, екологічних показників та показників техногенного навантаження.

Згідно з категоріями інтегральної (підсумкової) оцінки потенційної та фактичної еколого-меліоративної стійкості, до стійких відносять землі із середнім балом стійкості менше 2, умовно нестійких – 2-5, нестійких – 5-10, дуже нестійких – понад 10 балів.

Результати моніторингових робіт свідчать, що в останні двадцять років відбувається зміна ЕМС земель РЗС, зниження їхньої сільськогосподарської продуктивності. На рис. 8.1 та рис. 8.2 наведені відповідно ЕМС зрошуваних земель та розподіл площ зрошуваних земель за показниками незадовільного ЕМС на прикладі РЗС Одеської області.

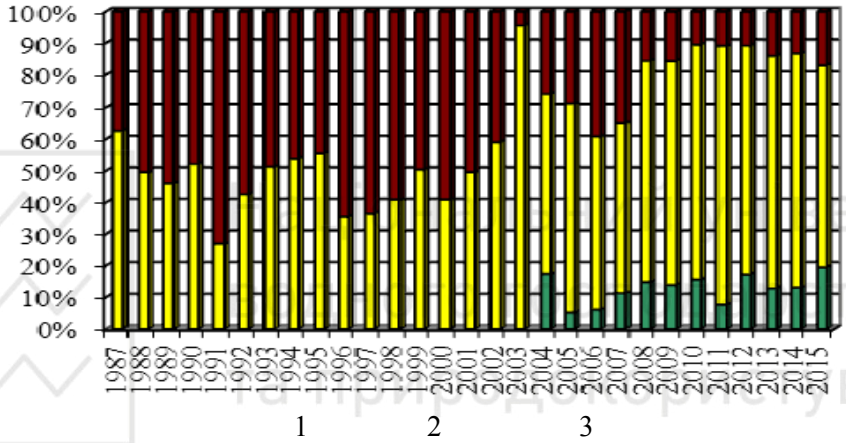


Рис. 8.1. Еколого-меліоративний стан зрошуваних земель на прикладі РЗС Одеської області:
1– добрий, 2 – задовільний, 3 – незадовільний

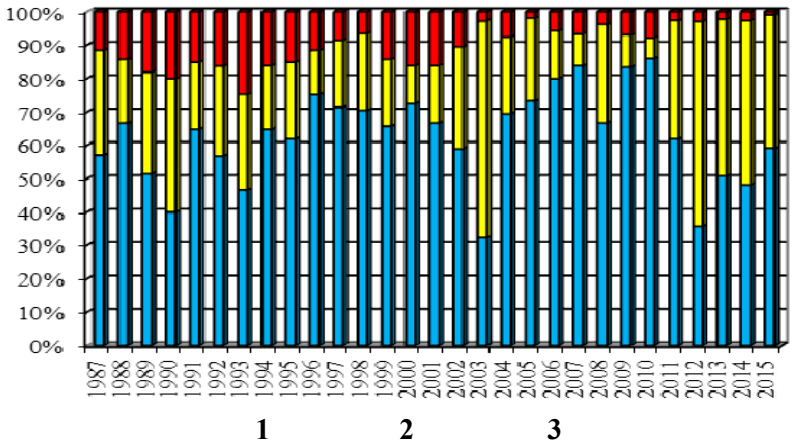


Рис. 8.2. Розподіл площ зрошуваних земель за показниками незадовільного еколого-меліоративного стану на прикладі РЗС Одеської області:
1 – РҐВ, 2 – засолення та солонцюватість ґрунтів, 3 – РҐВ і засолення та солонцюватість ґрунтів

Зіставлення потенційної та фактичної еколого-меліоративної стійкості земель на різні періоди часу з урахуванням рівня антропогенного навантаження на територію дає можливість визначити напрям і ступінь ЕМС зрошуваних земель.

Для прогнозування окремих показників стану зрошуваних земель використовуються аналітичні розрахунки, статистичні методи, математичне моделювання, зокрема й ГІС-орієнтоване та інші.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

9. ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ФУНКЦІОНУВАННЯ РИСОВИХ ЗРОШУВАЛЬНИХ СИСТЕМ

9.1. Інвестиційна оцінка розробленого комплексу заходів з підвищення ефективності функціонування РЗС

9.1.1. Оцінювання економічної ефективності запропонованих заходів. Загальна економічна ефективність відображає ефективність проекту з точки зору суспільства та економіки країни в цілому, враховує соціальну та екологічну його значимість.

Соціальні, екологічні та інші фактори, які на сьогодні важко оцінити у вартісній формі, розглядаються як додаткові показники народногосподарської ефективності і враховуються в процесі прийняття рішень щодо підтримки проекту експертним шляхом.

Оцінювання економічної ефективності, що ґрунтується на відповідній методиці, виконана за питомими показниками різних альтернативних варіантів ПР із водо- та енергокористування на зрошуваних землях для умов реального проекту Кілійської РЗС.

На стадії проекту при обґрунтуванні оптимальних параметрів конструктивних рішень із урахуванням кліматологічної стратегії управління об’єктом модель має вигляд

$$\begin{cases} ZP^0_{iks} = \min\limits_{\{i\}} \sum\limits_{p=1}^{n_p} \left[(C_i + E_n K_i) + R_i\right] a_p / W_i \cdot; i = \overline{1,n_i}; k = \overline{1,n_k}; s = \overline{1,n_s}; \\ Z^0_{iks} = \min\limits_{\{i\}} \Sigma \left| Z_{jksp} - \hat{Z}_j \right| \cdot a_p; j = \overline{1,n_j}; i = \overline{1,n_i}; k = \overline{1,n_k}; s = \overline{1,n_s}, \end{cases} \quad (9.1)$$

де ZP^0_{iks} – мінімальне значення приведених витрат за прийнятою умовою обраного критерію економічної оптимальності, що відповідає оптимальному проектному рішенню із сукупності можливих варіантів $I = \{i\}$, $i = \overline{1,n_i}$; Z_{jks} – сукупність $\{j\}$, $j = \overline{1,n_j}$ критеріїв (фізичних показників) екологічної ефективності водорегулювання на РЗС за сукупністю проектних рішень $\{i\}$, $i = \overline{1,n_i}$, відповідною технологією водорегулювання $\{s\}$, $s = \overline{1,n_s}$; $\hat{Z}_j$ – відповідні лімітуючі показники екологічної ефективності, що розглядаються; α_p – відомі (встановлені або задані) значення повторюваності чи часток можливого стану типових метеорологічних режимів у розрахункові періоди вегетації сукупності $\{p\}$, $p = \overline{1,n_p}$ у межах проектного терміну функціонування об’єкта, $\sum\limits_{p=1}^{n_p} \alpha_p = 1$; W_i – обсяг (вартість) отриманої продукції за варіантами режимних, технологічних та технічних рішень сукупності $\{i\}$, $i = \overline{1,n_i}$; C_i – поточні витрати на отримання продукції за варіантами ПР; $E_н$ – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень K_i за відповідними варіантами ПР; R_i – погодно-кліматичний ризик за відповідними варіантами проектних рішень, визначається за виразом

$$\overline{R_i} = \sqrt{\sum_{j=1}^{m} (W_{ij} - \overline{W}_{пм})^2 \cdot \alpha_{pj}} = \sqrt{\sum_{j=1}^{m} R_{ij}^2 \cdot \alpha_{pj}}, \; i = \overline{1,n}, \quad (9.2)$$

де W_{ij} – вартість валової продукції за фактичною врожайністю, отриманою за *i*-тим варіантом ПР, грн/га; $\overline{W}_{пм}$ – вартість валової продукції за потенційно можливою врожайністю на об’єкті, грн/га.

Екологічна умова оптимізації на рисовому полі і на системі в цілому розглядається за визначеною, обґрунтованою і прийнятою сукупністю фізичних показників (критеріїв) оцінювання водного, сольового і загального ПМР: за режимом РГВ у позавегетаційний період (*Hg)*; тривалістю його стояння нижче критичної глибини (*T*); інтенсивністю фільтраційних процесів під затопленим рисовим полем (*V)*; ступенем засолення кореневмісного шару ґрунту (*S*); зрошувальною нормою (*M*); мінералізацією ґрунтових вод (*G)* та ін.

$$Z_{jks} = \left(Hg_{ks}, T_{ks}, V_{ks}, S_{ks}, M_{ks}, G_{ks}\right), \quad j = \overline{1,n_j}, \; k = \overline{1,n_k}, \; s = \overline{1,n_s}. \quad (9.3)$$

За такими показниками, порівняно з їхніми граничними значеннями відповідно до конкретних ґрунтово-меліоративних умов об’єкта, що досліджується, можна передбачати направленість процесів,

Національний університет
водного господарства
та природокористування

які відбуваються на рисовому полі і системі в цілому, тобто неявно оцінити екологічний ефект від реалізації меліоративних заходів.

Обґрунтування оптимальних загального природно-меліоративного та ґрунтових режимів, відповідно параметрів технологічних та технічних проектних рішень на РЗС за інтегральною оцінкою сукупності показників їхньої екологічної ефективності може бути достатньо ефективно виконане на основі підходу Б.П. Карука (1992), згідно з яким характеристику екологічної надійності варіанту меліоративного проекту можна представити у вигляді вектора H з компонентами H_z

$$H = H_z / z = 1,2,...N /, \tag{9.4}$$

де N – кількість елементів (факторів), які характеризують екологічну надійність меліоративного проекту.

Коефіцієнт екологічної надійності варіанту меліоративного проекту можна визначити за формулою

$$k_н = \frac{\sum_{z=1}^{N} H_z}{N}, \tag{9.5}$$

де компоненти H_z приймає всі можливі значення в інтервалі [0,1] за умови, що

$$H_z = \begin{cases} H_z = 1 - \dfrac{H_{нz} - H_{фz}}{H_{нz}}, \text{якщо } H_{фz} \le H_{нz}; \\ H_z = 1 + \dfrac{H_{нz} - H_{фz}}{H_{нz}}, \text{якщо } H_{фz} \ge H_{нz}, \end{cases} \tag{9.6}$$

де $H_{фz}$ – фактичне значення *z-го* показника екологічної ефективності; $H_{нz}$ – відповідно нормативне, критичне або допустиме його значення, яке відповідає $\hat{Z}_j$.

Шкала ранжування екологічної надійності меліоративного об'єкту за відповідними значеннями коефіцієнта подана в табл. 9.1.

Таблиця 9.1

Шкала коефіцієнту екологічної надійності $k_н$

№ з/п	Значення коефіцієнту екологічної надійності	Найменування градацій рівня екологічної надійності системи
1	0,0-0,25	*ненадійна*
2	0,26-0,50	*недостатньо надійна*
3	0,51-0,75	*достатньо надійна*
4	0,76-1,0	*надійна*

Такий коефіцієнт є наближеною оцінкою екологічної стійкості проекту і ступінню урахування факторів екологічної надійності його функціонування.

Як альтернативні варіанти розглянуті такі:

варіант 1 – як база порівняння щодо умов роботи РЗС у проектному режимі, який характеризується питомим вмістом рису на рівні 70-90% із включенням у сівозміну супутніх культур (багаторічні трави, зернові) на фоні в цілому несприятливого водного та сольового режимів зрошуваних земель, обумовлених прогресуючими процесами їхнього заболочування через завищені фактичні зрошувальні норми (до 25 тис. м^3/га) та недостатню дренованість поливних карт;

варіант 2 – відображає умови роботи РЗС при запровадженні заходів, направлених на підвищення дренованності рисових чеків за рахунок дооблаштування дренажної мережі у вигляді відкритих каналів закритими дренами-колекторами з урахуванням оптимальних параметрів швидкості вертикальної фільтрації на рисовому чеку 8-10 мм/добу з встановленням оптимального показника дольової частки рису в сівозміні – 50-60%, які відображають одночасно удосконалені режимні та технологічні аспекти водорегулювання на РЗС;

варіант 3 – заходи за варіантом 2, плюс глибоке розпушення верхнього важководопроникного шару ґрунту на товщину 0,6 м;

варіант 4 – заходи за варіантом 2, плюс запровадження повторного використання ДСВ з їхнім

Національний університет
водного господарства
та природокористування

розбавленням у співвідношенні 1:1;

варіант 5 – заходи за варіантом 2, плюс запровадження повторного використання ДСВ з їхнім розбавленням у співвідношенні 1:2;

варіант 6 – заходи за варіантом 3, плюс повторне використання ДСВ з їхнім розбавленням у співвідношенні 1:1;

варіант 7 – заходи за варіантом 3, плюс повторне використання ДСВ з їхнім розбавленням у співвідношенні 1:2;

варіант 8 – робота РЗС у проектному режимі (варіант 1) із проведенням глибокого розпушення ґрунту на глибину 0,6 м.

Основні економічні показники за варіантами ПР представлені в табл. 9.2.

Таблиця 9.2

Основні економічні показники по системі за варіантами ПР, грн/га

№ з/п	Показник	Варіанти ПР							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Балансова вартість та капіталовкладення на реалізацію ПР	57291,4	63565,4	63565,4	63565,4	63565,4	63565,4	63565,4	57291,4
2	Поточні витрати:	20691,3	27801,2	285551,2	27860,4	29638,5	27860,4	28040,4	21441,3
	сільськогосподарські	8856,3	14125,8	14125,8	14500,0	14500,0	14500,0	14500,0	8856,3
	експлуатаційні	8970,4	10497,1	11247,1	10182,1	10287,1	10182,1	10362,1	9720,4
	амортизація основних фондів	2864,6	3178,3	3178,3	3178,3	3178,3	3178,3	3178,3	2864,6
3	Валова продукція	22387,0	53584,7	64820,3	55800,0	55800,0	55800,0	55800,0	27081,0
4	Чистий доход	7424,9	32140,1	42625,7	34296,2	34191,2	34296,2	34116,2	11368,9

Порівняльна характеристика та обґрунтування оптимального ПР за зведеними показниками їхньої економічної та екологічної ефективності, що отримані за відповідними методиками, наведена в табл. 9.3.

Таблиця 9.3

Обґрунтування оптимального ПР за зведеними показниками економічної та екологічної ефективності

Показник	Варіанти ПР							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Критерій економічної ефективності, ZP_s	2,88	0,74	0,6	0,78	0,79	0,75	0,76	2,06
Критерій екологічної ефективності за показником надійності, $k_н$	0,41	0,87	0,63	0,75	0,78	0,81	0,83	0,53

Наведені дані переконливо засвідчують, що реалізація розробленого комплексу агротехнічних та інженерно-меліоративних заходів є економічно обґрунтованими та екологічно прийнятними у порівнянні з існуючими конструкцією та технологією водо-та енергокористування при вирощуванні рису і супутніх культур в умовах Придунайських РЗС.

Із результатів оцінювання видно, що найнижче значення критерію економічної ефективності спостерігається на базовому варіанті, який передбачає умови роботи РЗС у проектному режимі, що говорить про його неефективність порівняно з іншими варіантами. Цей же варіант має коефіцієнт екологічної надійності $k_н = 0{,}41$, що нижче за прийнятий рівень $k_н \geq 0{,}5$. Прийнятними як з екологічної, так і з економічної точки зору є варіанти 2-7. Найкращий із економічно точки є варіант 3, згідно з яким передбачається дообладнання відкритої дренажно-скидної мережі закритими дренами з міждренною відстанню В=100 м та проведення глибокого розпушення ґрунту на товщину 0,6 м. Критерій екологічної надійності при цьому також досить високий 0,63, що говорить про його також екологічну прийнятність.

9.1.2. Інвестиційне оцінювання варіантів проектних рішень. Метою розробки будь-якого меліоративного проекту, у тому числі проектів РЗС, є обґрунтування технічної можливості та економічної доцільності створення об'єкта інвестування, і рішення про вкладання капіталу в даний об'єкт може бути прийняте лише на основі детально розроблених проектних матеріалів.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Галузь рисівництва, як зрошувальне землеробство в цілому, є надзвичайно капіталоємною, а тому інвестування тут слід здійснювати за певною дольовою участю держави та землекористувачів. Відповідно актуального значення набуває комерційна ефективність відповідного проекту.

Методика інвестиційного оцінювання проектів водогосподарського спрямування базується на таких засадах:

– використання показників, які безпосередньо пов'язані з основними цілями та завданнями проекту;

– відповідність системи обраних показників особливостям функціонування економіки країни, окремої галузі та інтересам основних учасників інвестиційного процесу;

– для проектів державного значення – орієнтація не стільки на економічну, скільки на екологічну і соціальну ефективність меліоративного проекту;

– для комерційних проектів – отримання доходу не нижче бажаного рівня, який, крім того, компенсує ризик невизначеності кінцевого результату;

– повна окупність вкладених засобів за рахунок доходів від реалізації проекту в межах терміну, прийнятного для інвестора.

Основними показниками, що використовуються для обґрунтування оптимальних інвестиційних рішень є показники, які можна розділити на дві основні групи:

– дисконтовані показники;

– показники, що не враховують фактор часу.

До дисконтованих відносяться показники, що враховують зміну вартості грошей у часі: дисконтований грошовий потік – ***PV***; чиста теперішня вартість – ***NPV***; індекс рентабельності інвестицій – ***PI***; внутрішня норма прибутковості – ***IRR***; дисконтований термін окупності – ***DPP***; дисконтований коефіцієнт ефективності інвестицій – $\boldsymbol{ARR_d}$.

До показників, що не враховують зміну вартості грошей у часі, відносять: коефіцієнт ефективності інвестицій – ***ARR***; термін окупності – ***PP***; максимум проектного прибутку – ***ACBP***.

У загальному випадку модель вибору оптимального для реалізації варіанту меліоративного проекту та обґрунтування його ефективності на стадії інвестиційної оцінки має вигляд

$$NPV(s_o) = \max_{\{i\}}(NPV_i) \text{ , } i = \overline{1,n} \text{ ,} \tag{9.7}$$

за умови, що

$$\begin{cases} NPV_i \geq 0; \\ IRR_i \geq r_i; \\ PP_i \geq T_{np}; \\ k_н \geq 0{,}51, \end{cases} \tag{9.8}$$

де r – норма дисконту за варіантом ПР; T_{np} – прийнятний для інвестора дисконтований термін окупності вкладів.

Дисконтований грошовий потік *(PV)* – сучасна вартість грошового потоку, яка визначається за формулою

$$PV = \Sigma \frac{CF_t}{(1+r)^t}, \tag{9.9}$$

де r – ставка дисконту, прийнята для інвестора норма прибутку на капітал, або річна банківська процентна ставка;

CF_t – чистий грошовий потік, не дисконтований дохід від здійснення проекту за період t, який включає чистий прибуток після сплачування всіх платежів та зборів до бюджетів різних рівнів та амортизаційні відрахування. Він формується в результаті виручки від реалізації продукції.

Чистий грошовий потік розраховується за формулою

$$CF = B - C, \tag{9.10}$$

де B – виручка від реалізації продукції (послуг), що буде створюватись в результаті здійснення проекту; С – сукупні експлуатаційні витрати на проект.

Чиста теперішня вартість проекту (*NPV)* – це сумарне перевищення надходження над втратами за весь період існування проекту приведена до початкового періоду. Показник чистої теперішньої

Національний університет
водного господарства
та природокористування

вартості капіталу визначає динамічну норму ефективності інвестицій як норму приведення (дисконту), при якій сума дисконтованого доходу (прибутків) за певний час стає рівною інвестиційним витратам.

Це один з найважливіших показників, за яким оцінюється ефективність проекту

$$NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{CF_t - I_t}{(1+r)^t} \ , \tag{9.11}$$

де CF_t – чистий грошовий потік в рік t; I_t – інвестиційні витрати на проект у рік t; r – ставка дисконту (норма дисконту); n – тривалість існування проекту.

При використанні показника *NPV* необхідно дотримуватись таких основних правил прийняття інвестиційних рішень: якщо значення NPV за заданої норми дисконту додатне (NPV> 0), можна вважати проект ефективним і розглядати питання про його прийняття чи подальший аналіз; якщо NPV < 0, то проект вважається неефективним і його потрібно зняти з подальшого аналізу; якщо представлені проекти є альтернативними, то потрібно приймати проект з вищим значенням NPV; якщо потрібно сформувати зі списку можливих капітальних вкладень портфель інвестицій, то найкращою є комбінація проектів з найбільшим значенням NPV.

Індекс рентабельності (прибутковості) інвестицій визначається за формулою

$$ІДІ = PI = \frac{\sum \frac{CF_t}{(1+r)^t}}{\sum \frac{I_t}{(1+r)^t}} \ . \tag{9.12}$$

Якщо значення PI >1, то проект є ефективним і його доцільно реалізовувати.

Внутрішня норма прибутковості (*IRR)* (рентабельності, доходності) – це норма дисконту r, при якій *IRR* стає рівне нулю, або коли сума дисконтованих ефектів рівна сумі дисконтованих капіталовкладень, або інвестицій.

IRR розраховуємо за методом лінійної інтерполяції, коли значення *IRR* розраховується за спрощеною формулою

$$IRR = A + \frac{a \cdot (B - A)}{a - b}, \tag{9.13}$$

де A – величина ставки дисконту, при якій NPV має додатне значення; B – величина ставки дисконту, при якій NPV має від'ємне значення; a – величина позитивної *NPV*, при величині ставки дисконту *A;* b – величина *NPV*, при величині ставки дисконту *B*.

Для обґрунтування рішень, що пов'язані з використанням залученого капіталу, найбільш відповідним є таке визначення внутрішньої норми рентабельності *IRR,* яка визначає максимально допустиму процентну ставку, при якій ще можливо без будь-яких втрат для власників компанії – замовника залучати інвестиції в проект.

При використанні показника внутрішньої норми рентабельності *IRR* необхідно дотримуватись такого основного правила при прийнятті інвестиційних рішень*:* якщо внутрішня норма рентабельності перевищує ціну капіталу, фірма може приймати проект, в протилежному випадку проект повинен бути відхилений.

Термін окупності (PP) — це мінімальний часовий інтервал (від початку здійснення проекту), за межами якого інтегральний дохід від проекту стає позитивним і залишається таким в подальшому. Тобто, це період часу, починаючи з якого початкові інвестиції та інші пов'язані з проектом витрати покриваються результатами його здійснення.

У випадку, якщо прибуток розподілений за роками нерівномірно, то *PP* розраховують безпосередньо як період, впродовж якого інвестицію буде погашено за рахунок кумулятивного прибутку,

$$\sum_t CF_t \geq \sum_t I_t . \tag{9.14}$$

Термін окупності визначаємо використовуючи формулу

$$PP = (t_0 - 1) + \frac{\sum I_t - \sum CF_{(t_0-1)}}{CF_{t_0}} , \tag{9.15}$$

Національний університет
водного господарства
та природокористування

де CF_t – недисконтований грошовий потік за *t*-й рік; ΣI_t – сума інвестицій у проект; t_0 – номер першого року, у якому досягається умова $\Sigma CF_{(t_0)} \geq \Sigma I_t$.

При використанні показника терміну окупності *PP* в інвестиційному аналізі необхідно дотримуватись таких основних правил при прийнятті інвестиційних рішень: проекти зі строком окупності, який менше, ніж нормативний (або встановлений інвесторами) приймаються, а з більшим строком окупності – відхиляються; із кількох взаємовиключних проектів слід надавати перевагу проекту, що має менший термін окупності.

Вихідні дані для визначення інвестиційної ефективності ПР наведені в табл. 9.4.

Таблиця 9.4

Вихідні дані для розрахунку інвестиційних рішень за варіантами ПР

№ з/п	Показники	Варіанти							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Річний чистий дохід, середньозважений за групами років, грн/га тис. грн	7424,9 25615,9	32140,1 110883,3	42625,7 147058,7	34296,2 118321,9	34191,2 117959,6	34296,2 118321,9	34116,4 117701,6	11368,9 39222,7
2	Амортизаційні відрахування, грн/га тис. грн	2864,6 11325,7	3178,3 10965,1	3178,3 10965,1	3178,3 10965,1	3178,3 10965,1	3178,3 10965,1	3178,3 10965,1	2864,6 9882,9
3	Інвестиції в ПР, грн/га тис. грн	57291,4 197654,0	63565,4 219300,6	63565,4 219300,6	63565,4 219300,6	63565,4 219300,6	63565,4 219300,6	63565,4 219300,6	57291,4 197654,0

Результати інвестиційної оцінки альтернативних проектних варіантів, на основі яких визначено кращий варіант наведені в табл. 9.5.

Таблиця 9.5

Результати інвестиційної оцінки варіантів ПР щодо підвищення ефективності функціонування РЗС

Показник	Варіанти проектних рішень							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Чиста теперішня вартість (**NPV**) з початку існування проекту, тис. грн	22954,1	78987,7	93372,7	80726,5	79840,9	85976,2	84482,7	16206,2
Індекс рентабельності інвестицій ***(PI)***	0,50	1,91	2,47	1,62	2,11	1,30	1,29	1,08
Внутрішня норма прибутковості ***(IRR),%***	2,05	3,28	8,19	5,02	9,37	6,66	6,62	5,16
Термін окупності ***(PP)*** з початку існування проекту, роки	8,65	3,47	2,75	3,28	3,55	3,16	3,19	7,71

Розрахунки з інвестиційної оцінки варіантів ПР підтверджують як загальноекономічну, так і достатньо високу комерційну ефективність варіантів 3,4,6. Найвище значення показника ***NPV*** маємо за варіантом 3, для якого він дорівнює 93377,7 тис. грн, що говорить про його найвищу інвестиційну ефективність. Термін окупності капіталовкладень для даного варіанту становить 2,75 роки, що є досить перспективним і забезпечить швидке погашення інвестицій.

9.1.3. Обґрунтування черговості етапів реконструкції рисових зрошувальних систем України. На кінцевому етапі проведеного комплексу оптимізаційних розрахунків режимних, технологічних і конструктивних рішень щодо підвищення ефективності функціонування РЗС зустрічається випадок, коли метою оптимізації є встановлення найкращої послідовності тих чи інших робіт пов'язаних із впровадженням запланованих заходів, оскільки проведення капітальної реконструкції РЗС вимагає значних капіталовкладень. При обмежених інвестиційних можливостях постає питання поетапної реконструкції, встановлення пріоритетів для першочергового фінансування з точки зору оптимальної економічної доцільності.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Для розв'язання цієї задачі використаємо метод динамічного програмування, в основу якого покладено принцип оптимальності Беллмана.

Основне функціональне рівняння Беллмана можна записати у такому вигляді

$$F_{n-k}(X^k) = \max_{u_{k+1}}\left[W_{k+1}(X^{(k)}, U_{k+1}) + F_{n-k}(X_n^{(k+1)})\right], k = \overline{0, n-1}, \quad (9.16)$$

де $X^{(k)} = (x_1^{(k)}, x_2^{(k)}, ..., x_n^{(k)})$ – є сукупність чисел, що визначають стан системи *S* на *k-му* кроці і отримані в результаті управління U_k, яка забезпечує перехід системи *S* із стану $X^{(k-1)}$ в $X^{(k)}$; $U = (u_1, u_2, ...u_n)$ – оптимальна стратегія управління; $F_{n-k}(X^k)$ – це прибуток, який отримується при переході будь-якого стану $X^{(k)}$ в кінцевий стан $X^{(n)}$ при реалізації оптимальної стратегії керування на решті $(n-k)$ кроках.

Розрахунки показали, що загальні затрати на повну реконструкцію РЗС, яка включає запровадження ресурсозберігаючої технології водокористування з комплексом заходів на підвищення ефективності їхнього функціонування, з проведенням модернізації насосних станцій та заміни і ремонту гідротехнічних споруд, будуть становити 70-80 тис. грн/га. Як показали результати моделювання, найкращим рішенням щодо вкладання ресурсів на РЗС є першочергове запровадження на них ресурсозберігаючої технології зрошення рису в поєднанні з реконструкцією карт-чеків, суть якої зводиться до дооснащення існуючої ДСМ закритими дренами, проведенням глибокого розпушення ґрунту та влаштування приукісного дренажу для захисту ДСК від руйнування їхнього русла, яка потребує на її реалізацію 15-20 тис. грн/га. Друга черга реконструкції – це реконструкція насосних станцій, яка за укрупненими показниками в розрахунку на 1 га площі рисової системи буде становити біля 20 тис. грн. І третя черга – це реконструкція гідротехнічних споруд на зрошувальній та дренажно-скидній мережі, яка потребує найбільших капіталовкладень – понад 35 тис. грн/га. Проводиться вона в останню чергу, аби окупились інвестиції попередніх етапів реконструкції. Таким чином, залежно від фінансування, повні затрати на реконструкцію Придунайських РЗС можуть окупитись за 9-12 років.

9.2. Функціонування ринку рису в Україні

Метою дослідження є моніторинг конкурентного середовища; оцінка ефективності власного бізнесу; можливості збільшення частки ринку. Задачею дослідження є надання максимально повної інформації щодо виробництва та реалізації продукції галузі рисівництва, яка відображає динаміку, структуру та поточний стан ринку.

Методи аналізу та джерела даних. Даний аналіз заснований на якісній та кількісній оцінці статистичної інформації щодо виробництва та зовнішньої торгівлі продукцією рисівництва. Аналіз розташування рисових зрошувальних систем здійснювався на основі даних обласних управлінь водного господарства. Аналіз виробництва рису в Україні базується на даних обласних управлінь агропромислового розвитку. Джерелом даних щодо переробки рису на крупу, цінових показників, показників експорту-імпорту рису є державна служба статистики України.

Дослідження ринку є ключовим фактором у підтриманні конкурентоспроможності підприємств, воно надає важливу інформацію для виявлення і аналізу потреб ринку, розміру ринку та конкуренції. Для рисівництва це обсяги та структура виробництва, імпортно-експортний потенціал, структура споживання, цінова ситуація тощо. Дослідження особливостей становлення вітчизняного рисівництва дозволило формалізувати основні тенденції, які визначають особливості розвитку галузі рисівництва за сучасних умов. Особливістю є локальне розташування підприємств галузі, спеціалізація на рисівництві (в сівозміні системоутворюючою культурою є рис), наявність традицій і певних соціологічно-екологічних умов життя, наявність інфраструктури рисівництва.

В Україні рис вирощується в Херсонській і Одеській областях, на Херсонщині – в прибережній смузі Чорного моря, в Одеській області – в дельті р. Дунай. Розташування рисових систем наведено в табл. 9.6.

Територіальна концентрація виробництва рису в Україні дає можливість сформувати та розвивати ефективну інфраструктуру і спільні переробні виробництва.

Виробничі показники вирощування рису Основне обмеження щодо потенціалу розвитку галузі – обмеження площ посіву цієї культури наявністю рисових зрошувальних систем, які були побудовані ще в 60-х роках минулого століття та пізніше не збільшувались. Це зумовлює низькі можливості галузі щодо екстенсивного розвитку. Проте в зв'язку з тим, що вирощування рису

Національний університет
водного господарства
та природокористування

пов'язане з агроекологічними умовами ландшафтів, які найбільше піддаються антропогенному регулюванню, рис серед всіх злаків має найбільші перспективи збільшення своєї продуктивності.

Таблиця 9.6

Площі рисових зрошувальних систем в Україні*

Область	Адміністративний район	Площа рисових зрошувальних систем, га
Херсонська	**Всього**	**16311**
	Голопристанський	2767
	Каланчацький	6889
	Скадовський	6655
Одеська	**Всього**	**13678**
	Ізмаїльський	2810
	Кілійський	10868
Разом		**29989**

**Джерело: Державна служба статистики України*

У країні виробництво рису після 2013 року зменшилось приблизно вдвічі. Упродовж 2014-2018 рр. площі посіву рису збільшуються, але не всі господарства мають високу ефективність, про що свідчить зниження урожайності цієї культури (табл. 9.7).

Таблиця 9.7

Виробництво рису в Україні в 2014-2018 рр.*

Назва показника	Роки				
	2014	2015	2016	2017	2018
Україна					
Посівна площа, тис.га	10,2	11,7	12,0	12,6	13,0
Валовий збір, тис.т	50,9	62,5	64,8	66,3	77,1
Урожайність, т/га	5,00	5,34	5,40	5,26	5,92
Херсонська обл.					
Посівна площа, тис.га	6,8	7,50	7,6	7,7	8,2
Валовий збір, тис.т	34,3	39,5	41,5	40,6	49,7
Урожайність, т/га	5,07	5,28	5,46	5,24	6,08
Одеська обл.					
Посівна площа, тис.га	3,4	4,20	4,4	4,9	4,8
Валовий збір, тис.т	16,6	23,0	23,3	25,7	27,3
Урожайність, т/га	4,87	5,45	5,30	5,30	5,65

**Джерело: 2014-2016 рр. – за даними Державної служби статистики України; 2017-2018 рр. – за даними обласних управлінь агропромислового розвитку*

На початку нового тисячоліття здійснювався процес ринкового відбору ефективних господарств: господарства, неспроможні забезпечити високий рівень ведення рисівництва, скорочували посіви рису та переходили на менш затратні культури. Натомість господарства, здатні високотехнологічного вирощування рису за сучасною технологією, здатні використовувати ті інноваційні рішення, залишились в галузі та збільшували виробництво рису як за рахунок підвищення ефективності виробництва, так і шляхом збільшення посівних площ за рахунок оренди рисових зрошувальних систем у неефективних власників. У результаті досягнення балансу між ресурсними можливостями рисосійних господарств та кількістю оброблюваних площ стабілізувались як кількість рисосійних господарств, так і оброблювані площі. Нині існує мережа ефективних рисівницьких господарств, які мають достатні фінансові, технічні та людські ресурси для продуктивного ведення рисівництва. Щорічне підвищення показника урожайності культури свідчить про те, що рисівницькі господарства досягли досить високого рівня використання сортових та технологічних ресурсів. Зважаючи на це можна казати про наявність в рисівницьких агроформуваннях достатніх кадрових, матеріально-технічних та фінансових ресурсів для подальшого розвитку.

Рейтинги суб'єктів господарювання галузі за показниками посівних площ, валового збору та урожайності за даними 2018 р. наведені на рис. 9.1-9.3.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

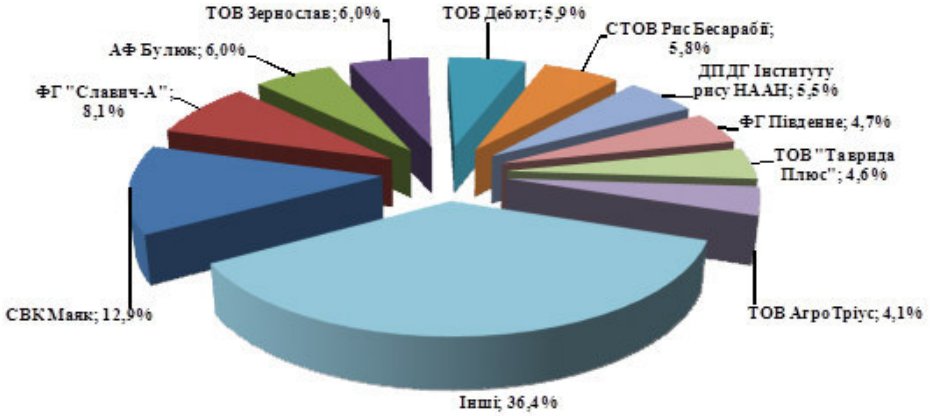


Рис. 9.1. ТОП-10 рисівницьких господарств за площами посіву рису в 2018 р.
(Джерело: дані обласних управлінь агропромислового розвитку)

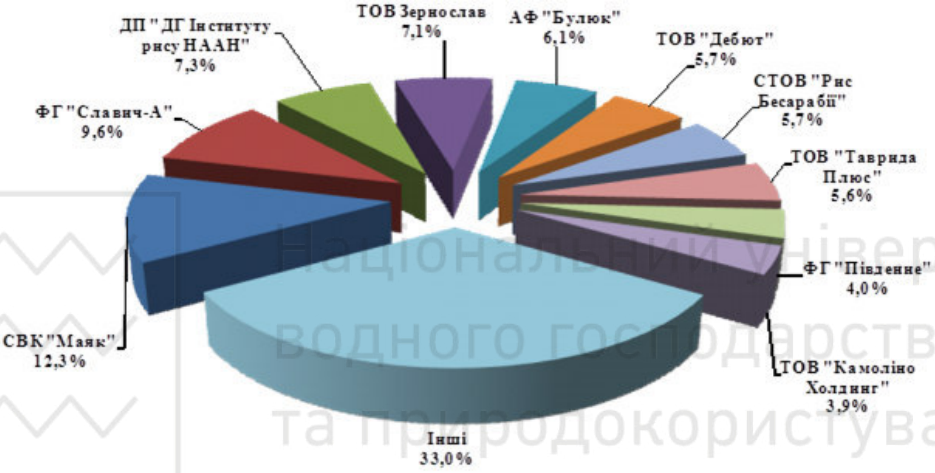


Рис. 9.2. ТОП-10 рисівницьких господарств за валовим збором рису в 2018 р.
(Джерело: дані обласних управлінь агропромислового розвитку)

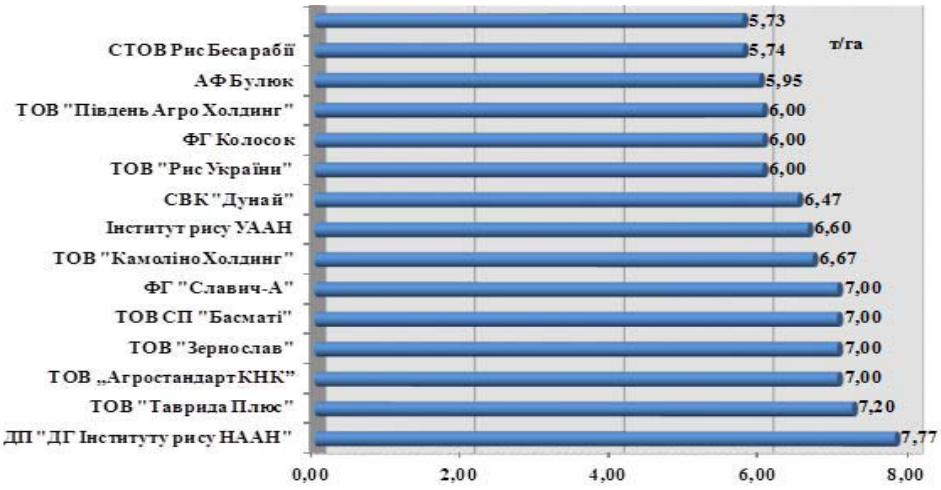


Рис. 9.3. ТОП-15 агровиробників рису за показником урожайності в 2018 р.
(Джерело: дані обласних управлінь агропромислового розвитку)

Переробка рису на крупу Переробка рису на крупу здійснюється в основному на переробних потужностях рисівницьких господарств, обсяги зберігання та переробки на підприємствах, що займаються зберіганням та переробкою, незначні і становлять 5-10% від обсягів виробництва. Більша частина рису-сирцю переробляється господарствами на власних переробних потужностях (табл. 9.8, 9.9).

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Таблиця 9.8

Динаміка наявності рису на підприємствах, що займаються його зберіганням та переробкою в 2017-2018 рр.* (т)

Станом на	Рік		Зміни до попереднього року	
	2017	2018	в натуральних показниках	у відсотках
на 1 січня	1757	2528	771	43,88%
на 1 лютого	1358	1566	208	15,32%
на 1 березня	891	1213	322	36,14%
на 1 квітня	767	822	55	7,17%
на 1 травня	622	788	166	26,69%
на 1 червня	281	1170	889	316,37%
на 1 липня	185	989	804	434,59%
на 1 серпня	203	973	770	379,31%
на 1 вересня	191	676	485	253,93%
на 1 жовтня	746	797	51	6,84%
на 1 листопада	1812	3457	1645	90,78%
на 1 грудня	3399	4026	627	18,45%

** Джерело: Державна служба статистики України*

Таблиця 9.9

Наявність, надходження і переробка рису-сирцю у підприємствах, що займалися їхнім зберіганням та переробкою в 2017-2018 рр.*

Назва показника			Рік	
			2017	2018
Наявність на кінець року			3399	2401
Надійшло з початку року	всього		6186	7785
	з них куплено	всього	392	354
		середня ціна купівлі 1т, грн	12526,1	13774,6
Перероблено з початку року	всього		15887	311
	з нього на	борошно	-	-
		крупи	13342	4
		комбікорми	954	-

** Джерело: Державна служба статистики України*

Наявність у значної кількості рисівницьких агроформувань, власних переробних підприємств із переробки рису на крупу, свідчить про уже сформований напрям розвитку підприємств як вертикально інтегрованих структур.

Обсяги споживання рису. Динаміка споживання рисових круп в Україні в розрізі імпортних надходжень і власного споживання представлена на рис. 9.4.

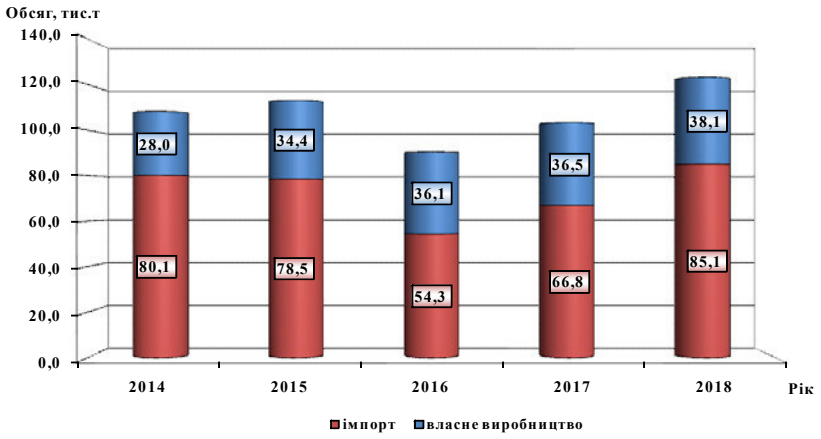


Рис. 9.4. Динаміка споживання крупи рисової в Україні в 2014-2018 рр.
(Джерело: Розраховано на основі даних Державної служби статистики України)

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Імпортні надходження задовольняють 60-70% обсягу споживання крупи рисової в Україні. У країну завозиться як крупа тих видів, які не виробляються в Україні (довго зерні сорти, крупа преміум-класу), так і крупа, яка може бути вироблена в Україні (короткозерний рис). Тому потенціал росту частки вітчизняного виробництва крупи рисової в Україні досить значний.

Імпорт-експорт рису. У зв'язку зі значною залежністю від імпортних надходжень рису в Україну доцільним є дослідження імпортно-експортного потенціалу галузі рисівництва.

В Україні власне виробництво продукції рисівництва не покриває потреб споживання, тому значна частка цієї продукції імпортується. Обсяги експортно-імпортних операцій в Україні в 2017-2018 рр. представлені на рис. 9.5, 9.6.

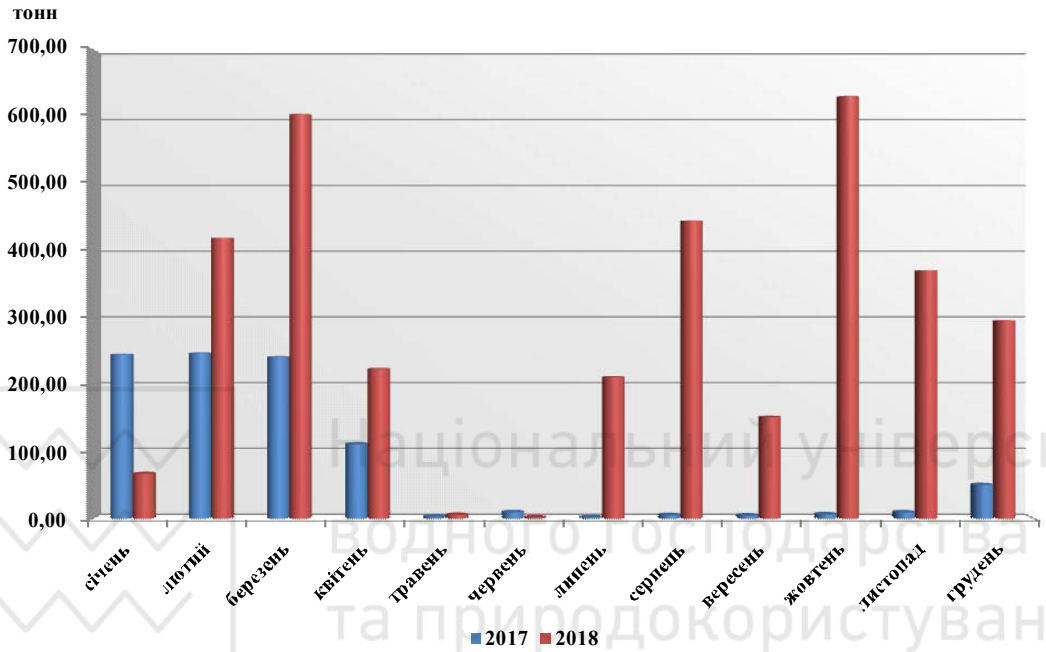


Рис. 9.5. Динаміка обсягів експорту рису з України в 2017-2018 рр.
(Джерело: Державна служба статистики України)

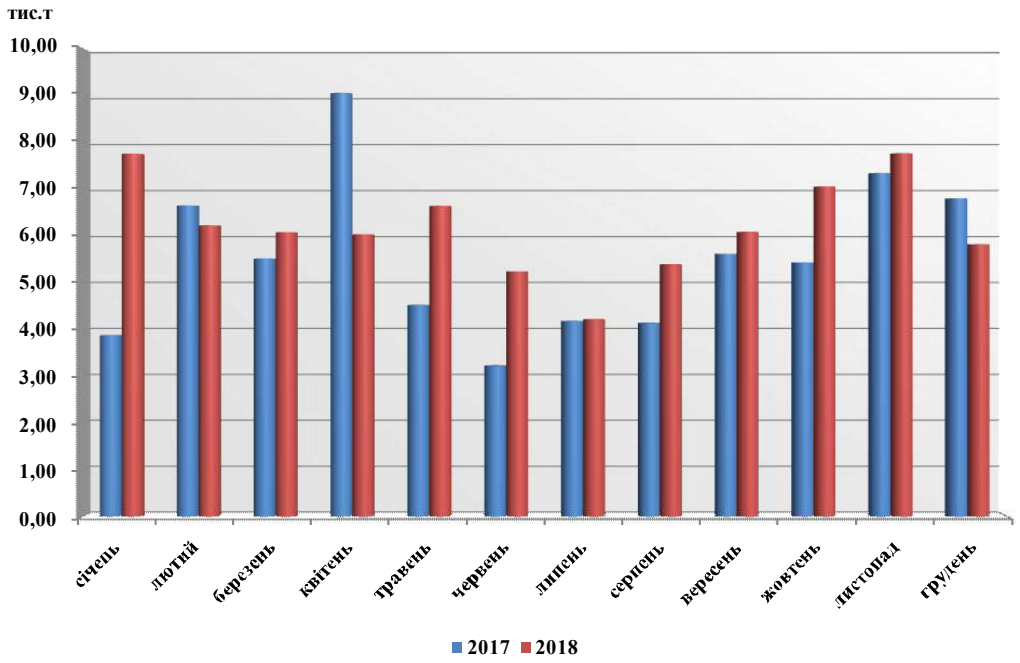


Рис. 9.6. Динаміка обсягів імпорту рису в Україну в 2017-2018 рр.
(Джерело: Державна служба статистики України)

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Обсяги імпорту співставні з обсягами вітчизняного виробництва. Експорт рису з України незначний, становить у середньому 4-6% від обсягів імпорту і суттєво не впливає на ринок рису в країні.

Структурувати імпортні надходження доцільно за товарною номенклатурою Митного тарифу України (за кодами класифікатору Української класифікації товарів зовнішньоекономічної діяльності). Зокрема рис класифікується за кодом 1006 і імпортується за такими категоріями:

– 1006100000 – рис у плівці;
– 1006200000 – рис лущений (коричневий);
– 1006300000 – рис напівобрушений або повністю обрушений, полірований чи неполірований, або глазурований чи неглазурований;
– 1006400000 – рис битий.

Рис-сирець та коричневий рис завозяться в країну в дуже незначних обсягах (менше 1%). Рис у плівці – це рис-сирець, в Україну за цією номенклатурною позицією завозиться в основному насіння рису. Слід зазначити, що в міжнародній торгівлі рис-сирець займає не більше 5% загального обсягу і цей сегмент ринку має тенденцію до зменшення. Рис лущений (коричневий рис) не набув широкої популярності в нашій країні. Основний обсяг імпорту здійснюється за номенклатурною позицією «Рис напівобрушений або повністю обрушений, полірований чи неполірований, або глазурований чи неглазурований», а також битий рис. Битий рис має нижчу ціну і використовується для виготовлення рисової муки і в такому вигляді як інгредієнт в різних продуктах харчування. Рис напівобрушений і обрушений реалізується загалом в вигляді рисової крупи. Зауважимо, що для порівняння цін на імпортну рисову крупу та крупу вітчизняного виробництва доцільно використовувати не загальну ціну імпортних надходжень, а саме ціну за номенклатурною позицією 1006300000 – рис напівобрушений або повністю обрушений, полірований чи неполірований, або глазурований чи неглазурований.

Ціна продукції рисівництва Цінова ситуація на вітчизняному ринку рису формується як на основі цін на переробних підприємствах України, так і на основі світових цін на рис. Ціни крупи рисової на споживчому ринку України в 2017-2018 рр. представлені на рис. 9.7.

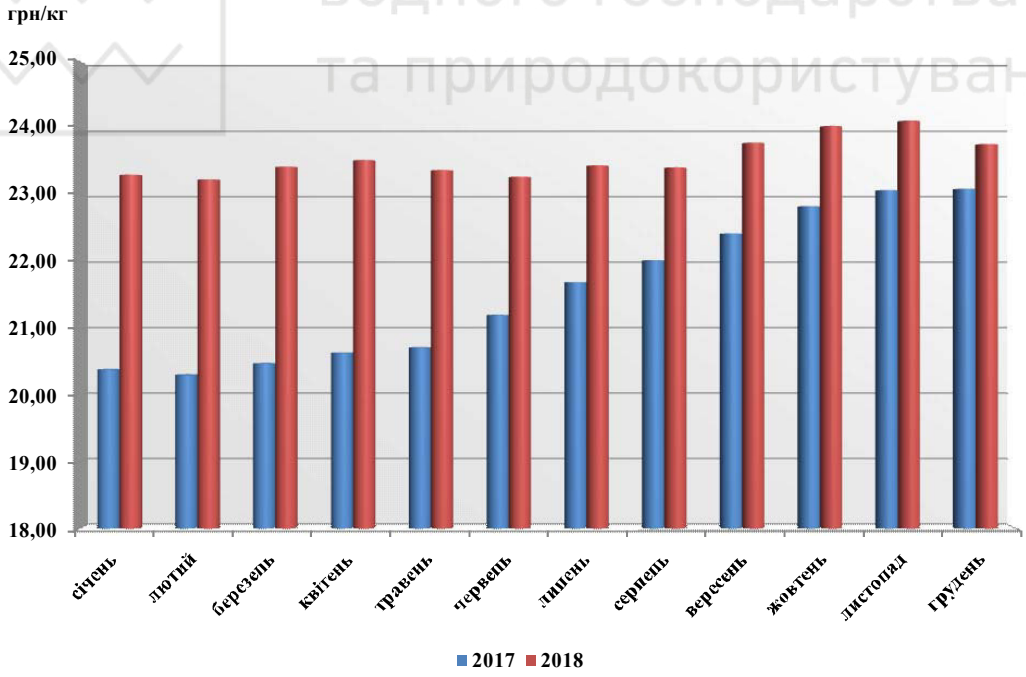


Рис. 9.7. Динаміка середніх споживчих цін на рис в Україні в 2017-2018 рр.
(Джерело: Державна служба статистики України)

Формування цін на крупу рисову в Україні значною мірою залежить від рівня світових цін, які зумовлені попитом і пропозицією на світовому ринку рису. Ціни експорту та імпорту рису представлені на діаграмах (рис. 9.8, 9.9).

Національний університет
водного господарства
та природокористування

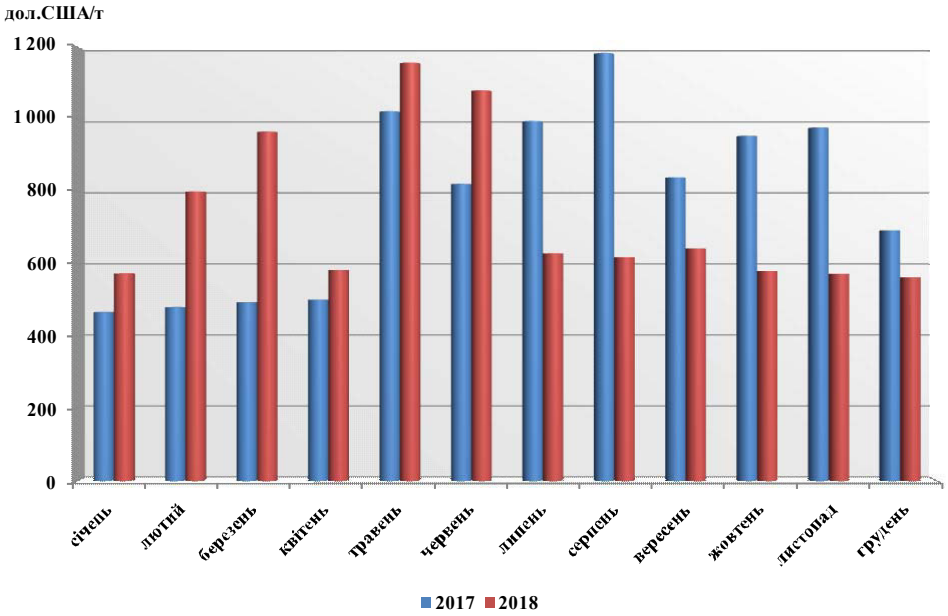


Рис. 9.8. Ціна експорту рису з України в 2017-2018 рр.
(Джерело: Державна служба статистики України)

Національний університет
водного господарства
та природокористування

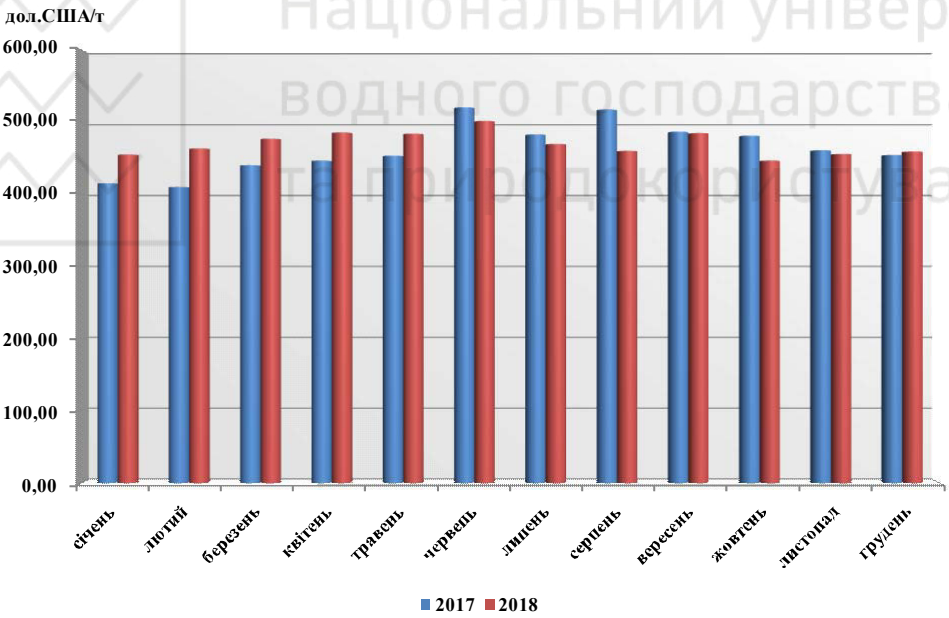


Рис. 9.9. Ціна імпорту рису в Україну в 2017-2018 рр.
(Джерело: Державна служба статистики України)

Таким чином, основними факторами, які мають суттєвий вплив на функціонування ринку рису на даний час:

– значне перевищення внутрішнього споживання над власним виробництвом продукції рисівництва, і таким чином, відсутність загрози перевиробництва, що дає рисівницьким господарствам упевненість у реалізації за ринковими цінами всієї виробленої продукції рисівництва;

– територіальна концентрація виробництва, що дає можливість сформувати та розвивати ефективну інфраструктуру і спільні переробні виробництва;

– залежність цін на продукцію рисівництва в Україні від світових цін на фоні постійного підвищення цін на харчові продукти у світі сприяє формуванню високих цін на продукцію рисівництва в нашій країні.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

9.3. Узгодження інтересів у зоні рисосіяння як зоні поліфункціонального призначення

9.3.1. Вихідні передумови до формування економічного механізму природокористування. Сучасний стан галузі рисівництва, її матеріально-технічна база об'єктивно вимагають створення цілісної системи державного регулювання і підтримки галузі за допомогою ефективних еколого-економічних інструментів мотивації екологізації природокористування.

Саме екологізація всіх галузей економіки, перехід до енерго- і ресурсозберігаючих технологій у промисловості та аграрному секторі забезпечить збереження рекреаційних природних ресурсів і природоохоронних територій, з одного боку, а з іншого – підвищення ефективності використання природно-ресурсного потенціалу регіону з метою переходу до сталого функціонування регіональної економіки. Екологізація природокористування у всіх галузях економіки сприятиме збереженню регіональної еколого-економічної системи і забезпечить сприятливі умови для життєдіяльності і добробуту людини.

Першочергові заходи з реалізації еколого-економічної політики у зоні рисосіяння повинні бути направлені на скорочення негативного впливу на навколишнє середовище. Виходячи з причин, що викликали екологічну кризу, та враховуючи діючу практику і тенденції на найближчу перспективу, формування економічного механізму природокористування на національному та регіональному рівнях в умовах ринкових відносин повинно включати такі напрямки:

– облік і соціально-економічне оцінювання природно-ресурсного потенціалу та екологічного стану території;

– просторове планування охорони навколишнього середовища і раціонального використання природних ресурсів;

– фінансово-кредитний механізм природокористування;

– механізм платного природокористування;

– економічне стимулювання;

– удосконалення системи відшкодування збитків, завданих порушенням природоохоронного законодавства;

– удосконалення організаційно-економічних методів природокористування;

– формування ринку екологічних послуг;

– екологічне страхування та екологічний аудит.

При визначенні раціональних параметрів сільськогосподарського природокористування слід керуватись відповідними принципами та специфічними вимогами територіального управління природокористуванням.

Основними принципами і вимогами збалансованого природокористування у зоні рисосіяння України є:

– збалансованість використання природно-ресурсного потенціалу;

– оптимальне співвідношення інтенсивного та екстенсивного типів розвитку економіки регіону;

– врахування взаємовпливу компонентів навколишнього середовища;

– створення системи природоохоронних територій із метою підтримки оптимального екологічного балансу регіону.

9.3.2. Оцінювання еколого-меліоративного стану зрошуваних земель рисових систем. РЗС України є інженерно-технічними об'єктами, що можуть стати екологічно небезпечними. Зона рисосіяння України визнана відкритою еколого-економічною системою, яка створена для задоволення поліфункціональних потреб суспільства регіону, у межах якої діють певні протиріччя між економічним розвитком регіону і станом його навколишнього середовища.

Сучасні тенденції створення і розвитку еколого-економічних систем свідчать про існуючі диспропорції між економічним потенціалом систем та економічними вимогами суспільства до систем, що приводить до незворотних витрат біогеоценозів природних ландшафтів. При створенні штучних об'єктів і організації виробничих процесів на них домінуючим є принцип надмірного впливу на навколишнє природне середовище цих же штучних об'єктів, що створюють еколого-економічну систему.

Створення РЗС та організація виробництва на них достатніх обсягів продукції, що диктувалось потребами суспільства, вимагало використання значних об'ємів зрошувальної води, інтенсивних технологій вирощування рису із застосуванням великої кількості мінеральних добрив, хімічних засобів захисту рослин. Це і стало головною причиною виникнення певних ризиків, негативно впливаючих на екологічний стан самих рисових систем і навколишнього середовища.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Сутність проблеми полягає у погіршенні стану земельних ресурсів (зниженні родючості ґрунтів і запасу гумусу; порушенні ґрунтового живлення; вторинному засоленні й осолонцюванні; забрудненні ґрунтів пестицидами і мінеральними добривами; підтоплення земель), а також у забрудненні водних ресурсів.

На сьогодні проблеми охорони навколишнього середовища і раціонального використання ресурсів в області зрошення полягають у комплексному врахуванні усіх наслідків господарської діяльності людини з послідуючою розробкою і впровадженням усіх можливих організаційних і технічних заходів, направлених на підтримання задовільного еколого-меліоративного стану ґрунтів.

На поведінку РЗС впливає велика кількість чинників, головними з яких є природні (середньомісячна температура повітря, опади) та антропогенні (площі зрошення, коефіцієнт земельного використання, водоспоживання сільськогосподарських культур, середня зрошувальна норма, ККД системи, типи рисових карт, протяжність, конструкція і параметри зрошувальної і дренажно-скидної мереж тощо)

Усі ці чинники у сукупності і визначають еколого-меліоративний стан зрошуваних земель рисових систем, який є лімітуючим фактором росту урожайності рису і супутніх культур.

Еколого-меліоративний стан є незадовільним, якщо відбувається вторинне засолення земель. В умовах РЗС кризовим еколого-меліоративним станом прийнято рахувати підйом РГВ до глибини, близької до критичної, коли може початись засолення ґрунтів, катастрофічним, коли засолення вже наступило. Відповідні критерії для виділення зон екологічної напруги за ступенем вторинного засолення наведені у табл. 9.10.

Таблиця 9.10

Критерії для виділення зон екологічної напруги за ступенем вторинного засолення ґрунтів

Ступінь засолення	Площа проявлення показників, %			
	<5	5-19	20-50	>50
Незасолені	1	1	1	1
Слабозасолені	2	2	2	2
Середньозасолені	2	3	3	4
Сильнозасолені	3	3	4	5
Солончаки	3	4	5	5

Примітка. Зони: 1 – відносно благополучна; 2 – екологічного ризику; 3 – екологічної кризи; 4 – екологічної біди; 5 – екологічної катастрофи.

Для рисових систем України, більшість яких побудована на територіях зі складними гідрогеологічними умовами з малопотужною зоною аерації, крім вторинного засолення, ще більш актуальним є заболочення та пов'язані з ним негативні ґрунтові процеси, що мають місце при тривалому перезволоженні. Найбільш суттєвий вплив на меліоративні умови здійснюють ґрунтові води, які на зазначених територіях під впливом фільтрації зі зрошувальних каналів та їхніх гіпсометричних характеристик швидко піднімаються до поверхні.

Випереджувальний підйом РГВ у період початкового затоплення рисових полів, незначна потужність та достатньо висока водопроникність ґрунтів зони аерації у комплексі не забезпечують дотримання головного принципу еколого-меліоративного затоплення – змикання поверхневих і ґрунтових вод на глибині нижче висоти максимальної капілярної кайми. Така ситуація не тільки є причиною формування незадовільного аераційного режиму ґрунтів, а й може призвести до іригаційного засолення ґрунтів, оскільки разом із ґрунтовими водами піднімаються і розчинені у них солі, у тому числі і токсичні. Найбільш активно такі процеси спостерігаються у приканальних зонах та на більшій частині площ поливних карт, крім придренних зон.

У наступні технологічні періоди вирощування рису гідрогеологічна обстановка, що створилась у період початкового затоплення, зберігається до тих пір, поки зрошувальні канали заповнені водою і рівні води у них підтримують напірність ґрунтових вод, тобто до кінця зрошувального сезону. Малопотужна дренажна мережа не забезпечує достатнє розвантаження ґрунтових вод, створюючи задовільний меліоративний режим тільки на незначній ширині поливної карти (до 35 м), прилягаючої до дренажно-скидного каналу. У центральній частині поливних карт і в приканальних зонах зберігаються незадовільні меліоративні умови, що впливає на тривалість промивки та порушує перебіг окисно-відновних процесів у бік активізації відновних і уповільнення окисних реакцій у ґрунтах, безпосередньо впливаючи на їхню родючість.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Шанси відновити родючість ґрунтів появляються із закінченням поливного сезону, коли зникають причини підтримання ґрунтових вод у підпертому режимі, а дренажна мережа спроможна забезпечити швидке зниження їхнього рівня до відповідних меж, гарантуючих позитивний хід окисно-відновних процесів у ґрунтах.

Тому в Україні головним показником меліоративного стану рисових зрошувальних систем є глибина стояння РГВ у міжвегетаційний період. Обґрунтовується така оцінка окисними і мікробіологічними процесами у ґрунтах зони аерації, що знаходяться у тісному зв'язку з водно-фізичними і, у першу чергу, капілярними властивостями останніх.

Відомо, що середня глибина РГВ у міжвегетаційний період, яка забезпечує відновлення родючості ґрунтів, становить 1,5-1,6 м. За результатами досліджень питома вага площ РЗС, розміщених на територіях зі складними гідрогеологічними умовами, з глибиною залягання ґрунтових вод у міжвегетаційний період до 1,5 м становить від 30-45%, тобто практично половина зрошуваних площ цих систем знаходяться у незадовільному меліоративному стані.

Оцінювання фактичного еколого-меліоративного стану зрошуваних земель рисових систем за РГВ у міжвегетаційний період можна проводити за даними таблиці (табл. 9.11).

Таблиця 9.11

Оцінювання фактичної еколого-меліоративної стійкості земель РЗС до зрошення за РГВ у міжвегетаційний період

Показник оцінки	Фактична еколого-меліоративна стійкість, бали				
	стійкі 0,2	умовно стійкі, 1,0	умовно нестійкі, 5,0	нестійкі, 25,0	дуже нестійкі, 125,0
Середня за міжвегетаційний період глибина РГВ, м	> 2,2	2,2-1,8	1,8-1,5	1,5-1,0	< 1

Одним із конструктивних заходів покращення еколого-меліоративного стану зрошуваних земель рисових систем є збільшення дренованості рисових полів за рахунок збільшення ступеня розвитку дренажної мережі. Це можливо за рахунок влаштування систематичного внутрішньокартового дренажу.

9.3.3. Стратегічні вектори еколого-збалансованого розвитку зони рисосіяння. Розвиток господарсько-виробничого комплексу регіону рисосіяння передбачає економне і комплексне використання природних ресурсів та зниження негативного впливу господарської діяльності на стан навколишнього природного середовища. У комплексному плані стратегічного розвитку повинен бути присутнім механізм забезпечення національних інтересів на рівні регіону. Наявність такого механізму дозволить мати чітке уявлення щодо використання й охорони територій, які мають державне значення природоохоронних. Комплексний план є базою для прийняття рішень у сфері природокористування та економічного розвитку регіону, які погоджуються з державним законодавством у сфері охорони довкілля.

План розвитку повинен передбачати шляхи вирішення існуючих екологічних, економічних і соціальних проблем, пов'язаних з якістю і кількістю природних ресурсів, а також визначати шляхи зрівноваження різних суспільних інтересів, попереджувати можливі конфліктні ситуації і забезпечувати умови збалансованого природокористування у зоні потенційного еколого-економічного ризику Причорноморського регіону. Стратегія досягнення балансу інтересів у сфері природокористування затверджується після врахування інтересів держави, природокористувачів і суспільства. Забороненими імперативами повинні бути:

– недопущення порушення природних ландшафтів. У теперішній час у світі відмічається значний дефіцит природних непорушених ландшафті, який у подальшому буде збільшуватися. Збереження природних ландшафтів має як екологічне, так і економічне значення;

– законодавча заборона освоєння недоторканих господарською діяльністю територій;

– недопущення зниження рівня контролю за станом навколишнього природного середовища;

– недопущення порушення заповідного режиму на територіях і акваторіях, що знаходяться під охороною;

– недопущення зниження витрат на заходи щодо охорони навколишнього природного середовища, у тому числі і на наукові дослідження даної проблеми.

Важливим фактором досягнення ефективного економічного розвитку регіону є орієнтація на використання біокліматичного та рекреаційного потенціалу, а також географічного положення.

Особливого значення для економічного розвитку суспільства набуває власність на землю. Необхідно розробити оптимальну форму володіння землею, яка б визначала не тільки права, а й обов'язки. Повинні бути чітко визначені обмеження, які не допускають екологічних порушень при

Національний університет
водного господарства
та природокористування

землеволодінні і землекористуванні, а проти порушників необхідно застосовувати покарання, у деяких випадках і припиняти право власності на землю.

Не менш важливим природним ресурсом для суспільства є водні ресурси, завдяки яким розвивається водне господарство та аграрний сектор економіки. Однак господарсько-виробнича діяльність на суші може негативно вплинути на стан водного середовища як поверхневих і підземних джерел водних ресурсів, так і акваторії Чорного моря.

Із метою ефективного функціонування господарсько-виробничого комплексу необхідно забезпечити централізацію і децентралізацію управління його розвитком між органами державного, регіонального та місцевого рівнів управління (макро-, мезо- і мікрорівнях).

На макрорівні:

– розробка стратегії еколого-економічного розвитку регіону як складової національної доктрини країни;

– координація інвестиційно-інноваційних моделей розвитку регіонів із урахуванням «точок зростання» та рівня депресивності територій;

– здійснення фінансово-кредитного регулювання грошового обігу та формування цінової політики у сфері природокористування.

На мезорівні:

– розробка та впровадження соціальних, економічних і екологічних програм розвитку регіонів;

– визначення екологічної ємності території для розміщення нових виробництв і виробничих об’єктів;

– постійний моніторинг стану навколишнього природного середовища;

– забезпечення раціонального використання, збереження та відновлення природно-ресурсного потенціалу регіону з урахуванням поліфункціонального статусу територій;

– створення умов для розв’язання та запобігання конфліктам і протиріччям у сфері природокористування;

– формування інвестиційного клімату та активізація інноваційного потенціалу регіону;

– розробка заходів щодо зниження екологічної депресивності територій та забезпечення належних умов життєдіяльності населення.

На мікрорівні:

– управління раціональним використанням земельних, водних, лісових і рекреаційних ресурсів;

– управління просторовим розвитком території за допомогою економічних важелів (податків, штрафів, пільг тощо);

– формування ефективного механізму відповідальності та контролю;

– реалізація моделі партнерства між різними сегментами у сфері природокористування.

Комплексне планування розвитку повинно враховувати пріоритетність кожного інтересу щодо використання того чи іншого природного ресурсу, включати обґрунтовану класифікацію інтересів суспільства та можливостей природно-ресурсного потенціалу. На підставі комплексного плану розробляються принципи водовикористання і землекористування. При розробці класифікації інтересів, потреб і можливостей необхідно враховувати існуючу нормативно-законодавчу базу у сфері використання і охорони природних ресурсів, а також думки та обґрунтування населення регіону.

Місія регіону формується на основі існуючого природно-ресурсного потенціалу та історично визначеного господарсько-виробничого комплексу. Що стосується зони рисосіяння України, то місія регіону передбачає вирішення існуючих екологічних, економічних, соціальних проблем із метою забезпечення якісних умов життєдіяльності та добробуту суспільства шляхом комплексного розвитку галузей промисловості, сільського господарства та рекреаційно-туристичного комплексу. Завдяки наявному природно-кліматичному та природно-ресурсному потенціалу перевага віддається розвитку галузей економіки та рекреаційно-туристичного комплексу.

Однак, упродовж багатьох років між аграрним сектором економіки, а особливо галуззю рисівництва і розвитком рекреаційно-туристичного комплексу виникає значна низка протиріч. Частина протиріч має бути знята за допомогою еколого-економічного зонування прибережної території сільськогосподарського призначення. Інша частина протиріч може бути знята у результаті реконструкції та модернізації підприємств господарсько-виробничого комплексу.

Реконструкція підприємств галузі рисівництва базується на застосуванні системно-екологічного підходу з використанням інструментів екологічного аудиту, інжинірингу, маркетингу, освіти та розробки екологічних моделей підприємств галузі.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Дослідження особливостей природокористування у зоні рисосіяння свідчить, що майже у кожній галузі регіону має місце низький рівень використання еколого-безпечних та ресурсозберігаючих технологій, механізації та автоматизації виробничих процесів, технології залишаються природоємними, а виробничі процеси мають низький коефіцієнт ресурсовіддачі. Результатом цього є наявність необґрунтованих витрат природних ресурсів, що призводить до появи екологічно депресивних територій.

Створення систем екологізації технологій і технологічних процесів дозволить:

– забезпечити поетапне впровадження енерго- і ресурсозберігаючих технологій вирощування рису і супутніх сільськогосподарських культур;

– впровадити маловідходні та безвідходні технології у виробництво та переробну промисловість;

– створити екологічно безпечні системи захисту сільськогосподарських культур від шкідників та захворювань;

– знизити обсяги водоподачі при вирощуванні рису на 30%;

– посіви рису повинні займати 50% сівозмінної площі і розміщуватися по кращих попередниках;

– забезпечити підвищення родючості ґрунтів за рахунок науково обґрунтованого набору супутніх сільськогосподарських культур;

– підтримувати оптимальний еколого-меліоративний режим РЗС та прилеглої території.

За рахунок екологізації інженерних рішень можливо:

– забезпечити реконструкцію зрошувальних систем за допомогою впровадження інноваційних проектів та програм;

– запланувати етапи впровадження закритих чекових систем у відповідності із зонуванням прибережних територій;

– виключити відведення за межі РЗС дренажних і скидних вод;

– збільшити коефіцієнт земельного використання з 0,78 до 0,93;

– підтримувати належний стан гідротехнічних споруд згідно з експлуатаційними вимогами;

– виконувати агротехнічні заходи у повному обсязі згідно з інноваційними технологіями, забезпечити належний нагляд за ґрунтами, підтримувати їхню родючість тощо) як засіб попередження засолення та осолонцювання ґрунтів і їхньої деградації.

Інтегрований ефект від впровадження екологізації виробництва буде досягнутий за рахунок:

– підвищення екологізації управлінської діяльності;

– прискорення вирішення існуючих екологічних, економічних і соціальних проблем у зоні рисосіяння;

– впровадження міжнародних стандартів в охорону довкілля регіону;

– підвищення рівня управління екологічними об’єктами і процесами;

– створення достовірної постійно діючої інформаційної бази;

– підвищення екологічної безпеки виробництва галузі рисівництва;

– забезпечення інвестиційно-інноваційного механізму у галузі рисівництва;

– зменшення непередбачених витрат на виплату штрафів за понадлімітне та нераціональне використання природних ресурсів;

– екологічного оздоровлення прилеглої території та акваторії Чорного й Азовського морів;

– зменшення витрат водних ресурсів на 30%;

– зменшення впливу сільськогосподарського виробництва на стан земельних ресурсів зони рисосіяння;

– запобігання скидів ДСВ у акваторію Чорного й Азовського морів;

– збереження якісних рекреаційних ресурсів для розвитку рекреаційно-туристичного комплексу, оздоровлення, лікування та відпочинку населення;

– повторного використання ДСВ;

– зниження конфліктності інтересів у сфері природокористування зони рисосіяння;

– поступового зниження рівня екологічного і економічного ризику під час функціонування еколого-економічної системи зони рисосіяння.

Екологізація галузі рисівництва забезпечить досягнення принципів еколого-збалансованого природокористування та зниження конфліктів інтересів між природокористувачами та громадськістю. Головним стимулюючим фактором при цьому залишається поліпшення умов життєдіяльності, добробуту та якості життя населення Причорноморського регіону.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

9.4. Економічна ефективність галузі рисівництва

В Україні набутий достатній досвід у вирощуванні рису, який може слугувати для оптимізації функціонування галузі в нинішніх умовах. Історично склалося, що галузь рисівництва в країні почала своє становлення ще в 30-ті роки минулого століття. За цей час рисівники опанували нові технології виробництва й перейшли від примітивних зрошувальних систем до зрошувальних систем інженерного типу з можливістю застосування механізованого й автоматизованого обробітку ґрунту, здійснення гідромеліорацій та збирання врожаю.

Культура рису представляє рід однорічних і багаторічних трав'янистих рослин сімейства злаків, що відноситься до круп'яних культур. Один і той же вид рису, оброблений по-різному, має різний колір, смак, поживні властивості і час приготування. За видом обробки рис поділяють на коричневий, білий (шліфований білосніжний рис - найпоширеніший тип обробки) і пропарений (спеціально оброблений паром в цілях утримання вітамінів і мінералів в зерні, а не у висівковій оболонці). Рис в Україні набирає все більшого поширення у харчових раціонах населення, як і в багатьох країнах Європи.

Вітчизняне рисівництво, як унікальна галузь зрошуваного землеробства, є важливою структурною одиницею агропромислового виробництва, яка визначається власними особливостями організаційно-економічного та еколого-виробничого характеру. Зазначимо, що на науковій основі рис в Україні почали вирощувати після будівництва Північно-Кримського магістрального зрошувального каналу, Краснознам'янської зрошувальної системи та рисових зрошувальних систем дельти р. Дунаю. Всього було побудовано 62 тис. га РЗС (табл. 9.12).

Таблиця 9.12

Структура та розміщення площ рисових зрошувальних систем в Україні*

Адміністративно-територіальна одиниця		Загальна площа рисових зрошувальних систем	
Область/АР	Адміністративний район	всього, га	до загальної площі, %
АР Крим	Джанкойський	2700,00	4,40
	Красноперекопський	13192,00	21,30
	Нижньогірський	7788,00	12,50
	Роздольненський	6085,00	9,80
	Совєтський	1598,00	2,60
Всього в АР Крим		31363,00	50,60
Одеська область	Ізмаїльський	2814,00	4,50
	Кілійський	10171,00	16,40
Всього в Одеській області		12985,00	20,90
Херсонська область	Голопристанський	2745,00	4,50
	Каланчацький	7896,00	12,70
	Скадовський	7014,00	11,30
Всього в Херсонській області		17655,00	28,50
Всього в Україні		62003,00	100,00

*Примітка** За даними районних управлінь агропромислового розвитку Херсонської, Одеської областей та АР Крим за 2014 р.

Більш як за 50-річну історію вітчизняного рисівництва, галузь переживала різні етапи функціонування, але по-справжньому рисівництвом в Україні зайнялися лише в 60-і роки минулого століття. На той час в Україні, як уже було зазначено, створено потужний потенціал рисосіяння, збудовано інженерні рисові зрошувальні системи. Посівні площі під рисом знаходилися в ті роки на рівні 26,1-37,8 тис. га (табл. 9.13).

Рис на малопродуктивних раніше землях не тільки давав високі врожаї, а й, завдяки гідромеліоративній технології його вирощування, сприяв створенню умов для вирощування в сівозміні суходільних культур, що стало основою інтенсивного розвитку галузей тваринництва. Високий економічний ефект, який господарства мали від вирощування рису й супутніх культур, сприяв притоку й закріпленню трудових ресурсів, розбудові інфраструктури та організації сільських територій у зоні сухого степу.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Таблиця 9.13

Середньорічне виробництво рису та його динаміка в Україні за 1961-2014 рр.*

Роки	Валовий збір, тис. т	Зібрана площа, тис. га	Урожайність, т/га
1961-1965	20,70	4,10	5,05
1966-1970	130,80	26,10	5,01
1971-1975	181,80	37,80	4,81
1976-1980	141,10	38,30	3,68
1981-1985	163,70	34,70	4,72
1986-1990	179,80	33,30	5,39
1991-1995	83,88	23,00	3,65
1996-2000	74,92	22,82	3,28
2001-2005	80,33	20,58	3,90
2006-2010	119,83	23,26	5,15
2011-2014	130,55	22,24	5,75

*Примітка** За даними Інституту рису Національної академії аграрних наук України, 2015 р.

Слід зазначити, що найбільшого розквіту галузь рисівництва досягла у 70-х роках минулого століття, коли посівні площі сягали 37,8 тис. га при середній врожайності рису по республіці 48,10 ц/га. Загальний кризовий стан економіки країни після 1990 р. позначився і на ефективності рисівництва. Це знайшло відображення у скороченні посівних площ, зменшенні врожайності, зниженні валового збору рису (табл. 9.14). За період 1991-1995 рр. середнє виробництво рису в Україні скоротилося до 83,9 тис. т, а за наступні п'ять років до 74,9 тис. т.

Таблиця 9.14

Основні виробничо-економічні показники розвитку галузі рисівництва в Україні за 1991-1999 рр., тис. т*

Рік	АР Крим			Одеська область			Херсонська область			Україна		
	Валовий збір	Зібрана площа	Урожайність	Валовий збір	Зібрана площ	Урожайність	Валовий збір	Зібрана площа	Урожайність	Валовий збір	Зібрана площа	Урожайність
1991	83,7	16,4	5,10	11,4	3,6	3,17	8,1	3,1	2,61	103,2	23,1	4,47
1992	72,5	16,2	4,48	11,8	4,5	2,62	6,0	3,5	1,71	90,3	24,2	3,73
1993	49,2	15,7	3,13	12,4	4,5	2,76	5,1	3,2	1,59	66,7	23,4	2,85
1994	58,7	15,2	3,86	14,9	4,4	3,39	5,5	2,7	2,04	79,1	22,3	3,55
1995	61,2	15,1	4,05	13,3	4,4	3,02	5,6	2,5	2,24	80,1	22,0	3,64
1996	64,2	15,3	4,20	10,6	4,3	2,47	6,9	3,3	2,09	81,7	22,9	3,57
1997	49,2	15,5	3,17	13,4	4,3	3,12	5,0	3,5	1,43	67,6	23,3	2,90
1998	55,3	14,3	3,87	10,3	3,6	2,86	6,0	2,8	2,14	71,6	20,7	3,46
1999	44,4	15,3	2,90	11,1	3,6	3,08	8,5	3,1	2,74	64,0	22,0	2,91
1999 у % до 1991	53,05	93,29	56,86	97,37	100	97,16	104,94	100	104,98	62,02	95,24	65,10

*Примітка** За даними Інституту рису НААН.

Причини, що призвели до спаду розвитку галузі та скорочення виробництва рису в Україні:

– перевантаження рисових сівозмін культурою затоплюваного рису. У перші роки освоєння засолених земель його вирощували як монокультуру для промивки ґрунтів. У подальшому після опріснення верхнього шару ґрунту проектом ведення галузі передбачалось до 57% затоплюваного рису в сівозміні. Тривале затоплення призвело до погіршення окисно-відновних умов, фізичних, водно-фізичних і фізико-хімічних властивостей ґрунтів, їхнього поживного режиму, а також інтенсивного розвитку болотних бур'янів;

Національний університет
водного господарства
та природокористування

– застосування підвищених доз гербіцидів для боротьби з бур'янами на рисових системах, особливо за допомогою авіації, сприяло попаданню їх в дренажно-скидні канали, а через них в річки і затоки морів, що призвело до їхнього забруднення. Тому у суспільстві почало формуватися негативне відношення громадськості щодо вирощування рису і призвело до значного скорочення його посівів;

– в процесі розпаювання і приватизації земель кожна функціонально цілісна рисова зрошувальна система (зрошувальна, дренажно-скидна мережа каналів із гідротехнічними спорудами на ній, насосні станції) була розподілена на міжгосподарську та внутрішньогосподарську без належного науково-технічного і правового обґрунтування. Як наслідок, це значно погіршило умови експлуатації та відтворення РЗС;

– основною причиною зменшення площі посівів та падіння урожайності рису є порушення технології його вирощування і водного режиму в нестійких гідромеліоративних умовах сухостепових агроландшафтів, а також скрутне фінансово-економічне становище більшості рисівницьких підприємств, подорожчання енергоносіїв, води, оренди землі.

Починаючи з 2000 р., спад вдалося призупинити й, певною мірою, повернути втрачені позиції. Нині галузь рисівництва в Україні розвивається підвищеними темпами. Так, за період 2000-2014 рр. спостерігаються зростання обсягів виробництва високоякісного зерна рису (у 2014 р. валовий збір зерна становив 145,05 тис. т), розширення посівних площ під цією культурою (площа збільшилася від 18,8 тис. га до 24,2 тис. га), підвищення врожайності рису до 62,1 ц/га (у 2013 р.) (табл. 9.15).

Таблиця. 9.15

Виробничо-економічні показники виробництва рису та їх динаміка в Україні за 2000-2014 рр., тис. т*

Рік	АР Крим			Одеська область			Херсонська область			Україна		
	Валовий збір	Зібрана площа	Урожайність	Валовий збір	Зібрана площ	Урожайність	Валовий збір	Зібрана площа	Урожайність	Валовий збір	Зібрана площа	Урожайність
2000	64,2	15,9	4,04	11,3	4,5	2,51	15,5	5,6	2,77	90,1	25,3	3,56
2001	63,3	15,7	4,03	11,1	4,1	2,70	15,3	5,4	2,84	89,7	25,2	3,56
2002	47,8	12,0	3,99	7,7	3,0	2,56	13,3	3,8	3,51	68,9	18,8	3,66
2003	49,4	11,7	4,23	7,8	2,9	2,69	18,2	4,3	4,23	75,4	18,9	3,99
2004	57,0	14,2	4,01	8,2	3,2	2,58	18,8	5,0	3,75	84,0	22,4	3,75
2005	50,7	13,3	3,81	7,8	2,7	2,89	21,9	5,4	4,05	80,4	21,4	3,76
2006	60,6	13,2	4,59	8,8	2,5	3,53	23,5	5,7	4,13	93,0	21,4	4,34
2007	59,8	13,3	4,50	10,1	2,5	4,06	29,6	5,8	5,10	99,5	21,6	4,61
2008	67,9	12,7	5,35	8,4	2,6	3,22	31,7	5,8	5,47	108,0	21,1	5,12
2009	61,2	12,2	5,01	9,5	2,2	4,34	30,1	5,4	5,57	100,8	19,8	5,09
2010	94,9	15,5	6,12	12,0	2,8	4,30	36,0	6,2	5,81	142,9	24,5	5,83
2011	96,5	18,2	5,30	14,0	3,2	4,38	37,4	7,9	4,73	147,9	29,3	5,05
2012	103,3	18,0	5,74	17,4	3,5	4,97	49,1	8,1	6,07	169,9	29,6	5,74
2013	99,6	15,5	6,43	13,7	3,2	4,31	46,5	7,1	6,56	159,8	25,8	6,21
2014	80,95	13,5	6,00	17,14	3,2	5,36	46,96	7,5	6,26	145,05	24,2	5,99
2014 у % до 2000	126,09	84,91	148,51	153,98	71,11	213,55	302,97	133,93	225,99	160,99	95,65	168,26

*Примітка** За даними Державної служби статистики України, 2015 р.

Як свідчать дані табл. 9.15, валові збори рису за останні 14 років підвищилися у 2 рази, урожайність зросла на 40% при практично незмінних і навіть зменшених посівних площах. При цьому найвищих показників ефективності галузь досягла у Херсонській області. Щодо методики оцінки еколого-економічної ефективності функціонування галузі рисівництва, зазначимо, що надзвичайне значення та актуальність має розрахунок галузевої та функціонально-галузевої економічної ефективності.

Для проведення аналізу економічної ефективності діяльності окремих сільськогосподарських

Національний університет
водного господарства
та природокористування

підприємств галузі рисівництва необхідно визначення таких даних: зібрана площа, га; валовий збір, ц; урожайність, ц/га; виробнича собівартість 1 ц, грн; повна собівартість 1 ц, грн; ціна 1 ц, грн; прибуток від реалізації 1 ц, грн; рентабельність, %; товарність, %; продуктивні і непродуктивні витрати води, т/га, % до загального обсягу водокористування; витрати на гідромеліорацію, грн/га та їх частка у структурі витрат, %.

У системі показників економічної ефективності діяльності і використання виробничо-ресурсного потенціалу галузі рисівництва, на нашу думку, найважливішим є виробнича собівартість. Її зниження можливо за умов інтенсифікації сільськогосподарського виробництва та впровадження інновацій; раціонального використання природних ресурсів; підвищення продуктивності праці; удосконалення галузевої структури підприємств з орієнтацією на вимоги ринку і системи управління.

Отже, ефективність є однією з найбільш вагомих категорій. На її зростання спрямований весь комплекс дій щодо сприяння розширеному відтворенню галузі рисівництва. Варто зазначити, що еколого-економічну ефективність можна категорією, яка окреслює черговість етапів розвитку виробництва рису та використання виробничих ресурсів для цього. Натомість, її аналіз вкладається в сутність різних господарських періодів, протягом яких мала місце діяльність у сфері рисівництва.

В Україні під урожай 2014 р. сільськогосподарськими підприємствами (без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим) рис було висіяно на площі 9,4 тис. га. Порівняно з 2013 р., загальна посівна площа зменшилася на 12,2 тис. га. Валовий збір зерна рису становив 47,4 тис. т. У 2014 р. на кожному реалізованому центнері рису одержано по 168,1 грн. прибутку, а рентабельність виробництва рису становила 57,6% (табл. 9.16).

Таблиця 9.16

Економічна ефективність виробництва рису сільськогосподарськими підприємствами в Україні за 2011-2014 рр.*

Показник	Рік				Відхилення 2014 р. від 2011 р.,+,-
	2011	2012	2013	2014	
Кількість господарств, од.	43	38	42	22	-21
Зібрана площа, тис. га	25,94	23,09	21,50	9,35	-16,59
Валовий збір, тис. т	153,12	146,67	131,57	47,43	-105,69
Урожайність, ц/га	59,0	63,5	61,3	50,7	-8,3
Виробнича собівартість 1 ц, грн	175,73	174,46	208,72	306,80	131,07
Реалізовано, тис. т	53,49	86,60	81,00	31,36	-22,13
Повна собівартість 1 ц, грн	202,34	195,09	221,78	291,68	89,34
Ціна 1 ц, грн.	222,23	216,37	262,12	459,80	237,57
Прибуток всього, тис. грн	10641	18430	32599	52716	42075
Прибуток від реалізації 1 ц, грн	19,89	21,28	40,24	168,12	148,23
Рентабельність, %	9,8	10,9	18,1	57,6	47,8
Товарність, %	34,9	59,0	61,6	66,1	31,2

*Примітка** Розраховано автором на основі даних Державної служби статистики України

Зернова галузь у господарствах степової зони України посідає провідне місце за обсягами і дохідністю виробництва та за сучасних умов має бути зорієнтована на інноваційний інтенсивний тип розвитку, використання наукоємних ефективних технологій та пріоритетне впровадження інших організаційно-економічних і технологічних новацій. Серед зернових культур високі та стабільні врожаї на зрошуваних землях півдня країни, як було виявлено, дає нетрадиційна для сільськогосподарських зон помірного кліматичного поясу культура рису.

Вирощування рису пов'язане з особливостями агроресурсного потенціалу території, агроекологічними умовами ландшафтів, які більшою мірою у випадку рисівницької спеціалізації підлягають антропогенному втручанню та регулюванню. Тому рис серед усіх злаків має найбільші перспективи підвищення продуктивності. Крім того, на малопродуктивних, вторинно засолених й осолонцьованих ґрунтах в умовах Причорномор'я та північної частини Криму сільськогосподарська культура затоплюваного рису сприяє підвищенню ефективності використання і покращенню еколого-агромеліоративного стану зрошуваних земель.

Виконання програмних заходів із реконструкції та відновлення внутрішньогосподарської

Національний університет
водного господарства
та природокористування

мережі рисових зрошувальних систем, проведення капітального планування чеків забезпечить не тільки роботу систем у проектному режимі, але й зменшить кількість непродуктивних втрат зрошувальної води як під час її подачі до рисових полів, так і під час вегетації рису. На даний час середня зрошувальна норма рису по Україні коливається у межах 25-27 тис. м^3/га (табл. 9.17).

Інститутом рису НААН розроблена та впроваджена технологія вирощування рису з врахуванням вимог охорони довкілля в господарствах України, яка забезпечує зменшення зрошувальної норми до 15-18 тис. м^3/га, що у разі широкого застосування на всіх рисових полях дозволить зменшити загальне споживання зрошувальної води при 25 тис. га посівних площ рису на 250 млн м^3.

Таблиця 9.17

Щорічна потреба у воді для зрошення рису в Україні за 2009-2014 рр.

Показники	Од. виміру	Роки					
		2009	2010	2011	2012	2013	2014
Зрошувальна норма	тис. м^3	24,0	23,0	22,0	21,0	20,5	20,0
Україна							
Посівна площа	тис. та	26,0	27,0	28,0	29,0	30,0	31,0
Потреба в воді для зрошення	тис. м^3	624	621	616	609	615	620
АР Крим							
Посівна площа	тис. та	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	18,8
Потреба в воді для зрошення	тис. м^3	396	391	385	378	380	376
Херсонська область							
Посівна площа	тис. га	6,5	7,0	7,3	7,6	7,8	8,0
Потреба в воді для зрошення	тис. м^3	156	161	160	160	160	160
Одеська область							
Посівна площа	тис. га	3,0	3,3	3,6	3,8	4,0	4,2
Потреба в воді для зрошення	тис. м^3	72	76	79	80	82	84

Рис – високотехнологічна культура, яка без застосування матеріальних та технічних ресурсів не буде давати необхідного економічного ефекту від вирощування. Тому необхідно забезпечити покращення матеріально – технічної та ресурсної бази господарств до рівня, що забезпечує виконання всіх технологічних операцій в оптимальні терміни та з високою якістю (табл. 9.18, 9.19).

Одним із головних чинників, що впливають на підвищення виходу продукції з гектара, окрім сортів та технологічних прийомів, є правильна організація збирання продукції. Рис найбільш врожайна зернова культура, яка, враховуючи фізико-механічні властивості рослин рису, вимагає спеціального режиму обмолоту та високої пропускної здатності обмолочуючих органів комбайнів. Комбайни вітчизняного виробництва чи виробництва країн СНД не здатні ефективно збирати врожай понад 6 т/га зерна рису і втрати зерна порівняно з імпортними комбайнами зі спеціальним рисозбиральним обладнанням коливаються в межах 1,0-1,5 т/га. Тому одним із шляхів виконання завдання підвищення валового виробництва рису є ефективні лізингові програми для закупівлі рисозбиральної техніки для рисосійних господарств.

Ще одним із важливих інструментів збільшення виробництва вітчизняної крупи високої якості є технічне переоснащення переробної галузі, тобто будівництво рисопереробних заводів, що забезпечують високий вихід продукції та її відповідну якість. Аналіз існуючих переробних підприємств свідчить, що вихід готової продукції в середньому по країні коливається від 45 до 55%, залежно від якості сировини, у той час коли зарубіжні аналоги забезпечують вихід кінцевої продукції на рівні 65-72%, таким чином придбання нових заводів із переробки рису дозволить отримати додатково близько 20 тис. тон крупи рисової.

Ліберальна політика держави щодо імпорту дешевої рисової крупи створює такі умови, щоб неякісна продукція, яку не приймають на свій ринок цивілізовані країни, різними каналами наповнила наш внутрішній ринок за зниженими цінами. Покупець, який бажає придбати якісну в екологічному плані рисову крупу, повинен надавати перевагу вітчизняному товару, оскільки в Україні екологічний та санітарно-епідеміологічний контроль за технологією вирощування рису здійснюється на державному рівні. Якість виробленого в нашій країні рису одержала високу міжнародну оцінку. Європейський центр із вивчення ринку в 2004 р. (м. Брюссель, Бельгія), провівши експертизу українського рису, не тільки рекомендував його реалізацію на міжнародному ринку, а й видав Сертифікат якості, який підтверджує

Національний університет
водного господарства
та природокористування

його відповідність світовим стандартам, високу якість і конкурентоспроможність.

Таблиця 9.18

Щорічна потреба в мінеральних добривах під рис за 2009-2014 рр.

Показники	Од. виміру	Роки					
		2009	2010	2011	2012	2013	2014
Україна							
Площа посіву	тис. га	26,0	27,0	28,0	29,0	30,0	31,0
Потреба в добривах, в т.ч. азотних	тис. т	20,3	21,5	23,1	24,8	26,6	29,8
фосфорних	тис. т	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2
калійних	тис. т	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1
АР Крим							
Площа посіву	тис. га	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	18,8
Потреба в добривах, в т.ч. азотних	тис. т	12,9	13,3	14,2	14,9	15,8	18,3
фосфорних	тис. т	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,76
калійних	тис. т	1,65	1,7	1,75	1,8	1,85	1,88
Херсонська обл.							
Площа посіву	тис. га	6,5	7,0	7,3	7,6	7,8	8,0
Потреба в добривах, в т.ч. азотних	тис. т	5,5	6,0	6,5	7,2	7,7	8,4
фосфорних	тис. т	1,3	1,4	1,46	1,52	1,56	1,6
калійних	тис. т	0,65	0,7	0,73	0,76	0,78	0,8
Одеська обл.							
Площа посіву	тис. га	3,0	3,3	3,6	3,8	4,0	4,2
Потреба в добривах, в т.ч. азотних	тис. т	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,2
фосфорних	тис. т	0,6	0,66	0,72	0,76	0,8	0,84
калійних	тис. т	0,3	0,33	0,36	0,38	0,4	0,42

Таблиця 9.19

Потреба в основних матеріально-технічних засобах для площ вирощування рису в Україні за 2009-2014 рр.

Показники	Од. виміру	Роки					
		2009	2010	2011	2012	2013	2014
Площа посіву	тис. та	26,0	27,0	28,0	29,0	30,0	31,0
Потреба в дизельному пальному	тис. л	6500	6750	7000	7250	7500	7750
Вартість ЗЗР	тис. грн.	34320	38880	43680	48720	54000	59520
Вартість мікродобрив	тис. грн.	2145	2430	2730	3045	3375	3720
Вартість оренди землі	тис. грн.	28600	32400	36400	40600	45000	49600
Потреба в комбайнах	шт.	173	180	187	193	200	207
Потреба в лазерних планувальниках	шт.	9	10	10	11	11	12
Потреба в самохідних обприскувачах	шт.	10	11	11	12	12	13
Потреба в рисових переробних заводах	шт.	9	10	11	12	13	14

Основою виробничо-ресурсного потенціалу галузі рисівництва є земельні ресурси. Внаслідок

Національний університет
водного господарства
та природокористування

скорочення галузі в останні 10 років через підвищення цін на воду, енергоносії, недостатню державну підтримку товаровиробників, а також втрати кримської частки у структурі посівних площ вони зазнали зменшення на 63,2%. Проте навіть за таких умов Україна забезпечує концентрацію 5,5% європейських площ рису та 5,2% обсягів виробництва при 85,5% від рівня середньоєвропейської урожайності рису. Однак в результаті тривалої експлуатації РЗС є потреба в періодичній консервації земель з метою їхнього всебічного поліпшення або навіть виведення рисової сівозміни з господарського обігу у приморській туристично-рекреаційній зоні.

Водозабезпечення галузі здійснюється за рахунок дніпровської води магістральних і розподільних каналів гідромеліоративних систем. Однак за існуючих агротехнологій із всього його обсягу непродуктивним є 77,2%. Це є значною господарською та екологічною проблемою та спонукає до необхідності розробки інноваційних технологій рисосіяння. У частині матеріально-технічних ресурсів, поряд із основними засобами виробничого та меліоративного призначення, значну частку займають сільськогосподарські машини й обладнання, насіння, мінеральні добрива, засоби захисту рослин. Трудові ресурси галузі оцінюються як достатні та висококваліфіковані, але потребуючі більшого матеріального стимулювання. Вагомими чинниками ресурсокористування є сорти рису та агротехнології його вирощування.

Економічна ефективність галузі рисівництва визначається високою рентабельністю культури на рівні 10-60%, товарністю на рівні 35-66%, прибутковістю від реалізації продукції на рівні 2,0-2,5 тис. грн/т. У структурі собівартості рису провідне місце займають витрати на садивний матеріал – понад 23,0%, 13,3% – на паливно-мастильні матеріали та 14,3% приходиться на орендну плату. У сукупності це перевищує 50,6% всіх виробничих витрат. Частка заробітної плати та соціальних виплат досягає лише 11,4%, мінеральних добрив – 7,0%, засобів захисту рослин – 9,7%.

При оцінці економічної ефективності галузі рисівництва практично не йдеться про побічну продукцію. Між тим при виробництві 1,0 т рису утворюється 1,0-2,0 т рисової соломи, а при переробці 1 т рису-сирця – 0,1-0,2 т рисової лузги. Їх доцільно використовувати у целюлозно-паперовій промисловості, а також в якості біопалива.

Використання виробничих ресурсів рисівництва супроводжується сукупністю проблем: скороченням площ землекористування, зменшенням природної родючості ґрунтів, їхнім засоленням та підтопленням. Використання водних ресурсів супроводжується їхніми великими непродуктивними витратами та потребує впровадження інновацій. Оновлення потребують матеріально-технічні засоби. У структурі посівів проблемою є зміна сортів на більш продуктивні. Вирішення питань трудозабезпечення стосується збільшення оплати праці та інших моральних і матеріальних стимулів. Проблемою є підвищення якості продукції не тільки на етапі первинної переробки, але й вирощування рису на основі екобезпечних технологій.

За нинішньої економічної ситуації розвиток галузі рисівництва на основі раціонального використання виробничо-ресурсного потенціалу потребує всебічного удосконалення організації та управління. З огляду на це, впровадження управлінської моделі, яка б забезпечувала комплексний підхід до розв’язання існуючих галузевих проблем ресурсокористування, слід розглядати як фундаментальну проблему. Вона потребує більш ґрунтовного розкриття у теоретичному, методичному й організаційному плані. Її вирішення сприятиме ефективному розвитку і функціонуванню рисівництва та ринку рису в Україні.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

ЛІТЕРАТУРА

1. Алешин Е. П., Алешин Н. Е. Рис. Москва : Заводская правда, 1993. 504 с.
2. Аниканова З. Ф., Тарасова Л. Е. Рис: сорт, урожай, качество. Москва : Агропромиздат, 1988. 112 с.
3. Апрод А. И. Научные основы производства семян риса : автореф. дис. … д-ра с.-х. наук: 06.01.09. Харьков, 1983. 45 с.
4. Барыльникова А. Д. Влияние предпосевной обработки на всхожесть семян некоторых растений семейства бобовых. *Бюллетень ГБС АН СССР*. 1971. № 81. С. 45–49.
5. Ванцовський А. А. Культура рису на Україні : монографія, Херсон: Айлант, 2004. 172 с.
6. Ванцовський А. А., Вожегова Р. А., Судін В. М. Селекція, сорти та якість рису на Україні. Херсон, 2003. С. 22–23.
7. Вожегов С. Г. Теоретичне та агроекологічне обґрунтування технологій вирощування сільськогосподарських культур в рисових сівозмінах : монографія, Херсон : ФОП Гринь Д.С., 2017. 255 с.
8. Гущин Г. Г. Рис. Москва-Ленинград : Сельхозгиз, 1930. 281 с.
9. Демолон А. Рост и развитие культурних растений. Москва : Сельхозиздат, 1961. 400 с.
10. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2018 рік. URL: http://sops.gov.ua/uploads/page/5b5abf4cd2673.pdf (дата звернення 23.06.2019).
11. Дзюба В. А. Физиолого-генетические основы повышения продуктивности зерновых культур. Москва : Колос, 1975. С. 267–275.
12. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Колос, 1979. 416 с.
13. Дудченко В. В. Формування і функціонування ринку рису в Україні : монографія, Київ : ННЦ ІАЕ, 2015. 304 с.
14. Дудченко Т. В. Основні елементи технології вирощування та захист рису від шкідливих організмів : монографія. Херсон : ФОП Грінь Д.С., 2015. 260 с.
15. Жовтоног И. С. Рис. Киев : Урожай, 1978. 125 с.
16. Ижик Н. К. Полевая всхожесть семян. Киев : Урожай, 1976. 200 с.
17. Каталог зразків рису (за характеристикою технологічних властивостей та інших господарсько-цінних ознак) / Петкевич З. З. та ін. Херсон : ФОП Грінь Д.С., 2015. 36 с.
18. Кизилова Е. Г. Разнокачественность семян и ее агрономическое значение. Киев : Урожай, 1974. 16 с.
19. Ляховкин А. Г. Идеатипы рисових сортов и агроэкосистем с новым уровнем урожайности. *Северный рис*. Ростов-на-Дону, 2004. С. 143–156.
20. Малык Н. И. Справочник по сушке зерна. Москва : Агропромиздат, 1986. 124 с.
21. Мельник Б. Е. Активное вентилирование зерна: справочник. Москва : Агропромиздат, 1986. 188 с.
22. Метеорологічне забезпечення інженерно-меліоративних розрахунків у проектах будівництва й реконструкції осушувальних систем : посібник до ДБН В.2.4-1-99. *Меліоративні системи та споруди (Розділ 3. Осушувальні системи)* / А. М. Рокочинський та ін. Рівне, 2008. 64 с.
23. Науково-методичні рекомендації до застосування глибокого розпушення на осушуваних мінеральних ґрунтах Західного Полісся України / В. С. Гавриш та ін. Рівне, 2013. 46 с.
24. Орлюк А. П. Теоретичні основи селекції рослин. Херсон : Айлант, 2008. 570 с.
25. Орлюк А. П., Вожегова Р. А., Федорчук М. І. Селекція і насінництво рису : навч. посіб. Херсон : Айлант, 2004. 260 с.
26. Орлюк А. П., Корчинский А. А. Физиолого-генетическая модель сорта озимой пшеницы. Киев : Выща школа, 1989. 72 с.
27. Підвищення ефективності рисових зрошуваних систем України : науково-методичні рекомендації / А. М. Рокочинський та ін. Херсон-Рівне, 2011. 104 с.
28. Підвищення ефективності функціонування Придунайських рисових зрошувальних систем : науково-методичні рекомендації / В. А.Сташук та ін. Одеса-Рівне : НУВГП, 2018. 107 с.
29. Плучик С. Л., Чирков Ю. И. Климатические показатели изменчивости урожайности овса на Европейской территории РСФСР. *Метеорология и гидрология*, 1975. № 7. С. 91–96.
30. Поливна карта рисової системи для поливу дощуванням : пат. 120517 Україна : МПК (2017.01) E02B 13/00. № 2017 03769; заявл. 18.04.2017; опублік. 10.11.2017, Бюл. № 21.
31. Поливна карта-чек з внутрі картовим дренажем на рисових системах : пат. на корисну

Національний університет
водного господарства
та природокористування
модель № 36395 Україна : u 2008 06228; Заявлено 12.05.08; Опубл. 27.10.08; Бюл. № 20.

32. Рис в Україні : колективна монографія / В. А. Сташук та ін. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2014. 976 с.

33. Рис Придунав'я : колективна монографія / В. А. Сташук та ін. Херсон : ФОП Грінь Д.С., 2016. 620 с.

34. Рисова зрошувальна система з оборотним використанням дренажно-скидних вод : пат. 115157 Україна : МПК (2017.01) E02B 13/00. № 2016 08960; заявл. 22.08.2016; опублік. 10.04.2017, Бюл. № 7.

35. Рисові зрошувальні системи : посібник для вищих навчальних закладів / В. А. Сташук та ін. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. 435 с.

36.Рисові зрошувальні системи: використання дренажно-скидних вод / В. В. Дудченко та ін. Херсон : ФОП Грінь Д.С., 2016. 212 с.

37. Робочий орган вологоакумулюючого глибокорозпушувача : пат. 123610 Україна : МПК (2006.01) E02B 13/00. № 2017 11483; заявл. 23.11.2017; опублік. 26.02.2018, Бюл. № 4.

38. Розпушувач грунту : пат. 116000 Україна : МПК (2017.01) E02B 13/00. № 2017 08985; заявл. 22.08.2016; опублік. 10.05.2017, Бюл. № 9.

39. Проектування закритих зрошувальних систем : навч. посіб. / Рокочинський А. М., Гринь Ю. І., Доценко В. І., Мендусь П. І. та ін. Дніпропетровськ : ДДАЕУ, 2015. 374 с.

40. Сметанин А. П., Дзюба В. А., Апрод А. И. Методика опытных работ по селекции, семеноведению и контролю за качеством семян риса. Краснодар, 1972. 155 с.

41. Спосіб поливу рису та супутніх культур дренажно-скидними водами : пат. 131391 Україна : МПК (2018.01) E02B 13/00. № 2018 08140; заявл. 23.07.2018; опублік. 10.01.2019, Бюл. № 1.

42. Спосіб поливу супутніх культур рисової сівозміни : пат. 123380 Україна : МПК (2018.01) E02B 11/00. № 2017 09006; заявл. 11.09.2017; опублік. 26.02.2018, Бюл. № 4.

43. Спосіб промивання засолених земель рисових систем : пат. 112204 Україна : МПК (2016.01) E02B 11/00. № 2016 05373; заявл. 18.05.2016; опублік. 12.12.2016, Бюл. № 23.

44. Спосіб промивки засолених земель при вирощуванні затоплюваного рису : пат. на корисну модель № 43290 Україна : u 2009 02573; Заявлено 23.03.09; Опубл. 10.08.09; Бюл. № 15.

45. Судін В. М., Петкевич З. З. Урожайність і якість зерна сортів рису в залежності від умов вегетаційного періоду. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2001. № 17. С. 81–83.

46. Технологія вирощування рису з врахуванням вимог охорони навколишнього середовища в господарствах України / А. А. Ванцовський та ін. Херсон, 2004. 77 с.

47.Технологія нормованого водокористування при вирощуванні рису з врахуванням вимог ресурсо- та природозбереження в господарствах України / В. В. Дудченко та ін. Херсон : вид-во ХДУ, 2009. 103 с.

48. Тимчасові рекомендації з економічного обгрунтування інвестицій в проектах зрошувальних систем / Н. А. Рокочинська, Л. Ф. Кожушко, А. М. Рокочинський, С. Р. Стасюк. Рівне : НУВГП, 2004. 37 с.

49. Тимчасові рекомендації з оцінки інвестиційних проектів будівництва і реконструкції водогосподарських об'єктів та меліоративних систем / А. М. Рокочинський та ін. Рівне, 2013. 43 с.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Наукове видання

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ РИСОВИХ ЗРОШУВАЛЬНИХ СИСТЕМ УКРАЇНИ

Науково-методичні рекомендації

За редакцією Сташука В.А., Вожегової Р.А., Дудченка В.В., Рокочинського А.М., Морозова В.В.

Видання 2-ге, перероблене та доповнене

Національний університет
водного господарства
та природокористування