



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства
та природокористування

Т. М. Солодка, О. С. Мороз

***Рослинництво з основами
агрокліматології. Практикум***



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Навчальний посібник

Рівне 2022



Національний університет
водного господарства
та природокористування

УДК 633/635:551.58(075.8)

С60

Рецензенти:

Польовий В. М., доктор сільськогосподарських наук, професор, директор Інституту сільського господарства Західного Полісся, с. Шубків;

Колесник Т. М., кандидат сільськогосподарських наук, доцент Національного університету водного господарства та природокористування, м. Рівне;

Фурманець О. А., кандидат сільськогосподарських наук, доцент Національного університету водного господарства та природокористування, м. Рівне.

Рекомендовано вченою радою Національного університету водного господарства та природокористування.

Протокол № 13 від 29 грудня 2021 р.

Т. М. Солodka, О. С. Мороз

С60 Рослинництво з основами агрокліматології. Практикум : навч. посіб. [Електронне видання]. – Рівне : НУВГП, 2022. – 350 с.

ISBN 978-966-327-533-8

У навчальному посібнику висвітлюється комплекс розділів рослинництва, що розглядають питання еколого-біологічних основ рослинництва, принципи технологій вирощування різних сільськогосподарських культур. Розглянуто принципи агротехнічних основ рослинництва, поняття сівозміни. Подано основні методи програмування врожаїв сільськогосподарських культур. Під час роботи над навчальним посібником нами були використані окремі матеріали авторів: Зінченко О.І., а також Влоха В.Г.

Навчальний посібник призначений для першого (бакалаврського) рівня спеціальності 201 «Агрономія» вищих навчальних закладів сільськогосподарських спеціальностей, а також працівників аграрного сектору та сільського господарства.

УДК 633/635:551.58(075.8)

ISBN 978-966-327-533-8

© Т. М. Солodka,
О. С. Мороз, 2022
© НУВГП, 2022



ЗМІСТ

Вступ.....	8
Розділ 1. Рослинництво.....	9
Тема 1. Стан і завдання галузі рослинництва. Теоретичні основи.....	9
1.1. Рослинництво як наука.....	9
1.2. Класифікація та походження культурних рослин.....	12
Тема 2. Еколого-біологічні основи рослинництва.....	25
1.3. Екологічні основи рослинництва.....	25
1.4. Біологічні основи рослинництва.....	31
1.5. Деякі біоекологічні фактори і їх роль у сучасному рослинництві.....	34
Тема 3. Агробіологічні основи інтенсифікації рослинництва.....	36
1.6. Поняття і зміст технології вирощування сільськогосподарських культур.....	36
1.7. Наукові основи інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур.....	38
1.8. Теоретичні основи ресурсозберігаючих і сортових технологій вирощування сільськогосподарських культур.....	43
Тема 4. Агротехнічні основи рослинництва.....	44
1.9. Поняття і зміст технології вирощування польової культури.....	44
1.10. Сівозміна як агротехнічний фактор рослинництва.....	47
1.11. Агротехнічні чинники технології вирощування сільськогосподарських культур.....	49
Тема 5. Основи насіннезнавства.....	54
1.12. Предмет та основи насіннезнавства.....	54
1.13. Вплив екологічних і агротехнічних умов на якість насіння.....	57
1.14. Основні показники якості насінного матеріалу.....	61
Тема 6. Біологічні та фізіологічні особливості насіння.....	64
1.15. Вплив цвітіння та запліднення на якість насіння.....	64



1.16. Формування, будова плодів і насінин	68
1.17. Зародки та їх біохімічна будова.....	73
Тема 7. Основи програмування врожаю.....	78
1.18. Основні принципи програмування	78
1.19. Визначення дійсно можливої врожайності (ДМУ).....	82
1.20. Розрахунок ДМУ за біогідротермічним потенціалом продуктивності (БГПП).....	83
Тема 8. Оцінка зовнішніх факторів при розрахунку врожаю.....	90
1.21. Ресурсозабезпеченість ФАР.....	90
1.22. Ресурсозабезпеченість теплом.....	95
1.23. Ресурсозабезпеченість родючістю ґрунту.....	98
Тема 9. Агробіологічне та агрохімічне обґрунтування величини програмування врожаю.....	101
1.24. Екологічні фактори, які впливають на ефективність мінеральних і органічних добрив.....	101
1.25. Методи і способи визначення доз добрив під урожай.....	105
1.26. Врахування післядії добрив і рослинних решток при програмуванні норм добрив.....	106
Приклад питань змістового модуля № 1.....	111
Розділ 2. Теоретичні основи агрокліматології.....	120
Тема 1. Визначення предмета і завдань агрокліматології ..	120
2.1. Основні поняття.....	120
2.2. Зв'язок агрокліматології з іншими науками	122
2.3. Агрокліматологія і її господарське значення	123
2.4. Короткий нарис історії розвитку агрокліматології	125
Тема 11. Основні показники зовнішнього середовища, необхідні для життя культурних рослин.....	131
2.5. Основні показники зовнішнього середовища.....	131
2.6. Класифікація рослин по їх вимогам до клімату.....	135
2.7. Принципи і етапи сільськогосподарської оцінки клімату	142
Тема 12. Енергетичний механізм формування агрокліматичних ресурсів територій.....	146
2.8. Радіаційний баланс підстиляючої поверхні та його географічна мінливість.....	146



2.9. Методи оцінки радіаційно-світлових ресурсів території.....	150
2.10. Закономірності формування теплового балансу земної поверхні і географічна зональність.....	153
Тема 13. Методи оцінки термічних ресурсів по показникам середньої добової температури повітря.....	158
2.11. Основні показники термічних ресурсів і методи їх розрахунків.....	158
2.12. Потреба рослин в теплі і оцінка теплових ресурсів по температурі повітря.....	163
Тема 14. Методи агрокліматичної оцінки умів морозостійкості рослин.....	167
2.13. Небезпечні агрометеорологічні умови перезимівлі сільськогосподарських культур.....	167
2.14. Зимостійкість і морозостійкість рослин.....	168
2.15. Типи заморозків і умови їх виникнення.....	173
2.16. Заморозки і сільськогосподарські культури.....	175
Тема 15. Бонітет клімату та біокліматичний потенціал території.....	177
2.17. Загальні відомості.....	177
2.18. Методи оцінки сільськогосподарського бонітету клімату і його географічна вість.....	179
Тема 16. Вплив клімату на появу та розповсюдження хвороб і шкідників сільськогосподарських культур.....	187
2.19. Роль кліматичних факторів у розвитку і розмноженні шкідливої біоти.....	187
2.20. Агрокліматичні оцінка поширення та шкодочинності хвороб культурних рослин.....	193
2.21. Агрокліматичні оцінка шкодочинності комах – шкідників.....	195
Тема 17. Методи картування та агрокліматичне районування.....	199
2.22. Методи просторового узагальнення агрокліматичної інформації.....	199
2.23. Методика складання дрібномасштабних агрокліматичних карт.....	203
2.24. Складання фонових агрокліматичних карт з урахуванням мікроклімату.....	209



Тема 18. Біологія і технологія вирощування озимих хлібів.....	212
2.25. Озима пшениця. Практичне значення.....	212
2.26. Озиме жито. Господарське значення.....	218
2.27. Озимий ячмінь. Господарське значення.....	220
2.28. Тритикале. Господарське значення.....	221
Тема 19. Біологія і технологія вирощування ранніх ярих зернових культур.....	223
2.29. Пшениця яра. Господарське значення.....	223
2.30. Жито яре. Ячмінь ярий. Господарське значення.....	225
2.31. Овес. Господарське значення.....	229
Тема 20. Біологія і технологія вирощування пізніх ярих зернових культур.....	232
2.32. Кукурудза. Господарське значення.....	232
2.33. Сорго. Господарське значення.....	238
2.34. Просо. Господарське значення.....	241
2.35. Рис. Господарське значення.....	243
2.36. Гречка. Господарське значення.....	245
Тема 21. Біологія і технологія вирощування зернобобових культур.....	249
2.37. Загальна характеристика зернобобових культур.....	249
2.38. Горох. Біологічні особливості.....	254
2.39. Соя. Біологічні особливості.....	255
2.40. Квасоля. Біологічні особливості.....	257
Тестові завдання до змістового модуля № 2	259
Практична частина.....	269
Практична робота № 1. Методика відбору проб.....	269
Практична робота № 2. Фенологічні спостереження за фазами росту.....	277
Практична робота № 3. Розробка агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування пшениці ярої.....	287
Практична робота № 4. Розробка агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування ячменю.....	291



Практична робота № 5. Розробка агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування жита.....	294
Практична робота № 6. Розробка агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування озимих культур.....	299
Практична робота № 7. Розробка агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування баштанних культур.....	305
Практична робота № 8. Розробка агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування коренеплодів.....	309
Практична робота № 9. Розробка агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування бульбоплодів.....	314
Практична робота № 10. Розробка агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування олійних культур.....	320
Практична робота № 11. Розробка агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування прядивних культур.....	324
Практична робота № 12. Розробка агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування бобових трав.....	327
Практична робота № 13. Розробка агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування злакових трав.....	332
Практична робота № 14. Розробка агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування однорічних трав.....	338
Практична робота № 15. Розробка агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування.....	341
Використані джерела.....	348



Вступ

Ключовою проблемою в сільському господарстві України є прискорене і стаłe нарощування виробництва зерна.

Досвід роботи багатьох господарств свідчить про великі резерви підвищення врожайності й збільшення виробництва сільськогосподарської продукції. Вирішальними умовами для цього є підвищення сталості зернового господарства на основі вдосконалення структури посівних площ, зростання врожайності сільськогосподарських культур, ефективного використання добрив, максимального розширення посівів на меліорованих і зрошуваних землях та в районах достатнього зволоження, впровадження у виробництво високоврожайних сортів, гібридів та інтенсивних ресурсозаощаджувальних технологій.

Обов'язкова умова інтенсивної технології вирощування сільськогосподарських культур – раціональне використання агротехнічних прийомів в оптимальні строки відповідно до біологічних вимог рослин. Інтенсивна технологія передбачає підвищення родючості ґрунтів, чергування культур у сівозмінах, впровадження і вирощування високоврожайних сортів, придатних для механізованого збирання, застосування науково обґрунтованих норм мінеральних добрив.

Головним завданням галузі рослинництва є виробництво високоякісної продукції з мінімальними енергетичними та трудовими затратами при максимальному її отриманні з одиниці площі. Обсяги та інтенсивність виробництва рослинницької продукції перш за все визначається генетичними ресурсами рослин. Другою надзвичайно важливою складовою, яка дозволяє реалізувати генетичні ресурси сучасних сортів та високогетерозисних гібридів є технологія вирощування. Всі агротехнічні прийоми, що входять до її складу, повинні бути спрямованими на створення оптимальних умов росту та розвитку рослин і зменшення негативного впливу несприятливих факторів оточуючого середовища.

Розділ 1. Рослинництво



Тема 1. Стан і завдання галузі рослинництва. Теоретичні основи

1.1. Рослинництво як наука

1.2. Класифікація та походження культурних рослин

1.1. Рослинництво як наука

Поняття про рослинництво. Головною метою рослинництва є створення оптимальних технологічних (агроекологічних) передумов виробництва необхідної кількості високоякісної рослинницької продукції на базі інтенсивного фотосинтезу в посівах польових культур при одночасному збереженні або підвищенні родючості ґрунту. У широкому розумінні рослинництво — це вирощування різних культурних рослин. Основна причина того, чому рослинництво не є спеціальним землеробством, така: головний об'єкт рослинництва — рослина, а землеробства (рільництва) — рілля, ґрунт, земля.

Фундаментальними підвалинами рослинництва є насамперед ботаніка й фізіологія рослин, Рослинництво — це наука про вирощування культурних рослин. Йдеться передусім про рослини польової культури, хоч цей термін може обіймати й інші галузі виробництва 5 сільськогосподарської продукції на основі фотосинтезу — кормовиробництво, в тому числі луківництво, а також плідівництво, овочівництво відкритого і закритого ґрунту, культуру одноклітинних і морських водоростей, космічне рослинництво. Рослинництво — це також селекція, генетика, насінництво, біотехнологія. Наприкінці XIX — на початку XX ст. в одному з найстаріших навчальних сільськогосподарських закладів Росії — Уманському училищі землеробства і садівництва згідно з навчальними планами і програмами рослинництво включало також землеробство й агрономічну хімію. З науково-виробничої точки зору сучасне рослинництво — це вчення про технічно й технологічно досконале та рентабельне вирощування справді можливих



урожаїв польових культур на основі сортових технологій. У зв'язку з цим рослинництво як навчальна дисципліна складається з двох частин — загального і спеціального рослинництва. Загальне рослинництво — це, власне, його теоретичні основи, спеціальне — сучасні сортові технології вирощування польових культур з урахуванням їх ботаніко-біологічних та екологічних особливостей. Рослинництво може прогресувати лише при постійному, цілеспрямованому розвитку його наукових основ з урахуванням останніх досягнень фізіології та біохімії рослин, мікробіології, генетики й селекції, землеробства та ґрунтознавства, агрономічної хімії, ентомології і фітопатології, агрономеліорації, агроєкології, агрометеорології, біотехнології, біоенергетики, організації, економіки, оптимізації технологій вирощування сільськогосподарських культур з використанням методів математичного моделювання і комп'ютеризації технологічних процесів. Об'єктами рослинництва як наукової дисципліни є рослини польової культури, їх класифікація, еколого-біологічні особливості, їх агрофітоценози як фотосинтезуючі системи, теоретичні основи і сучасні енерго- та ресурсозберігаючі екологічно доцільні сортові технології вирощування. Основна мета рослинництва як науки — розробка теоретичних і практичних основ сортових технологій вирощування справді можливих урожаїв польових культур високої якості з мінімальними матеріальними та енергетичними затратами на одиницю продукції при збереженні або підвищенні родючості ґрунту. Завданнями рослинництва як навчальної дисципліни є:

- *вивчення еколого-біологічних особливостей рослин сновних груп польових культур, закономірностей формування врожаю їх посівами як фотосинтезуючими системами;*
- *вивчення еколого-біологічних, агротехнічних, агрохімічних, організаційно-господарських, економічних і енергетичних основ оптимізації умов вирощування польових культур;*
- *програмування врожайності польових культур;*
- *вивчення основ насіннезнавства польових рослин;*
- *розробка сортових, енергозберігаючих, екологічно доцільних технологій вирощування зернових, технічних, кормових і*



багаторічних культур.

У результаті вивчення наукових і практичних основ рослинництва студент повинен знати основну мету і завдання рослинництва як галузі і дисципліни, вміти за даними про біологічні й екологічні особливості культури скласти загальну технологічну схему її вирощування і конкретизувати за сортовими особливостями, розробити можливі варіанти технологічної схеми і опрацювати мінімальний агрокомплекс та сортову енергозберігаючу технологію вирощування культури. Велика розораність земель в Україні (найбільша серед європейських країн) призвела до ерозії і погіршення санітарного стану ґрунтів, збільшила кількість хвороб і шкідників у посівах, незважаючи на широке застосування хімічних засобів захисту рослин. Це, в свою чергу, негативно позначилося на екології навколишнього природного середовища і, що не менш важливо, — на якості рослинницької продукції. Тому рослинництво останнім часом дедалі більше набуває альтернативного характеру. В ньому замість хімічних засобів захисту культур дедалі ширше застосовують біологічні й агротехнічні засоби. Переглядаються положення і щодо норм мінеральних добрив, які все частіше замінюють органічними джерелами живлення рослин, оскільки мінеральні добрива, особливо азотні, також несприятливо впливають на довкілля і певною мірою на якість продукції. Рослинництво й землеробство, в яких переважають біологічні та агротехнічні заходи і прийоми вирощування сільськогосподарських культур, останнім часом стали називати біологічними. В літературі (Г. Кант, 1988; О. І. Зінченко, 1996) зустрічаються різні його назви — альтернативне, екологічне, орґано-біологічне, система АНОГ. Проте суть і мета їх одна — виробництво екологічно чистої продукції та чистота довкілля. З огляду на це, як вважає А. О. Бабич (1995, 1996), найбільш прийнятним є термін «біологічне землеробство» (рослинництво). Це досить суттєве питання сучасної агрономії висвітлено в навчальному посібнику «Біологічне рослинництво» (за ред. О. І. Зінченка. — К. : Вища шк., 1996). Біологічне рослинництво, а також землеробство — це певною мірою повернення до традиційних рослинництва і землеробства першої половини

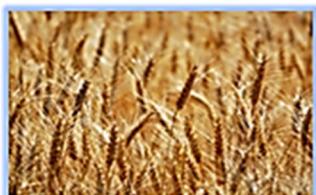


XX ст., але на вищому (інтенсивному) рівні. Йдеться також про відтворення втрачених агроландшафтів. Потрібно хоч би частково повернути полям, лукам, водоймам екологічну чистоту. Зважаючи на важливість галузі рослинництва в житті й добробуті людей, уряд України постійно спрямовує свої зусилля та увагу на успішне проведення в АПК земельної реформи, завершення науково обґрунтованого реформування колективних сільськогосподарських підприємств, техніко-технологічне переоснащення рослинницької галузі, підвищення родючості ґрунту за рахунок поліпшеного забезпечення господарств мінеральними та органічними добривами, ефективне використання зрошуваних і осушених земель, підвищення результативності селекційних установ та діяльності насінницьких господарств.

1.2. Класифікація та походження культурних рослин

Рослинництво — наука, що вивчає культурні рослини, різноманітність їх форм і сортів, особливості біології та найдоцільніші прийоми вирощування з метою отримання високих і стабільних урожаїв. Рослинництво — це галузь сільського господарства, в якій проходить накопичення органічної речовини шляхом вирощування культурних рослин.

Основним завданням рослинництва є забезпечення людини продуктами харчування, тваринництва — кормами, а промисловість — сировиною. Основними напрямками інтенсифікації рослинницького виробництва є створення оптимальних умов вирощування рослин, селекція рослин з високими показниками фотосинтезу, які б успішно росли у загущених посівах, селекція нових більш високопродуктивних, стійкіших до хвороб та шкідників сортів, розробка нових енергозберігаючих технологій тощо.



Пшениця



Жито



Ячмінь



Овес



Тритикале



Кукурудза



Просо



Сорго

Рис. 1.1. Група 1. Зернові



Горох



Квасоля



Соя



Кормові боби



Сочевиця



Люпин



Нут

Рис. 1.2. Група 2. Зернобобові



Буряк кормовий



Буряк цукровий



Бруква



Морква кормова



Турнепс

Рис. 1.3. Група 3. Коренеплоди



Картопля



Топінамбур

Рис. 1.4. Група 4. Бульбоплоди



Гарбуз



Диня



Кавун

Рис. 1.5. Група 5. Баштанні



Соняшник



Ріпак



Рицина



Льон



Арахіс



Сафлор

Рис. 1.6. Група 6. Олійні



Льон



Коноплі



Джут

Рис. 1.7. Група 7. Прядивні



Табак



Махорка



Хміль

Рис. 1.8. Група 8. Наркотичні та інші технічні



Конюшина



Вика



Еспарцет



Просо



Тимофійвка



Грястиця

Рис. 1.9. Група 9. Кормові трави

Всі сільськогосподарські рослини за біологічними та господарськими ознаками поділяють на польові, овочеві, плодові, ягідні та лісні культури, які, в свою чергу, включають дрібніші класифікаційні групи (див. рис. 1.1–1.9).



Для польових культур єдину класифікацію встановити важко, так як багато з них можна віднести одночасно до різних груп. Але найпоширенішим є їх поділ за характером головного продукту, який одержують під час їх культивування:

Група 1. Зернові:

✚ **хлібні злаки I групи (пшениця, жито, ячмінь, овес, тритікале);**

✚ **хлібні злаки II групи (кукурудза, просо, сорго, рис) та гречка.**

Група 2. Зернобобові (горох, квасоля, соя, кормові боби, сочевиця, люпин, нут та ін.).

Дуже часто в сільськогосподарському виробництві зернові і зернобобові культури об'єднують в одну групу – зернові.

Група 3. Коренеплоди (буряк кормовий та цукровий, кормова морква, бруква, турнепс).

Група 4. Бульбоплоди (картопля, топінамбур).

Група 5. Баштанні (гарбуз, диня, кавун). Часто цю групу рослин відносять до групи овочевих культур.

Група 6. Олійні (соняшник, ріпак, рицина, льон олійний, арахіс, сафлор, кунжут тощо) та ефіроолійні (коріандр, фенхель, кмін, аніс, м'ята та ін.).

Група 7. Прядивні:

✚ **волоконисті (льон звичайний, коноплі, джут, канатник, кенаф);**

✚ **волокно на плодах (бавовник).**

Група 8. Наркотичні та інші технічні (тютюн, махорка, хміль).

Група 9. Кормові трави:

✚ **бобові однорічні (конюшина інкарнатна, вика, серадела);**

✚ **бобові багаторічні (конюшина посівна, конюшина біла, конюшина рожева, люцерна, буркун, еспарцет та ін.);**

✚ **злакові однорічні (райграс однорічний, африканське просо, могар, пайза);**

✚ **злакові багаторічні (тимофійка, грядиця збірна, вівсяниця, райграс, стоколос, житняк, мітлиця та ін.).**

Історія походження культурних рослин сягає в глибоку



давнину — 10–12 тис. років тому. Людство протягом багатьох тисячоліть відбирало з дикої флори кращі форми рослин, змінювало та змінює не тільки умови росту рослин, а й їхню природу за рахунок відбору потрібних їй форм.

Перші передбачення про походження культурних рослин були висунуті швейцарським ботаніком О. Декандалем («Ботанічна географія», «Походження культурних рослин»).

Сучасні ж уявлення про походження культурних рослин закладені М.І. Вавіловим, який із співробітниками в результаті численних експедицій в різні райони Земної кулі, виділив закономірності їх поширення. Було доведено, що різні культури мають свої центри найбільшої різноманітності, які і є центрами їх походження.

На сьогоднішній день виділяють сім центрів походження основних сільськогосподарських культур:

- 1. Південноазіатський тропічний центр (рис, цукрова протина, плодови, овочеві);**
- 2. Східноазіатський центр (соя, просо, плодови, овочеві);**
- 3. Південно-Західноазіатський (форми пшениці, жито, виноград, бобові, горох);**
- 4. Середземноморський (маслина, конюшина, капуста, кормові культури);**
- 5. Абіссінський (сорго, нут, форми пшениці та ячменю);**
- 6. Центральноамериканський (кукурудза, бавовник, какао, квасоля та ін. (900 видів));**
- 7. Андійський (картопля, лікарські рослини (хінне дерево)).**

Світовий фонд культурних рослин налічує близько 1500 видів (2% рослинних ресурсів Землі), з них у рослинництві використовується 1200, але найпоширенішими є тільки 250 видів.

Вчення М.І. Вавілова про центри походження культурних рослин вивчається в курсі «Загальної біології» середньої школи.

У світовому землеробстві лише незначна площа відведена під орні землі — близько 9,2%, або 1372 млн га, за іншими даними (А. О. Бабич, 1995) — 1346 млн га. Причому природні кормові та інші угіддя займають величезні площі, які в кілька разів перевищують площі орних земель. Так, у середньому частка лук і пасовищ у світі становить 20,1%, лісів та чагарників —



27,4% земельної площі (Г. В. Коренев, 1990). Налічується понад 20 тис. видів рослин, проте в культурі — лише 190 видів найбільш поширені, в тому числі 78 видів — зернові й зернобобові, 53 — олійні та прядивні, до 60 видів коренебульбоплодів.

Курс рослинництва вивчає лише 70–90 видів польових культур, які мають певний набір сортів.

Досить актуальними є питання вдосконалення розміщення польових культур по областях і навіть районах. Це підтверджують наукові розробки з питань удосконалення регіонального внутрішньообласного районування польових культур, виконані останнім часом у Дніпропетровському державному аграрному університеті.

При розміщенні культур у межах області, району, господарства важливо враховувати агрокліматичні умови й ресурси. Так, просапні культури не можна вирощувати на землях другої і третьої технологічних груп, оскільки це посилить процеси ерозії. Деякі культури у зв'язку з цим доцільно переводити з просапних у культури звичайного рядкового посіву, наприклад сою, гречку. Через це в ерозійно несприятливих регіонах змінюють структуру посівних площ, збільшують посіви кормових трав і хлібів першої групи та зменшують площі просапних культур. З огляду на це може змінюватись напрям спеціалізації тваринництва.

Велике значення для впровадження нових культур має селекція. Наприклад, дикі форми цукрових буряків, що походять із Середземномор'я і містили лише 5–6% цукру та багато сапонінів, шляхом селекції перетворено на форми із вмістом до 22% цукру.

У сучасному рослинництві є різні методи створення гібридів і сортів із наперед запланованими ознаками: нетрадиційні методи селекції, в тому числі віддалена гібридизація, мутагенез, методи біотехнології і генної інженерії. За їх допомогою створюються сорти й гібриди, зокрема зернових культур, здатні давати 80–100, 150 і навіть більше центнерів зерна з гектара.

Корінною відміною культурних рослин від диких є те, що



вони можуть виявляти свої цінні ознаки лише за високої культури їх вирощування.

В Україні розвинене високоінтенсивне рослинництво. Однак високі врожаї збирають переважно за умов задовільного зволоження.

Отже, волога є основним лімітуючим фактором для отримання високих врожаїв в Україні. Разом з тим, маючи здебільшого добрі землі, вона при відповідному забезпеченні галузі рослинництва засобами механізації і добривами має всі передумови у найближчому майбутньому вийти на високий світовий рівень, забезпечувати внутрішні потреби і експорт сільськогосподарської продукції, особливо зерна, цукру, олії.

Найбільші площі сільськогосподарських угідь у Китаї — 496 млн га, Австралії — 496, США — 427, Бразилії — 245,8, Росії — 210, Казахстані — 221,8, Індії — 181, Аргентині — 169,2, Монголії — 126, Мексиці — 99,2, Канаді — 73,4 млн га. Україна — велика країна світу і входить до числа 12 країн, що мають найбільше землекористування. Площа її сільськогосподарських угідь становить 42 млн га, в тому числі близько 34 млн га орних земель. Наша держава після Росії має найбільшу в Європі площу сільськогосподарських угідь.

В Україні досить сприятливі кліматичні умови, географічне положення, родючі землі й чудові хлібороби з віковими традиціями.

У популяціях багаторічних рослин всі особини характеризуються набором біоморфних ознак, які визначають їх вікову диференціацію. Для популяційних досліджень набагато більше значення має визначення вікових станів (біологічний вік), ніж абсолютного віку (календарний вік). На підставі комплексу якісних ознак в онтогенезі рослин виділяють 4 періоди і максимум 11 вікових станів:

- I) латентний (насіння) – характеризується тривалим зберіганням, становить найдинамічніший резерв популяції;**
- II) прегенеративний (проростки, ювенільні, іматурні, віргінільні) – розвиток рослин до появи генеративних пагонів;**
- III) генеративний (молоді, середні, старі) – утворення генеративних пагонів;**



IV) сенільний (субсенільні, сенільні, відмираючі) – спрощення життєвих форм і відмирання.

Процеси новоутворення і накопичення енергії переважають до середнього генеративного стану, а після — процеси відмирання і втрати енергії. Вікова структура є однією з найважливіших ознак популяції. Віковий спектр відображає життєвий стан виду в ценозі, а також такі важливі процеси, як інтенсивність відтворення, рівень смертності, швидкість зміни поколінь. Від цієї сторони структурної організації залежить здатність популяційної системи до самопідтримання та ступінь її стійкості до впливу негативних факторів середовища в т. ч. й антропогенного пресу. Також він характеризує етап розвитку популяції (віковість), а отже, й перспективи розвитку в майбутньому.

Структура посівних площ – це процентне співвідношення посівних площ окремих сільськогосподарських культур. Визначаючи її, виходять із конкретних економічних і природних умов господарства.

Елементи продуктивності сільськогосподарських культур, які визначають в момент дозрівання врожаю, складають його структуру. Структура врожаю зернових культур визначається при масовому настанні фази воскової стиглості. До структури врожаю зернових входять такі чинники: – висота рослин; — кількість стеблин; — процент колосся, пошкодженого хворобами та шкідниками; – кількість колосків у колосі; – маса зерна з 1 м²; — продуктивність колоса; — маса 1000 зернин; - кількість зернин у колосі; – міра полягання. Структуру визначають у кожній з восьми частин 50x50 см ділянки спостереження. Спочатку визначають висоту 5 будь-яких стеблин, потім все колосся зрізають і складають в окремі пакети. Зразки переносять до приміщення агрометстанції для аналізу. У кожній пробі підраховують кількість зрізаного колосся та визначають, яка частина його пошкоджена шкідниками та хворобами. Після аналізу зразків зерна кожної проби зважують з точністю до 0,1 г. Потім зерно з усіх проб поєднують, ретельно перемішують та виділяють зразок для визначення маси 1000 зернин.



Тема 2. Еколого-біологічні основи рослинництва

1.3. Екологічні основи рослинництва

1.4. Біологічні основи рослинництва

1.5. Деякі біоекологічні фактори і їх роль у сучасному рослинництві

1.3. Екологічні основи рослинництва

Необхідно розглядати рослинництво у зв'язку з навколишнім природним середовищем, тобто як цілісну систему природних і антропогенних явищ, поступово переходячи від загальних (глобальних) понять до більш вузьких і конкретних, власне екології і біології рослин.

Термін «екологія» (від грец. *oikos* — дім, місце поширення, знаходження, *logos* — вчення, наука, знання) в біології означає взаємозв'язок рослин, тварин, мікроорганізмів між собою і з навколишнім середовищем. При цьому екологію організмів одного виду прийнято називати аутоекологією (власне, свій), систем організмів – сінекологією (від грец. *sin* – разом, сумісно).

Розрізняють такі три основні частини біосфери – літосферу, гідросферу і тропосферу. В літосфері – верхній частині земної поверхні – відбувається найбільш активний біологічний розвиток рослинного і тваринного світу. Тут життя сконцентроване переважно на її поверхні та в шарі ґрунту до 2–3 м, зрідка до 5–10 м (у тому числі коренева система дерев і трав'янистих порід).

Гідросфера – води рік, озер, морів, океанів, середовище, де можливе самостійне існування різноманітного рослинного і тваринного світу (від найпростіших до ссавців).

Найменш щільна тропосфера – нижня частина атмосфери. Організми, які її населяють, не можуть тривалий час існувати без поверхні землі. Немає також тварин, які б постійно перебували в повітрі.

Біосфера – результат діяльності різних макро- і мікроорганізмів. У ній постійно підтримується біогенний кругообіг речовин – енергії.



Трофічні зв'язки – основа біосфери. Між тропосферою (атмосферою), гідросферою та літосферою завдяки діяльності організмів існують добре відрегульовані біологічні (харчові – трофічні) зв'язки рослинних і тваринних організмів.

Розрізняють такі основні екологічні групи рослинних і тваринних організмів, які забезпечують безперервний зв'язок між різними формами життя на Землі: **продуценти, консументи, редуценти**.

Продуцентів (лат. Producers — виробляючий) називають ще автотрофами, тобто організмами, які використовують різні види неорганічних речовин і за допомогою сонячної енергії утворюють органічну речовину — першооснову життя інших екологічних категорій живих організмів. Це зелені вищі й нижчі рослини та хемотрофні — незелені бактерії, які також здатні синтезувати органічну речовину.

Консументи (споживачі) – це організми, які споживають продукцію автотрофів і виділяють у навколишнє середовище продукти своєї життєдіяльності (білки, жири, цукри, вуглеводи, безазотисті екстрактивні та інші речовини). До консументів належать усі тварини. Вони створюють могутній пласт органічної речовини на Землі.

Розрізняють первинні, вторинні і третинні консументи. Перші — це травоядні тварини і паразитуючі на зелених рослинах безхлорофільні рослини — кускута, вовчок та ін.; другі - хижаки, які полюють на травоядних; треті – організми, що живляться вторинними консументами.

Редуценти — дрібні організми (гриби, бактерії). Вони використовують органічну масу відходів життєдіяльності перших двох груп і в процесі обміну розкладають її до неорганічних сполук, які, у свою чергу, знову можуть бути засвоєні продуцентами. Отже, ці три види рослинних і тваринних організмів і створюють навколишнє природне середовище в біосфері.

Вказані екологічні групи рослинних і тваринних організмів відрізняються типом живлення і будови. За типом живлення вони поділяються на автотрофні (фотосинтез) і гетеротрофні



організми (абсорбція і перетравлення). За будовою в цих групах виділяють еукаріоти тканинні (рослини, тварини), еукаріоти одноклітинні і багатоклітинні (водорості, гриби, найпростіші); прокаріоти, переважно одноклітинні (фотобактерії, скотобактерії, архебактерії).

Залежно від особливостей трофічних зв'язків між рослинними і тваринними організмами, що є динамічними, виникають різноманітні форми життя. Так, у літосфері після поїдання тваринами певних видів рослин (трав, плодів, насіння, посівів) поширюються види, які залишилися, до них також додаються види з насіння, перенесеного птахами, тваринами, комахами. Значний вплив на рослинність мають землерийні тварини, що знищують і порушують рослинний покрив, спричинюючи зміну його ботанічного складу тощо. Проте найбільшою мірою рослинність і тваринний світ змінюються під впливом діяльності людини, тобто під впливом антропогенного фактора.

Тому під впливом антропогенного фактора навколишнє середовище постійно змінюється і, на жаль, частіше в негативний бік. Великої шкоди завдають викиди в атмосферу різних хімічних сполук — промисловими підприємствами і транспортними засобами. Випадаючи з опадами, вони забруднюють навколишнє середовище — ґрунт, водойми, підґрунтові води, природні в'їддя, моря, повітря.

Несприятливо впливають на довкілля автомобільні дороги. За даними І. М. Подоби та А. В. Климова (1989), максимальна концентрація хімічних елементів спостерігається на відстані 20–30 м від полотна доріг, де збільшується концентрація у верхньому шарі ґрунту натрію, магнію, алюмінію, міді, свинцю, кадмію та ін.

Кадмій, свинець, титан, нікель нагромаджуються у ґрунті на відстані 5–7 км від доріг. На великих автострадах смуги забруднення збільшуються до 50–100 м. Якщо автострада пролягає на підвищеній частині рельєфу, то шкідливі елементи можуть нагромаджуватися на відстані 15–20 км від неї.



Екологічну проблему в Україні становлять гірничі розробки відкритим способом, відходи гірничо-збагачувальної промисловості.

Велику загрозу природі і людині в Україні становить величезна кількість відходів, у тому числі радіоактивних. Сумарна кількість цих відходів, за даними М. Малаша, становить 200 млрд т, в тому числі лише в одній Дніпропетровській області близько 50 млрд т.

Розвиток промисловості спричинює негативний вплив на всі екологічні категорії біосфери. Замість природних створюються так звані техногенні екосистеми, змінюються ландшафти, зазнає впливу і неорганічна природа.

Рослини засвоюють з ґрунту лише ті поживні речовини, які їм потрібні. Однак за надлишкових концентрацій шкідливі елементи й хімічні сполуки з ґрунту потрапляють у рослини, зерно, корми, а отже, у продукцію тваринництва. Саме тому стічні води підприємств, міст, великих тваринницьких ферм і комплексів слід очищати, а найбільш шкідливі підприємства (зокрема АЕС, хімічні заводи та ін.) — переводити на замкнутий цикл водоспоживання.

Велике значення має оптимальна система азотного живлення рослин. Надмірна концентрація рухомого азоту (понад 6–8 мг/кг ґрунту) може призводити до підвищення вмісту нітратів у рослинах, що погіршує якість урожаю. Слід зазначити, що органічні добрива, які вносять в надмірних кількостях (понад 16–17 т/га сівозміни), як і мінеральні, спричинюють нагромадження нітратів та інших шкідливих сполук у продукції рослинництва. Крім того, надмір гною може бути джерелом забруднення землі важкими металами.

Перед внесенням органічні добрива треба знезаражувати, очищати від насіння бур'янів, визначати їх хімічний склад.

Не можна вносити надмірні дози калійних і особливо фосфорних добрив, оскільки це може призвести до підвищення радіоактивного фону на полях у десятки разів (І. С. Шатілов). Так, суперфосфат іноді містить багато важких металів, зокрема урану.

Гній слід знезаражувати термічно, мул і сапропель — тривалим витриманням у штабелях, компостуванням з



негашеним вапном, аміаком рідким синтетичним, аміачною водою тощо.

Негативним екологічним фактором є безсистемний полив на зрошуваних землях, особливо надмірними поливними нормами (понад 300–400 м³/га). Наслідком є ерозія ґрунту, змивання і вимивання добрив у його нижні горизонти, звідки підземним стоком вони потрапляють у водойми; збіднення верхнього шару ґрунту на кальцій, зміна співвідношення катіонів у вбирному комплексі і, як наслідок, – погіршення вбирної здатності ґрунту та ін.

Ґрунтозахисна система землеробства – це комплекс природоохоронних заходів, які треба розробляти в кожному регіоні й господарстві.

На забруднених радіонуклідами територіях уже є певний досвід виробництва продукції з допустимим вмістом цезію і стронцію.

Екологія рослин — це наука, яка вивчає їх відношення і вимоги до умов навколишнього середовища, зокрема до умов зволоження, освітлення, температури повітря і ґрунту, родючості ґрунту та інших екологічних факторів.

Відношення рослин до вологи. За цим показником рослини поділяють на мезофіти, ксерофіти, гігрофіти, сукуленти і склерофіти. Останні три групи рослин майже не використовують у польовому рослинництві, бо вони здебільшого є рослинами природних угідь.

Відношення рослин до світла. Більшість польових культур є досить чутливими до умов освітлення, особливо у фазах сходів, початку вегетації, утворення генеративних органів. Більш світлолюбні – люцерна, чина, кукурудза, просо, сорго, суданська трава. Грястиця збірна, жито, овес, ячмінь, конюшина червона, біла і рожева, картопля, кормові буряки, бруква, турнепс добре вегетують і при менш інтенсивному освітленні. Однак і вони продуктивніші при посиленні освітлення. Рослини при цьому менш уражуються хворобами, більш витривалі щодо коливання умов вегетації.

Велике значення має не лише інтенсивність, а й тривалість освітлення. За цією ознакою розрізняють рослини короткого і



довгого дня. До рослин короткого дня належать соя, чина, кукурудза, гарбузи, кавуни, люцерна, еспарцет, сорго, суданська трава, могар, тверда пшениця. Добре ростуть і розвиваються в умовах короткого дня і менш інтенсивного освітлення горох, люпин, конюшина, овес, ріпак, кормова капуста, ячмінь, жито, бруква, турнепс, кормові буряки, картопля, грятиця збірна, тимофіївка, конюшина одноукісна і біла та ін. Такий поділ є дещо умовним. Так, горох, вика яра і озима (мохната), ячмінь, жито, пшениця, кабачки, гарбузи, кормові та цукрові буряки, соняшник, буркун, ріпак, кукурудза, люцерна, стоколос безостий та інші добре ростуть у Степу, на Поліссі і в Нечорноземній зоні.

За відношенням до затінення рослини поділяються на відносно стійкі (конюшина лучна, люпин, овес, боби, грятиця збірна та ін.) і такі, що погано реагують на затінення (люцерна посівна і жовта, стоколос безостий, буркун білий, вика озима, або мохната, еспарцет, кормові і цукрові буряки, морква).

Вплив температури повітря і ґрунту на ріст рослин.

Температурні умови вегетації – один з основних факторів життя рослин. Особливу увагу слід приділяти співвідношенню між надходженнями на посіви тепла і води. Воно є основою підбору видового та сортового складу польових культур. Від цього співвідношення за умов оптимізації інших факторів насамперед залежить врожайність культур. Температурні умови на полі значною мірою визначають відносну вологість приземного шару повітря.

Зниження температури повітря увечері та вночі посилює конденсацію вологи в ньому, сприяє засвоєнню водяної пари ґрунтом, випаданню роси.

Велике значення має співвідношення денної і нічної температури. Чим триваліша ніч (темнова фаза фотосинтезу) і вища температура, тим інтенсивніше дихають рослини і більше втрачають енергетичного матеріалу, який накопичили за день (вуглеводів, цукрів, БЕР). Внаслідок цього зменшуються добові прирости врожаю.

Відношення рослин до родючості ґрунту. Під цим розуміють насамперед відношення рослин до вмісту в ньому поживних речовин, кислотність і лужність ґрунту. За



відношенням до родючості ґрунтів польові культури поділяють на рослини родючих, середніх і бідних ґрунтів — відповідно еутотрофи, мезотрофи й оліготрофи. До еутотрофів належать культури, які добре ростуть лише на родючих ґрунтах (пшениця, гарбузи, кавуни, просо, суданська трава, люцерна, цукрові буряки, кукурудза, сорго та ін.).

Мезотрофні культури (конюшина, еспарцет, тимофіївка лучна, вівсяниця лучна, буркун білий, горох, боби та ін.) задовільно і добре ростуть на ґрунтах із середньою родючістю, але відчутно реагують на внесення добрив.

До оліготрофних рослин, які задовільно або добре ростуть на бідних піщаних, супіщаних і опідзолених ґрунтах, належать переважно бобові — вика озима (мохната), вика паннонська, серадела, люпин, буркун, лядвенець рогатий та ін. У них досить виражена азотфіксуюча дія бульбочкових бактерій, але разом з тим високі врожаї таких культур, як горох, чина, нут, буркун, мають лише на родючих ґрунтах. Так само, як і злакові культури, вони добре реагують на внесення азотних добрив.

1.4. Біологічні основи рослинництва

Посіви польових культур – могутні фотосинтезуючі системи, які за здатністю поглинати сонячну енергію набагато (у 2–5 разів) перевищують природні угіддя, в тому числі луки, пасовища і лісові насадження.

Листя, як відомо, є основним органом фотосинтезу, хоч частково цю роль виконують також зелені стебла, суцвіття на початку їх утворення і навіть корені (наприклад, опорні корені у кукурудзи).

Фотосинтез — основне джерело формування біомаси рослин. Велике значення для продуктивної роботи посіву як фотосинтезуючої системи має оптимізація теплового, водного, повітряного та поживного режимів.

Рівень поглинання сонячної радіації залежить від будови листка, його орієнтації відносно сонячного проміння. Тому густина стеблостою сортів з еректойдною будовою листя може



бути більшою порівняно із сортами і гібридами, наприклад, пшениці і кукурудзи, у яких листки мають вигляд параболи. Відтак, відповідно збільшується і площа фотосинтетичної поверхні посіву, що є передумовою його високої продуктивності.

Оптимальна площа листової поверхні (40–60 тис. м²/га) має припадати на період активної вегетації рослин (початок генеративного періоду до утворення плодів, наливу зерна, молочної стиглості, залежно від виду культури). Цей період короткий у багаторічних і однорічних трав, озимих і ярих злакових; триваліший у кукурудзи, гречки, гороху, сої; досить тривалий у коренеплодів і особливо у баштанних, у яких паралельно відбуваються цвітіння і утворення плодів. Це характерно також для гречки, буркуну та інших культур.

Для створення оптимальних умов фотосинтезу велике значення має просторове і кількісне розміщення рослин на площі, яке забезпечується способом сівби і нормою висіву насіння.

До біологічних особливостей відносять способи розмноження, морфологічну будову та структуру, реакцію на середовище і добрива, температуру проростання насіння, здатність до відростання (отавність), ріст і розвиток рослин, особливості життєвого циклу, тривалість періоду вегетації, будову, потужність та вбирну здатність кореневої системи, особливості наливу і досягання зерна, врожайність, її структуру та ін.

Способи розмноження. Розрізняють два способи розмноження рослин — генеративний (насінням) і вегетативний (бульбами, частинами кореневищ). У рослинництві застосовують переважно генеративний спосіб. Вегетативним способом розмножують і вирощують картоплю і топінамбур. Застосовують його і в травосіянні, зокрема при вирощуванні кореневищних злаків — стоколосу безостого, пирію повзучого, конюшини білої (повзучої). Після поверхневого обробітку ці злакові трави розмножують відростанням з частинок кореневищ. Повзучі пагони конюшини білої вкорінюються і утворюють нові рослини.

Останнім часом широко застосовується новий метод вегетативного розмноження — мікроклонування



Ріст рослин і його регулювання. У загальних рисах ріст рослин — це переважно кількісні зміни в рослині, спрямовані здебільшого на збільшення її маси, на відміну від розвитку, пов'язаного з якісними змінами в рослині у процесі її онтогенезу (повного циклу розвитку, починаючи із запліднення — зиготи).

Особливості росту польових рослин. Виділяють такі особливості росту рослин: інтегральність, що характеризується і описується S-подібною кривою; параболічний, який стосується об'єктів і систем і визначає основну їх якість і особливість. Розрізняють також генетичну, гормональну й екологічну зумовленість росту, його інтенсивність, масштабність, просторову локалізацію. Всі ці характеристики залежать від внутрішніх факторів розвитку та умов вегетації рослин.

Розвиток рослин. Розрізняють стадії і фази процесу вегетації польових культур. Крім того, в житті рослин виділяють періоди та етапи органогенезу, які припадають на певні фази утворення і розвитку органів рослин.

Стадії розвитку відбуваються в проростаючому насінні й точках росту бруньок рослин у період вегетації до настання куцнення (пагоноутворення). Вони по суті є внутрішніми біохімічними й фізіологічними змінами рослини, які відбуваються під впливом температури та світла.

Протікання стадії яровізації, світлової та деяких інших фаз є якісним переходом від вегетативного циклу, який супроводжується лише нагромадженням маси рослин, до генеративного. Ознакою того, що в рослині відбулися ці стадії, є перехід її від фази куцнення (пагоноутворення) до фази виходу в трубку у злакових і гілкування у бобових, хрестоцвітих та інших стрижнекоренових рослин. Це означає, що в рослині (або стеблах куца) сформується суцвіття і настане генеративний період.

Фази вегетації. У злакових, бобових і хрестоцвітих та інших культур розрізняють такі фази вегетації: проростання, куцнення у злакових; пагоноутворення у бобових, хрестоцвітих та інших стрижнекоренових; вихід у трубку у злакових; гілкування у бобових та ін.; колосіння (або викидання волоті) у злакових; бутонізація, цвітіння, плодоношення в інших культур.



1.5. Деякі біоекологічні фактори і їх роль у сучасному рослинництві

Крім біологічних та екологічних особливостей польових культур, слід враховувати також інші агроєкологічні фактори підвищення їх продуктивності, поліпшення санітарного стану полів, вирощування екологічно чистої продукції рослинництва. Серед них – ґрунти, сівозмiна, види і сорти, їх стійкість проти ураження шкідниками та хворобами, механічного догляду, зимостійкість, морозостійкість та ін.

Ґрунт — біологічне середовище, при ефективному використанні якого можна без зайвих витрат збільшити виробництво і поліпшити якість зерна, кормів, технічної сировини.

Крім органічних решток рослин і тварин, у ґрунті є багато дрібних (мікро-), середніх (мезо-) і більших (макро-) організмів, які значною мірою впливають на життєдіяльність рослин. За М. С. Двораківським (1983) з посиланням на Ю. Одума (1975), розрізняють такі групи ґрунтових організмів: мікробіота — бактерії, гриби, ґрунтові водорості і найпростіші організми; мезобіота – нематоди, дрібні личинки комах, кліщі, ногохвістки, інші дрібні організми; макробіота — коріння вегетуючих рослин, великі комахи, дощові черв'яки.

Екологічно доцільне рослинництво, як бачимо, має досить великий мікробіологічний арсенал, використання якого допоможе набагато скоротити кількість застосовуваних дорогих і екологічно несприятливих азотних та фосфорних мінеральних добрив.

Сівозмiна — могутній біологічний і агроєкологічний фактор рослинництва. Чергування різних культур в часі й просторі забезпечує більш сприятливі умови для загального росту і розвитку рослин, підвищення врожайності та якості врожаю без додаткових витрат на добрива, зрошення, обробіток посівів. Так, бобові в сівозмiні посилюють ріст інших рослин,



збільшуючи вміст азоту в ґрунті, а також фосфору, калію і кальцію. Злакові трави після бобових попередників або в суміші з бобовими травами запобігають ґрунтовтомі, накопиченню у ґрунті різних токсинів за рахунок корневих виділень бобових. При вирощуванні в сівозміні рослин-фітомеліорантів (буркуну, люцерни синьої і жовтої) на солонцюватих, осолоділих, солончакуватих і маловодопроникних ґрунтах поліпшуються реакція ґрунтового розчину, біологічна активність і водопроникність цих ґрунтів.

У рослинництві такий догляд має велике значення, оскільки однією з альтернатив застосування хімічних препаратів на посівах є механічний догляд, до- і післясходове боронування та міжрядні обробітки. Можливість застосування досходового обробітку залежить від глибини загортання насіння, яка, в свою чергу, залежить від його розмірів. Чим крупніше насіння, тим більша глибина його загортання і, отже, вища ефективність прийомів його догляду.

Трав'янисті фітоценози лук і пасовищ не потребують втручання в плані боротьби з шкідниками, хворобами та бур'янами. Це питання постає після їх корінного поліпшення, коли вони перетворюються на агрофітоценози.

В інтегрованій системі захисту рослин поряд з хімічними вже давно застосовують біологічні й агротехнічні методи боротьби з шкідниками і хворобами. В сучасному рослинництві вони повинні набрати набагато більшого поширення.

Біологічні методи захисту рослин від шкідників і хвороб, пов'язані з пошуком антагоністів, гіпер- або суперпаратизів збудників хвороб, біофунгіцидів (антибіотиків), продуцентів мікроорганізмів з невисокою токсичністю для теплокровних. Велике значення мають екстракти з вищих рослин, збудників хвороб з послабленою патогенністю або з гіповірулентних штамів різних бактерій, які можна використати для вакцинації рослин та інших об'єктів (М. М. Гольшин, 1992). До них належать і речовини-імунізатори (системні псевдофунгіциди), або елісатори, які сприяють підвищенню стійкості рослин проти хвороб.



Отже, для ефективного захисту рослин у сівозміні важливо попередньо добре вивчити (прогнозувати) видовий склад ентомофагів, фітофагів, бактерій, грибів, насіння бур'янів за допомогою кваліфікованих спеціалістів — фітопатологів, ентомологів, мікробіологів, ботаніків. Це дасть змогу намітити реальні заходи захисту рослин, поліпшити навколишнє природне середовище, знизити до мінімуму застосування хімічних засобів боротьби з шкідниками, хворобами, бур'янами.

Тема 3. Агробіологічні основи інтенсифікації рослинництва

1.6. Поняття і зміст технології вирощування сільськогосподарських культур

1.7. Наукові та біологічні основи технології вирощування сільськогосподарських культур

1.8. Теоретичні основи ресурсозберігаючих і сортових технологій вирощування сільськогосподарських культур



1.6. Поняття і зміст технології вирощування сільськогосподарських культур

Під технологією розуміють сукупність способів і засобів здійснення виробничого процесу. Складові технології (техніка, матеріальні засоби, організація) тісно між собою пов'язані. Сільськогосподарські технології визначаються в першу чергу специфічними засобами виробництва – ґрунтом, рослинами і тваринами.

У сільському господарстві можна виділити такі поняття, як технологія сільськогосподарського виробництва, технологія рослинництва або тваринництва, технологія вирощування сільськогосподарських культур, операційна технологія виконання механізованих польових робіт тощо.

Під технологією сільськогосподарського виробництва слід розуміти сукупність способів, залежностей, засобів, послідовність і якість виконання робіт у галузі з метою



одержання сільськогосподарської продукції. Технологія рослинництва включає сукупність способів, засобів, послідовність і якість виконання робіт у цій галузі з метою одержання рослинницької продукції.

Технологія вирощування сільськогосподарських культур включає перелік і послідовність робіт по вирощуванню окремих культур, збиранню і післязбиральному обробітку одержаної продукції, агротехнічні вимоги до виконання робіт, перелік технічних засобів, техніко-економічні показники. Ця технологія відображається в спеціальній технологічній карті. Операційна технологія виконання механізованих робіт передбачає способи виконання основних і допоміжних прийомів кожної окремо взятої роботи. Вона включає агротехнічні вимоги до виконання робіт, раціональне комплектування і підготовку агрегатів до роботи, підготовку поля, роботу агрегатів в загінці, контроль якості виконання робіт, заходи по охороні праці.

Розрізняють такі технології вирощування сільськогосподарських культур: ручна (немеханізована), механізована, звичайна, прогресивна, перспективна, індустріальна (промислова), інтенсивна, адаптивна, енерго - і ресурсозберігаюча, біотехнологія.

В межах сучасних технологій виділяють звичайну і прогресивну. Звичайна (традиційна) – це технологія, яка склалася в галузі рослинництва на даному етапі розвитку матеріально-технічної бази. На відміну від неї, прогресивна технологія включає найновіші досягнення науки і виробництва, випробувана в передових господарствах і рекомендована для впровадження на зміну звичайної.

На базі звичайної і прогресивної технологій формується перспективна технологія, яка передбачає впровадження на перспективу. До складу перспективних технологій відносяться індустріальна (промислова) та інтенсивна.

В зерновому господарстві продуктивність землі та праці залежить від вирішення трьох основних проблем: інтенсифікації, індустріалізації і організації виробництва, що може бути вирішено при впровадженні відповідних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Індустріальна



(промислова) технологія означає прогресивну машинну технологію, засновану на системі машин, що відповідають сучасному рівню і забезпечують комплексну механізацію вирощування сільськогосподарських культур. Застосування індустріальних технологій можливо тільки при умові вирощування високопродуктивних сортів, впровадження сучасної техніки, використання ефективних добрив, пестицидів. Повна комплексна механізація виробничих процесів в таких умовах стає об'єктивною необхідністю і вирішальним фактором підвищення продуктивності сільськогосподарських культур.

Проте для одержання високих і сталих урожаїв високоякісної продукції поряд з зазначеними необхідно виконувати такі вимоги: враховувати в повному об'ємі можливості конкретних ґрунтово-кліматичних умов, продуктивність сортів, біологічні особливості і вимоги рослин до умов зовнішнього середовища, підвищувати родючість ґрунту, застосовувати інтегровану систему захисту рослин від бур'янів, хвороб і шкідників. Все це може бути забезпечене лише на основі інтенсифікації виробничих процесів при вирощуванні сільськогосподарських культур.

1.7. Наукові основи інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур

Науково-технічний прогрес — це основа інтенсифікації виробництва. Стосовно сільського господарства науково-технічний прогрес забезпечує вдосконалення засобів виробництва для сільського господарства і вдосконалення технології сільськогосподарського виробництва при використанні досягнень біологічної науки, що означає інтенсифікацію сільського господарства.

При вирощуванні сільськогосподарських культур широко застосовуються інтенсивні технології. Інтенсивна технологія (від лат. *intensio* – напруга) в рослинництві означає застосування найбільш ефективних засобів виробництва (сортів і гібридів інтенсивного типу, ефективних пестицидів, добрив і регуляторів росту, біологічних і агротехнічних методів захисту рослин,



сучасної техніки тощо) і технологічних процесів, впровадження передових методів організації праці, забезпечення збереження навколишнього середовища. Інтенсивна технологія в сільському господарстві – це сучасна технологія, яка забезпечує збільшення виробництва продукції за рахунок підвищення урожайності при більш повній реалізації біологічного потенціалу культур на базі широкого використання сучасних факторів інтенсифікації. Інтенсивні технології відрізняються від звичайних, традиційних тим, що вони ґрунтуються на комплексному застосуванні досягнень науки, техніки, передового досвіду на всіх етапах виробництва продукції. Для їх впровадження необхідна висока культура землеробства. Ці технології можуть бути ефективними тільки при умові своєчасного і високоякісного виконання всіх операцій на основі технологічних карт.

Біологічна сутність інтенсивної технології. На фізіологічні процеси формування врожаїв польових культур впливає багато нерегульованих (сонячна радіація, температура, опади та ін.) і регульованих (сорт, обробіток ґрунту, попередники, добрива, засоби захисту рослин від бур'янів, шкідників, хвороб, регулятори росту, зрошення) факторів. Найвищої продуктивності сільськогосподарських культур можна досягнути за умови оптимізації їх росту і розвитку на основних етапах формування елементів врожайності. З урахуванням факторів, які позитивно або негативно впливають на формування врожаю, можна значною мірою врівноважити вплив метеорологічних факторів і цілеспрямовано використати ті фактори, які контролюються людиною. Створення продукції рослинництва обумовлюється біологічними процесами. Урожай біомаси на 90–95% формується в процесі фотосинтезу з використанням сонячної радіації і неорганічних речовин (вуглекислий газ, вода, мінеральні речовини) в тканинах зелених рослин на світлі за участю хлорофілу. Біологічна сутність інтенсивної технології передбачає збільшення використання рослинами сонячної енергії і підвищенню ККД фізіологічно активної радіації (ФАР). Зараз коефіцієнт корисної дії (ККД) енергії ФАР у посівах рослин становить 1–1,5%, а якщо його підвищити до 2–3% урожай зросте втричі. Досягти такого рівня використання ФАР можна при умові



оволодіння науковими основами інтенсивних технологій, вмінням керувати її факторами, тобто застосовувати той чи інший агрозахід у відповідності з біологічними особливостями рослин і їх вимогами до факторів зовнішнього середовища.

Особливе значення в цьому відношенні має сорт. Так, потенціал продуктивності сучасних сортів озимої пшениці досягає 10–12 т зерна з гектара, а фактично одержують урожай в межах 30–50% їх можливої спроможності. На кожному етапі розвитку рослини потребують конкретних співвідношень умов зовнішнього середовища, і чим ближчі ці співвідношення до оптимальних параметрів, тим кращі умови створюються для формування високої продуктивності рослин. В зв'язку з цим, розробляючи систему агротехнічних заходів для максимальної реалізації потенціалу продуктивності сільськогосподарських культур, необхідно враховувати основні закони землеробства і рослинництва. Закон фізіологічної рівноцінності і незамінності факторів полягає в тому, що жоден фактор середовища не може бути замінений іншим, тому що за фізіологічною діє всі вони важливі і рівноцінні для життя рослин. Закон обмежувального фактора, або закон мінімуму.

Розвиток рослин і урожайність обмежуються тим фактором, який перебуває в мінімумі. Тільки при усуненні цього мінімуму продуктивність підвищується і буде зростати до тих пір, поки в дефіциті не буде інший фактор. Лише при оптимальному поєднанні кожного із життєвих факторів продуктивність рослин буде підвищуватись. Закон сукупної дії факторів полягає в тому, що в природних умовах життєві фактори діють на рослини не ізольовано, а комплексно, одночасно. Кожен фактор в різних поєднаннях з іншими діє по-різному. Для формування високих урожаїв необхідна одночасна і сукупна дія всіх факторів. За законом повернення використані рослинами поживні речовини повинні повертатися в ґрунт з внесеними добривами. Тільки таким чином можна підтримувати ефективну родючість ґрунту. Закон плодозміни передбачає чергування культур на полях, що сприяє одержанню більш високих урожаїв, ніж при повторних посівах, або при беззмінному їх вирощуванні. Основні закони рослинництва є теоретичною базою галузі при



запровадженні інтенсивних технологій. Фактори інтенсивної технології. Для успішного застосування інтенсивної технології необхідно оволодіти її науковими основами, вміти керувати її факторами, тобто застосовувати агрозаходи з врахуванням біології рослин і умов зовнішнього середовища.

До факторів інтенсивної технології вирощування сільськогосподарських культур відносяться:

- ✚ ***Вирощування високоврожайних сортів інтенсивного типу з високою якістю продукції. Сорти повинні бути районовані або перспективні, добре реагувати на високий агрофон, стійкі до вилягання, шкідників і хвороб.***
- ✚ ***Використання насіння з високими посівними якостями (схожість, сила росту, маса 1000 насінин).***
- ✚ ***Розміщення посівів по кращих попередниках передбачених сівозміною, з врахуванням зональних умов. Попередники повинні бути забезпеченими достатніми запасами вологи.***
- ✚ ***Високоякісний обробіток ґрунту: добре розпушування, вирівняність поверхні, боротьба з бур'янами, збереження вологи в ґрунті.***
- ✚ ***Біологічне обґрунтування строків сівби з врахуванням особливостей росту і розвитку рослин і умов зовнішнього середовища.***
- ✚ ***Управління ростом і розвитком рослин, що досягається оптимальним забезпеченням рослин елементами мінерального живлення з врахуванням їх вмісту у ґрунті.***

Так, під озиму пшеницю фосфорні і калійні добрива вносять під основний обробіток ґрунту, мікродобрива – при підготовці насіння, а азотні добрива – в період вегетації в певні етапи органогенезу за результатами ґрунтової і рослинної діагностики. Одноразове внесення азоту в великих дозах (120–180 кг/га) призводить до вилягання рослин і неповного використання азоту на формування зерна, розвивається велика біомаса, розповсюджуються хвороби рослин. Роздрібне внесення азоту по відповідних етапах органогенезу забезпечує більш повне використання добрив на формування врожаю зерна і покращення його якості. При роздрібному способі використання азотних добрив під озиму пшеницю перше підживлення проводять у фазі



кущіння (III етап органогенезу), коли визначається майбутній габітус рослин (утворення пагонів, коренів); друге – у фазах виходу в трубку і стеблуння (IV–VII етапи), коли закладаються і розвиваються генеративні органи; третє – у фазі колосіння (VIII етап), коли визначається озернення колоса. Для покращення якості зерна часто проводять підживлення азотом у фазах формування і наливу зерна. До сівби озимої пшениці азот в невеликих дозах вносять лише на бідних ґрунтах після гірших попередників.

- ✚ ***Інтегрована система захисту рослин від бур'янів, шкідників та хвороб і застосування регуляторів росту (ретарданти тур, кампозан) для боротьби з виляганням. Необхідність проведення цих заходів визначають за даними прогнозу, а строки, об'єми – за даними поточних обстежень і оцінці фітосанітарного стану посівів.***
- ✚ ***Своєчасне і високоякісне виконання всіх технологічних операцій, які стосуються захисту ґрунтів від ерозії, накопичення вологи, створення сприятливих умов розвитку сільськогосподарських культур.***
- ✚ ***Біологічний контроль за ростом і розвитком рослин по фазах та етапах органогенезу. При цьому враховується схожість, густина стояння рослин, кількість продуктивних стебел, колосків в колосі, розвинутих квіток в колосках тощо. Врахування цих факторів дає можливість визначити необхідність застосування тих чи інших агрозаходів.***
- ✚ ***Біологічне обґрунтування строків початку, тривалості і способів збирання урожаю. Враховують також біологічну і фактичну урожайність зерна.***
- ✚ ***Визначення науково обґрунтованого запланованого урожаю з врахуванням природних ресурсів зони і лімітуючих факторів, родючості ґрунту, можливостей сорту.***



1.8. Теоретичні основи ресурсозберігаючих і сортових технологій вирощування сільськогосподарських культур

Ресурсозберігаючі технології. Інтенсифікація рослинництва незалежно від необхідності підтримки екологічної рівноваги в агроєкосистемах (перехід до сівозмін з короткою ротацією і до монокультури, зменшення генетичної різноманітності культивованих видів і сортів тощо) вимагає все більшого використання енергетичних затрат, пестицидів і добрив. Внаслідок цього з'являються стійкі до пестицидів і більш шкодочинні популяції хвороб, шкідників і бур'янів, підсилюється порушення екологічної рівноваги в агроєкосистемах внаслідок загибелі корисної мікрофлори, погіршуються фізико-хімічні властивості ґрунту, зростає загроза забруднення навколишнього середовища, погіршується якість сільськогосподарської продукції. Тому необхідний пошук альтернативних технологій виробництва продуктів харчування рослинництва, однією з яких є ресурсозберігаюча технологія, яка не заперечує існуючі інтенсивні технології, проте вона орієнтує на ріст наукоємності сільськогосподарського виробництва в цілому. Вона передбачає, що основна роль в боротьбі з бур'янами повинна належати агротехнічним заходам, а гербіцидам – допоміжна. Локальне внесення гербіцидів в декілька разів зменшить потребу в мінеральному азоті.

Велике значення має біологічний азот, який накопичується азотфіксуючими бактеріями. Все більшу роль в підвищенні енергетичної ефективності рослинництва відіграє диференційоване використання природних ресурсів і адаптованого потенціалу культивованих видів рослин, розробка сортової технології, нова стратегія боротьби з бур'янами, хворобами і шкідниками, широке використання біологічних регуляторів росту та розвитку рослин і біологічних методів захисту рослин. Одним із заходів зменшення енергозатрат в рослинництві є мінімальний обробіток ґрунту, в тому числі і перехід на нульовий обробіток. Особливе практичне значення має раціональне використання рослинних залишків, що не тільки забезпечує ріст енергетичного потенціалу ґрунту, але і покращує воднофізичні властивості та зменшує ерозійні його процеси.



Сортові технології. Теоретичною основою сортової технології сільськогосподарських культур є знання біологічних властивостей сорту, його потреб у воді і елементах мінерального живлення, теплі і світлі, стійкості до вилягання, шкідників, хвороб, бур'янів. Тому тільки глибоке знання властивостей сорту, та створення засобами агротехніки оптимальних умов росту і розвитку рослин, може забезпечити повну реалізацію його потенційних продуктивних можливостей.

Особливо важлива розробка сортової агротехніки, як підкреслює А.А. Жученко, для екологічно спеціалізованих сортів і гібридів, які мають вузькі межі пристосування до варіюючих умов зовнішнього середовища. Величина і якість урожаю таких сортів варіює сильніше не тільки в залежності від зміни погоди, але і від рівня агротехніки. Саме цим і пояснюється та обставина, що інтенсивні сорти, як правило, менш урожайні порівняно з місцевими сортами в несприятливих ґрунтово-кліматичних і погодних умовах, а також при обмежених можливостях оптимізації росту і розвитку за рахунок добрив, пестицидів, зрошення тощо. При розробці сортової технології для кожного сорту і гібриду важливо виявити фази, коли вони найкраще реагують на регульовані фактори зовнішнього середовища.

Тема 4. Агротехнічні основи рослинництва

1.9. Поняття і зміст технології вирощування польової культури

1.10. Сівозміна як агротехнічний фактор рослинництва

1.11. Агротехнічні чинники технології вирощування сільськогосподарських культур

1.9. Поняття і зміст технології вирощування польової культури

Урожайність польових культур визначається певними законами, які враховують взаємодію факторів та умов вегетації



рослин — водний, поживний, світловий, тепловий, повітряний режими. До умов вегетації належать також реакція ґрунтового розчину, вміст у ґрунті гумусу, структура, щільність, пористість, аерація ґрунту, склад приземного шару повітря, вміст у ньому вуглекислоти, відносна вологість повітря, експозиція поля, забур'яненість тощо.

Агроекологічна взаємодія факторів вегетації рослин у вигляді певних законів була сформульована давно, але вперше узагальнив і систематизував закони землеробства В. Р. Вільямс. Він виділив шість основних законів землеробства. Закон незамінності факторів полягає в тому, що жоден фактор росту і розвитку рослин не може бути замінений іншим. За законом мінімуму, або обмежувального фактора (вперше був сформульований Ю. Лібіхом), врожай визначається фактором, який перебуває в мінімумі. Згідно із законом оптимуму і максимуму (вперше сформульований Саксом), найбільший врожай можна мати лише за оптимального рівня кожного фактора. Суть закону сукупної дії (взаємодії) факторів полягає в тому, що мінімальна дія фактора тим ефективніша, чим більше інших факторів перебуває в оптимумі. В. Р. Вільямс уточнив формулювання цього закону, вважаючи, що сукупна дія факторів найсильніше виявляється за оптимального їх співвідношення.

Це дає змогу одержати високий урожай. За законом повернення поживних речовин, відкритим усередині XIX ст. Ю. Лібіхом, використані рослиною поживні речовини повинні повертатися в ґрунт. У сучасному рослинництві значення цього закону зростає у зв'язку із збільшенням виносу поживних речовин з ґрунту. Закон плодозміни сформулював на початку XIX ст. М. Г. Павлов. За цим законом, при плодозміні (чергуванні культур на полях) агротехнічні прийоми ефективніші, ніж при незмінних посівах. Цей закон є теоретичним обґрунтуванням необхідності провадження сівозмін.

Розрізняють природну й ефективну родючість ґрунту. Природна родючість ґрунту залежить від його природних показників — механічного складу, вмісту гумусу, умов зволоження, вмісту поживних речовин, а ефективна — від цілеспрямованої діяльності людини.



Вважається, що при правильному використанні ґрунту його родючість не втрачається, а навпаки, підвищується. Тому закон так званої спадної родючості ґрунту, сформульований ученими у XVIII ст., вже Д. І. Менделєєв визначив як необґрунтований. Це відображено також у працях економістів кінця XIX — початку XX ст. Практика сучасного землеробства повністю це підтвердила: родючість ґрунту можна утримувати на певному рівні, знизити незадовільною агротехнікою і підвищити, вирощуючи високі врожаї.

Бур'яни порівняно з польовими культурами раніше проростають, інтенсивніше ростуть, більш посухо- і морозостійкі, краще зимують, мають великий коефіцієнт розмноження. У ґрунті багато насіння різних видів бур'янів, яке роками, десятками років здатне зберігатись, не втрачаючи схожості. Бур'яни є осередком шкідників і хвороб культурних рослин. Питання боротьби з ними завжди було актуальним. Разом з тим у з ага льнобію логічному плані всі бур'яни є складовою біоценозу, і ми не вправі знищувати їх як види, виключати із загального біологічного ланцюга. Завдання агронома — довести їх наявність у полі до мінімальної, істотно нешкідливої кількості для врожаю польової культури.

Розрізняють три групи заходів боротьби з бур'янами: агротехнічні, хімічні та біологічні. Останнім часом значного поширення набули хімічні заходи і недостатньо застосовуються агротехнічні та біологічні.

Використовують деякі збудники специфічних хвороб бур'янів. Наприклад, іржа пукцинія суавеоліс ушкоджує осот і не шкодить хлібам. Цей прийом уже набув значного поширення в деяких країнах Заходу.

Застосування фітофагів — комах, які є специфічними шкідниками бур'янів, що знищують певний вид бур'яну, не завдаючи шкоди культурним рослинам, – питання далеко не нове. Воно висвітлене у багатьох наукових працях, про нього йшла мова вище. Проте широкого застосування цей метод ще не набув. Так, для знищення вовчка соняшникового застосовують мушку фітомізу, личинки якої пошкоджують насіння і стебла вовчка. Для цього заготовлені коробочки вовчка з лялечками фітомізи



просушують під навісами і зберігають при температурі 6–7° С. Навесні мішечки з фітомізою (один мішечок на 1 га по 1000 шт. лялечок) розвішують на кілках.

На амброзію полинолисту згубно діє специфічний жучок зигोगрама сутураліс, який живиться лише амброзією. Як і останню, його завезено з Америки. Досліди із застосування зигограми дали позитивні результати. З цією метою з Америки завезли амброзієву совку, гусінь якої живиться лише листками амброзії.

У США та Австралії для знищення в посівах звіробою використовують деяких листогризів і коренеїдів, завезених з Англії і Франції. Ефективним у США виявилось і застосування довгоносика для боротьби з будяком. Його теж завезли з Європи.

У Таджикистані для боротьби з гірчаком використовують гірчакову нематоду. Повитицю знищують повитицева муха та спеціальні види довгоносика.

1.10. Сівозміна як агротехнічний фактор рослинництва

Ротація різних польових культур у часі й просторі на полях сівозміни позитивно впливає на родючість ґрунту. Так, бобові рослини збагачують ґрунт на азот за рахунок його фіксації з атмосфери і на кальцій, який вони засвоюють із більш глибоких шарів ґрунту. Разом з кореневими і стерньовими рештками ці елементи надходять у ґрунт.

Мичкувата коренева система злакових розміщується переважно в орному та підорному шарах, розділяючи ґрунт на дрібні окремість. Після них у ґрунті залишається багато перегною. При цьому ґрунтові окремість завдяки кальцію з коріння бобових набирають певної водотривкості. Ґрунт стає структурним, підвищуються його пористість, аерація, оптимізується щільність його складання, посилюється вбирна здатність, поліпшується водний, поживний, повітряний, тепловий, мікробіологічний режими, збільшується вміст гумусу, поліпшується реакція ґрунтового розчину.



Оптимізація фізичних показників ґрунту завдяки правильному чергуванню культур у сівозміні дає змогу зменшити кількість енергоємних обробітків, особливо глибокої полицевої оранки, і обмежитись поверхневим або нульовим обробітком.

За даними кафедр загального землеробства Національного аграрного університету та Уманської державної аграрної академії (С. С. Рубін, А. Г. Михаловський, В. П. Гудзь, І. В. Веселовський, Ю. П. Манько, В. П. Гордієнко, В. О. Єщенко та ін.), правильна сівозмiна дає змогу без додаткових витрат підвищити врожайність культур на 20–20% і більше. Отже, сівозмiна є ефективним агробіологічним фактором, який слід максимально використовувати в рослинництві.

Обробіток поліпшує фізичні властивості, дає змогу створити необхідні умови для оптимізації водного, повітряного, теплового і поживного режимів ґрунту. Розрізняють основний і передпосівний обробіток ґрунту і обробіток під час догляду за посівами.

Під просторовим розміщенням рослин в посіві розуміють спосіб сівби, під кількісним — норму висіву. Ці два поняття розглядаються у тiсній взаємодії. Правильне просторове і кількісне розміщення рослин на площі – необхідна умова реалізації сортових (гібридних) особливостей культури.

На посівах важливо дотримуватись відповідності між густрою рослин і рівнем мінерального живлення. Спосіб сівби і густина посіву залежать від морфологічних особливостей сортів, тривалості періоду їх вегетації. Так, ранньостиглі сорти й гібриди кукурудзи, соняшнику, сої та інших культур, які розвивають меншу вегетативну масу, сіють густіше, а пізньостиглі – розріджено.

Строки сівби. Серед польових культур є озимі, ранні і пізні ярі, літні проміжні посіви, відповідно існують і різні строки сівби: осінні, весняні, літні, які залежно від виду і сорту культури можуть бути ранньо-, середньо- і пізньоосінніми (весняними, літніми). Крім того, деякі культури можна висівати в різні строки — рано або пізно навесні, влітку, в літньо-сінній період. Це люцерна і еспарцет, злакові багаторічні трави – вівсяниця (костриця) лучна, грястиця збірна та інші, ріпак, редька олійна,



кукурудза на зелений корм. Проте для більшості культур, особливо зернових і технічних, велике значення має дотримання строків сівби. Від цього залежать їх ріст, розвиток, ураження хворобами, шкідниками, засміченість посівів бур'янами. Наприклад, надто ранні посіви озимої пшениці переростають восени, більше ушкоджуються хворобами і шкідниками. Те саме спостерігається при запізненні із сівбою ранніх ярих — ячменю, вівса, гороху та інших культур.

Норми висіву. Оптимальна густина посіву, достатня кількість поживних речовин, вологи, світла й тепла сприяють утворенню оптимальної для даного виду і сорту польової культури листової поверхні.

1.11. Агротехнічні чинники технології вирощування сільськогосподарських культур

Догляд за посівами включає комплекс агротехнічних, біологічних, екологічних, агрофізіологічних та інших заходів, спрямованих на оптимізацію водного і поживного режимів ґрунту, фотосинтезу, зведення до мінімуму забур'яненості посіву та пошкодження рослин хворобами і шкідниками.

Найдоступнішими, найменш енергоємними та екологічно безпечними є агротехнічні (механічні) заходи догляду. Це насамперед суцільні досходові шарування, до- і післясходові боронування, міжрядні обробітки широкорядних посівів, підкошування травостоїв багато- і однорічних трав. Підкошування іноді застосовують і на посівах коренеплодів (у липні–серпні). Для цього спеціальними пристроями скошують на високому зрізі бур'яни (лободу, щирицю, мишій). Незначне пошкодження листя коренеплодів не має істотного значення, оскільки воно добре відростає за рахунок формування чергової пари листків.

Добре організований цикл збирання врожаю з мінімальними втратами — необхідний завершальний етап технології вирощування культури. Через невдало вибраний спосіб збирання, недостатньо підготовлені збиральні агрегати можуть бути значні втрати зерна, коренеплодів, силосної маси,



сіна та ін. Технологічні втрати зерна не повинні перевищувати 2–3%. Значною мірою втрати залежать від застосовуваної техніки. Наприклад, комбайни «Нива», «Колос» конструктивно недосконалі. Проте старанне їх регулювання дає змогу звести до мінімуму втрати врожаю зернових (рис. 1.10–1.11).



Рис. 1.10. Комбайн «Нива» – СК5 Рис. 1.11. Комбайн «Колос» – СК6

Кращими є зернозбиральні комбайни, у яких молотильна установка (барaban) розміщена паралельно ходу збирального агрегату, а не упоперек, як у старих схемах (рис. 1.12).



Комбайн John Deere



Комбайн Sampo



Комбайн VERSALITE



Комбайн New Holland

Рис. 1.12. Комбайни з паралельним розміщенням збирального агрегату



Розрізняють пряме й роздільне, одно- і двофазне збирання врожаю зерна, кормів, коренеплодів. Так, пшеницю, ячмінь, горох, залежно від умов року і забур'яненості поля, збирають прямим комбайнуванням або роздільним способом. Пряме комбайнування – більш продуктивний процес, пов'язаний з меншими втратами врожаю. Проте гречку, просо, могар, сорго збирають роздільним способом. У них стебла у фазі повної стиглості рослин залишаються зеленими.

Насінники кормових трав (люцерни, конюшини, еспарцету, злакових трав), як правило, збирають роздільно. При збиранні коренеплодів і бульбоплодів спочатку скошують гичку, бадилля, а потім збирають корені і бульби. Картоплезбиральні комбайни добре працюють на легких супіщаних і легкосуглинкових ґрунтах, а на важкосуглинкових картоплю після підкопування іноді збирають вручну. Для кращої роботи бурякозбиральних комбайнів на цих ґрунтах перед збиранням проводять глибоке розпушування ґрунту біля рядків (рис. 1.13–1.14).



Рис. 1.13. Комбайн Akpil Kartoffel



Рис. 1.14. Grimme Rexor

Роздільне збирання насінників трав може бути одно- або дворазовим, двофазним, тобто проводять один або два обмолоти валків. Двофазний обмолот застосовують здебільшого при збиранні насінників трав через їх нерівномірне досягання. Так, після першого обмолоту валків вівсяниці лучної, грестиці збірної та інших трав їх залишають на полі і через 2–3 дні обмолочують повторно.



Люцерну або конюшину слід обмолочувати на току. Якщо в обмолоченій масі залишаються бобики, обмолочують двічі. При обмолоті з валків люцерни, конюшини, лядвенцю, проса, могару або інших дрібнонасієних культур слід добре герметизувати молотильний апарат комбайна. Для обмолоту люцерни й конюшини застосовують також іншу технологію. Голівки знімають («обчісують») з рослин на пні спеціально обладнаним комбайном. Такий ворох голівок і бобиків з домішками сухих стебел і листя обмолочують у стаціонарних умовах.

Останнім часом розроблено різні технологічні схеми обмолоту хлібів, у тому числі й на току, що мало місце до широкого застосування зернозбиральних комбайнів. Однак цей спосіб застосовується переважно при обмолоті насінників трав, коренеплодів та деяких інших культур.

Цукрові і кормові буряки збирають комбайнами потоковим способом. При потоково-перевалочному способі виключають тривале перебування коренів на полі, бо вони в'януть, погано зберігаються, що призводить до втрат цукрової сировини та кормів.

Треба суворо дотримуватись строків виконання і технологічних параметрів агротехнічних заходів у системі вирощування та збирання польових культур.

При оцінці рівня виконання технологічних заходів важливо враховувати фактори, які зумовлюють поліпшення або погіршення якості польових робіт взагалі, – агротехнічні, технологічні, технічні, біологічні, екологічні, організаційно-господарські.

У світовому рослинництві й кормовиробництві сумісне вирощування польових культур застосовується досить давно – у Китаї, Індії, Єгипті, а пізніше – в античному Римі, Візантії, середньовічній Європі та слов'янських городищах. Ідею спільного вирощування рослин людина взяла з природи, де, як відомо, трав'яна й деревна рослинність росте найчастіше у вигляді рослинних угруповань – фітоценозів, які краще пристосовані до умов місцевості, де вони ростуть. На відміну від багаторічних рослинних угруповань, рослинні угруповання, створені людиною, прийнято називати агрофітоценозами, або



агроценозами. Це поєднання різних родин, видів і сортів рослин є більш випадковим. Помилки при доборі компонентів сумішей як багаторічних, так і однорічних польових культур відразу позначаються на результатах (знижуються приріст зеленої маси, урожайність і якість корму). виправити ці помилки інколи буває важко або неможливо. Тому потрібний особливо ретельний підхід до прогнозування взаємодії компонентів суміші, який вимагає знання біології та екології однорічних і багаторічних рослин. Слід враховувати динаміку росту й розвитку їх. При вдалому доборі рослин, достатньому зволоженні і забезпеченні поживними речовинами продуктивність сумішей не лише не поступається перед продуктивністю одновидових посівів, а й часто перевищує її.

Основна мета змішаних посівів у рослинництві — підвищення врожайності і якості отриманої продукції, у кормовиробництві — передусім підвищення якості кормів, оскільки врожайність кормосумішей, особливо однорічних культур, не завжди перевищує врожайність одновидових посівів. Проте, якщо навіть урожайність суміші деякою мірою поступається урожайності одновидових посівів, то виграш у якості (зокрема щодо вмісту протеїну в кормі) виправдовує застосування кормосуміші.

Часто плутають поняття «змішані», «сумісні» та «ущільнені» посіви. Власне, всі ці посіви є змішаними, але відрізняються один від одного кількісним і просторовим розміщенням рослин.

Період вегетації рослин в Україні триває 190–220 днів. Польові культури використовують його лише на 55–65%. Це — пшениця, кукурудза на зерно, цукрові та кормові буряки, соняшник, коноплі. Так, після збирання озимої пшениці залишається ще майже 80–90, а в південних районах — 100–120 днів із середньодобовою температурою вище 10° С.

На полях, не зайнятих рослинами, в ґрунті не нагромаджується органічна речовина (немає фотосинтезу), а невикористані рослинами поживні речовини, зокрема нітратні сполуки, вимиваються в нижні шари ґрунту і потрапляють у водойми, забруднюючи їх. Все це свідчить про низький рівень



агрономічної культури, відсутність наукового підходу до використання землі в рослинництві.

На природних угіддях з ранньої весни і до пізньої осені вегетують рослини, в ґрунті нагромаджується органічна речовина, поліпшується його структура. Звичайно, у природному фітоценозі на луках і пасовищах та на посівах багаторічних трав цього досягти простіше, але значною мірою можна і на полях однорічних культур при застосуванні післяукісних, післяжнивних, підсівних та озимих проміжних культур.

Тому рання зяблева оранка на полях не є кращим способом використання післязбирального періоду в сівозміні. Зяблева оранка — це ефективний засіб боротьби з бур'янами, але на полі в цей період відбувається процес, аналогічний тому, який буває на парових полях — надмірна мінералізація органічної речовини ґрунту, що знижує його потенційну родючість (знижується вміст гумусу, погіршується вбирна здатність та інші агрохімічні і агрофізичні показники).

Раніше екстенсивне рослинництво ґрунтувалося переважно на природній родючості ґрунту і старанний осінній обробіток його давав змогу додатково мобілізувати поживні речовини для вирощування врожаю. Для альтернативного рослинництва такий підхід неприйнятний, бо сучасне рослинництво передбачає збільшення тривалості фотосинтезу на полях, збереження і поліпшення родючості ґрунту.

Тема 5. Основи насіннезнавства

1.12. Предмет та основи насіннезнавства

1.13. Вплив екологічних і агротехнічних умов на якість насіння

1.14. Основні показники якості насінного матеріалу

1.12. Предмет та основи насіннезнавства

У технології вирощування високих урожаїв сільськогосподарських культур велике значення має якість



насінного матеріалу. Насінний матеріал — один з основних засобів сільськогосподарського виробництва.

Насіннезнавство — наука про розвиток насіння, вимоги його до факторів навколишнього середовища, прийоми вирощування високоякісного насіння, способи його підготовки до сівби і зберігання. Насіннезнавство розробляє також методи оцінки насінного матеріалу і норми посівних стандартів.

Основне завдання насіннезнавства — дослідження насінного матеріалу з метою поліпшення його врожайних якостей та процесів спрямованого їх формування. Наукові дослідження з насіннезнавства мають велике значення для практики насінництва, яке розробляє заходи щодо розмноження сортового насіння, зберігання його чистоти і забезпечення ним господарств.

До основних якостей насіння належить чистота, схожість, вологість, маса 1000 насінин та ін. Показники цих якостей визначають у державних насінневих інспекціях.

Першими станціями випробування насіння в Україні були Київська (1897) і Харківська (1906), а пізніше організували інші контрольні-насінні станції.

Важливу роль у розвитку насіннезнавства відіграла Харківська контрольна-насіннева станція, очолювана М. М. Кулешовим, який у 1963 р. написав навчальний посібник «Агрономическое семеноведение». В 1966 р. І. В. Строна опублікував монографію «Общее семеноведение полевых культур», а в 1976 р. В. В. Гриценко і З. М. Калошина написали «Семеноведение полевых культур».

У рослинництві під насінням розуміють насінний матеріал, призначений для сівби й отримання врожаю: зерно хлібних злаків, насіння зернобобових, сім'янки соняшнику, двосім'янки моркви, коріандру, кмину, супліддя (клубочки)буряку та ін.

Для контролю за якістю насіння в нашій країні на базі контрольних-насінневих лабораторій організовано районні державні насінневі інспекції, які підпорядковані обласним державним інспекціям.

Насінневі інспекції здійснюють державний контроль за вирощуванням, післязбиральною доробкою, зберіганням і сівбою



насіння, а також за дотриманням господарствами, установами й організаціями державних стандартів на сортові й посівні якості насіння.

Насінництво — наука про методи розмноження сортового насіння із зберіганням його сортової чистоти та підвищенням його врожайних якостей. Насінництво є складовою селекційного процесу.

Високі посівні якості насіння – основна умова отримання повноцінного врожаю. Дані науково-дослідних установ і практика передових господарств свідчать, що за однакових умов агротехніки сівба добірним насінням забезпечує приріст урожаю на 20–30% і високу якість продукції.

У нашій країні вимоги до сортових і посівних якостей насіння зазначені у державних стандартах України (ДСТУ). Високоякісний і вирівняний посівний матеріал мають при вирощуванні високопродуктивних культур районаних і перспективних сортів і застосуванні відповідної агротехніки. Низька агротехніка на насінних ділянках набагато знижує посівні й урожайні якості насіння.

Для поліпшення якості насіння у господарствах періодично проводять сортооновлення, тобто заміну сортового насіння низької репродукції насінням таких самих сортів, але більш високих репродукцій (еліта, перша репродукція).

Численними дослідженнями доведено поліпшення посівних і урожайних якостей насіння при вирощуванні культур по високому агрофону. Слід зазначити, що на насінних ділянках треба застосовувати агротехніку з урахуванням біологічних особливостей вирощування культур та сортів. Так, високоврожайні сорти вибагливі до умов вирощування, і за звичайної агротехніки врожайність їх може знизитись більше, ніж менш продуктивних сортів.

Економічна ефективність вирощування сільськогосподарських культур значною мірою підвищується в результаті соргозаміни — впровадження у виробництво нових, більш продуктивних, з вищими якісними показниками сортів.



1.13. Вплив екологічних і агротехнічних умов на якість насіння

Високоврожайне насіння, як уже зазначалося, можна мати від високопродуктивних рослин. Сприятливі умови росту й розвитку материнських рослин сприяють формуванню насіння високої якості. Умови формування насіння неоднакові навіть у межах однієї рослини, тому насіння, яке формується на рослині раніше, завжди більш високоякісне. Це особливо помітно на рослинах з тривалим періодом цвітіння, наприклад проса, вівса, гороху. Надмірні кущистість і гілкування знижують якість насіння.

На якість насіння значною мірою впливають кліматичні умови. Так, на якості насіння негативно позначаються надмірні опади і низькі температури в період його формування. Під час сівби таким насінням урожай знижується на 8–12%. Насіння, вирощене в сприятливих метеорологічних умовах, завжди має високі врожайні якості. Тому страхові фонди краще заготовляти в сприятливі для формування насіння роки. Слід також виявляти зони, в яких постійно формується насіння високої якості, що має велике значення для спеціалізації насінництва і переведення його на промислову основу.

Відомо, що на якість насіння негативно впливає вилягання рослин, урожайність яких дуже знижується. У полеглих рослин погіршується світловий режим, послаблюється фотосинтез і нагромадження пластичних речовин. У разі вилягання в насінні збільшується вміст білка, цукрів і різко знижується вміст крохмалю. Урожай з полеглих посівів треба збирати окремо і використовувати для продовольчих або кормових потреб. Великі і часті опади, вітри спричинюють раннє вилягання посівів зернових культур, особливо пшениці й жита, а також ураження рослин грибними та бактеріальними хворобами.

Вилягання рослин спричинює також підвищення родючості та надмірне зволоження ґрунту, внесення великих доз азотних добрив, загушення посівів. У дощове літо часто мають фізіологічне недозріле насіння з низькою схожістю. Чим раніше вилягають зернові культури, тим сильніше знижуються



врожайність і якість насіння. За сильного вилягання врожайність зерна знижується на 5–8 ц/га.

Суха і жарка погода за нестачі вологи в ґрунті зумовлює запал зерна. В насінні порушуються процеси обміну, внаслідок чого утворюється недорозвинене насіння з незначною масою 1000 насінин і підвищеним вмістом азоту. В суху погоду рослини і зерно швидко висихають. Зниження їх вологості до 40% призводить до незворотних процесів – коагуляції колоїдів.

Тривала дощова погода часто є причиною проростання насіння в колосі і подовження періоду його досягання. Насіння, зібране в холодну і вологу погоду, погано зберігається і має подовжений період післязбирального досягання.

Волога погода і нормальна температура, добра забезпеченість елементами живлення подовжують період формування насіння, при цьому формується крупне насіння, збільшується маса 1000 насінин. Таке насіння звичайно має високі посівні та врожайні якості.

На формування зерна негативно впливають перемінна волога і жарка погода, яка спричинює його «стікання». При цьому різко посилюються інтенсивність дихання та процес фотосинтезу органічних речовин у зерні, і, як наслідок, відтік продуктів фотосинтезу.

Дослідні дані Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва УААН доводять, що під час висівання насіння, вирощеного за сприятливих метеорологічних умов, урожайність зерна на 3,1–7,3 ц/га більша, ніж після висівання насіння, вирощеного в жарку і посушливу погоду.

Жарка погода є однією з причин виродження картоплі (під впливом високих температур бруньки молодих бульб пробуджуються, швидко старіють і дають вироджені бульби).

На насінних посівах треба створювати високий агрофон, тому їх слід розміщувати на родючих ґрунтах, після кращих попередників і підвищувати загальний рівень агротехніки.

Багаторічний досвід сільськогосподарського виробництва і практика кращих господарств свідчать, що насіння, зібране на посівах з високим агрофоном, забезпечує підвищення врожайності зерна на 1,5–4 ц/га.



Насінні посіви розміщують у сівозміні, де товарне зерно не вирощують. При цьому завжди потрібно дбати про чистосортність насінних посівів. Не дозволяється сіяти різні сорти пшениці після пшениці, жито після пшениці, овес після ячменю, оскільки насіння їх важко відділити одне від одного на сортувальних машинах. У посушливих районах кращим попередником для насінних посівів є чистий пар, а в районах достатнього зволоження зернові культури по чистих парах вилягають і подовжується період їх досягання. Добрими попередниками для озимих зернових у лісостепових районах і в західних областях країни є зайняті пари.

Для знищення бур'янів і створення сприятливих умов розвитку рослин і формування високоякісного насіння на насінних посівах слід проводити старанний і раціональний обробіток ґрунту. Бур'яни зменшують польову схожість насіння вирощуваних культур, а після збирання врожаю підвищена вологість насіння бур'янів та їх вегетативних частин збільшує вологість насіння. Особливо старанно слід знищувати карантинні бур'яни — амброзії, гірчак рожевий, усі види стриги й повитиці та ін. Засмічене цими бур'янами насіння некондиційне і для сівби непридатне. Обов'язковим є негайне очищення насіння після обмолоту валків або прямого комбайнування.

Досліди, проведені в різних ґрунтово-кліматичних зонах країни, показали, що внесення фосфорних і калійних добрив на насінних посівах сприяє підвищенню врожаю та поліпшенню посівних і врожайних якостей насіння. Внесення мікродобрив також підвищує повноцінність урожаю, якість насіння та стійкість рослин проти ураження різними хворобами.

Застосовуючи добрива на насінних посівах, треба дотримуватися оптимального співвідношення між елементами живлення. Часто надмірне внесення азотних добрив негативно впливає на якість насіння, спричинюючи переростання і вилягання рослин. При цьому врожай насіння знижується, збільшується ураження рослин грибними хворобами, насіння недорозвинене і некондиційне.

Фосфорні та калійні добрива прискорюють досягання врожаю, скорочують період післязбирального досягання



насіння, значно підвищують масу 1000 насінин, вирівняність насіння. Найбільші врожаї насіння мають після внесення повного мінерального добрива за оптимального співвідношення елементів живлення. Дослідами Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва УААН встановлено, що найнижчу польову схожість мало насіння ячменю (86–87%), вирощене на азотному та азотно-калійному фонах, а найвищу (91–92%) – на фосфорно-калійному фоні та на фоні повного мінерального добрива.

Підвищенню врожайності й поліпшенню якості насіння сприяють такі способи сівби, які забезпечують рівномірне розміщення рослин на площі посіву.

Оптимальна густина стояння рослин з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов зони значною мірою впливає на вирівняність, крупність насіння та його посівні й врожайні якості. Рослини з оптимальними площами живлення краще використовують поживні речовини ґрунту і сонячну енергію, що звичайно підвищує їх урожайність.

У надмірно загущених посівах формується недовиповнене насіння з невисокими посівними якостями.

На зріджених посівах збільшується різноякісність насіння за розмірами, масою, енергією проростання і схожістю. Тому на насінних посівах треба намагатися збирати насіння з головного стебла. Норму висіву на насінних посівах знижують тільки для прискороного розмноження дефіцитних сортів.

Велике значення для отримання насіння з високими посівними якостями має сівба в оптимальні строки. За ранніх строків сівби ярої пшениці, вівса, ячменю створюються кращі умови (температура, вологість) для формування високих урожаїв якісного насіння. Такі культури, як гречка, просо, вика, висівають у різні строки, тому насіння потрібно збирати з найбільш урожайних посівів таких строків сівби, де в період його формування були найсприятливіші метеорологічні умови.

На насінних посівах крім загальних заходів догляду потрібно проводити видове і сортове прополювання, а також додаткове штучне запилення. Штучне запилення озимого жита, соняшнику та інших перехреснозапильних культур має велике значення для боротьби з череззерницею, позитивно впливає на



врожайні й посівні якості насіння (енергія проростання підвищується на 6,5, а схожість – на 2,3%), підвищує насінну продуктивність (на 2–3 ц/га).

1.14. Основні показники якості насінного матеріалу

Якісний насінний матеріал дає змогу без додаткових енергетичних затрат (добрива, пестициди) забезпечити належний ріст рослин, знизити негативний вплив бур'янів, хвороб, шкідників і на цій основі підвищити врожайність культури і якість одержуваної продукції, поліпшити екологічний стан поля.

Насіння (насінний матеріал) — поняття широке. Це переважно різні плоди – зернівки, сім'янки, однонасінні плоди – боби, горішки, частини плодів, а також органи вегетативного розмноження — бульби, іноді дрібні плоди.

Найпоширенішим насінним матеріалом у рослинництві є зернівки (зернові злаки і зернобобові), сім'янки (соняшник, морква), горішки (гречка, буряки), однонасінні боби (еспарцет, буркун), бульби (картопля, топінамбур) та ін.

Насіння характеризується сортовими, посівними і врожайними властивостями. При цьому велике значення мають фізичні властивості насінного матеріалу – натура, вирівняність. Певне значення має і форма насіння. Так, за даними М. М. Макрушина (1976), у пшениці більш врожайним є компактне зерно. Тонке, видовжене зерно, яке за масою не поступається перед зерном вирівняним і ваговитим, забезпечує меншу врожайність. Ці відмінності насіння прийнято називати різноякістю. Розрізняють три форми різноякості: екологічну, материнську, генетичну. Екологічна форма різноякості визначається умовами ґрунтово-кліматичної зони і технологією вирощування культури, материнська — є результатом розміщення насіння в суцвітті, що впливає на його формування. Генетична форма різноякості залежить від умов запилення квітки і розвитку зиготи. Важливе значення мають мутагенні фактори.

Отже, насіння — це складні живі системи, посівні та врожайні якості яких забезпечуються багатьма факторами.



Основні посівні якості насіння характеризуються такими показниками, як чистота, вологість, енергія проростання, лабораторна схожість, маса 1000 насінин. Велике значення має польова схожість насіння, що залежить від вологості ґрунту, глибини загортання насіння.

Категорії насіння і показники якості його визначаються і регламентуються державним стандартом України (див. ДСТУ 2240-93).

Схожість насіння. Від схожості насіння залежить його посівна якість. Відповідні норми встановлені всіх польових культур. Від схожості насіння залежить густина посіву і рівномірність розподілу стеблостою. Схожість насіння формується у процесі вирощування і значною мірою залежить від ґрунтово-кліматичних умов, технології вирощування, системи удобрення. На якість насіння впливає його дозрівання та організація збирання врожаю, а також його дообробка (очищення, підсушування, калібрування).

Насінницькі посіви доцільно збирати в повній стиглості. Під час збирання важливо контролювати і здійснювати всі заходи, які зменшують травмування зерна. Механічне пошкодження зерна призводить до погіршення його якості і зберігання, зниження хлібопекарських, технологічних, посівних якостей тощо.

Насіння пошкоджується під час обмолочування. Ступінь його травмованості залежить від регулювання роботи агрегатів комбайна, біологічної фази розвитку рослин, сорту та виду сільськогосподарських культур. Найшкідливішими є мікропошкодження в зоні зародка зерна, механічні пошкодження зародка та ендосперму.

При висіванні травмованого насіння знижується його схожість, послаблюється розвиток рослин. Так, при пошкодженні зародка паросток втрачає орієнтацію, закручується. На пошкоджених місцях насінини розвиваються колонії грибів, що є частою причиною їх загибелі.

Сучасні механізми, які застосовують для збирання зернових, не запобігають повністю травмуванню насіння. Травмування насіння при збиранні залежить від його вологості.



Дослідами встановлено, що при вологості понад 25% травмування досить значне і може повністю пошкоджувати зародок. З підвищенням вологості пошкодження насіння збільшується. Для всіх польових культур оптимальна вологість для збирання становить 16–17%. Травмування насіння зменшується також при роздільному способі збирання, правильному виборі строків обмолочування, регулюванні молотильних апаратів, зокрема обертів барабана і зазорів між барабаном і підбаранням.

Насіння пошкоджується і на зерноочисних та сушільних машинах. Тому на стадії обробки врожаю необхідно вибирати оптимальний режим сушіння насіння, регулювати трієри та сита, уникати надлишкового застосування зернопультів у процесі дообробки насіння.

Травмування насіння знижує його польову схожість на 15–30%. При висіванні насіння, в якому механічно пошкоджено 10% маси, врожайність знижується більш як на 1 ц/га. На насінних посівах доцільніше використовувати двобарабанні комбайни. Так, в експериментальному елітно-насінницькому господарстві Інституту насінництва кращі результати мали при використанні зернозбиральних комбайнів СКД-6. Маса подрібненого зерна становила 0,4–0,6% загальної маси, травмування 20–30%. При цьому частоту обертів першого барабана, який працював у м'якому режимі, зменшували на 200–300, а другого встановлювали у межах 1000–1200 об./хв. Зазор між першим барабаном і підбаранням був на 3–4 мм більшим, ніж між другим барабаном і підбаранням. Крім того, слід регулювати зерноочисні й зернопровідні пристрої. Подавання соломистої маси в молотильний апарат регулюють залежно від швидкості руху комбайна під час обмолочування.

Для збирання посівного і якісного товарного зерна слід використовувати комбайни, якими вже обмолочено посіви на площі 100–350 га. Це має велике значення для забезпечення високої якості обмолоту культур, зокрема зернобобових (гороху, сої).

Здійснення комплексу заходів щодо зменшення травмування зерна економічно вигідне, оскільки забезпечує



додатковий вихід насіння. Це важливо при розмноженні насіння еліти й супереліти та першої репродукції нових перспективних сортів польових культур.

Пошкодження оболонки зерна призводить до глибоких фізіологічних змін у зернині, втрат поживних речовин, порушення обмінних процесів, що різко послаблює ріст проростків. Дослідні дані свідчать, що травмування ендосперму насінини пшениці знижує продуктивність рослини на 10–20%, зародка на 27–44%.

Пошкодження насіння знижує посівні якості його при зберіганні. Так, через 8 міс. після збирання енергія проростання пошкоджених насінин знижується на 30–40%, а лабораторна схожість на 62–89%. Енергія проростання цілих зернин при цьому становила 85–90%, лабораторна схожість 94–97%.

Тема 6. Біологічні та фізіологічні особливості насіння

1.15. Вплив цвітіння та запліднення на якість насіння

1.16. Формування, будова плодів і насінин

1.17. Зародки та їх біохімічна будова

1.15. Вплив цвітіння та запліднення на якість насіння

Особливості цвітіння, запліднення та умови, за яких ці процеси протікають, суттєво впливають на якість насіння. У покритонасінних рослин процеси запліднення та утворення плодів і насіння забезпечує квітка.

Квітка, що є органом розмноження, складається з вегетативних і генеративних органів. До вегетативних належать квітконіжка, квітколоже, чашечка і віночок. У квіток багатьох видів рослин ці частини квітки можуть бути відсутні.

До генеративних частин квітки належать тичинки і маточки, які можуть розміщуватися або в одній квітці (квітки двостатеві) або в окремих квітках, (різностатеві квітки). Процес цвітіння є надзвичайно складним, і на кінцевому етапі він забезпечує утворення плодів і насіння. Рослини перед цвітінням



накопичують поживні речовини і проходять певні стадії розвитку.

У генеративних органах квітки формуються гамети. Це відбувається в процесі мікроспорогенезу в пиляках, результатом якого є утворення мікроспор, а в подальшому – пилкових зерен. У зав'язі відбувається процес макроспорогенезу і формується зародковий мішок з яйцеклітиною.

Слід зазначити важливість нормального проходження процесу утворення пилку. У практиці вирощування насіння трапляються випадки, коли процес утворення мікроспор відбувається аномально і формується пилок, не здатний до проростання — стерильний або напівстерильний. У деяких випадках не тільки втрачається фертильність пилку, але й дегенерують самі пиляки. Таке явище називають чоловічою стерильністю, воно зумовлює втрату здатності рослин формувати врожай. Це явище має місце в багатьох культур, зокрема в кукурудзи, сорго, цукрових буряків, соняшнику і широко використовується при гібридизації. Генетично обумовлену стерильність використовують у насінництві. Якщо часткова стерильність (або недорозвиненість пилку) виникає в результаті фізіологічних або генеративних порушень у частини квіток або рослин, то таке явище є небезпечним для насінництва, оскільки може призвести до зниження збору повноцінного насіння.

До утворення неповноцінного пилку призводять не тільки різні відхилення від нормального процесу мейозу, а й аномальне проходження фізіологічних процесів, вплив фізичних і хімічних факторів: гама-променів, хімічних мутагенів, пестицидів. У досліджах Е.І. Ширяєва зі співавторами (1979) було встановлено, що застосування високоактивних гербіцидів на цукрових буряках впливає на продуктивність насінників, спостерігаються відхилення при формуванні чоловічого гаметофіту, а також відхилення від норм у фізіолого-біохімічному та морфологічному розвитку насіння.

Пилок різних видів рослин має неоднакову властивість зберігати здатність до проростання як у природних умовах, так і на штучних поживних середовищах. Найбільш короткий період збереження здатності пилку до проростання характерний для



видів родини Тонконогових у сухому приміщенні (пилкок ячменю втрачає здатність до проростання через 10 хвилин, жито – через 1 годину). Що стосується пилку соняшнику, то, за даними І.Н. Голубинського (1964) та С.Н. Мовсисяна (1961), він утрачає здатність до проростання через 5–6 днів за умови зберігання при кімнатній температурі. Найкращими умовами для збільшення тривалості життєздатності пилку є відсутність світла, знижена температура, оптимальна вологість повітря (неоднакова для різних видів).

У процесі запилення пилкове зерно потрапляє на приймочку маточки і проростає, утворюючи пилкову трубку, яка росте в напрямку зав'язі. Тривалість проростання пилку залежить від виду рослини. Час, необхідний для процесу запилення-запліднення, у різних культур також неоднаковий і може залежати від температури, вологості та інших причин. На кінці пилкової трубки знаходяться два спермії і вегетативне ядро. Тривалий час роль двох гаплоїдних сперміїв у процесі запліднення залишалася невідомою. Це питання було з'ясоване С. Г. Навашиним у 1898 році. Ним було відкрито подвійне запліднення, яке властиве всім покритонасінним рослинам. Один зі сперміїв з'єднується з ядром яйцеклітини, утворюючи диплоїдну зиготу, з якої потім розвивається зародок нової рослини. Інший спермії з'єднується з центральним диплоїдним ядром зародкового мішка, утворюючи триплоїдний ендосперм насіння. У цьому й полягає подвійне запліднення.

У соняшнику описана візуальна різноякісність чоловічих гамет під час знаходження в зародковому мішку (Бенецька, 1952 – цит. по: Білоконь І.П. Ріст і розвиток рослин). Перед злиттям з яйцеклітиною та центральним ядром можна спостерігати, що один спермії значно коротший за інший і він першим зливається з яйцеклітиною. Е.І. Установа (1970) описала наявність диспермії в соняшнику (запліднення яйцеклітини двома сперміями).

У соняшнику під час запліднення до зародкового мішка проникає більше шести пилкових трубок. Ньюкомб і Стівенс описали в зародковому мішку соняшнику масивні вирости оболонки, розташовані в мікропілярній частині. Наявність



виростів, на думку авторів, указує на їх здатність до абсорбції, має причетність до транспорту поживних речовин.

Не кожне пилкове зерно, що потрапило на приймочку, проростає і досягає зав'язі. Тобто запилення не завжди супроводжується заплідненням. Для того, щоб воно успішно відбулося, потрібні відповідні умови: зрілість приймочки, оптимальний вік пилку та приймочки, надлишкова кількість пилку тощо. Усі ці фактори не завжди враховуються в насінництві, але вони мають суттєвий вплив на формування насіння, його кількість і якість.

Найбільш ефективно запліднення відбувається в молодих зав'язях за наявності великої кількості пилку. Хоча в утворенні зиготи бере участь одна чоловіча гамета, для нормального запліднення потрібна така кількість пилку, яка б значно перевищувала потреби насінневої бруньки. Чим більше пилку, тим кращі умови для проростання пилкових зерен. У селекційній практиці встановлено, що в разі запилення недостатньою кількістю пилку знижується якість запліднення і погіршується якість насіння. Виявилося, що при запиленні пшениці, бавовника, гарбуза обмеженою кількістю пилку утворюються навіть нові біотиipi рослин (Стропа, 1967).

Дослідження процесу запилення в соняшнику, пшениці, гороху та інших культур показало, що велика кількість пилку і наявність пилкової суміші сприятливо впливають на запліднення, розвиток зародку та ендосперму. При використанні великої кількості пилку та пилкосуміші всі ембріологічні процеси про-І тікають більш активно порівняно із застосуванням обмеженої кількості або однорідного пилку. Разом з тим велика кількість пилку і особливо пилкосуміші викликає неоднозначні генетичні І наслідки, які проявляються надалі в різноякісності насіння. Запилення здійснювали вранці з 8 до 9 години за сухої погоди при температурі повітря 20–22° С. Облік квіток і насіння проводився на 10 см 2, 3 та 4-го рядків кошика, відступаючи від його периферії. Дослідні рослини ізолювалися паперовими ізоляторами.



Ефект дії власного пилку при самозапиленні в перехреснозапильних рослин є негативним. Проте його можна послабити дією чужого пилку.

Шляхом запилення чужим пилком можна впливати на ознаки ендосперму насіння. Класичним прикладом такого впливу є насіння кукурудзи. У цієї культури часто можна спостерігати ксенії (термін уведений Фокке, ЕоскеД881) — виникнення різно-забарвленого насіння в разі, якщо батьківська та материнська рослини мали різні за забарвленням ендосперми.

1.16. Формування, будова плодів і насінин

Процес статевого розмноження рослин (покритонасінних) включає такі етапи: цвітіння, запилення, запліднення та формування насіння.

Цвітіння — це період у житті рослин від розкриття бутона до засихання віночка. У фізіологічному відношенні цей процес започатковується закладанням квіткових зачатків (структур), який завершується заплідненням і утворенням зиготи. Внаслідок диференціації рослинної тканини утворюються структурні елементи квітки: чашечка, віночок, андроцей, гінецей.

Чашечка складається із вільних або зрослих чашолистків; віночок — із пелюсток; андроцей — це сукупність тичинок (мікроспорофілів); гінецей — один чи кілька плодолистків (мегаспорофілів), що утворюють поодинокую маточку чи їх сукупність. Маточка — замкнутий мегаспорофіл, у порожнині якого містяться сім'язачатки. Складається із зав'язі, стовбчика й приймочки.

У пиляках тичинки внаслідок послідовних редуційного та екваційного мейотичних поділів утворюються мікроспори, з яких потім розвивається чоловічий гаметофіт. Він складається із двох оболонок – екзини й інтини, вегетативної та генеративної клітин, з останньої надалі утворюється два спермія. У зав'язі з макроспори розвивається зародковий мішок — жіночий гаметофіт. Він містить вісім ядер, диференційованих згодом у гаплоїдні утворення — яйцеклітину, дві синергіди, три антиподи



та дгашоїдне центральне ядро. Такий вигляд мають чоловічий і жіночий гаметофіти в зрілому, готовому до запліднення стані.

Процеси, пов'язані із заплідненням, розділяють на чотири фази: запилення, проростання пилку на приймочці маточки, ріст пилкових трубок у тканинах стовпчика, власне запліднення.

Запилення. Коли пилкок потрапляє на приймочку маточки, внаслідок злипання (адгезії) у зоні їх зіткнення відбуваються активні метаболічні процеси. Пилкок починає поглинати воду і приймочка набухає. При цьому він виділяє на поверхню приймочки білки, амінокислоти, гідролітичні ферменти, нуклеїнові кислоти, вуглеводи, ліпіди, пігменти та інші фізіологічно активні речовини.

Пилкова трубка утворюється із протопласта пилкових зерен, втягуючи в себе вегетативне ядро й генеративну клітину, вростає в сім'язачаток через мікропіле (пилковхід). Ріст пилкової трубки супроводжується підвищеною активністю найважливіших метаболічних процесів і визначається рибосомальною та інформаційною РНК.

У більшості покритонасінних рослин при проростанні пилкової трубки утворюються спермії внаслідок мітотичного ділення генеративної клітини. Але цей процес може відбуватися також у пиляках до початку цвітіння.

Запліднення. Пилкова трубка проникає в зародковий мішок, де вона входить у контакт з однією із синергід. Речовини, що містяться в трубці, виливаються, у результаті чого її цитоплазма, вегетативне ядро й спермії потрапляють у середовище цитоплазми синергід. Один із сперміїв запліднює яйцеклітину, внаслідок чого утворюється диплоїдна зигота, що дає початок зародку. Інший зливається із диплоїдним вторинним ядром зародкового мішка, що призводить до виникнення гриплоїдної первинної клітини ендосперму. У цьому полягає властиве покритонасінним рослинам подвійне запліднення, відкрите С.Ф. Навашиним у 1898 р.

З виливанням вмісту пилкової трубки в зародковий мішок у ньому створюється певне фізіологічне середовище, яке у випадку сумісності жіночих і чоловічих статевих елементів буде



сприяти процесу запліднення, а при несумісності – перешкоджає йому.

Розвиток зародка. Ембріогенез – складний процес, що призводить до утворення зародка. Згідно із М.С. Яковлевим (1960), у розвитку зародка виділяється дві фази: передембріональна (бластомеризація) та ембріональна (органогенез).

Передембріональна фаза охоплює період ембріогенезу від виникнення зиготи до утворення ембріодерми. Ембріональна фаза є подальший розвиток ембріодерми, в результаті чого закладаються основні структури зародка: точка росту пагона, сім'ядолі, гіскжотиль і центральний зародковий корінець.

Розвиток ендосперму. Виникнення ендосперму має статевий характер. Установлено, що клітинам калусу та його органам, які розвиваються при культурі ендосперму, властивий триплоїдний набір хромосом (Модилевський, 1950; Цінгер, 1958).

Основна функція ендосперму — забезпечення зародка поживними речовинами у процесі його розвитку й проростання. Поряд з цим, ендосперм бере активну участь у диференціюванні зародка. Первинне ядро ендосперму, маючи гібридне походження, містить спадкову інформацію обох батьківських форм, що дає йому перевагу в підтриманні життєдіяльності порівняно з іншими тканинами насінного зачатка. Культивування насінних зачатків із плацентою на штучному поживному середовищі показало, що зародки нормально розвиваються лише тоді, коли створюються добрі умови для формування ендосперму. Отже, нормальний розвиток зародка зумовлюється дією фізіологічно активних речовин, які містяться в ендоспермі та інших тканинах насінного зачатку.

Розвиток ендосперму полягає в розмноженні його клітин і накопиченні запасних речовин. Джерелом живлення ендосперму служать розчини, що надходять із материнського організму в халазу і поглинаються антиподами. Останні, володіючи гаусторіальними функціями, транспортують ці речовини в порожнину зародкового мішка. Поряд з цим відбувається



розчинення оточуючих тканин, продукти розкладу яких засвоюються ендоспермом, що формується.

Клітини ендосперму, порівняно із зародковими, більші за розміром і містять відповідно крупніші включення поживних речовин. Центральна частина ендосперму за своєю структурою відрізняється незначною гетерогенністю, однак периферійній його частині — алейроновому шару — вона властива в більш значній мірі. У злаків ендосперм складається з кількох шарів клітин і збагачений білками. Перехід від алейронового шару до крохмальної частини ендосперму не різкий. Тут є проміжна ділянка, клітини якої поступово втрачають властивості алейронового шару й набувають чітко виражених рис крохмальних клітин.

Залежно від місця нагромадження запасних речовин, насіння розділяють на такі типи: поживні речовини містяться в ендоспермі (рис. 1.15, б), в сім'ядолях зародка (рис. 1.15, а), в сім'ядолях і ендоспермі.



Рис. 1.15. Будова насіннини

Ендосперм і зародок покриваються насінною оболонкою, яка складається із двох шарів — верхнього безбарвного і нижнього пігментного. Отже, забарвлення насіння обумовлено насінною оболонкою.

Під насінною оболонкою знаходиться досить товстий безструктурний гіаліновий шар. Він не пропускає воду в ендосперм і тим самим захищає запасні речовини від передчасного псування при випадковому зволоженні насіння.



Насіння формується в певних умовах навколишнього середовища. Внаслідок впливу різних ендогенних та екзогенних чинників у різні періоди життя материнської рослини насіння набуває різних змін. Відмінність насіння за морфологічними ознаками, біохімічним складом та фізіологічним станом, що впливає на проростання й продуктивність рослин у потомстві, називається різноякісністю насіння або гетероспермією (від грецького *getero* – інший та *зрегта* – насінина).

І.Г. Строна (1966) і О.Г. Кızıлова (1974) розглядають три типи специфічної різноякісності насіння — материнську (матрикальну), генетичну та екологічну. Материнська різноякісність є наслідком неоднакового розміщення плодів і насінин на материнській рослині, у результаті чого створюються різні умови її живлення та неоднаковий вплив материнського організму.

Навіть при ідентичності генетичних та екологічних чинників місцеположення насіння зумовлює виявлення цього типу різноякісності.

Генетична різноякісність — це результат поєднання спадкових ознак батьківських форм. Хоч при цьому зберігається загальний тип спадковості, однак кожна насінина має відмінності, зумовлені статевим процесом.

Генотипову різноякісність насіння викликають також мутагенні чинники. Недоцільно розмежовувати матрикальну та генотипову різноякісність, оскільки на материнській рослині мають місце відмінності насіння як за спадковими, так і неспадковими властивостями. М.М. Макрушин (1989) пов'язує генетичну різноякісність насіння з вивченням таких положень:

- ✚ **генетичні особливості нормальних і аномальних процесів формування насіння (поліплоїдії, гаплоїдії, поліембріонії тощо) з метою використання останніх для теоретичних досліджень та практичної селекції;**
- ✚ **мінливість насіння при віддаленій гібридизації з метою подолання безплідності потомства;**
- ✚ **пізнання характеру мутаційного процесу із зміною віку насіння для створення технологій довгострокового зберігання генофонду рослин та посівного матеріалу.**



У розв'язанні цих завдань центральним питанням є вивчення характеру мінливості насіння, тобто його різноякісності або гетероспермії. Екологічна різноякісність насіння виникає в результаті взаємодії рослинного організму з навколишнім середовищем. Ця форма різноякісності неспадкова, однак у формуванні біологічних властивостей і якості насіння вона відіграє важливу роль.

На підставі аналізу існуючих методологічних і теоретичних положень з гетероспермії та власних багаторічних досліджень М.М. Макрушин (1989) розширює уявлення про це явище й дає, на його думку, повнішу класифікацію різноякісності насіння і дає можливість вивчити це явище на популяційному, родинному та рівні окремого організму. Вона охоплює всі можливі види мінливості насіння як за окремими ознаками, так і за певним їх комплексом, і включає дію на материнські рослини та насіння екзо- та ендогенних чинників.

Подальше вивчення різноякісності насіння сприятиме отриманню цінного вихідного матеріалу для селекції, визначенню умов формування високоякісного матеріалу, прогнозуванню його врожайних властивостей, добору біологічно повноцінного насіння для сівби.

1.17. Зародки та їх біохімічна будова

Основним елементом у сформованому насінні є зародок, який вважається системою, що відображує властивості майбутньої рослини. Чим більша насінина, тим більший у неї зародок. Проте збільшення маси зародка частіше дещо відстає від збільшення загальної маси насінини.

Зародки насіння досліджені недостатньо, особливо стадії їх розвитку. Оболонка клітин зародків складається в більшості випадків з пектину, целюлози, зрідка — з геміцелюлози. Епідерміс зрілого зародка вкритий шаром кутикули. Зовнішні шари мезофілу сім'ядолей часто диференціюються в палісадну тканину. Запасні поживні речовини зосереджуються в основному в сім'ядолях.



У зародках знайдено велику кількість амінокислот, причому одні мають стимулюючий вплив на проростання, інші – гальмуючий (триптофан, аланін).

З безазотистих речовин наявні жири або крохмаль. Зародки із вмістом жиру трапляються частіше, ніж зародки із вмістом крохмалю. Перші характерні головним чином для високорозвинених представників покритонасінних родин.

У більшості випадків зародок і ендосперм мають різний вміст: якщо в зародку присутній жир, то в ендоспермі – крохмаль, і навпаки.

Для переважної більшості зародків покритонасінних запасними поживними речовинами є білки, жири та крохмаль. Проте в деяких рослин такими речовинами можуть бути смоли, дубильні речовини, клітковина, декстрини, слиз. Із неорганічних речовин у зародках знайдені фосфор, залізо, кальцій, натрій, магній, марганець, мідь, цинк. Концентрація неорганічних речовин у зародку вища, ніж в інших частинах насінини.

У процесі свого розвитку та в зрілому стані зародки містять різноманітні ферменти: пероксидазу, цитохромоксидазу, каталазу, протеази, ліпази тощо. На різних стадіях розвитку зародки містять фізіологічно активні речовини: аскорбінову кислоту, гетероауксин. У зародках пшениці, наприклад, знайдені різні провітаміни та вітаміни: провітаміни А і Д, вітамін В₁ (тіамін), В₂ (рибофлавін), В₃ (пантотенова кислота), В₆ (піридоксин), РР (нікотинова кислота), Н (біотин), Е (токоферол), фолієва кислота тощо. Вміст фізіологічно активних речовин і ферментів у міру дозрівання насіння і вступу до стадії спокою знижується. Наявність значної кількості фізіологічно активних речовин характеризує зародок як орган з найбільш високим життєвим рівнем порівняно з іншими частинами насінини.

Ендосперм. Важливим для майбутньої рослини є запас поживних речовин в насінині у вигляді ендосперму. Ендосперм має велике значення для розвитку зародка, оскільки є для нього часто єдиним джерелом поживних речовин. Він складається з паренхім - ніх клітин, які щільно прилягають одна до одної, мають тонкі оболонки та цитоплазму з різноманітними



поживними речовинами. Залежно від характеру та типу ендосперму насіння поділяють на такі групи:

- ✚ **насіння з добре розвиненим ендоспермом;**
- ✚ **насіння із залишками ендосперму. Ендосперм утворюється, але поглинається й заміщується зародком. Поживні речовини при цьому накопичуються в самому зародку, у сім'ядолях, які стають великими і м'ясистими;**
- ✚ **насіння без ендосперму.**

Виділяють рослини з борошністим ендоспермом, у клітинах якого переважають крохмальні зерна (насіння злаків), і рослини з олійним ендоспермом, у якому відкладаються краплі олії в поєднанні із запасними білками (рицина).

Утворення ендосперму дуже важливе для розвитку насіння, тому що він виконує роль посередника між ним та материнською рослиною. Розміри ендосперму в зрілому насінні в різних рослин дуже варіюють.

Розвиток ендосперму в різних видів покритонасінних рослин відбувається по-різному: у айстрових з моменту запліднення до повного формування ендосперму проходить кілька днів, у злакових – кілька тижнів. На ранніх стадіях розвитку в соняшнику синергіди відіграють більш важливу роль в живленні зародка, ніж ендосперм (Мемсот, 1973). Але пізніше ендосперм набуває значення і постачає зародку протеїни та вуглеводи.

Більш розвинений ендосперм потребує більш тривалого періоду для дозрівання. У одних видів ендосперм значно переважає зародок за розмірами (Гонконогові), у інших дорівнює зародку (Пасльонові) або значно менший (Губоцвітні).

Нормальний розвиток ендосперму може порушуватися під впливом різноманітних факторів – стресових температур, недостатнього живлення, гібридизації, поліплоїдії. При цьому темпи його розвитку можуть гальмуватися або прискорюватися, утворення ендосперму може не відбуватися взагалі. Відхилення в темпах розвитку ендосперму є наслідком порушення процесу надходження поживних речовин. Як наслідок, ендосперм буде недостатньо або надмірно розвиненим. В окремих випадках спостерігається відсутність ендосперму, що може бути наслідком



випадання процесу зливання полярних ядер зі спермієм, це явище часто спостерігається в гібридів. У результаті може формуватися невиповнене насіння з недорозвиненими зародками.

Порушення нормального процесу розвитку ендосперму призводить, як правило, до порушень у формуванні зародка. Велике значення має також і якість ендосперму, зокрема, у злакових культур. І тому тільки гармонійний розвиток зародка та ендосперму може забезпечити утворення повноцінного насіння.

Деградація ендосперму є причиною стерильності, яка спостерігається при міжвидовій або міжродовій гібридизаціях. Слід зауважити, що в окремих видів рослин запасні поживні речовини зберігаються в ендоспермі, а в інших видів — під оболонкою насінини, — коли зародок поглинає ендосперм і збільшується доти, доки не захопить уесь простір. У цьому випадку поживні речовини накопичуються в сім'ядолі.

У однодолних рослин формується одна сім'ядоля. Точка росту розташована збоку (асиметрична форма). Основна частина зернівки злаків складається з ендосперму.

У дводольних весь ендосперм поглинається і розвивається дві сім'ядолі, де відкладаються запасні поживні речовини. Зародок поглинає всю насінину. Точка росту знаходиться між сім'ядолями. У інших рослин зародок використовує ендосперм, але залишається перисперм, який утворюється з клітин нуцелуса (цукровий буряк). Якщо зародок має дві сім'ядолі, які виносяться на поверхню, то проростки швидше переходять на додаткове автотрофне живлення, менше залежать від материнської насінини і краще пристосовуються до умов довкілля.

У насінині соняшнику, де запас поживних речовин розміщений у сім'ядолях, зародок займає весь об'єм. Він складається з бруньки, зачатка стебла і корінця. Корінець добре розвинений, диференційований. На анатомічних зрізах добре видно центральний циліндр кореня. Стебло має слабку диференціацію тканин, брунечка у вигляді конусу, не диференційована.

Сім'ядолі — це видозмінене зародкове листя, їх функція — забезпечення поживними речовинами корінця і бруньки в період росту до переходу рослин на автотрофне живлення. У соняшнику



сім'ядолі виносяться на поверхню ґрунту, зеленіють і здійснюють процес асиміляції, забезпечуючи поживними речовинами до утворення справжнього листа. Потім сім'ядолі висихають і опадають. Відокремлення однієї сім'ядолі на ранніх стадіях розвитку веде до затримки росту, а припинення зв'язку вість сприяє стійкості насіння до проникнення соняшникової молі. Панцирний шар має насіння як зі світлим, так і з темним забарвленням, він є цінною селекційною ознакою. Вивчення динаміки формування панцирного шару дозволило розробити спосіб його ранньої діагностики (Перестова, 1989) і скоротити обсяг робіт зі створення вихідного матеріалу в селекції.

Олія і протеїн містяться в насінині соняшнику головним чином у ядрі (сім'ядолях). Доведено, що перикарпій (або лушпиння) розвивається до остаточних розмірів і потім (після запліднення) поступово заповнюється ядром (зародок із запасом поживних речовин). У міру дозрівання насіння значно збільшується вміст сухої речовини, олії та протеїну, а лушпинність трохи знижується. Найкращий розвиток зародку та найвищий вміст олії і протеїну досягається після повного дозрівання насінини.

Розвиток та будова плодів. Зародок та ендосперм поступово розвиваються, насінневий зачаток перетворюється в насінину, з зав'язь – у плід. Слід зауважити, що плоди можуть розвиватися без запліднення й утворення насіння. Таке явище (партенокарпія) поширене серед видів з великою кількістю насінневих зачатків у плоді (томат, огірок, перець).

Типи розвитку та будови плодів різноманітні. Уся різноманітність плодів визначається за такими ознаками:

- ✚ **будова оплодня;**
- ✚ **спосіб розривання плоду;**
- ✚ **спосіб поширення.**

Плоди поділяють на дві основні групи: сухі та соковиті. Плід має оплодень (перикарпій), який утворюється зі стінки зав'язі. Анатомія та біохімія сухих і соковитих плодів мають свої відмінності. Перикарпій сухих плодів, як і насінневої шкірки, характеризується процесами здерев'яніння, розвитком механічних тканин, які сприяють розкриттю плодів. У соковитих



плодів перикарпій м'який, м'ясистий. Перикарпій поділяється на кілька окремих шарів тканин: екзокарпій – зовнішній, мезоікарпій — середній (може містити провідні пучки), ендокарпій — внутрішній. Таке ділення досить умовне. У деяких плодів один із шарів може бути відсутнім, у інших кількість шарів перикарпію може бути збільшена до чотирьох і більше.

Протягом усього періоду розвитку та дозрівання насіння і плодів між ними спостерігається тісна взаємодія, де провідна роль належить насінню. Установлено, що ріст перикарпію і його синтетична активність на початку розвитку плоду знаходяться під контролем ростових речовин групи ауксинів, які виділяються в перикарпій насінниною. Період дозрівання плодів збігається зі збідненням насіння на ауксини. У міру дозрівання насіння і розвитку зародків активність ферментів знижується, разом з тим зменшується вміст фізіологічно активних речовин. При проростанні насіння їх вміст знову підвищується.

Плоди бувають такими, що розкриваються і не розкриваються. Для їх розкривання існує багато пристосувань. Плоди можуть розкриватися зубчиками, кришечками, дірочками, боковими щілинами тощо. На поверхні плоду можуть бути бутрики, — волоски, які сприяють їх прикріпленню та розповсюдженню.

Тема 7. Основи програмування врожаю

1.18. Основні принципи програмування

1.19. Визначення дійсно можливої врожайності (ДМУ)

1.20. Розрахунок ДМУ за біогідротермічним потенціалом продуктивності (БГПП)

1.18. Основні принципи програмування

Програмування врожаю сприяє оптимізації умов вирощування культури. Його завданням є теоретичне обґрунтування і практична реалізація можливого рівня використання сонячної енергії, ґрунтового-кліматичних ресурсів,



генетичного потенціалу районованих і перспективних сортів з метою одержання високих врожаїв сільськогосподарських культур з мінімальними матеріальними, грошовими і енергетичними затратами.

Основою програмування є ефективне використання сонячної енергії (ФАР), ресурсів тепла, вологи, вуглекислоти повітря, мінеральних речовин ґрунту та добрив, створення необхідних біологічних, агроекологічних, організаційно-господарських та енергетичних передумов одержання високих врожаїв з мінімальними витратами на одиницю продукції.

Процес програмування поділяють на кілька етапів:

- ✚ *визначення рівнів врожайності культури та їх реально можливої величини в конкретних ґрунтово-кліматичних та матеріально-технічних умовах господарства;*
- ✚ *складання оптимального агрокомплексу стосовно конкретного сорту й агроекологічних умов поля;*
- ✚ *розробка прогностичної програми продукційного процесу (моделі формування врожаю), програми коригування та ін.*

Процес реалізації програми передбачає отримання і обробку інформації про стан посівів та факторів навколишнього середовища, оцінку інформації і прийняття рішень щодо уточнення (коригування) прийомів та практичної реалізації прийнятих рішень.

Кожний з етапів програмування включає досить конкретні його елементи. Акад І. С. Шатілов виділив 10 рядів елементів програмування, які назвав принципами. Основна суть їх така:

- 1) розрахувати потенційну врожайність (ПУ) за використанням ФАР посівами;*
- 2) розрахувати дійсно можливу, або кліматично забезпечену, врожайність (ДМУ, КУ) за природними ресурсами вологи і тепла;*
- 3) спланувати реальну господарську врожайність (РПУ) за ресурсами, які є в господарстві;*
- 4) розрахувати для спрогнозованої врожайності площу листової поверхні, фотосинтетичний потенціал (ФП) та інші фітометричні показники;*



- 5) **всебічно проаналізувати закони землеробства й рослинництва і правильно використати їх в конкретних умовах програмування;**
- 6) **розрахувати норми добрив і розробити систему найефективнішого їх використання;**
- 7) **скласти баланс води і для умов зрошення розробити систему повного забезпечення посівів водою по періодах вегетації;**
- 8) **розробити систему агротехнічних заходів виходячи з вимог вирощуваного сорту;**
- 9) **розробити систему захисту посівів від шкідників, хвороб та бур'янів;**
- 10) **скласти картку вихідних даних та використати ЕОМ для визначення оптимального варіанта агротехнічного комплексу по досягненні запрограмованої врожайності за величиною і якістю.**

Для правильного обґрунтування запрограмованої врожайності треба врахувати господарські можливості та всебічно проаналізувати ресурси природних факторів урожайності, які в польових умовах суттєво майже не змінюються. Це насамперед сонячна радіація, тепло, волога, мінеральні сполуки ґрунту і добрив, вуглекислота повітря. Тому в процесі програмування розраховують потенційну врожайність за використанням ФАР на рівні доброго посіву (за А. А. Ничипоровичем 1,5–3%), повного використання природних ресурсів вологи і тепла – дійсно можливою, або кліматично забезпечену, врожайність (ДМУ, КУ) та ефективного використання господарських ресурсів урожайності – реальну програмовану господарську врожайність (РПУ).

Визначення потенційної врожайності. Потенційна врожайність у програмуванні – це максимальна врожайність, яку теоретично можна мати при заданому надходженні та коефіцієнті засвоєння ФАР посівом ($K_{ФАР}$, $KKД_{ФАР}$, %) і оптимальному забезпеченні іншими факторами (Х. Г. Тоомінг). Її розраховують за формулою А. А. Ничипоровича:



$$ПУ = \frac{\sum O_{\Phi AP} K_{\Phi AP}}{10^2 Q 10^2}, \quad (1.1)$$

де $ПУ$ – потенційна врожайність сухої біомаси, ц/га; $\sum O_{\Phi AP}$ – надходження ФАР на посів за період активної вегетації культури, кДж/га; $K_{\Phi AP}$ – запланований коефіцієнт засвоєння ФАР, %; Q – питома енергетична ємність сухої біомаси вирощуваної культури, кДж/кг.

ФАР – це частина інтегральної радіації з довжиною хвилі від 380 до 720 нм, яка спричинює фотохімічні реакції в зелених частинах рослин. Її розраховують за рівнянням:

$$\sum O_{\Phi AP} = C_{SE} \sum S' + C_d \sum D, \quad (1.2)$$

де C_{se} – ефективний коефіцієнт переходу від інтегральної прямої радіації до ФАР (залежить від географічної широти і пори року, але змінюється мало і в середньому становить 0,42); C_d – коефіцієнт переходу від інтегральної розсіяної радіації до розсіяної ФАР (у середньому 0,60); $\sum S'$ – сума прямої інтегральної радіації, кДж/см²; D – сума розсіяної інтегральної радіації, кДж/см².

Коефіцієнт засвоєння ФАР посівами ($KKD_{\Phi AP}$ посівів) коливається в значних межах, але звичайно не перевищує 5%. Лише за виключно сприятливих умов навколишнього середовища він досягає 8–10%, а теоретично можливий коефіцієнт становить 15–18% (Х. Г. Тоомінг, 1977).

Перерахунок від ПУ біомаси до ПУ господарськи цінної частини врожаю проводять за формулою:

$$ПУ_{зосн} = \frac{ПУ 100}{(100 - c)a}, \quad (1.3)$$



де c – стандартна вологість господарськи цінної частини урожаю, %; a – сума частин основної і побічної продукції в урожаї.

1.19. Визначення дійсно можливої врожайності (ДМУ)

Нерегульовані або малорегульовані фактори місцевості майже завжди перебувають не в оптимальних для рослин кількостях і співвідношеннях і обмежують $KKД_{\Phi AP}$ посівів. Тому врожайність, як правило, нижча за ту, яка відповідає максимально можливому для культури $KKД_{\Phi AP}$. Урожайність, розраховану за малорегульованими і нерегульованими факторами вологозабезпечення і тепловими ресурсами, називають дійсно можливою, або кліматично забезпеченою ($ДМУ, КУ$). $ДМУ$ за вологозабезпеченістю визначають на підставі даних про ресурси вологи ($W, мм$) і питому витрату води на утворення одиниці сухої речовини біомаси або одиниці господарськи цінної частини урожаю, тобто коефіцієнта транспірації (TK), або коефіцієнта водовитрачання ($KB, мм/ц, т/ц, т/м^3$). Визначають $ДМУ$ за формулою:

$$ДМУ = \frac{W 100}{TK} \quad \text{або} \quad ДМУ = \frac{W 100}{KB}, \quad (1.4)$$

де $ДМУ$ — в першій формулі врожайність сухої біомаси, ц/га, у другій – врожайність господарськи цінної частини урожаю або загальної маси урожаю, ц/га, що залежить від взятої величини KB ; W – ресурси вологи, доступної для рослин, мм.

Ресурси доступної для рослин вологи можна визначити кількома способами. Найбільш простим є визначення за формулою:

$$W = W_{p.o.} K_{p.o.} + П, \quad (1.5)$$

де $W_{p.o.}$ – середньорічна кількість опадів, мм; $K_{p.o.}$ – коефіцієнт використання опадів; $П$ – потік води з підґрунтових вод, мм.



Близько 30% річної кількості опадів стікає з талими водами з поверхні ґрунту, відтікає з поверхневим і ґрунтовим стоком під час вегетації, випаровується з поверхні ґрунту і стає недоступною для рослин.

Конкретніше ресурси доступної для рослин вологи можна визначити, використовуючи дані про запаси доступної для рослин вологи на період відновлення вегетації озимих культур і багаторічних трав, а для ярих культур – на період їх сівби ($W_{\text{в}}$, мм) за багаторічними даними метеостанції, на період збирання культури ($W_{\text{з.о}}$, мм) – кількість опадів, яка випадає за вегетаційний період культури ($W_{\text{в.о}}$), і коефіцієнта корисності опадів, які випали за вегетацію ($K_{\text{в.о}}$). Для цього використовують такі формули:

$$W = W_{\text{в}} + W_{\text{в.о}} \cdot K_{\text{в.о}} + \Pi \quad (1.6)$$

$$W_{\text{в}} + W_{\text{в.о}} - W_{\text{з}} + \Pi$$

1.20. Розрахунок ДМУ за біогідротермічним потенціалом продуктивності (БГПП)

На основі багаторічних досліджень професор А. М. Рябчиков зробив висновок, що здатність території формувати певну кількість фітомаси залежить від поєднання таких факторів, як світло, тепло, волога, тривалість вегетаційного періоду. Продуктивність місцевості за поєднанням цих факторів можна визначити у балах біогідротермічного потенціалу (БГПП) за формулою

$$K_p = \frac{WT_{\text{в}}}{36R}, \quad (1.7)$$

де K_p – біогідротермічний потенціал продуктивності, балів; W – ресурси продуктивної вологи, мм; $T_{\text{в}}$ – період активної вегетації культури, декад; R – радіаційний баланс за даний період, кДж/см². Аналогічні показники продуктивності території мають



при розрахунку її за гідротехнічним показником продуктивності (ГТП):

$$ГТП = 0,46 K_{зв} T_B, \quad (1.8)$$

де $ГТП$ – гідротермічний показник продуктивності, балів; $K_{зв}$ – коефіцієнт зволоження; T_B – тривалість вегетації, декад.

$K_{зв}$ визначають як співвідношення між енергією, яку треба затратити на випаровування ресурсів вологи (W , мм), і фактичним надходженням енергії за вегетаційний період (R , кДж/см²) за формулою:

$$K_{зв} = 0,06W / R. \quad (1.9)$$



Урожайність сухої біомаси визначають за формулою:

$$ДМУ = 22 ГТП - 10. \quad (1.10)$$

Дійсно можлива врожайність, розрахована за кліматичними факторами, залежить від сортових особливостей культури, управління процесами формування певних частин урожаю (наприклад, господарськи корисної частини) тощо.

Визначення виробничої врожайності. При визначенні реальної врожайності, яку можна мати у виробничих умовах конкретного господарства, аналізують урожайність районованих сортів на сортодільницях, у кращих господарствах, наукових закладах.

Наприклад, для зернових культур використовують формулу, запропоновану М. С. Савицьким:

$$У = PKZA \div 1000, \quad (1.11)$$

де $У$ – урожайність зерна, ц/га; P – кількість рослин на 1 м² на період збирання; K – продуктивна кущистість рослин; Z – кількість зерен у колосі (суцвітті); A – маса 1000 зерен, г.



Реальна виробнича врожайність (РВУ) залежить від реалізації ґрунтової родючості та від кліматичних факторів місцевості. Якщо коефіцієнт їх реалізації близький до 1 (100%), то РВУ відповідає ДМУ. Якщо він нижчий, то і РВУ менша за ДМУ. Реалізація кліматичних умов залежить від задоволення культури регульованими у виробничих умовах матеріальними (ресурсними) факторами врожайності.

Фактори життя частково можна регулювати агротехнічними заходами. На фоні правильно застосованих агротехнічних прийомів вирішальний вплив на повноту використання природних факторів урожайності має режим живлення, а на зрошуваних полях – зрошення. Тому РВУ визначають з урахуванням цих факторів. Реальну виробничу врожайність розраховують за формулою:

$$РВУ = БЦ + K_o O_o + K_m O_m + \dots + K_n O_n, \quad (1.12)$$

де $РВУ$ – урожайність культури, ц/га; $Б$ – бал бонітету ґрунту; $Ц$ – ціна балу ґрунту, ц/бал; K_o – кількість органічних добрив, запланованих під культуру, т/га; K_m – кількість мінеральних добрив, запланованих під культуру, ц/га; O_o і O_m – відповідно окупність приростом урожаю 1 т органічних і 1 ц мінеральних добрив, ц; K_n , O_n – інші виділені під культури засоби та їх окупність урожаєм.

Якщо добрив у господарстві достатньо, то РВУ планують по ДМУ і під неї розраховують дози добрив. В умовах зрошення РВУ розраховують за ресурсами поливної води на основі окупності 1 м³:

$$РВУ = БЦ + МК_B. \quad (1.13)$$

Під заплановану за ресурсами вологи урожайність розраховують норми добрив та інших засобів. Якщо поливна вода не є лімітуючим фактором, то $РВУ$ планують за $ПУ$ при $ККД_{ФАР}$ не нижче 2,5–3%. Під цю врожайність розраховують необхідну кількість поливної води, добрив та інших засобів. Можна також визначити врожайність культури за ефективною



родючістю ґрунту. Це доцільно робити насамперед на родючих ґрунтах, після переорювання пласта трав.

Урожайність можна розраховувати і за рівняннями лінійної та множинної регресії (Всеросійський науково-дослідний інститут кормів, О. С. Образцов). Розрахувати загальну урожайність біомаси сорту можна за рівнянням множинної регресії:

$$Y_o = \left(\begin{matrix} Y_n K_{cn} K_1 K_2 K_e K_T K_{NPK} \times \\ K_{pH} K_{ок.г.} K_{г} K_{з.п.} K_{пол.} K \end{matrix} \right) BK_e, \quad (1.14)$$

де Y_o – загальна врожайність біомаси, ц/га сухої речовини при скошуванні на висоті 5–6 см; Y_n – генетичний потенціал урожайності сорту (залежить від його скоростиглості і тривалості дня в період сходів), ц/га; K_{cn} – нормована функція оптимального строку сівби (cn – кількість днів після оптимального строку сівби зернових культур, враховується лише зниження врожайності внаслідок ураження рослин шкідниками, хворобами або запізнення із сівбою); K_1, K_e – функції оптимальності умов температури і зволоження в період від сівби до цвітіння (K, K_e і від цвітіння до дозрівання (K_2, K_{e2}); K_m – вік травостою (для багаторічних трав); K_{NPK} – вміст NPK в ґрунті і добривах; K_{pH} – кислотність ґрунту; $K_{ок.г.}$ – окультуреність ґрунту; $K_г$ – густина стояння рослин; $K_{з.п.}$ – забур'яненість посіву; $K_{вил.}$ – ступінь вилягання рослин; K – фаза розвитку рослин на момент збирання; B – показник виходу готового корму (залежить від технології збирання, консервування і зберігання продукції); K_e – забезпеченість технікою і трудовими ресурсами. Розрахунки врожаю зерна і кормів за такими рівняннями проводять на ЕОМ.

Після розрахунків дійсно можливого врожаю і врожаю потенційного слід порівняти їх і опрацювати технології переходу з одного рівня врожаю до іншого, більш високого ($Bф$ — $Bдм$ — $Bвс$).



Для програмування врожайності в умовах природного нестійкого і недостатнього зволоження беруть середньорічні показники (І. С. Шатілов).

Програмування має на меті лише оптимізувати всі процеси технології вирощування. Потрібно оптимізувати енергетичні затрати і вирішити організаційні питання: формування агрегатів, навчання виконавців, створення загонів і ланок з вирощування запрограмованих урожаїв, забезпечення відповідними приладами для спостереження за умовами вегетації, умови оплати праці та ін.

І. С. Шатілов вважає, що можуть бути 3 етапи програмування: одержання високого запрограмованого врожаю за рахунок використання родючості ґрунту і добрив, коли баланс поживних речовин може бути частково від'ємним; одержання високих врожаїв із збереженням родючості ґрунту і одержання високих і надвисоких врожаїв з підвищенням родючості ґрунту. Третій етап можливий лише в господарствах з високою інтенсифікацією рослинництва і тваринництва (щоб забезпечити позитивний баланс поживних речовин у ґрунті).

Перед складанням прогностичної програми мінімального агрокомплексу вирощування культури деталізують питання дебіту вологи за вегетаційний період культури в умовах поля, її кількості, що може бути використана посівом. На заплаві визначають також фактичний рівень ґрунтових вод. Якщо він регулюється, визначають оптимальний його рівень стосовно даної культури. У разі потреби планують часткове зрошення в періоди зниження відносної вологості повітря.

Слід завчасно визначити фітометричні параметри посіву заданої продуктивності, тобто визначити оптимальну площу листків по періодах вегетації, фотосинтетичний потенціал посіву, чисту продуктивність фотосинтезу і на цій основі обґрунтувати норму висіву під запрограмований урожай (М. К. Каюмов, 1989). Ці роботи є теоретичною розробкою процесу програмування, але, на жаль, на практиці вони ще використовуються недостатньо і замінюються більш простим: визначення (в дослідях) стосовно кожного ґрунтово-кліматичного регіону кількісного і просторового розміщення рослин – густоти стеблостою і



способом сівби. На їх основі встановлюють норму висіву культури.

Розрахунки доз внесення добрив. Важливим аспектом в системі програмування є оптимізація режиму мінерального живлення культури. Для цього уточнюють динаміку рухомих сполук поживних речовин у ґрунті — азоту, фосфору, калію, а також інших макро-і мікроелементів, винос їх прогнозованою врожайністю культури. На цій основі розраховують потребу в поживних речовинах на запрограмовану врожайність.

Норму добрив під запрограмовану врожайність розраховують за формулою:

$$D = \frac{(BV_f) - (PK_m K_n)}{K_y}, \quad (1.15)$$

де D — доза добрива, кг/га; B — програмований врожай, ц/га; P — вміст поживних речовин у ґрунті, мг на 100 г; V_f — винос поживних речовин на 1 ц основної продукції з відповідною кількістю побічної, кг; K_m — коефіцієнт переведення, мг на 100 г в кг/га; K_y — коефіцієнт використання поживної речовини з добрива, частка від одиниці; K_n — коефіцієнт використання поживної речовини з ґрунту, частка від одиниці.

При розрахунку норм добрив на запрограмовану врожайність враховують призначення посіву — на зерно, для одержання коренеплодів, бульбоплодів, вегетативної кормової зеленої маси. В посівах на корм, коли використовується вся рослина (листя, стебла, суцвіття), потрібно забезпечити якомога більший вміст листі в урожаї (наприклад, одно- і багаторічні трави, кукурудза на зелений корм та інші культури зеленого конвеєра). Для цього велике значення має достатнє азотне живлення рослин, яке забезпечує формування високого врожаю вегетативної маси і достатній вміст у ній протеїну. Проте, щоб у кормі не було надлишку нітратів, дозу азоту слід збалансувати з внесенням (або наявністю в ґрунті) фосфору і калію. Враховують також розміщення культури в сівозміні, рівень підготовки



працівників, наявність техніки, організують регулярний контроль за своєчасністю і якістю проведення всіх робіт, спостереження за ходом формування врожаю. Одержані дані обробляють і приймають відповідні рішення стосовно догляду за посівом і збирання врожаю.

Прогностична програма формування врожаю культури (модель продукційного процесу). Передбачають і намічають хід формування врожаю сорту або гібриду певної культури в умовах конкретного поля.

На основі детального вивчення біології і екології сорту (гібриду) з урахуванням абіотичних і біотичних факторів вегетації передбачають (прогнозують) календарні строки настання фенологічних фаз (бажано і етапів органогенезу), динаміку вологості ґрунту і вмісту поживних речовин у ньому, динаміку наростання листової поверхні і вегетативної маси рослин, оптимальну густоту стеблостою, структуру врожаю. На основі попередніх досліджень та з урахуванням метеорологічного прогнозу передбачають забур'яненість, види бур'янів, ушкодження шкідниками і хворобами, імовірність вилягання посіву, способи збирання врожаю та ін.

Отримані дані використовують для складання технологічної схеми вирощування і програми коригування умов вегетації культури – розробки додаткових заходів поліпшення цих умов (якщо вони будуть значно відхилитись від оптимальних) за рахунок додаткових зрошень, освіжаючих поливів, додаткових заходів боротьби з бур'янами, шкідниками, хворобами на випадок епізоотії або епіфітотії та ін.

Інформація про стан посіву повинна надходити регулярно. У більш складних системах, наприклад, при вирощуванні запрограмованих урожаїв на зрошуваних ділянках інформація може надходити на ЕОМ в результаті застосування спеціальних приладів із чутливими датчиками безпосередньо від рослин. Це вже є вищим етапом програмування і забезпечення оптимальних умов вегетації рослин. Здебільшого це має місце в овочівництві при вирощуванні культур закритого ґрунту, де від рослин і з ґрунту (субстрату) постійно надходить на ЕОМ інформація і



видаються відповідні команди, настанови щодо підтримання заданих параметрів вегетації рослин.

Мінімальний агрокомплекс. Наступний етап програмування – технологічний, який включає складання агрокомплексу, технологічної схеми і технологічної карти (технологічного проекту) вирощування культури. Крім того, мінімізація технології має протиерозійне значення, сприяє збереженню родючості ґрунту.

Сучасна технологія вирощування (мінімальний агрокомплекс), наприклад для зернових, передбачає поверхневий обробіток, виконання кількох прийомів за один прохід тощо. Враховується конкретна ситуація, яка складається на полі з урахуванням агрометеорологічних факторів. Дуже велике значення при цьому має загальний рівень агротехніки в сівозміні, екологічна чистота поля, підбір сортів, стійких проти бур'янів, хвороб, шкідників тощо.

Тема 8. Оцінка зовнішніх факторів при розрахунку врожаю

1.21. Ресурсоабезпеченість ФАР

1.22. Ресурсоабезпеченість теплом

1.23. Ресурсоабезпеченість родючістю ґрунту

1.21. Ресурсоабезпеченість ФАР

Потенційний урожай – це найбільш можливий урожай, який визначається біологічними можливостями культури (сорту) і який можна одержати при ідеальних ґрунтово-кліматичних та агротехнічних умовах. Величина цього врожаю залежить від величини використаної фотосинтетичної активної радіації (ФАР). Формула для визначення цієї урожайності має такий вигляд:

$$ПУ = \frac{Q_{\text{фар}} \times K_{\text{фар}}}{100 \cdot g}, \quad (1.16)$$



де $ПУ$ – потенційна врожайність сухої речовини, т/га; $Q_{фар}$ – прихід ФАР за період вегетації рослин, кДж/га; $K_{фар}$ – коефіцієнт використання ФАР, %; g – калорійність одиниці врожаю органічної сухої речовини, кДж/т.

Для кожної культури існує окрема величина. Кількість ФАР, що надходить на поверхню землі, а також середні значення вегетаційного періоду сільськогосподарських культур беруть із даних зональних науково-дослідних установ або сортодільниць.

Для визначення потенційної врожайності основної продукції культури стандартної вологості використовують залежність:

$$ПУ_{cm} = \frac{100 \times ПУ}{(100 - W) \times \alpha}, \quad (1.17)$$

де $ПУ_{cm}$ – урожай зерна або іншої сільськогосподарської продукції при стандартній вологості, т/га; W – стандартна вологість основної продукції, %; α – сума частин основної та побічної продукції.

Слід зазначити, що в цьому випадку врожайність є господарською. Для визначення біологічної врожайності необхідно врахувати і кореневу систему культури, на формування якої була витрачена сонячна енергія.

Необхідно відзначити, що для озимої пшениці вегетаційний період складається з двох частин: сходи – припинення вегетації (осінь) та відновлення вегетації – визрівання (весна).

Представлену величину потенційної врожайності ($ПУ_0$) можна вважати за потенційну продуктивність культури взагалі. Однак, за самим визначенням, потенційна врожайність характеризується можливостями конкретного сорту, тому виникає необхідність уточнення цього рівня продуктивності.

З одного боку, кожен сорт характеризується максимальною, а значить, потенційною врожайністю як можливою ($ПУ_m$), що була реально одержана автором сорту в найбільш сприятливих (оптимальних) умовах. З іншого боку,



реальні врожаї цього сорту в умовах конкретної сортодільниці дозволяють, з деяким наближенням, найбільший з них вважати за потенційну фактичну врожайність ($ПУ_{\phi}$) даного сорту в даній зоні. При цьому ступінь оптимальних умов, а значить, і величина $ПУ_{\phi}$, є характеристикою конкретної зони.

Найбільш поширеним способом визначення кліматично забезпеченого врожаю за ресурсами вологи ($KУ_w$) є залежність:

$$KУ_w = W_{\text{прод}} \div K, \quad (1.18)$$

де $W_{\text{прод}}$ — продуктивна волога, мм; K — коефіцієнт сумарного водоспоживання культури, мм/т.

Ця залежність одержана з відомої умови:

$$E = K \times Y, \quad (1.19)$$

де Y — урожайність культури, т/га; E — сумарне водоспоживання, мм.

При цьому кількість продуктивної вологи ($ПВ$) в такому разі відповідає можливим витратам води на сумарне водоспоживання ($ПВ = E$). Тобто в даному випадку рослині пропонується кількість продуктивної вологи ($ПВ$), яка може бути використана нею на сумарне водоспоживання (E).

Однак загально відомо, що коефіцієнт сумарного водоспоживання (K) не є величиною сталою, а залежить від рівня агротехніки і, зрештою, від величини врожаю: $K=f(Y)$. Це пояснюється своєрідним ефектом взаємокомпенсації факторів росту, який полягає в тому, що, наприклад, внесення мінеральних добрив (а значить, і підвищення врожаю) підвищує концентрацію ґрунтового розчину, і, як результат, відбувається зменшення кількості вологи, необхідної для створення одиниці органічної речовини. Інакше кажучи, кожний агротехнічний, агрохімічний чи якийсь інший захід, що підвищує врожай, веде до більш економної витрати води, а значить, зменшення коефіцієнта сумарного водоспоживання. Сумарне водоспоживання (E) при цьому зростає.



Для кількісного врахування заданих умов можна користуватися залежністю:

$$E = A - B \div Y, \quad (1.20)$$

де A, B — емпіричні коефіцієнти (різні для різних культур), Y — урожай культури, т/га.

Визначення самої величини продуктивної вологи ($W_{\text{прод}}$) є питанням досить складним, оскільки необхідно визначити її кількість на початок вегетаційного періоду в кожних реальних умовах. Найбільш простим та поширеним способом визначення запасу продуктивної вологи може бути:

$$W_{\text{прод}} = W_H + \mu R, \quad (1.21)$$

де W_H — запас продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту на початок вегетаційного періоду культури, мм; R — атмосферні опади за вегетаційний період культури, мм; μ — коефіцієнт використання атмосферних опадів, який складає 0,7–0,8.

Слід зазначити, що як початкові запаси продуктивної вологи в ґрунті (W_H), так і атмосферні опади в вегетаційний період (R) змінюються за роками в дуже широких межах. При цьому їх співвідношення може бути найрізноманітнішим. Крім того, співвідношення атмосферних опадів місяця чи декади конкретного вегетаційного періоду теж може бути будь-яким.

Наприклад, якщо в травні випала мінімальна кількість опадів, то в червні вони можуть бути якими завгодно. Для деякого вирівнювання різного співвідношення складових продуктивної вологи можна вважати доцільним брати як норму продуктивну вологу в метровому шарі ґрунту на початок вегетації культури W_H , а атмосферні опади розглядати в усьому можливому діапазоні.

Загальновідомо, що коливання значень продуктивної вологи ($W_{\text{прод}}$) за роками дуже велике (досягає 300–400%), тому цю величину слід розглядати в усьому можливому діапазоні й оцінювати її як імовірнісну.



Зрозуміло, що запаси продуктивної вологи на початок вегетації культури (W_H) як фактичні можна визначити в полі на будь-яку дату. Однак для задачі, що розглядається, за визначенням, слід використовувати цю величину як середню багаторічну (W_H). Ці значення наводяться в довідниках, але лише на кінець третьої декади місяця. При цьому на основі залежності визначають верхню межу необхідно забезпечення культури вологою:

$$Y = B \div (A - W_{\text{прод}}), \quad (1.22)$$

Тобто вологи буде достатньо для формування будь-якого врожаю. При розрахунках по озимих зернових продуктивна волога визначається дещо інакше, оскільки при цьому необхідно враховувати осінній період вегетації культури:

$$W_{\text{прод}} = W_{\text{прод}1} + W_H + \mu R, \quad (1.23)$$

$W_{\text{прод}1}$ — продуктивна волога, використана посівом за осінній період (від посіву до припинення вегетації). Її розраховують таким чином:

$$W_{\text{прод}1} = W_{H1} + \mu R_1 - W_{\kappa}, \quad (1.24)$$

де W_{H1} — продуктивна волога в метровому шарі ґрунту на період посіву, мм; W_{κ} — те саме на дату припинення вегетації, мм; R_1 — атмосферні опади за осінній період, які можна брати як норму, мм.

Усі ці розрахунки є формально об'єктивними і відтворюють суть необхідних визначень, тобто встановлюється величина врожаю, на формування якої буде достатньо вологи. Але відомо, що залежно від водно-фізичних властивостей ґрунту та гідро-геологомеліоративних умов ділянки (поля) при значній кількості вологи можливе істотне зниження аерації ґрунту і, як результат, — зниження врожайності культури.



Одним із можливих і найбільш простих способів приведення рівнів врожаю у відповідність може бути уточнення коефіцієнта використання атмосферних опадів (μ) у даних умовах, тобто визначення його фактичної величини.

$$\mu_{\text{факт}} = (W_{\text{прод.мах}} - W_H) \div R_{\text{мах}} \quad (1.25)$$

де $W_{\text{прод.мах}}$ — максимальні запаси продуктивної вологи, мм; W_H — запас продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту на початок вегетаційного періоду культури, мм; $R_{\text{мах}}$ — максимальна кількість опадів за період, мм.

Після цього уточнюють значення запасів продуктивної вологи і урожай. Усі наведені вище розрахунки основані на тому, що культура забезпечена тими чи іншими ресурсами вологи рівномірно упродовж всього вегетаційного періоду. Однак загальновідомо, що рівномірність природного зволоження є досить проблематичною. Тому вивчення динаміки забезпеченості вологою культури протягом вегетаційного періоду з урахуванням фаз її розвитку дозволить істотно підвищити надійність цих досліджень.

1.22. Ресурсозабезпеченість теплом

Кліматично забезпечений ресурсами тепла врожай визначається в тому випадку, коли лімітуючим фактором є тепло. Крім того, такий розрахунок слід вважати доцільним при визначенні ролі тепла як фактора росту та його значення у формуванні врожаю.

Зараз відомо кілька способів визначення кліматично забезпеченого врожаю за ресурсами тепла (KU_t). Однак враховуючи те, що тепло і волога як фактори росту, з одного боку, і характеристика погоди – з іншого, досить тісно пов'язані між собою, то існуючі методи розрахунку їх і включають. Тобто продуктивність посіву може бути лімітована як ресурсами вологи, так і ресурсами тепла. Така постановка питання тим



доцільніша, що кожний конкретний вегетаційний період характеризується конкретним співвідношенням вологи і тепла – отже, дозволяє сформувати той чи інший врожай.

Одним із можливих способів такого визначення може бути розрахунок ресурсозабезпеченого врожаю за гідротермічним показником, який за А.М. Рябчиковим складає:

$$KY_{гтп} = 2,2ГТП - 1,0, \quad (1.26)$$

де $KY_{гтп}$ — урожай, який можна одержати завдяки гідротермічному потенціалу в абсолютно сухій біомасі, т/га; $ГТП$ — гідротермічний потенціал, бал, який розраховують за формулою:

$$ГТП = \frac{W_{прод} \times T}{36 \times R_b} \times 4,19, \quad (1.27)$$

де $W_{прод}$ — продуктивна волога, мм; T — вегетаційний період культури, декади; 36 — кількість декад у році; R_b — сумарний радіаційний баланс за період вегетації, який на 4–5% більший приходу ФАР, кДж/см²; $4,19$ — коефіцієнт, який враховує співвідношення між калоріями і джоулями.

Аналіз наведених залежностей (1.26, 1.27) показує, що величина цього врожаю залежить від теплового (R_b) та водного ($W_{прод}$) факторів і в кожному конкретному випадку визначається їх співвідношенням. Враховуючи те, що це співвідношення може бути будь-яким, розгляд такого врожаю культури ($KY_{гтп}$) в усьому можливому діапазоні зміни факторів росту ($R_b, W_{прод}$) стає практично неможливим. З іншого боку, як уже зазначалось, відносно незначне коливання по роках значень ФАР, а значить і R_b , та досить велике коливання значень $W_{прод}$ дозволяють стверджувати, що коливання врожайності культури, яка визначається гідротермічним потенціалом, залежить більшою мірою від водного фактора, ніж теплового.



Усе це свідчить про те, що визначення такого врожаю ($KУ_{зми}$) може бути доцільним лише для умов конкретного вегетаційного періоду зі своїми конкретними значеннями R_b та $W_{прод}$.

Другим способом, який певним чином враховує тепловий фактор, є спосіб розрахунку можливого врожаю за біокліматичним потенціалом (БКП):

$$БКП = K_{зе} \times \frac{\sum t > 10^\circ C}{1000^\circ}, \quad (1.28)$$

де $\sum t > 10^\circ C$ — сума активних температур; $1000^\circ C$ — сума активних температур на північній межі польового землеробства; $K_{зе}$ — коефіцієнт зволоження, який в умовах достатнього зволоження дорівнює 1, недостатнього — $K_{зе} < 1$, а надмірного — $K_{зе} > 1$. Ця величина може бути визначена як:



$$K_{зе} = W_{прод} \times \frac{0,25}{R_b}, \quad (1.29)$$

$W_{прод}$ — продуктивна волога, мм; R_b — сумарний радіаційний баланс за період вегетації, який на 4–5% більший приходу ФАР, кДж/см². Урожайність культури в кормових одиницях з даних можна визначити як:

$$KУ_{БКП} = KЗ \times БКП = KЗ \times K_{зе} \times \frac{\sum t > 10^\circ C}{1000^\circ}, \quad (1.30)$$

де $KЗ$ — коефіцієнт, який характеризує рівень культури землеробства і коефіцієнт використання ФАР. Кількісно (для практичних розрахунків) маємо: $KЗ = K_0$.

Особливо слід відзначити, що ця залежність дозволяє безпосередньо, а не опосередковано, як у попередньому способі, установити залежність можливого врожаю культури від



теплового фактора, тобто суми активних температур, які фіксуються на кожній метеостанції.

Для перерахунку одержаного врожаю з кормових одиниць в тони з гектара необхідно врахувати кормову цінність врожаю. Тобто попередня формула матиме вигляд

$$KY_{БКП} = KЗ \times БКП \div КЦ = KЗ \times K_{36} \times \frac{\sum t > 10^{\circ}C}{1000^{\circ}C} \div КЦ \quad (1.31)$$

Крім того, для закінчення розрахунків необхідно перерахувати урожайність культури на стандартну вологість сировини.

1.23. Ресурсозабезпеченість родючістю ґрунту

Встановлення можливого врожаю сільськогосподарської культури можна одержати завдяки природній або ефективній родючості ґрунтів, тобто без внесення добрив. У практиці розрахунків існує два основні способи таких визначень: балансовий та з урахуванням окупності 1 бала бонітету ґрунту продукцією.

Балансовий спосіб полягає в тому, що врожайність культури визначається можливим використанням того чи іншого елемента (N P K) з ґрунту, розрахованого через винос цього елемента урожаєм за залежністю:

$$Y_e = \frac{K_e \times OM \times h \times \Gamma_e}{100 \times C}, \quad (1.32)$$

де Y_e — урожай культури, який може бути одержаний за рахунок використання з ґрунту елемента живлення, ц/га; OM — об'ємна маса ґрунту, т/м³; h — глибина розрахункового шару ґрунту, см; Γ_e — вміст елемента живлення в ґрунті, мг/100 г ґрунту (береться із картограм); K_e — коефіцієнт використання культурою



елементу живлення із ґрунту, %; C — винос поживного елемента врожаєм культури, кг/ц.

Об'ємна маса ґрунту в тому чи іншому шарі визначається польовим методом на кожному полі. З іншими складовими цієї залежності існує деяка неоднозначність. Це перш за все стосується розрахункового шару ґрунту (h). Взагалі прийнято за розрахунковий шар брати орний, який переважно складає 20–22 см. Проте розрахунки показують, що збільшення цього шару на 1 см більше 20 см (при тому ж значенні K_e) підвищує величину розрахованої врожайності на 5%. Тому якщо в розрахунках брати значення h більшим за 20–22 см, то необхідно визначитися з коефіцієнтом використання елемента з кожного конкретного шару ґрунту. З іншого боку, сам коефіцієнт використання елемента також не є величиною постійною. Він залежить як від вмісту в ґрунті інших елементів, так і від забезпеченості такими екологічними факторами, як волога і тепло.

Загальний винос елементів живлення урожаєм основної та відповідною кількістю побічної продукції (B) можна визначити як:

$$B = Y \times [C + (a - 1) \times C^I] \text{ або } B = Y \times C^B. \quad (1.33)$$

де C — винесення елемента живлення одиницею основної продукції, кг/ц; C^I — те ж саме побічної продукції, кг/ц; C_e — те ж саме одиницею основної та відповідної кількості побічної продукції, кг/ц; a - сума частин основної та побічної продукції.

Вважається, що показники C , C^I , C_e є величинами порівняно сталими для кожної культури. Проте необхідно відзначити, що для умов практично кожної області України місцевими та зональними науково-дослідними установами ці показники деталізовано й уточнено.

Таким чином, виконавши розрахунки можливого врожаю по азоту, фосфору та калію і враховуючи дію закону лімітуючого фактора, визначають дійсно можливий урожай (ДМУ), або урожай, який може бути сформований завдяки природній родючості ґрунту.



Як висновок необхідно відзначити, що при експериментальному вивченні цього питання об'єктами уточнення можуть бути коефіцієнт використання поживних елементів культурою з різних шарів ґрунту залежно від їх вмісту і екологічних умов та винесення врожаєм поживних елементів залежно від тих же умов.

Усі раніше одержані дані по рівнях урожайності ($ПУ$ — за ФАР, KU_w , — за вологозабезпеченістю, KU_{zmn} — за гідротермічним потенціалом, Убон – за бонітетом) дозволяють визначити роль та ступінь впливу на продуктивність культури основних факторів росту.

Можна зробити ряд досить важливих висновків:

1. У 23 випадках (роках) із 100 можливих вологи буде достатньо для формування потенційного врожаю.
2. В умовах вологих і теплих років (KU_t) у 24 випадках (роках) із 100 урожайність обмежується ресурсами тепла, а в 76 роках – ресурсами вологи.
3. В умовах вологих і холодних років (KU_{t2}) у 26 випадках (роках) із 100 урожайність обмежується ресурсами тепла, а в 74 – ресурсами вологи.
4. Природна родючість ґрунтів може бути реалізована в 68 випадках (роках) із 100, а в 32 випадках (роках) вологи може бути недостатньо для формування і невеликого врожаю.

На території України для більшості сільськогосподарських культур лімітуючими факторами найчастіше є природна родючість ґрунтів і волога.

При цьому в розрахунках щодо визначення $U_{бон}$ та KU_g використовувалися середні або нормативні коефіцієнти окупності 1 бала бонітету ґрунту ($Ц$) та сумарного водоспоживання (K). Однак загальновідомо, що при рівній чи дуже близькій забезпеченості цими факторами в одній і тій самій зоні, досить часто в сусідніх господарствах мають місце істотно різні врожаї. Зрозуміло, що обумовлюється це перш за все існуючою різницею в рівнях агротехніки.

Можливим кількісним показником рівня агротехніки в конкретному господарстві (P_a) може бути співвідношення



середніх за ряд років та максимальних врожаїв культури в цьому господарстві і в районі.

При цьому при $P_a > I$ — рівень агротехніки є вищим за середній, при $P_a < I$ — нижчим, а при $P_a = I$ — середнім. Це, в свою чергу, вказує на те, що відповідно до цього показника змінюється і ступінь використання природних ресурсів. Імовірна залежність кліматично забезпеченого врожаю ресурсами вологи (KY_0) буде явно конкретизована існуючими агротехнічними умовами.

З іншого боку, введення в існуючу технологію вирощування культури іншого нового елементу технології чи заходу, особливо регулюючого водний режим, в окремі роки може істотно вплинути на величину врожайності (KY_0).

Тема 9. Агробіологічне та агрохімічне обґрунтування величини програмування врожаю

1.24. Екологічні фактори, які впливають на ефективність мінеральних і органічних добрив

1.25. Методи і способи визначення доз добрив під урожай

1.26. Врахування післядії добрив і рослинних решток при програмуванні норм добрив

1.24. Екологічні фактори, які впливають на ефективність мінеральних і органічних добрив

Основною метою агрохімічного обґрунтування врожаю сільськогосподарської культури є визначення необхідних доз органічних та мінеральних добрив для одержання запрограмованого врожаю. Загальновідомо, що ефективність внесених добрив визначається коефіцієнтом (відсотком) їх використання культурою, а залежність цього коефіцієнта дуже багатофакторна і досить складна.

Фактори, які впливають на ефективність використання внесених добрив, можна розділити на екологічні (природні) та організаційно-технологічні. Вологість ґрунту є одним з основних



і досить істотних факторів впливу на ефективність внесених добрив. При відсутності вологи в ґрунті поживні речовини не можуть бути використані рослинами, адже для їх кореневого живлення необхідна наявність ґрунтового розчину. Крім того, вологість стійкого в'янення є тим вищою, чим більше в ґрунті водорозчинних солей, а отже, і елементів живлення.

Однак і надлишок вологи веде до зниження ефективності використання поживних речовин ґрунту і добрив. Це пояснюється недостатньою кількістю повітря в ґрунті, можливим вимиванням елементів у глибокі горизонти та істотними їх втратами при наявності водної ерозії.

Найбільш повне використання поживних речовин та найбільша ефективність добрив, і як наслідок – найкращий ріст та розвиток рослин, забезпечуються лише за оптимальних для даних умов значень вологості ґрунту.

Давно встановлено, що добрива є одним із факторів, який обумовлює зниження витрат води на формування одиниці врожаю. Проте підвищення продуктивності посіву пояснює збільшення загальних витрат води на одиницю площі, тобто зі збільшенням врожайності (Y) сумарне водоспоживання (E) збільшується.

Вказане дозволяє стверджувати наявність залежності між витратами води (сумарне водоспоживання), рівнем живлення та врожаєм культури. Повітряний режим ґрунту, або його аерація, є необхідною умовою розвитку аеробної мікрофлори, аеробного розкладу органічної речовини, дихання кореневої системи рослин і т. п.

Вплив повітряного режиму на ефективність використання добрив визначається перш за все через вплив на розвиток кореневої системи та її здатність до засвоювання поживних речовин із ґрунту. Як вказувалось вище, повітряний режим ґрунту тісно пов'язаний з водним. У практиці для більшості ґрунтів (крім глин) оптимальним вважається таке співвідношення, при якому капілярні пори зайняті вологою, а некапілярні – повітрям. Мінімальна аерація, яка може забезпечити газообмін між ґрунтовим повітрям та атмосферою, складає близько 15%.



Надмірна вологість і, як наслідок, низька аерація, а значить, і невелика концентрація кисню в ґрунтовому повітрі, веде до підвищення кислотності ґрунту, відновлювальних процесів, утворення рухомих закисних форм заліза. При зворотному співвідношенні – утворюються малорухомі окисли заліза. Відповідно до цього змінюється і вміст у ґрунті відновлених і окислених сполук марганцю, сірки, азоту.

Слід зазначити, що причиною низької аерації ґрунту може бути також велика його щільність. При цьому стримування росту кореневої системи буде залежати не тільки від недостатнього повітряного обміну, але й від механічного фактора. Тепловий режим ґрунту разом з водним та повітряним значною мірою впливає на розвиток тих чи інших ґрунтових біохімічних процесів, пов'язаних з мікробіологічною діяльністю. Тому в різні періоди вегетації залежно від теплових умов можуть змінюватися темпи мінералізації органічної речовини, нітрифікації, мобілізації або іммобілізації фосфору, сірки та інших елементів живлення, відповідно знижуючи чи підвищуючи загальну потребу в добривах.

Температура ґрунту впливає на ефективність добрив шляхом дії на швидкість руху води, рухомість солей, на темпи надходження поживних речовин і, як результат, на розвиток кореневої системи.

При звичайних температурах (20–25° С) окремі види добрив за ефективністю розміщуються в такій послідовності: N→P→K, а при підвищених (35° С) P→N→K. Необхідно зазначити, що температурний режим ґрунту визначається не тільки температурним режимом повітря, а і вологістю самого ґрунту. Тобто сухі ґрунти нагріваються і охолоджуються більше, ніж вологі, що істотно впливає не лише на температурний режим, а й на амплітуду його коливань.

Вплив механічного складу, структури та агрохімічних властивостей ґрунту на ефективність використання добрив полягає в тому, що різні за механічним складом та гумусністю ґрунти обумовлюють різні підходи до побудови системи живлення рослин. Глинисті ґрунти удобрюють не дуже часто, але відносно великими дозами; піщані – частіше і малими дозами.



Пояснюється це різною вбирною здатністю, їх водопроникністю та аерацією, активністю біохімічних процесів. Глинисті, більш важкі ґрунти, сильніше вбирають поживні елементи добрив, що знижує їх концентрацію в ґрунтовому розчині і запобігає вимиванню. Внесення великих доз на легких ґрунтах, особливо при значних опадах, призводить до великих втрат поживних елементів і знижує ефективність добрив.

Загальні тенденції ефективності використання добрив:

- а) зберігається висока ефективність азотних добрив, а нерідко спостерігається навіть її підвищення;*
- б) знижується ефективність фосфору при внесенні надлишкових його доз або високих доз гною;*
- в) підвищується ефективність калійних добрив;*
- г) зменшується відгук культури на мінеральні добрива на фоні високих доз гною;*
- д) збільшується ефективність мінеральних добрив при систематичному внесенні одних на фоні інших (наприклад, азоту на фоні фосфору чи фосфору та калію);*
- з) знижується ефективність внесених добрив при невнесенні одного із них.*

Ефективність гною залежить від ґрунтово-кліматичних умов зони. Найбільшої прибавки врожаю від внесення гною одержують у районах з високим рівнем природного зволоження на легких за механічним складом і бідних за родючістю ґрунтах. Чим засушливіші умови і родючіші ґрунти, тим нижча ефективність органічних добрив.

Враховуючи, що весь калій гною знаходиться у доступній для рослин мінеральній формі, а азот і фосфор – в основному у вигляді органічних сполук, гній слід перш за все вважати калійним добривом, яке вимагає доповнення азотом і фосфором з урахуванням необхідного співвідношення за хімічним складом врожаю.

Слід зазначити, що такі поживні залишки, солома, яка вміщує в середньому 0,45–0,67% азоту, 0,20% фосфору і 0,75–1,0% калію, може бути основою для створення органічних добрив як у вигляді різного виду компостів, так і безпосередньо в ґрунті. В останньому випадку її подрібнюють і заорюють, попередньо



додавши 40–60 кг/га азоту (0,7–1,0% від маси соломи) для створення необхідних умов гуміфікації.

1.25. Методи і способи визначення доз добрив під урожай

Розглядаючи це питання, слід перш за все зазначити, що основою всіх методів розрахунку є визначення необхідної кількості мінеральних добрив при прийнятій дозі органічних. Тому вихідним положенням для таких визначень повинно бути встановлення доз органічних добрив з урахуванням таких умов:

1. Доцільність самого внесення визначається сільськогосподарською культурою.
2. Доза органічних добрив може бути обмежена можливостями господарства.
3. Мінімальна доза гною за умови підтримання бездефіцитного балансу гумусу може бути визначена за формулою:

$$D_o^{min} = D_o^n \times \frac{N}{n}, \quad (1.34)$$

де D_o^{min} — мінімальна доза гною, що вноситься під ту чи іншу культуру щорічно, т/га; D_o^n — нормативна кількість гною, яку необхідно вносити щорічно на гектар ріллі, т/га; N — загальна кількість полів у сівзміні; n — кількість полів, на які вносяться органічні добрива.

4. При внесенні інших органічних добрив, а не гною, необхідно визначитися з вмістом у них основних елементів *живлення* (N, P, K).

Визначившись з дозою органічних добрив, приступають до встановлення доз мінеральних. Балансовий метод. Суть цього методу полягає у визначенні необхідної кількості того чи іншого елемента за умови його балансу. Тобто кількість елемента, яка виноситься врожаєм, повинна дорівнювати кількості цього елемента, яка може бути використана з ґрунту, органічних добрив і тих мінеральних, які планується внести:



$$Y \times C = G \times K_G + D_{орг} \times C_{орг} \times K_{орг} + D_m \times K_m \quad (1.35)$$

де Y – урожай культури, що програмується, ц/га; C – винос поживного елемента основною та відповідною кількістю побічної продукції, кг/ц; G – вміст у ґрунті поживного елемента в доступній формі, кг/га; K_G – коефіцієнт використання елемента з ґрунту, %; $D_{орг}$ – прийнята доза органічного добрива, т/га; $C_{орг}$ – вміст даного елемента в органічному добриві, кг/т; $K_{орг}$ – коефіцієнт використання елемента з органічного добрива, %; D_m – необхідна (або та, що вноситься) доза мінеральних добрив, ц д.р. га; K_d – коефіцієнт використання елемента з мінеральних добрив, %.

1.26. Врахування післядії добрив і рослинних решток при програмуванні норм добрив

При програмуванні необхідно враховувати післядію добрив, якщо вони вносились під попередні культури сівозміни. Вплив післядії зростає, якщо добрива вносились у високих нормах. Післядія мінеральних добрив на практиці враховується не більше двох років.

Із мінеральних добрив на наступний рік використовується в середньому 10–15% фосфору і калію. Азотні добрива через високий коефіцієнт використання рослинами (60–80%) і закріплення у ґрунті в органічній формі (5–15%) повністю втрачаються у перший рік, і тому післядія їх не враховується.

Певна частина урожаю може сформуватися за рахунок післядії, тому при розрахунку норм фосфору і калію потрібно зменшити загальну потребу рослин в цих елементах.

Якщо під культуру планується внесення органічних добрив, то від загального виносу елементів живлення врожаєм (B) віднімають кількість, яка буде засвоєна з органіки. У перший рік внесення гною з нього використовується 30% азоту від загального його вмісту, 40% фосфору і 60% калію. При визначенні можливих приростів урожаю за рахунок післядії органічних добрив, необхідно виходити з того, що наступна культура може використати азоту 15%, фосфору 20% і калію 10% від загального його вмісту.



Якщо врахувати, що в середньому в 1 т гною міститься 5 кг азоту, 2,5 кг фосфору і 6 кг калію, то з післядії гною з однієї тони наступною культурою використовується 0,75 кг азоту, 0,5 кг фосфору і 0,6 кг калію. Цю кількість необхідно відняти від загальної потреби в елементах живлення.

Більша частина засвоєних рослиною поживних речовин вивозиться з поля разом з продукцією (наприклад, зерно і солома, коренеплоди і гичка). Якщо нетоварна частина врожаю (солома, гичка) лишається на полі, то поживні речовини, що містяться в них, можуть використовуватися для живлення наступних культур. Необхідно враховувати також залишки стерні, листків, частини товарної продукції, кореневої системи і частину елементів живлення, що перейшли з кореневої системи у ґрунт.

Найбільшу позитивну післядію на живлення наступних культур мають кореневі і рослинні рештки бобових культур. Їх необхідно враховувати при складанні системи удобрення. У поживно-корневих рештках бобових найвужче співвідношення між вуглецем і азотом, близьке до якісного гною.

Коефіцієнти використання азоту рослинами з них приблизно такі, як з органічних добрив. Так, використання азоту із поживно-корневих решток бобових першою, другою і третьою культурою становитиме, відповідно, 20–25%; 15–20% і 5–10%.

За даними досліджень, багаторічні бобові трави при формуванні 1 т сіна залишають у вигляді корневих і поживних решток 10–15 кг азоту. Всього в ґрунті, залежно від величини врожаю багаторічних трав, може нагромаджуватись у вигляді решток 120–150 кг/га азоту. Знаючи відсотки використання по роках, легко встановити, що перша культура засвоїть 24–37 кг, друга – 18–24 кг, третя – 6–15 кг азоту. Для такої кількості азоту необхідно було б внести мінеральних добрив на 20–40% більше (коефіцієнт використання азоту з мінеральних добрив 0,60–0,80).

В останні роки в ґрунт повертається значна частина соломи при вирощуванні зернових культур. У солонистих рослинних рештках співвідношення вуглецю до азоту становить С:N = 50–100:1. Тому для покращення умов мінералізації, необхідно забезпечити потрібний баланс азоту і вуглецю.

Внесення соломи в кількості 35–40 т/га з компенсацією нестачі азоту (з розрахунку N_{10} на 1 т соломи) за своєю дією на



підвищення родючості ґрунту та врожайності сільськогосподарських культур рівноцінно 18–20 т/га гною. Для поліпшення балансу поживних речовин необхідно ширше використовувати рештки інших культур, висівати культури на зелене добриво, тощо.

Баланс поживних речовин у ґрунті складається з прихідної і витратної частин. До прихідної частини входять надходження елементів у ґрунт з добривами, рослинними рештками, насінням, опадами, створені бактеріямиазотфіксаторами. Витратна частина включає: винос елементів з товарною частиною врожаю, втрати поживних речовин з ґрунту, внаслідок поверхневого стоку, вимивання (інфільтрація) і газоподібні втрати (азот внаслідок денітрифікації).

На практиці користуються господарським виносом, що враховує надходження поживних речовин з добривами і рослинними рештками у порівнянні з виносом урожаєм і можливими втратами з добрив.

Баланс може бути позитивним, якщо надходження поживних речовин у ґрунт перевищує його винос з урожаєм і втрати з ґрунту та з добрив, тому він сприяє підвищенню родючості ґрунту.

Якщо винос і втрати перевищують надходження в ґрунт – одержуємо від’ємний (дефіцитний) баланс. Родючість ґрунту при такому балансі буде зменшуватися.

Бездефіцитний (нульовий) баланс одержуємо, якщо показники приходу і витрати елементів живлення є рівновеликими. Для збереження стабільної величини вмісту азоту, фосфору і калію в ґрунті достатньо внести з органічними і мінеральними добривами 120–130% азоту, 100% фосфору калію від величини виносу.

Фосфор і калій практично не втрачаються з кореневмісного шару, за винятком незначної кількості калію (до 10–15 кг/га K_2O) на піщаних і супіщаних ґрунтах. Приймається, що втрати азоту з ґрунту внаслідок вимивання і денітрифікації компенсуються надходженням з опадами, насінням і за рахунок діяльності вільноживучих бактерій – азотфіксаторів.

Для існування хоч би бездефіцитного балансу елементів живлення необхідно вносити добрива. Після розподілу добрив під культури, складають баланс поживних речовин за сівозміну.



Органічні добрива вносились під цукровою буряк, мінеральні добрива – під всі культури, за винятком конюшини, під яку не вносили азотних добрив. баланс поживних речовин (порівняння виносу з надходженням) позитивний – за азотом +246 кг/га (139%), за фосфором +253 кг/га (202%) і за калієм + 140 кг/га д.р. (121%).

Коефіцієнт використання поживних речовин добрив (**K**) культурами за ротацію сівозмін визначається відношенням кількості, внесеної приростом урожаю, до кількості поживних речовин, внесеної з органічними та мінеральними добривами, виражається у відсотках. Зазвичай за ротацію сівозміни приймають наступні коефіцієнти використання мінеральних добрив рослинами (органічних і мінеральних разом): азоту — 60–70%, фосфору — 35–40%, калію — 65–75%. При таких нормах коефіцієнт використання зменшується. Метод балансового контролю системи удобрення у сівозміні дає можливість агроному прогнозувати зміну родючості ґрунту у часі та цілеспрямовано вирівнювати родючість окремих полів. крім мінеральних і органічних добрив, в остання роки широко використовуються сидерати на зелене добриво, повернення частини (нетоварної — солома, гичка, бадилля, стебла тощо) урожаю в ґрунт. Це сприяє біологізації технологій.

Правильно розрахована система удобрення є основою одержання високих врожаїв як на окремому полі, так і всіх культур і сівозміні. При ресурсощадних технологіях вирощування польових культур важливо раціонально використати всі види добрив і забезпечити їх найвищу віддачу.

Цього можна досягти за допомогою діагностики живлення рослин, яка полягає в постійному контролі за умовами вирощування. Використовується ґрунтова і рослинна діагностика. Ґрунтова діагностика. На певному полі дозволяє встановити кількість доступного рослинами азоту, рухомого фосфору, обмінного калію, реакцію ґрунтового розчину (**pH**), вміст гумусу тощо. Відбирають зразки ґрунту у 5–15 місцях по діагоналі поля пошарово через 20 см на глибину до 1 м на дерново-підзолистих і опідзолених ґрунтах. На основі результатів аналізів ґрунту встановлюють норми добрив на програмовану врожайність.



Листкова діагностика. Проводять для коректування доз азоту при підживлення зернових у фазах куштиння, виходу в трубку, колосіння і цвітіння.

Зрізають надземну частину рослин (листки) в 20–30 місцях з розрахунку, щоб середній зразок був не менше 100 г. Зразки аналізують на вміст у них азоту і залежно від цього уточнюють дозу добрив для підживлення. Одночасно визначають також вміст фосфору і калію для уточнення їх кількості на наступний рік.

Тканинну діагностику проводять при вирощування зерна цінних і сильних пшениць у фазі виходу в трубку для визначення необхідності позакореневих підживлень азотом. Із середньої проби на кожному стеблі вище другого міжвузля вирізають пластинку, поміщають на скло і додають одну краплю 1%-го розчину дифеніламіну. За інтенсивністю забарвлення визначають необхідність підживлення. Якщо зразок набуває інтенсивного синьо-чорного кольору, то в рослині є достатньо нітратів і підживлення не проводять. При темно-синьому і синьому забарвленні для одержання цінного або сильного зерна необхідно провести позакореневе підживлення з нормою N_{30-40} . Поява світло-синього і блілого забарвлення свідчить про недоцільність пізніх підживлень, бо на таких посівах одержати цінне або сильне за якістю зерно неможливо.

Часто нестача або надлишок того чи іншого елементів має зовнішні ознаки. Змінюється забарвлення листків, з'являються плями, сповільнюється ріст рослин. Зміни зовнішнього вигляду можуть використовуватися при візуальній діагностиці. Ті рослини, за зовнішнім виглядом яких легко встановити нестачу або надлишок певного елементу живлення, називаються рослинами-індикаторами.

При нестачі азоту рослини відстають у рості і мають зелене забарвлення світлих тонів. Дефіцит фосфору проявляється у вигляді блакитного забарвлення листків і появи бурих та фіолетових плям на них. При калійному голодуванні жовтіють, буріють і відмирають краї нижніх листків. Нестачу кальцію можна визначити за пожовтінням і відмиранням старих листків та побілінням кінчиків у верхніх листків, спостерігається гниль плодів. Кожний макро чи мікроелемент має свої ознаки дефіциту, характерні для тої чи іншої культури.



Приклад питань змістового модуля № 1

1. Тестові завдання до змістового модуля № 1

Рівень 1

1. Термін дії «Сертифікату на насіння України» для озимих, перевічених лише за життєздатністю

- До закінчення осінньої сівби в поточному році
- 8 місяців
- 6 місяців
- До наступного врожаю
- завжди

2. Заплавні луки це:

- кормові угіддя, які щороку затоплюються дощовими водами
- кормові угіддя
- луки, які виникли внаслідок регулярного затоплення і підтоплення, коли рівень залягання ґрунтових вод підіймається вище за 50 см
- місцевість, вкрита травою в річкових долинах
- кормові угіддя річкових долин, які щороку затоплюються весняними водами, нерідко дощовими

3. Частина зернівки, що містить найбільше клітковини:

- зародок
- алейроновий шар
- оболонки
- ендосперм
- щиток

4. Документ, що видають на кондиційне насіння, призначене для внутрішньогосподарського використання?

- «Свідоцтво на гібридне насіння»
- «Результат аналізу насіння»
- «Посвідчення про кондиційність насіння»
- «Сертифікат на насіння України»
- Всі відповіді вірні



5. Кількість днів від появи сходів до початку куціння хлібів першої групи:

- 25–27
- 30–40
- 5–7
- 10–12
- 15–17

6. Відстань між основою зернівки та її верхівкою:

- довжина
- товщина
- ширина
- висота
- діаметр

7. Найбільш холодостійка культура з перерахованих:

- овес
- просо
- кукурудза
- могар
- сорго

8. Теоретичні основи наукового рослинництва:

- біологічні особливості рослин
- інтродукція рослин
- цитогенетика
- морфологічні особливості рослин
- закони землеробства і рослинництва

9. Післяжнивні посіви яких рослин добре пригнічують бур'яни, знищують їх або сповільнюють ріст і перешкоджають обсіменінню.

- редьки олійної
- тонконогу звичайного
- вики
- буряку цукрового
- гірчиці білої

10. Центр походження кукурудзи:

- Єгипет



- Китай
- Іспанія
- Центральна і Південна Америка
- Індія

11. Питома частка зародка в зернівці хлібів першої групи, %:

- 11–13
- 4–4,5
- 1,5–2
- 14–20
- 8–10

12. Які вимоги льону-довгунця до вологи

- Середня
- Низька
- Не впливає
- Висока

13. Кількість днів від появи сходів до початку куціння хлібів першої групи:

- 110–120
- 30–40
- 5–7
- 15–17
- 25–27

14. Культура, у якій квіткові луски зростаються із зернівкою:

- ячмінь
- овес
- жито
- пшениця
- рис

15. Культурний вид вівса:

- A. ludoviciana
- A. barbata
- A. sterillis
- A. fatua
- A. byzantina



16. Найбільш розповсюдженими є групування рослин за

- Тривалістю життя
- характером використання основного виду продукції
- вибагливістю до світла
- Вимогливістю до ландшафту
- всі відповіді вірні

17. Орієнтовне виробництво зерна в Україні, млн тон в рік:

- 95–100
- 105–120
- 60–70
- 75–80
- 40–50

18. Площа орної землі в Україні, млн га:

- 15–20
- 4–7
- 8–10
- 30–32
- 20–25

19. Плоїдність сучасних форм тритикале:

- диплоїд
- тетраплоїд
- октаплоїд
- гексаплоїд та октаплоїд
- гексаплоїд

20. Насіння якої культури потребує для проростання 60–65% води від власної маси?

- кукурудза
- горох
- просо
- овес
- рис



Рівень 2

1. Головною метою рослинництва є

- створення оптимальних технологічних (агроекологічних) передумов виробництва
- збереження або підвищення родючості ґрунту
- вивчення фізіологічних процесів
- визначення генетичних передумов урожаю
- забезпечення економічної ефективності

2. Основними напрямками інтенсифікації рослинницького виробництва є

- створення економічних умов вирощування рослин
- створення оптимальних умов вирощування рослин
- селекція рослин з високими показниками фотосинтезу
- створення загущених посівів
- селекція нових більш високопродуктивних, не стійкіших до хвороб та шкідників сортів

3. Всі сільськогосподарські рослини за біологічними та господарськими ознаками поділяють на

- польові
- овочеві
- не плодові
- навколягідні
- не лісні

4. До бульбоплодів відносять

- гарбуз
- диня
- кавун
- картопля
- топінамбур

5. До бащтанних відносять

- гарбуз
- диня
- кавун
- картопля
- топінамбур

6. До олійних відносять

- гарбуз



● **СОНЯШНИК**

- ріпак
- картопля
- топінамбур

7. Виділяють такі центри походження основних сільськогосподарських культур

- Південноазіатський тропічний центр
- Східноазіатський центр
- Материковий центр
- Океанічний центр
- Всі відповіді вірні

8. Розрізняють такі основні екологічні групи рослинних організмів

- продуценти
- консументи
- редуценти
- гідрофіли
- гідрофоби

9. За типом живлення рослини поділяються на

- автотрофні
- гетеротрофні
- редуценти
- гідрофіли
- гідрофоби

10. За будовою рослини поділяють

- еукаріоти
- прокаріоти
- редуценти
- гідрофіли
- гідрофоби

11. Більшість польових культур є досить чутливими до умов освітлення, особливо у фазах

- сходів
- початку вегетації
- утворення генеративних органів
- кінець вегетації
- утворення вегетативних органів



12. За тривалістю освітлення розрізняють рослини короткого дня

- довгого дня
- редуценти
- гідрофіли
- гідрофоби

13. За відношенням до родючості ґрунтів польові культури поділяють на

- еутотрофи
- мезотрофи
- оліготрофи
- гідрофіли
- гідрофоби

14. Розрізняють такі способи розмноження рослин

- генеративний
- вегетативний
- основне
- другорядне
- просте

15. Вивчення рослинництва направлено на

- створення оптимальних технологічних (агроекологічних) передумов виробництва
- збереження або підвищення родючості ґрунту
- вивчення фізіологічних процесів
- визначення генетичних передумов урожаю
- забезпечення економічної ефективності

16. За рахунок чого відбувається інтенсифікації рослинницького виробництва

- створення економічних умов вирощування рослин
- створення оптимальних умов вирощування рослин
- селекція рослин з високими показниками фотосинтезу
- створення загущених посівів
- селекція нових більш високопродуктивних, не стійкіших до хвороб та шкідників сортів

17. За господарськими ознаками рослини поділяють на

- польові
- овочеві



- не плодови
- навколягідні
- не лісні

18. Які рослини відносять до бульбоплодів

- гарбуз
- диня
- кавун
- картопля
- топінамбур

19. Які рослини складають бащтанні

- гарбуз
- диня
- кавун
- картопля
- топінамбур

20. Які рослини відносять до олійних

- гарбуз
- соняшник
- ріпак
- картопля
- топінамбур

Рівень 3

1. Найкращим попередником для рису є ...

2. Критичною мінусовою температурою на глибині вузла куціння, яку витримує загартована рослина озимої ... є 18–19° С

3. Такий спосіб як попередне ... або обігрів при 30–40° С використовують для виведення насіння зернових культур із стану спокою?

4. Найменш зимостійкою культурою є озиме жито

5. Кормові боби мають підвищену вологість стебел і листків, що ускладнює їх збирання

6. Вірним щодо м'якої озимої пшениці є такі твердження – кращий строк застосування ретардантів – початок виходу рослин в трубку

7. Кращим попередником для пивоварного ячменю є цукрові ...



8. *Кореневу систему гречки можна охарактеризувати як мичкувату*

9. *Такий спосіб як пошкодження плодових і насінневих оболонок – скарифікацію використовують для виведення насіння бобових культур із стану спокою*

10. *Процеси нагромадження в вузлах кушіння білків визначають стійкість озимих культур до низьких температур*

11. *Трітікале на бідних ґрунтах родить краще, ніж озима пшениця*

12. *Хвороба, яка уражує ячмінь більше, ніж пшеницю – ...*

13. *Коефіцієнти використання ... посіву за рекордної урожайності (за класифікацією Ничипоровича А.О.), 3,0–5,0%*

14. *Для коріандру норма висіву за широкорядного способу сівби, 15–20 кг/га*

15. *Теоретично можливий коефіцієнт використання ФАР с.-г. культурами (за класифікацією Ничипоровича А.О.), 3,0–5,0%*

16. *Початок виходу рослин у трубку є найкращим строком застосування*

- Ретардантів
- Ретарданту
- ретарданта

17. *Збір бобових ускладнює низьке прикріплення на стеблі*

- Бобів
- Бобу
- Боба

18. *Рослина здатна утилізувати 8,6–28,0% сонячної енергії*

19. *Плівчастим видом пшениці є двозернянка*



Розділ 2. Теоретичні основи агрокліматології

Тема 10. Визначення предмета і завдань агрокліматології

2.1. Основні поняття

2.2. Зв'язок агрокліматології з іншими науками

2.3. Агрокліматологія і її господарське значення

2.4. Короткий нарис історії розвитку агрокліматології

2.1. Основні поняття

У світовій флорі і фауні зареєстровані сотні тисяч видів рослин і тварин, але лише кілька сотень з них використовуються людиною для виробництва основних видів продовольства. Залежність задоволення потреб людини в продовольстві від щодо вузького видового набору сільськогосподарських рослин і тварин підвищує залежність сільського господарства від екстремальних погодних умов, розвитку сільськогосподарських шкідників і хвороб. Все зростаюче населення нашої планети не тільки вимагає збільшення продуктів харчування, а й саме збільшує антропогенний тиск на природу, її екологічні системи, отримання продовольства є функцією сформованих природних умов, освоєних технологій виробництва та прийнятої в кожній країні соціально-економічної і політичної системи розподілу продуктів харчування .

Найважливішими завданнями в проблемі харчування населення країн СНД і підвищення його добробуту є істотне збільшення виробництва зерна, докорінне поліпшення кормовиробництва та розвиток на цій основі тваринництва. Збільшення продукції різних галузей сільського господарства може бути досягнуто, в першу чергу, за рахунок впровадження високопродуктивних сортів, широкої механізації всіх робіт, меліорації земель застосування добрив, гербіцидів та інших науково обгрунтованих прийомів землеробства. Поряд з вищевказаним, необхідною умовою підвищення врожайності та якості сільськогосподарської продукції є правильна оцінка та



раціональне використання всіх природних ресурсів території, серед яких клімату належить провідне місце.

Академік Н.І. Вавилов, писав: «Кліматичні чинники в нашій країні, взятої в цілому, є визначальними в проблемі врожайності. Вони сильніше економіки, сильніше техніки». У вік науково-технічного прогресу залежність основних галузей народного господарства від клімату не зменшилася, а в абсолютному вираженні навіть зросла.

Особливо велика і очевидна залежність сільського господарства від клімату. Незважаючи на зростання культури землеробства, коливання врожайності залежить від погодних умов, будучи реальністю для землеробства усього світу. Справа в тому, що вплив агрометеорологічних умов найбільш різко позначається на нових високопродуктивних сортах і гібридах, що мають більш високий рівень обміну речовин і енергії. Інтенсивні сорти культурних рослин мають підвищену чутливість до умов середовища і потребують максимальної оптимізації водного, теплового та харчового режимів. Кліматичні ресурси на відміну від інших абіотичних факторів середовища, мають одним дивовижну властивість – вони відновлюються безперервно або почти безперервно (світло, тепло, волога, вітер і ін.). Можна сміливо стверджувати, що жодне інше заход, крім зрошення, не дає такої надбавки урожаю, як оптимальне співвідношення нешаблонних елементів землеробства, наведене до кліматичних умов року. Визначення цього співвідношення можливо вже зараз і це становить велику область агрокліматичних досліджень на сучасному етапі розвитку агрокліматології.

Агрокліматологія – це наука, що вивчає кліматичні і гідрометеорологічні умови в їх взаємному зв'язку з об'єктами і процесами сільськогосподарського виробництва. Таким чином, предметом вивчення агрокліматології є клімат стосовно запитів сільського господарства. Філософською основою агрокліматичних досліджень є метод пізнання життя, який би розглядав організм і середовище як діалектичне єдино, і вимагає тому вивчення рослинних і тваринних об'єктів в їх безперервного зв'язку з зовнішніми умовами середовища.



Виходячи з вищевикладеного, можна сформулювати основні завдання агрокліматології:

- 1) виявлення кліматичних особливостей території з метою найбільш раціонального розміщення об'єктів сільськогосподарського виробництва;**
- 2) вивчення вимог видів і сортів сільськогосподарських культур до клімату і розробка методів різномасштабного агрокліматичного районування території;**
- 3) вивчення кліматів з регіональним походом з метою їх можливого поліпшення для сільськогосподарського виробництва (зрошення і осушення земель, лісонасадження, пескування, мульчування ґрунтів та ін.);**
- 4) агрокліматичне обґрунтування способів і прийомів агротехніки, умов роботи сільськогосподарських машин;**
- 5) кліматичне обґрунтування поширення шкідників і хвороб сільськогосподарських культур і заходів боротьби з ними;**
- 6) вивчення впливу коливань глобального клімату на зміну агрокліматичних ресурсів до 2010–2025 рр.**

2.2. Зв'язок агрокліматології з іншими науками

Агрокліматологія стоїть на стику географічних, геофізичних і біологічних наук. Тому вона тісно пов'язана з ними, використовує їх досягнення і методи досліджень. Разом з тим Агрокліматологія, будучи прикладною наукою, зберігає свою самостійність як по об'єктах, так і методам досліджень. Найближче ця наука стикається з агрометеорологією та кліматологією. загальним для агрокліматології і агрометеорології є об'єкти сільськогосподарського виробництва і застосовувана при цьому показники тепла і вологи, а також небезпечних явищ погоди.

В якості вихідної інформації використовуються дані спостережень стандартної мережі актинометричних, метеорологічних і агрометеорологічних станцій. Основні відмінності агрокліматології від агрометеорології полягають в наступному. У агрокліматології застосовуються в основному



середні багаторічні характеристики клімату для оцінки тепло і вологозабезпечення рослин і кінцевою метою є агрокліматичне районування території для наукового обґрунтування раціонального розміщення сільськогосподарських культур.

У агрометеорології застосовуються показники умов зростання рослин за періодами вегетації за окремі роки. При цьому переслідуються дві мети: оцінка агрометеорологічних умов зростання культурних рослин в конкретному році; розробка методів агрометеорологічних прогнозів і врожайності. Маючи багато спільного з кліматологією в методах обробки вихідної метеорологічної інформації та картографування показників клімату.

Агрокліматологія зберігає свою специфіку досліджень. Об'єктом досліджень кліматології є клімат. Основна відмінність агрокліматології від кліматології полягає в тому, що вона вивчає умови середовища в тісному взаємозв'язку з умовами життя рослинних і тваринних організмів.

Основними методами досліджень в агрокліматології є: а) агрокліматичні розрахунки і узагальнення за даними мережі метеорологічних і агрометеорологічних станцій за багаторічний період спостережень; б) експериментальні дослідження в фітотронах і на полігонах в природних умовах шляхом проведення пов'язаних мікрокліматичних і біоекологічних спостережень; в) картографування агрокліматичних показників, їх комплексів і районування територій в різному масштабі. Реалізація цих методів здійснюється з широким застосуванням методів математичної статистики з виходом на ЕОМ, а також на основі фізико-статистичного моделювання продуктивності культурних рослин по агрокліматичних показниками.

2.3. Агрокліматологія і її господарське значення

Вся виробнича діяльність людей в сільському господарстві суттєво залежить від клімату. Наприклад, прийоми обробітку ґрунту, строки сівби, застосування парових непарових попередників, зайнятого пару, можливість використання



поживних періоду для отримання другого врожаю, необхідність заходів щодо збереження вологи, застосування добрив, продуктивність машин і т.д. визначаються кліматичними особливостями району.

Агрокліматичні дослідження дозволяють дати наукове обґрунтування раціонального розміщення культур і їх сортів з урахуванням різних ґрунтово-кліматичних умов, виявлення потенційних можливостей клімату в зв'язку з продуктивністю сільськогосподарських культур, агрокліматичні розробки набувають великого значення при обґрунтуванні заходів боротьби з небезпечними метеорологічними явищами і при захисті рослин від хвороб і шкідників. У межах СНД на великих площах здійснюються меліоративні заходи. Так, зрошення, осушення, лісонасадження, снігозатримання та інші заходи покращують термічний режим повітря і ґрунту, умови зволоження і т.д.

Таким чином, спрямована виробнича діяльність людини впливає на місцевий клімат в бік його поліпшення. Однак для підвищення ефективності меліоративних заходів необхідно агрокліматичне обґрунтування. Сільськогосподарське виробництво нерідко називають «цехом під відкритим небом», так як основна маса його продукції створюється безпосередньо в природних умовах. Сільське господарство у всіх країнах світу займає найбільші площі землі в порівнянні з іншими галузями народного господарства.

Тому прорахунки у використанні неповної або неточно агрокліматичної інформації обертаються величезними збитками. Не випадково, в зв'язку з цим, в Женеві в лютому 1979 на Всесвітній конференції з клімату зазначалося, що прогрес в сільському господарстві в прийдешні десятиліття до 2010–2030 рр. і далі буде визначатися науково-технічною революцією не стільки в області біології і техніки, скільки в області вдосконалення способів отримання інформації про клімат і її ефективного використання.

Клімат визначає успішність обробітку культур і їх географічне поширення. Він впливає на зростання, розвиток, продуктивність рослин і тварин, а також на виробничу діяльність



в сільському господарстві. Жодного серйозний захід в сільському господарстві не може обійтися без відповідного обліку кліматичних умов, інакше народному господарству будь-якої країни може бути завдано значної шкоди.

2.4. Короткий нарис історії розвитку агрокліматології

Виникнення агрокліматології пов'язано з іменами великих вчених — кліматолога А.І. Воейкова (1842–1916 рр.) і основоположника сільськогосподарської метеорології П.І. Броунова (1852–1927 рр.). Засновником агрокліматології як науки є академік А.І. Воейков, дослідження якого в області метеорології, кліматології, географії, агрокліматології, курортної кліматології широко відомі у світовій науці. Воейков за піввікову діяльність опублікував близько двох тисяч робіт, в яких узагальнено спостереження багатьох авторів і його власні спостереження, накопичені їм у численних подорожах по закордонних країнах і в Росії. У класичній праці А.І. Воейкова [11] «Клімат земної кулі, особливо Росії» глави 19, 20 присвячені питанням агрокліматології, а саме впливу клімату на сільськогосподарські культури і впливу рослинності, особливо лісу, на клімат.

Крім цього, в цілому ряді робіт Воейкова приділяється велика увага використанню кліматології в сільському господарстві. Наприклад, на основі агрокліматичного аналізу умов обробітку чаю в Індії, на Цейлоні і в Японії, він прийшов до висновку, що для цієї культури придатні тільки Західна Грузія, частина Кахетії і Ленкорані. Практика обробітку чаю в наші дні підтвердила правильність висновків Воейкова. Багато уваги Воейков приділяв розвитку бавовництва в Росії. Він вперше визначив вимоги бавовнику до клімату, показав, що ця культура боїться весняних і ранніх осінніх заморозків, виявив, що для бавовнику найбільш сприятливий (при зрошенні) клімат Середньої Азії і Східного Закавказзя. Його агрокліматичні дослідження по плодовим культурам, лісорозведенню, зрошенню і осушенню, сніжному покриву та по іншим питанням визначили розвиток науки того часу і до цих пір не втратили свого значення.



Велика увага розвитку агрометеорології та агрокліматології приділяв відомий російський вчений А.В. Клоссовскі (1856–1917 рр.). Він організував на південному заході Росії мережу станцій, на якій вперше стали вестися спостереження за ростом і розвитком сільськогосподарських культур. У 1896 році з ініціативи П.І. Броуновим і особистій участі при Вченому комітеті Департаменту землеробства було організовано метеорологічне бюро, яке фактично стало першим в Росії і в світі науковою установою з питань агрометеорології та агрокліматології.

Була організована мережа агрометеорологічних станцій, розроблена єдина програма агрометеорологічних спостережень. З 1901 року метеорологічне бюро стало видавати «Праці з сільськогосподарської метеорології». Планомірне і всебічний розвиток агрометеорології та агрокліматології почалося після Жовтневої соціалістичної революції в Росії. У 1921 декретом Ради Праці і Оборони була організована агрометеорологічна служба РСФСР. Дуже плідною в цей час була діяльність П.І. Броуновим [13].

Розробляючи методи обробки кліматичних матеріалів для сільськогосподарських цілей, він вперше, хоча і схематично, справив агрокліматичне районування Росії (1924). Цікава його робота по обґрунтуванню заходів боротьби з засухами на південному сході країни. Наукові і планують установи, які розробляють перспективні плани розвитку та розміщення галузей сільського господарства, потребували відомостях про поведінку рослин в різних кліматичних умовах, що, перш за все впиралося в проблему агрокліматичного районування території СРСР. Тому в 1928 р. в Бюро сільськогосподарської метеорології, яке лежало в цей час при Державному інституті дослідної агрономії, був створений сектор агрокліматології.

Однією з перших робіт цього сектора була карта агрокліматичного районування СРСР, складена великим вченим — Г.Т. Селянінова, в якій вперше була дана оцінка кліматичних ресурсів країни для сільськогосподарського виробництва. З ім'ям Г.Т. Селянінова (1887–1966 рр.) Пов'язаний великий період у розвитку агрокліматології [12]. В його роботі «До питання про



класифікацію сільськогосподарських культур за кліматичною ознакою» (1930 р.) вперше запропоновані агрокліматичні показники для сільськогосподарської оцінки клімату. У подальших дослідженнях Селянинова і його учнів (І. Гольцберг, Ф.Ф. Давітая, С.А. Сапожнікова та ін.) Методика оцінки клімату будувалася на принципі єдності рослин і середовища, на зв'язку клімату і рослин, вираженою в агрокліматичних показниках. Ця методика стала принциповою основою для всіх наступних досліджень в агрокліматології аж до наших днів. У 30-і роки в планах розвитку сільського господарства країни передбачався великий обсяг робіт щодо ефективного сільськогосподарського використання радянських субтропіків.

Необхідного виробничого досвіду з вирощування субтропічних культур в той час не було. Для наукового обґрунтування розвитку субтропічного сільського господарства під керівництвом Г.Т. Селянинова була проведена робота по агрокліматическому вивчення субтропічної зони СРСР. Це були перші широкі комплексні дослідження в конкретному регіоні з застосуванням мікрокліматичних зйомок. За допомогою цих досліджень були розроблені агрокліматичні показники субтропічних культур, вирішені деякі методичні питання і т.д.

Результати цієї великої колективної роботи опубліковані в двох томах фундаментального видання «Матеріали по агрокліматическому районуванню субтропіків СРСР (1936 і 1938 рр.)». Складена великомасштабна карта агрокліматического районування субтропіків Західного Закавказзя і Ленкоранського району знайшла широке виробниче застосування при розміщенні плантацій субтропічних культур. Подальший більш ніж 60-річний досвід впливу субтропічних культур підтвердив велику точність цієї карти. Розвивається сільське господарство країни потребувало застосування світового досвіду землеробства по вирощуванню різних сільськогосподарських культур. У в'язі з цим під керівництвом Селянинова в 1937 році був складений «Світовий агрокліматический довідник».

У ньому вперше в світовій практиці представлені основні агрокліматичні показники, за якими можна давати сільськогосподарську характеристику клімату всього Світу і



встановлювати агрокліматичні аналоги. При роботі над довідником Селянінов розробив і використовував принципово новий підхід до визначення аналогів по схожості не загальних умов клімату, а лише агрокліматичних умов зростання конкретної культури. Великий внесок у розвиток агрокліматології внесли відомі вчені П.І. Колосков (1887–1968 рр.) і Р.Е. Давид (1887–1939 рр.). Пропрацювавши на Далекому Сході більше 20 років, Колосков дав цінні рекомендації по розміщенню ряду сільськогосподарських культур (льону, сої, рису, цукрових буряків), плідно займався вивченням проблеми меліорації клімату ґрунтів окремих районів, справив агрокліматичне районування території Далекого Сходу. Його великі дослідження в цілому розвивали не тільки питання регіональної агрокліматології, але в значній мірі поглиблювали і загальні теоретичні положення.

Ще на початку тридцятих років Колосков виділив в якості окремого великого розділу агрокліматології проблему клімату ґрунту, підкресливши тим самим необхідність врахування його впливу на розвиток рослин. Надалі ця проблема була широко розвинена А.М. Шульгіним. Р.Е. Давид, вивчаючи клімат південного сходу СРСР, дав перше агрокліматичне районування цієї території, склав рекомендації по веденню сільського господарства в цих районах. Велике практичне значення мала його робота по агрокліматическому районування території СРСР, стосовно зерновим культурам. У 1936 році вийшов з друку складений Р.Е. Давідом перший в СРСР підручник з сільськогосподарської метеорології. Трохи раніше, в 1934 р, під редакцією А.В. Федорова було опубліковано навчальний посібник з сільськогосподарської метеорології для учнів гідрометеорологічних технікумів, в яких дана глава по агрокліматології. До Великої Вітчизняної війни завдяки науковій та практичній діяльності Г.Т. Селянинова, П.І. Колоскова, Р.Е. Давида, І.А. Гольцберг, Ф.Ф. Давітая, С.А. Сапожникова і інших.

Агрокліматология остаточно оформилася як самостійна наука. Постановка і вирішення низки питань в агрокліматології в цей час мали велике значення для розвитку загальної



кліматології. Так агрокліматології вперше використовували короткорядні спостереження, запропонували методику їх проведення до довгих метеорологічним рядах, застосували імовірнісні характеристики, розробили методику картування елементів клімату (на прикладі температури) на рівні земної поверхні в дрібному масштабі. Подібні питання в кліматології до цього не наважувалися. Після Великої Вітчизняної війни була розроблена програма по різкого підйому сільського господарства в різних регіонах СРСР: передбачалося розширення посівів в перезвожених районах за рахунок осушення земель; перегляд і набір нових культур і прийомів землеробства в різних кліматичних зонах; освоєння цілинних і перелогових земель; широке застосування різних заходів по боротьбі з заморозками, засухами, суховіями, пристрій лісозахисних смуг і т.д.

Правильне рішення поставлених завдань з найменшими економічними витратами вимагали їх глибокого наукового обґрунтування, що стало стимулом для подальшого розвитку агрометеорології як науки. У розробці цих питань брали участь колективи наукових центрів країни: Головної геофізичної обсерваторії ім. А.І. Воейкова (ГГО), Гідрометеорологічного центру країни СРСР (ГМЦ СРСР), Всесоюзного інституту рослинництва (ВІР), науково-дослідний інститут Аерокліматологія (НІАК), регіональних науково-дослідних гідрометеорологічних інститутів, Інституту експериментальної метеорології (ІЕМ), на базі якого у 80 роки був створений Всесоюзний науково-дослідний інститут по сільськогосподарської метеорології (ВНІСХМ). Агрокліматичні дослідження були розпочаті також в Академії наук СРСР і союзних республік, у вищих навчальних закладах. У 50–60-і роки на основі агрокліматичного вивчення території країни були розроблені варіанти загального агрокліматичного районування СРСР в дрібному масштабі Г.Т. Селянінова, П.І. Колоскова, С.А. Сапожникова, Д.І. Шашко [20]. У них для виділених таксономічних одиниць (пояса, зони, області та ін.) Була дана з різним ступенем деталізації і агрокліматичні характеристика із зазначенням набору сільськогосподарських культур та основних напрямків сільського господарства. В цей же період



П.І. Колосков, С.А. Сапожникова, Д.І. Шашко запропонували показники для оцінки сільськогосподарського бонітету клімату, тобто вперше проведена порівняльна оцінка ресурсів клімату, що забезпечують певну продуктивність сільськогосподарських культур на території країни. У ці ж роки була розроблена методика і вперше здійснено спеціальне агрокліматичне районування території стосовно винограду Ф.Ф. Давітая і кукурудзи С.А. Сапожниковим, Ю.І. Чирковим. В семидесятих і восьмидесятих роках цей напрямок агрокліматичних досліджень отримало подальший розвиток стосовно території країни, окремих регіонів, а також соціалістичних країн Східної Європи з охопленням більшості однорічних і багаторічних культур. Наприклад, було виконано агрокліматичне районування озимої пшениці В.А. Моїсейчик і Е.С. Уланової, картоплі А.І. Руденко і Е.Л. Хершковіч, соняшнику Ю.С. Мельником, цукрових буряків Л.С. Кельчевская, бавовнику Л.Н. Бабушкін. За новими показниками клімату з виявленням географічних закономірностей їх розподілу на території СРСР і континентах світу. До їх числа відносяться складові радіаційного і теплового балансу, які в подальшому стали широко використовуватися в агрокліматичних дослідженнях. Наприклад, М.І. Будико і Л.С. Гандіні запропонували метод визначення агрокліматичних показників, заснований на кількісних зв'язках сонячної радіації з продуктивністю фотосинтезу. У зв'язку з термоперіодизмом рослин З.А. Міщенко (шестидесяті-вісьмидесяті роки) на основі аналізу та узагальнення матеріалів по добовому ходу температури повітря запропонувала ряд нових термічних показників роздільних для дня і ночі, розробила методи їх розрахунків [15]. В результаті цієї роботи була складена серія агрокліматичних кат розподілу добової амплітуди температур повітря, денних і нічних температур повітря і їх сум на території країни. Нею виконані аналогічні розробки за радіаційним нагріванням і денній температурі діяльної поверхні, а також її суми. Подальшому ці показники стали використовуватися для агрокліматичної оцінки теплових ресурсів і теплообеспеченості рослин, а також в моделях «*клімат — урожай*». У зв'язку з тим, що мікроклімат істотно впливає на зростання, розвиток, урожай



та якість сільськогосподарської продукції було проведено ряд робіт для обґрунтування правильного використання в сільському господарстві мікрокліматичних особливостей. Ці питання знайшли відображення в дослідженнях по мікроклімату різних регіонів країни, які проводилися силами ГГО та інших установ. Найбільш значні наукові розробки були виконані І.А. Гольцберг, З.А. Міщенко [15–19]. До їх числа відносяться: типізація мезо і мікрокліматичної мінливості показників клімату на території країни; методи розрахунку мікрокліматичних параметрів для деталізації агрокліматичних ресурсів на малих площах. В цьому напрямку важливо відзначити нову методику складання розрахунковим шляхом великомасштабних агрокліматичних карт для окремих господарств. В подальшому розробки по мікроклімату стали використовуватися в агрокліматическом районировании обмежених територій (адміністративна область, район). За розглянутий період розвитку агрокліматології виконувалися і інші важливі дослідження, істотне значення мають роботи по агрокліматическому районування сіяних трав і пасовищної рослинності, по зоокліматическому вивчення пасовищ і впливу клімату на тварин і господарську діяльність в відганяючи тваринництві.

Тема 11. Основні показники зовнішнього середовища, необхідні для життя культурних рослин

2.5. Основні показники зовнішнього середовища

2.6. Класифікація рослин по їх вимогам до клімату

2.7. Принципи і етапи сільськогосподарської оцінки клімату

2.5. Основні показники зовнішнього середовища

Дослідження кліматичних ресурсів стосовно різних аспектів сільськогосподарського виробництва представляє складне завдання, так як це компоненти, що входять до неї (живі організми і клімат), характеризуються великою мінливістю. Клімат будь-якій місцевості визначається великим числом елементів. При вирішенні різних питань агрокліматології



важливо знати які елементи є основними для життя рослин, а які другорядними. В результаті численних досліджень, виконаних біологами, фізіологами, агрометеорології, екологами, отримані цінні відомості про ставлення рослин до різних кліматичних факторів.

Багато агрокліматичні закономірності базуються на двох законах біологічної науки:

- 1) рівнозначності факторів життя;**
- 2) нерівноцінності чинників середовища.**

Обидва ці закони не суперечать один одному, так як фактори життя і фактори середовища – різні поняття. До факторів життя рослин по численним дослідженням К.А. Тімірязева, Д.Н. Прянишникова, Н.І. Вавилова, І.В. Якушкіна та інших слід віднести тепло, світло, вологу, повітря і поживні речовини. Рівнозначність факторів життя означає, що жоден з них не може бути замінений іншим. Наприклад, світло не може бути замінений теплом, тепло не може бути замінено вологою і т.д. Сутність другого біологічного закону зводиться до того, що численні фактори середовища, що характеризують клімат, надають на рослини нерівноцінне вплив.

Виходячи з двох зазначених законів, значно спрощується підхід до оцінки кліматичних елементів в агрокліматології. Елементи клімату за значенням для рослин можна розділити на основні і другорядні. Такий розподіл має велике значення, так як воно допомагає розібратися в різноманітті впливу факторів середовища на життєдіяльність рослин. Другорядні чинники не роблять істотного впливу на життя рослин. Найбільш часто вони лише коректують дію основних факторів, посилюючи або послаблюючи їх.

Наприклад, такий другорядний фактор, як забезпеченість може дещо змінити кількісний і якісний склад світла, вологість повітря впливає на тепловий стан рослин і т.д. Другорядні чинники набувають самостійного значення лише тоді, коли вони досягають значної інтенсивності. У таких випадках вони підлягають роздільному обліку, так стають небезпечними для життя рослин. Наприклад, необхідно враховувати тривалі тумани в період дозрівання пилку, інтенсивні посухи і суховії, згубні



заморозки, випадання великого граду. Однак і в таких випадках вплив другорядних факторів часто обмежене певним часом, територією, конкретними видами рослин, фазами їх розвитку. Суховій, наприклад, приносить шкоду в період цвітіння і наливу зерна. Якщо ж при суховіях запаси вологи в ґрунті оптимальні, а відносна вологість в травостой близько 60–70%, то він може надати і корисний вплив, прискорюючи процес дозрівання.

З огляду на вищесказане, розглянемо чинники, життєво необхідні для рослин. Для всіх організмів повітря – основа життя. З газів, складових атмосферне повітря, слід окремо оцінити кисень, азот, вуглекислий газ. Кисень (O_2) необхідний рослинам для дихання. У процесі дихання відбувається окислення накопичених в рослинах поживних речовин, створюється енергія для всіх життєвих процесів рослинного організму. Дихання – це складний ланцюг окисно-відновних процесів. Вуглекислий газ (CO_2) необхідний рослинам для синтезу органічних сполук в процесі фотосинтезу. Виключне значення CO_2 для рослин видно з того, що суха речовина рослин складається на 45–50% з вуглецю. Азот (N_2) необхідний рослинам як елемент живлення. Без нього не може проходити синтез білкових речовин, а отже не може будуватися протоплазма живої клітини. Однак азот повітря можуть використовувати тільки деякі рослини (бобові, сосна).

Світло є джерелом енергії для всіх живих організмів на землі. Оцінюючи значення світла в житті рослин зазвичай розрізняють три аспекти цієї проблеми: вплив спектрального складу, інтенсивності і тривалості освітлення. Всі найважливіші фізіологічні процеси визначаються в основному світловий частиною сонячного спектра. Найбільше значення серед них має фотосинтез. Частина сонячного світла, безпосередньо бере участь у фотосинтезі називають фотосинтетичний активний радіацією (ΦAP). Величину ΦAP зазвичай обмежують межами довжин хвиль 0,38–0,71 мкм.

Енергетична сторона фотосинтезу вперше була розглянута великим російським фізіологом К. А. Тімірязєвим. В даний час встановлено, що рослини мають селективним характером поглинання падаючої на них ΦAP . Найбільш активно хлорофіл листя поглинає червоно-помаранчеві і синьо-фіолетові промені



видимої частини спектру. при поглинанні цих променів фотосинтез протікає з найбільшою швидкістю. Що стосується кількісного боку, то органічна речовина рослин, створене в процесі фотосинтезу, становить 90–95% всієї сухої маси врожаю. Отже, фотосинтез, що протікає завдяки поглинанню ФАР, є головним фактором у створенні врожаю, формуючи приблизно 0,9 його величини. Мінеральне ґрунтове харчування сприяє створенню 5–10% врожаю сухої маси, однак і воно можливе лише при наявності фотосинтезу. Крім реакції рослин на інтенсивність і спектральний склад радіації рослини реагують також на тривалість освітлення. Реакція рослин на тривалість освітлення отримала назву фотоперіодизму.

Крім того, вона є одним з основних чинників зростання і впливає на формування врожаю. У численних роботах біологів і агрометеорології отримані залежності швидкості розвитку рослин від середніх добових температур повітря, виявлені межі температур шкідливі для культурних рослин. Виявлено, що на ріст і розвиток рослин великий вплив робить добова амплітуда коливань температури (чим вона більша, тим швидше йде процес розвитку і зростання).

Величина амплітуди коливань температури повітря впливає також на якість врожаю. Рослинам для оптимального росту і розвитку потрібен певний поєднання денних і нічних температур. Реакція рослин на добову ритміку температури вдень і вночі отримала назву термоперіодизм рослин. Це явище вперше було виявлено в сорокових-п'ятидесятих роках канадським вченим Ф.В. Вентом і російськими вченими А.А. Малишевим, Т.В. Олейниковою.

У агрокліматології обліку вологи приділяють не меншу увагу, ніж ресурси тепла. Облік мінерального живлення не входить в компетенцію агрокліматології. Однак слід зауважити, що дозування, строки внесення добрив і їх набір значною мірою визначаються кліматичними умовами. Тому дослідження по агрокліматическому обґрунтування застосування добрив в різних кліматичних зонах стосовно конкретних сільськогосподарським культурам дуже важливі. На закінчення зазначимо, що агрокліматология з усіх факторів



життєпроживання рослин і тварин (кліматичних, ґрунтово-почвенноґрунтових, топографічних, біологічних, антропогенних) вивчає лише кліматичні. Однак це не означає, що інші фактори залишаються поза увагою агрокліматології. Оскільки всі зазначені фактори середовища пов'язані між собою можна стверджувати, що при вивченні кліматичних факторів певним чином розглядаються і інші.

2.6. Класифікація рослин по їх вимогам до клімату

Всі рослини в процесі історичного розвитку перебували під безперервним впливом кліматических умов свого місця проживання і тому пристосовувалися до них. В результаті у рослин виникли певні потреби до умов існування, які стали їх біологічними особливостями. Наприклад, для рослин тропічного походження характерна велика потреба в теплі і волозі. Рослини помірних широт відрізняються холодостійкістю, помірних потребою в теплі, а зимуючі – здатністю переносити морози до певної межі. Різні рослини починають рости і розвиватися при різних температурах: при різних сумах тепла у них настають певні фази розвитку і т.д.

Раніше було сказано, що з великого числа елементів, якими характеризується клімат будь-якої території, життєво важливими для рослин є світло, тепло і волога. Отже, продуктивно використовувати кліматичні ресурси для цілей сільського господарства можна лише в тих випадках, коли відома потреба в них сільськогосподарського об'єкта. Такі відомості служать «фундаментом» для виконання будь-яких агрокліматичних досліджень. Ще К.А. Тімірязев в 1897 році писав: **«Кліматичні умови представляють інтерес лише тоді, коли нам поруч з ними відомі вимоги, що пред'являються їм рослиною; без цих останніх відомостей нескінченні низки цифр метеорологічних щоденників залишаться безплідним баластом».**

На основі аналізу емпіричного матеріалу і спостережень інших досліджень Г.Т. Селянінов в 1930 році вперше дав схему класифікації сільськогосподарських культур за трьома



основними ознаками, що характеризує відношення рослин до термічного режиму:

- 1) по коливаннях середньої місячної температури протягом вегетаційного періоду і формою кривої річного ходу температури повітря;**
- 2) за рівнем температури початку росту;**
- 3) за сумою температур за період активного росту і розвитку (в межах вище 10° С).**

Відповідно до цієї класифікації, всі культури розділені на три групи – А, Б і В. У кожній групі виділені класи по температурі початку росту. Класи діляться на форми по вимогливості до тепла (тобто за скоростиглістю), Класифікації рослин по вимогливості до інших кліматичних чинників, наприклад, до вологості і сонячного світла Селянінов не зробив через слабку вивченість в той час цих питань. Зазначений ознака має вирішальне значення при визначенні північної межі зростання культур, при просуванні їх в райони з посушливим кліматом, а також при вирішенні питання про пожнивних культурах. Тому Колосков в основу поділу культур на класи поклав ступінь їх скоростиглості. За цією ознакою їм виділено п'ять класів:

- А Ультраскоростиглий (ефемери) Менш 85 днів;**
- Б Скороспілі Від 85 до 115 днів;**
- В Середньостиглі Від 115 днів до 145 днів;**
- Г Пізньостиглі Від 145 днів до 175 днів;**
- Д Особливо пізньостиглі Більш 175 днів.**

Наступною важливою ознакою для класифікації культур Колосков вважав ступінь їх вологолюбності (або посухостійкості). Для цього він використовував коефіцієнт зволоженості, що є відношенням річних сум опадів до суми (за рік) середніх місячних дефіцитів вологості повітря. Тому ознакою їм виділено п'ять груп рослин:

- I Культури зони сьньої сухості, можуть виростати без поливу до кордону пустелі (ксерофіти) Менш 1,6;**
- II Культури, можуть виростати посушливій зоні Не менш 1,6;**
- III Культури малосухостійкої зони Не менш 3,2;**
- IV Культури помірно вологої зони Не менш 4,6;**



***V* Культури вологої зони.**

Тільки при зрошенні третьою ознакою Колосков вважав величину транспіраційного коефіцієнту культур. Також він виділив п'ять порогів цього коефіцієнту:

- 1) Рослини з транспіраційним коефіцієнтом менше 300;**
- 2) від 300 до 400;**
- 3) від 400 до 500;**
- 4) від 500 до 600;**
- 5) більше 600.**

В якості четвертого ознаки він використовував початок вегетації і ступінь морозостійкості рослин. За цією ознакою їм виділено сім видів рослин:

- 1) озимі культури високої зимостійкості (озиме жито);**
- 2) середньої зимостійкості (озима пшениця);**
- 3) низької зимостійкості (озимий ячмінь, горох);**
- 4) ярі культури, що допускають ранній та пізній посіви, дуже морозостійкі;**
- 5) культури, які можна сіяти при настанні середньодобових температур повітря 5°C , досить морозостійкі;**
- 6) культури, які можна сіяти при настанні середньодобових температур повітря 10°C , які переносять незначні заморозки;**
- 7) культури, які можна сіяти при настанні середньодобової температури повітря 15°C які не витримують незначних заморозків.**

У підсумку за схемою Колоскова сільськогосподарська культура відповідно до її агрокліматичних показників, може бути описана короткою формулою. У класифікації В.М. Степанова в якості ознак використані потреба рослин в теплі і тривалість освітлення. За цими ознаками рослини розділені на два типи.

Тип А – рослини помірного клімату. На початку розвитку потреба цих рослин невелика, вони можуть вирости при температурі $3-5^{\circ}\text{C}$, потім їх потреба в теплі швидко збільшується. Це рослини з довгою світловою стадією, що володіють високою холодостійкістю і зимостійкістю. До них автор відносить жито, пшеницю, ячмінь, льон та ін.



Тип Б — рослини тропічних зон, дуже вимогливі до тепла, нехолодостойкі, з короткою світловою стадією. Це просо, кукурудза, бавовник, рис, диня, кавун, тютюн і ін. Рослини обох типів поділяються на форми за структурою і тривалості життєвого циклу: однорічні, дворічні та багаторічні з розтягнутим або коротким періодом росту, розвитку, цвітіння і плодоношення. Степанов ділить всі рослини на п'ять класів за величиною біологічного нуля: I клас – біологічний нуль рослин 3–5°С, II – 6–8°С, III – 8–10°С, IV – 10–12°С, V – 12–15°С.

За ступенем морозостійкості рослини розділені на раси: ярові і озимі. 1. Раса ярих підрозділяється на п'ять підрас за ступенем витривалості заморозків: від -6 до -8°С, від -4 до -6°С, від -2 до -4°С, від -1 до 2°С і від 0 до -1°С. 2. Раса озимих підрозділяється на три підраси по витривалості низьких температур: нижче -20°С, від -15 до 20°С, від -10 до -15°С. Закінчується класифікація виділених семи груп рослин за потребою в теплі, вираженої сумою активних температур понад 10°С, і по довжині вегетаційного періоду (в днях):

- ✚ **Перша до 10000 Від 60 до 80 днів;**
- ✚ **Друга Від 1000 до 15000 Від 80 до 100 днів;**
- ✚ **Третя Від 1500 до 20000 Від 100 до 120 днів;**
- ✚ **Четверта Від 2000 до 25000 Від 120 до 140 днів;**
- ✚ **П'ята Від 2500 до 30000 Від 140 до 160 днів;**
- ✚ **Шоста Від 3000 до 35000 Від 160 до 180 днів;**
- ✚ **Сьома Більш 35000 Більше 180 днів.**

Використовуючи, класифікацію Степанова, сільськогосподарську культуру можна описати досить докладно невеликою кількістю агрокліматичних показників. Наприклад, кукурудза тип Б, однорічна, яра, клас III, раса 1 (підраса четверта), четверта група по ранньостиглій і середня сортам і п'ята за середньо-пізніх і пізніх сортів. Наведені класифікації являють собою спроби комплексно оцінити середовище проживання рослин шляхом врахування низки кліматичних факторів. Попри всю важливість такого підходу до класифікації рослин до теперішнього часу не вдалося домогтися повного вирішення цієї проблеми, що, перш за все, пояснюється великою складністю поставленого завдання. Тому окремі дослідники



вдаються до побудови приватних класифікацій, виходячи з потреби рослин в окремих факторах життя.

Наприклад, А.М. Алпатов запропонував біокліматичну класифікацію рослин на вимогу до води. Першим критерієм, що визначає місце даного раст ення в класифікаційної системі, є сумарна потреба рослини у воді за період вегетації. При оптимальній вологості ґрунту і достатньою рослинній масі вона визначається двома факторами: кліматичними умовами місцеперебування і тривалістю вегетації даного сорту рослини. Другим критерієм потреби рослин у воді, є ритм розвитку та росту рослин, що визначає швидкість споживання вологи. На основі цих двох критеріїв Алпатов виділив наступні укрупнені групи і підгрупи рослин, розташовані в спадному порядку по їх потреби у воді:

I. Деревні: 1) вічнозелені форми тропічних широт; 2) листопадні форми тропічних широт; 3) листопадні форми помірних широт.

II. Трав'янисті багаторічні: 1) багаторічні форми тропічних широт; 2) багаторічні форми помірних широт.

III. Трав'янисті однорічні та ефемероїди: 1) однорічні великої тривалості вегетації; 2) однорічні середньої тривалості вегетації; 3) однорічні короткого періоду вегетації і ефемероїди.

Класифікуючи рослини по потреби у воді на основі тривалості вегетації і ритму розвитку, необхідно брати до уваги можливість кількісного зміни цих критеріїв в різних кліматичних умовах для одного і того ж сорту рослини.

Внаслідок цього, на думку Алпатова, класифікації рослин за вимогами до води повинні бути універсально-регіональними, тобто відображати як загальні закономірності, так і вплив місцевих умов.

Потреба сільськогосподарських об'єктів в кліматичних умовах середовища проживання за весь період вегетації або за окремі його відрізки можна виразити кількісно через агрокліматичні показники.

Під агрокліматическими показниками розуміють кількісні вираження зв'язку зростання, розвитку, стану і продуктивності



об'єктів сільськогосподарського виробництва з факторами клімату. Агрокліматичні показники можуть відображати не тільки потреба об'єктів у певних умовах клімату, але і реакцію їх на конкретне значення одного кліматичного елемента або їх комплексів. При вивченні агрокліматичних ресурсів територій застосовують агрокліматичні показники; які отримують шляхом усереднення в багаторічному розрізі за вегетаційний період або його інтервали.

Додатково для розкриття міжрічної мінливості агрокліматичних показників застосовують імовірнісні характеристики їх. Визначення та обґрунтування агрокліматичних показників дано у великій літературі. Г.Т. Селянінов [12] вперше в світі ввів термін «кліматичні показники культур». Він же запропонував ряд агрокліматичних показників, які і зараз знаходять широке застосування. До них належить такий показник як сума активних температур повітря, розрахована за середньодобової температури. Цей показник використовується для визначення потреби в теплі більшості рослин, а також для оцінки термічних ресурсів території.

У наступні роки радянськими і зарубіжними вченими були запропоновані й інші агрокліматичні показники, в тому числі показники, що зв'язують урожай певних культур з кліматичними умовами. В даний час для характеристики росту і розвитку рослин, а також оцінки агрокліматичних ресурсів території використовуються наступні показники:

- 1) тривалість вегетаційного та теплого періодів і їх підперіодів;*
- 2) суми середньодобових температур повітря і ґрунту за вегетаційний період або його окремі відрізки;*
- 3) оптимальні межі температур, необхідні для нормального росту і розвитку рослин;*
- 4) критичні (низькі і високі температури, які пошкоджують рослини;*
- 5) термічні показники, що враховують термоперіодизм рослин і живих організмів;*
- 6) показники інтенсивності сонячної радіації і освітлення в рослинній середовищі;*



- 7) **показники холодостійкості і морозостійкості рослин;**
- 8) **показники стійкості рослин до посухи і суховіїв;**
- 9) **суми опадів, запаси продуктивної вологи в ґрунті, відносні показники зволоження;**
- 10) **показники, що зв'язують урожай з кліматичними елементами (тобто комплексні показники тепла, вологозабезпечення і продуктивності).**

Крім цих показників в агрокліматології необхідно враховувати життєвий ритм розвитку різних рослин, що характеризується такими, як порядок чергування фенологічних фаз, час настання цвітіння і плодоношення, особливо зимового спокою і т.д.

Залежно від конкретних завдань, які поставлені перед дослідниками, використовуються різні показники. Для ряду сільськогосподарських культур в даний час визначені багато з зазначених показників. Однак ця робота повинна тривати в зв'язку з появою нових сортів і гібридів, необхідністю більш повної і точної оцінки продуктивності клімату, а також у зв'язку з розробкою регіональних моделей агрокліматичного районування в середньому і великому масштабі з урахуванням мікроклімату і іншими завданнями.

Найбільш поширеними експериментальними визначеннями агрокліматичних показників є такі:

1. Метод паралельних або пов'язаних спостережень за ростом, розвитком і врожайністю культур і супутніми або метеорологічними умовами. Накопичивши за ряд років матеріал паралельних спостережень і відповідно обробивши його, можна визначити потребу культурних рослин в теплі і волозі, їх стійкість до низьких температур і т.д. Основоположником цього методу є П.І. Броунов. Зазначений метод широко застосовується в даний час на території країни а також в багатьох зарубіжних країнах.

2. Метод географічних посівів, запропонований Н.І. Вавіловим. Для знаходження агрокліматичних показників за цим методом сільськогосподарську культуру в один і той же вегетаційний період вирощують у великій кількості пунктів,



розташованих на різних широтах і висотах в горах. Зібраний матеріал дає можливість за короткий інтервал часу (2–3 роки) визначити основні агрокліматичні показники для конкретного сорту або гібриду. Однак цей метод не враховує відмінностей властивостей ґрунту, форм рельєфу і умов фотоперіодизму в різних географічних пунктах.

3. Метод прискорених термінів сівби, запропонований Г.Т. Селяніновим, знайшов широке застосування як в агрометеорологічних дослідженнях так і в рослинництві при сортовипробуванні. При використанні цього методу рослини висівають в одному місці, але в різні терміни, зазвичай через 5, 10, 15 або 20 днів. При такому зміщенні строків сівби зростання і розвиток рослин відбувається при різних погодних умовах. Матеріал спостережень, зібраний за 1–2 роки дозволяє визначити агрокліматичні показники з меншою витратою часу в порівнянні з попередніми методами.

4. Метод обробки статистичних матеріалів по врожайності і супутнім їм метеорологічним умовам.

2.7. Принципи і етапи сільськогосподарської оцінки клімату

Вивчення клімату певної території земної кулі має велике значення. Різні класифікації призводять клімат нашої планети в певну систему і визначають межі поширення окремих типів клімату. Однак жодна з нині прийнятих класифікацій клімату (Берга, Кеппена, Алісова і ін.) Не може бути достатньо ефективно використана в сільському господарстві. Це пояснюється тим, що багато важливих показники клімату не пов'язані або мало пов'язані з об'єктами і процесами сільськогосподарського виробництва. В обґрунтування цього наведемо такий приклад. За класифікацією Кеппена, широко прийнятої в різних країнах світу, територія Північного Кавказу, Прибалтики та східної частини України об'єднана в один тип клімату, для якого характерно зволоження і певний за рік термічний режим.

Однак в сільськогосподарському відношенні, зазначені райони розрізняються між собою не тільки в наборі культур, а й в прийомах землеробства. Так, на Північному Кавказі можуть



виростати південні культури з довгим періодом вегетації і великий теплолюбні. Основні агротехнічні прийоми тут спрямовані на збереження вологи в ґрунті. У східній Україні живе понад скоростиглі культури. Тут необхідні більш інтенсивні агротехнічні прийоми з накопичення і збереження вологи в ґрунті. У країнах Балтії набір культур різко відрізняється від вищевказаних регіонів. Основні прийоми землеробства тут спрямовані на боротьбу з перезволоженням і поліпшенням термічного режиму приземного шару повітря і кореневого шару ґрунту.

Отже, не можна загальнокліматичне відомості без відповідної обробки використовувати для вирішення агрокліматичних прикладних задач. Тому різними вченими розроблялися різні принципи і схеми, призначені для сільськогосподарської оцінки клімату. Першу спробу розробити таку схему для ботаніки та сільського господарства зробив російський ботанік Р.Е. Регель в 1905–1909 рр. Для цієї мети він запропонував 31 показник. Через громіздкість ця схема не знайшла застосування. Великий недолік її полягає також в тому, що в ній враховувалися кліматичні, а не агрокліматичні умови зростання рослин. Крім того, в схемі не розглядалося питання про потребу рослин в умовах клімату. У 1921 році, американський ботанік В.С. Лівінгстон опублікував свої дослідження з оцінки клімату США для сільськогосподарських рослин. Вважаючи вегетаційний період більшості рослин збігається з безморозним періодом, що для Америки правильно, він дав кліматичну характеристику в основному цього періоду. Лівінгстон зробив крок вперед у порівнянні з Регелем, однак і в його методі немає комплексного агрокліматичного підходу до оцінки клімату.

Відомий кліматолог Е.Е. Федоров в 1921 році розробив новий комплексний метод оцінки клімату, який, на його думку, міг знайти застосування для сільськогосподарських цілей. Його принципова схема полягала в тому, що характеристика клімату давалася комплексно – поєднанням метеорологічних елементів.

Однак оцінка клімату по сполученням елементів властивий певний суб'єктивізм. На практиці метод Федорова виявився дуже громіздким і тому важко застосуємо. Італійський агрометеоролог



Джироламо Ацці в 1926 році, запропонував свою схему сільськогосподарської оцінки клімату, в основу якої були покладені фенологічні дати зростання і розвитку культур. Попередньо їм були вивчені вимоги рослин до клімату. Оцінка кліматичних ресурсів дана їм для умов Італії по міжфазним періодам розвитку культур з урахуванням повторюваності кліматичних характеристик за ці періоди. Недоліком методу є відмова від використання середніх кліматичних величин. В СРСР, починаючи з 20-х років, інтенсивно розроблялися принципи сільськогосподарської оцінки клімату. Початок їх покладено роботами Г.Т. Селянинова [12] і П.І. Колоскова [23]. Дослідження в цьому плані пізніше були продовжені І.А. Гольцберг, Ф.Ф. Давітая, С.А. Сапожникова [19], Д.І. Шашко [20] та іншими.

При побудові схеми сільськогосподарської оцінки клімату радянські дослідники виходили з діалектичного принципу єдності рослин і середовища, що виражає в потреби рослин в певних умовах існування і безспірному положенні про те, що окремі кліматичні чинники нерівноцінні за своїм значенням для сільськогосподарських рослин. За основу взято принцип сільськогосподарської оцінки клімату, що полягає в зіставленні вимог сільськогосподарських культур до клімату на певних етапах розвитку і в цілому за вегетаційний період, і агрокліматичних ресурсів території.

Сукупність агрокліматичних факторів, що створюють умови для отримання певних величин врожаю сільськогосподарських культур, становить агрокліматичні ресурси даної території. Виходячи з такого принципового підходу, схема сільськогосподарської характеристики клімату на сучасному етапі досліджень складається з оцінки:

- 1) радіаційно-світлових ресурсів вегетаційного періоду і його підперіодов;**
- 2) термічних ресурсів вегетаційного періоду і його підперіодов;**
- 3) умов зволоження і вологозабезпечення вегетаційного періоду і його підперіодов;**
- 4) умов морозоопасності для зимуючих культур;**



5) явищ несприятливих для сільського господарства (заморозки, посухи, суховії і ін.).

Методику процесу досліджень клімату для сільськогосподарського виробництва можна представити кількома взаємопов'язаними етапами.

Етап I. Встановлюють залежності зростання, розвитку, врожайності і якості сільськогосподарської продукції від кліматичних факторів, тобто визначають агрокліматичні показники рослин.

Етап II. Паралельно ретельно вивчають агрокліматичні ресурси території.

Етап III. Визначають ступінь відповідності агрокліматичних ресурсів вимогам технологічного супроводу тваринницьких комплексів.

Етап IV. Вивчають мікроклімат і визначають його вплив на загальні агрокліматичні ресурси.

Етап V. Проводять докладне агрокліматичне районування території з рекомендаціями щодо розміщення видів і сортів сільськогосподарських культур.

Етап VI. Визначають рентабельність вирощування окремих культур на досліджуваній території.

Ця частина дослідження може правильно вирішуватися при спільній роботі агрокліматології з фахівцями сільського господарства. Викладена методика сільськогосподарської оцінки клімату дозволяє повніше виявити різницю між загальнокліматичне і агрокліматическими дослідженнями. В останніх сільськогосподарську оцінку клімату дають на основі лише агрокліматичних умов, що роблять істотний вплив на життя рослин і домашніх тварин.

Таким чином, сільськогосподарська оцінка клімату полягає в комплексному ретельному вивченні агрокліматичних умов даної території і зіставленні її агрокліматичних ресурсів з вимогами до клімату сільськогосподарських рослин і тварин.



Тема 12. Енергетичний механізм формування агрокліматичних ресурсів територій

***2.8. Радіаційний баланс підстиляючої поверхні та його
географічна мінливість***

2.9. Методи оцінки радіаційно-світлових ресурсів територій

***2.10. Закономірності формування теплового балансу земної
поверхні і географічна зональність***

2.8. Радіаційний баланс підстиляючої поверхні та його географічна мінливість

Сонце — найближча до землі зірка, що належить до класу жовтих зірок-карликів. Діаметр Сонця близько 1,4 млн км. середня відстань від Землі 149,5 млн км. В результаті відбуваються на Сонці ядерних реакцій температура на його поверхні дорівнює приблизно 6000°С, що обумовлює випромінювання Сонцем значної кількості енергії.

Надходить від Сонця на Землю радіація є єдиною формою приходу променевої енергії, яка визначає тепловий баланс і термічний режим Землі. Радіаційна енергія, що приходить до Землі від всіх інших небесних тіл, настільки мала, що не робить скільки-помітного впливу на події на Землі процеси теплообмена.

Сонячна радіація, яка приходить до верхніх шарів атмосфери, характеризується сонячної постійної S_0 ; вона прийнята рівною 1,98 кал/см² хв, що відповідає освітленості близько 140 тис. лк. До поверхні Землі сонячна радіація приходить зазвичай лише протягом частини доби. Добова тривалість освітлення земної поверхні визначається астрономічними факторами – обертанням Землі навколо осі і схилянням щодо Сонця. Обертання Землі зумовлює зміну дня і ночі, нахил Сонця – зміна довжини дня і ночі протягом року. Випромінювання Сонця (сонячна радіація) служить джерелом енергії багатьох процесів, що відбуваються в природі.



До них, перш за все відноситься життєдіяльність рослин, тваринного світу та людини. P_{tem} і розвиток сільськогосподарських культур є процес засвоєння і переробки сонячної енергії. Вона забезпечує рослини енергією, яку вони використовують в процесі фотосинтезу для створення органічної речовини, впливає на процеси росту і розвитку, розташування і будова листя, на хімічний склад і якість продукції, освіту врожаю, тривалість вегетації, а також на ряд їх властивостей – посухостійкість, морозостійкість.

У зв'язку з тим, що Земля оточена суцільною оболонкою атмосфери, сонячні промені, перш ніж досягти поверхні Землі, проходять всю товщу атмосфери, яка частково відображає їх, частково розсіює, змінюючи тим самим кількість і якість сонячної радіації, що надходить до поверхні Землі. При агрокліматичній оцінці сонячної енергії необхідний диференційований облік всіх видів радіації, а саме: прямий сонячної радіації, розсіяної радіації і сумарної радіації.

Пряма сонячна радіація являє собою потік сонячних променів, безпосередньо падають на поверхню Землі. Її інтенсивність залежить від висоти сонця, стану атмосфери (наявність в ній хмарності, пилу, водяної пари та ін.) і пори року. Молекули газів, що входять до складу атмосфери, частинки водяної пари (хмари), пил, зважена в атмосфері, розсіюють частину сонячної радіації. Сонячна радіація, яка дійшла до нижніх шарів атмосфери і поверхні ґрунту після розсіювання атмосферою, а також відбитої хмарами, називається розсіяною радіацією. Загальний прихід прямої сонячної і розсіяною радіації називається сумарною радіацією.

Світло і тепло, одержувані рослинами від Сонця, є результатом дії не тільки прямої, але і розсіяною радіації, тобто результатом дії сумарної радіації. Остання є основною прибутковою частиною радіаційного балансу діяльної поверхні. Пряму сонячну, розсіяну і сумарну радіацію називають короткохвильовою радіацією, на відміну від радіації, що випромінюється атмосферою і поверхнею ґрунту, так званої довгохвильової. Частина сумарної радіації, відбитої від денної поверхні називається відбитою радіацією, а величина, що



характеризує відбивну здатність поверхні, називається альbedo. Альbedo виражається відношенням відбитої радіації до сумарної радіації.

Характер підстиляючої поверхні змінюється протягом року. Тому альbedo підстильної поверхні має річний хід. Таким чином, на діяльній поверхні безперервно спостерігається прибутково-витрата променевої енергії Сонця. Прихід складається з прямої радіації S ; розсіяною радіації D і з випромінювання атмосфери E_a . Витрата складається з відбитої радіації R_k , власного випромінювання підстильної поверхні E_s відносного коефіцієнта поглинання довгохвильової радіації підстильної поверхні δ , зустрічного випромінювання атмосфери E_a .

Рівняння радіаційного балансу має вигляд:

$$R = (S' + D - R_k) - (E_s - \delta \dots E_a) = Q(1 - A) - E_E, \quad (2.1)$$

де Q – сумарна радіація; A – альbedo підстильної поверхні; $Q(1 - A)$ – поглинена короткохвильова радіація; E_E – зустрічне випромінювання атмосфери. Закономірності радіаційного балансу визначаються різними факторами, що впливають на його основні складові.

Вночі значення радіаційного балансу, визначається тільки ефективним випромінюванням, залежить від температури підстильної поверхні, хмарність і та стратифікації атмосфери. Днем основна складова радіаційного балансу – сумарна радіація залежить від висоти сонця, хмарності та альbedo підстильної поверхні. Тут будуть розглядатися закономірності радіаційного балансу на поверхні метеорологічної майданчики: в теплий період року – поверхні з природним трав'яним покривом, в холодний період року – поверхні снігового покриву.

Розглянемо географічні особливості розподілу радіаційного балансу земної поверхні. Як видно з рис. 2.1 річні суми радіаційного балансу поверхні суші змінюються від значень менше 200 МДж/м² в Антарктиді до 4000–5000 МДж/м² в тропічних широтах. У середніх високих широтах півкуль Землі



має місце зональний розподіл радіаційного балансу, яке порушується в областях, де суттєво збільшується хмарність по дією циклонічної діяльності.

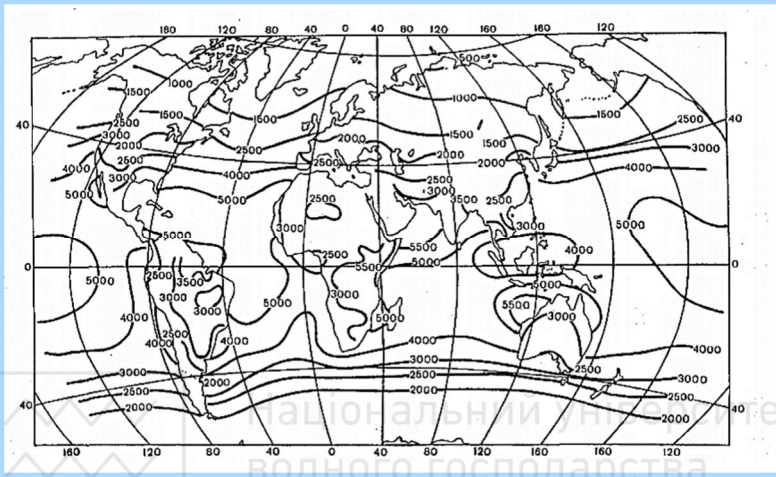


Рис. 2.1. Радіаційний баланс Земної поверхні за рік (МДж/м²)

Річні суми радіаційного балансу збільшуються в напрямку з півночі на південь і південний схід від 800–900 МДж/м² до 2500 МДж/м²; тобто в три рази.

Цікавим є значення радіаційного балансу в літні і зимові місяці. Над сушею в січні в полярних і помірних широтах спостерігається негативний радіаційний баланс, змінюється від -40 до -90 МДж/м² за місяць. У тропічних широтах радіаційний баланс позитивний і становить 120–200 МДж/м². Влітку радіаційний баланс позитивний на всій території земної кулі і коливається приблизно від 250 МДж/м² за місяць в полярних районах до 500 МДж/м² в тропічних широтах. В даний час дані по режиму сонячної радіації широко застосовуються при вирішенні багатьох проблем біології, особливо в області екології та фізіології рослин, а також в агрокліматичних дослідженнях, пов'язаних з продуктивністю сільськогосподарських культур. Радіаційний баланс діяльної поверхні – це енергетична база



формування теплових ресурсів і транспірації рослинного покриву. М.І. Будико, вивчаючи зв'язок радіаційного балансу з деякими фізико-географічними характеристиками, встановив тісну залежність між радіаційним балансом за рік і сумою активних температур повітря вище 10°C .

2.9. Методи оцінки радіаційно-світлових ресурсів територій

При оцінці дії променевої енергії на рослини враховується тривалість освітлення, інтенсивність і спектральний склад сонячного світла

Тут же зупинимося на кількісних визначеннях основних показників радіаційно-світлових ресурсів. Виявлена реакція різних екологічних груп рослин на довжину дня визначає тривалість їх фотосинтетичної діяльності. Тому довжина дня (n_d) і ночі (n_n) в годиннику широко використовуються як показники тривалості освітлення і термоперіодической діяльності (тобто реакції рослин на довжину дня і ночі в період активної вегетації. Для рослин довгого дня нормальна тривалість освітлення становить 15–18 годин, для рослин короткого дня – 12–14 годин.

Нерідко тривалість дня разом з характеристиками термічних ресурсів використовуються спільно у вигляді комплексного показника Жеслена (останній являє собою твір сум температур на довжину дня). Ф.Ф. Давітая запропонував комплексний індекс (FT), що враховує одночасно термічні і світлові ресурси.

Питання забезпеченості світловими ресурсами вегетаційного періоду культурних рослин вивчавлося Г.Т. Селяніновим. З проведених ним досліджень, видно, що на півночі ($\varphi = 700$ пн. ш.) тривалість дня з 17 травня по 28 липня складає 24 години, а сума годин сонячного саява ($\sum S_c$) не перевищує 500 годин. На півдні України тривалість дня в червні становить 16 годин, а $\sum S_c$ перевищує 1500 годин; на півдні середньоазіатських республік зазначені величини відповідно



рівні в червні-липні 14 години, а $\sum S_c$ зростають про 2000 годин. Отже, за період вегетації на території країни тривалість дня зменшується з півночі на південь майже в 2 рази, а сума годин сонячного сйва зростають в цьому напрямку в 4 рази.

Оскільки в багатьох країнах світу, актинометричні спостереження проводяться в обмеженому вигляді, розроблені непрямі методи актинокліматологічних розрахунків за тривалістю сонячного сйва або по хмарності.

Полуденна висота Сонця визначається за рівнянням

$$h_0 = 90^\circ - \varphi + \delta_\theta, \quad (2.2)$$

де φ — широта місця; δ_θ — схилення Сонця. Відхилення обчислених місячних сум сумарної радіації за окремі роки від вимірних ΣQ до широти 650 зазвичай не перевищує 5–10%.

Фотосинтез, що протікає завдяки поглинанню ФАР рослинами, є головним фактором в отриманні врожаю. Згідно з дослідженнями Б.І. Гуляева, Х. Молдау, Х.Г. Тоомінга перехід від короткохвильового радіації до ФАР для горизонтальної поверхні здійснюється за формулами

$$\sum S_\phi = \bar{C}_s \cdot \sum S, \quad (2.3)$$

$$\sum D_\phi = \bar{C}_d \cdot \sum D, \quad (2.4)$$

де $\sum S_\phi$, $\sum D_\phi$, $\sum Q_\phi$ — суми відповідно прямий, розсіяною і сумарної радіації, підрахованих за день, декаду, місяць і вегетаційний період; \bar{C}_s , \bar{C}_d , \bar{C}_o — середні коефіцієнти переходу від КВР до ФАР.

Розрахунковий і експериментальний методи показали порівняно хорошу стабільність і географічну універсальність перехідних коефіцієнтів. Можна прийняти $C_s = 0,43$ і $C_d = 0,57$.



Звідси випливає, що денні суми ФАР можна розрахувати за формулою:

$$\Sigma Q\Phi = 0,43 \Sigma S + 0,57 \Sigma D = 0,5 \Sigma Q. \quad (2.5)$$

За останні роки з метою ущільнення агрокліматичної інформації поруч авторів встановлені кількісні залежності між показниками радіаційно-світлових і теплових ресурсів для різних регіонів СНД. Наприклад, З.А. Міщенко, Г.В. Ляшенко, С.В. Ляхова запропонували формули розрахунку місячних сум сумарної радіації (МДж/м²) за тривалістю сонячного сйва (годину).

Для весни, літа, осені стосовно території України. Формули мають вигляд:

$$\text{Весна: } \Sigma Q = 2,114 \Sigma S_c + 44,92, \quad (2.6)$$

$$\text{Літо: } \Sigma Q = 1,678 \Sigma S_c + 134,92, \quad (2.7)$$

$$\text{Осінь: } \Sigma Q = 1,927 \Sigma S_c - 29,88. \quad (2.8)$$

Коефіцієнти кореляції (r) складають відповідно: 0,97; 0,80; 0,98. Це вказує на досить високу тісноту зв'язків для рівнинних земель. Для регіональної оцінки показників радіаційно-теплових ресурсів на території України за теплий період із середньою добовою температурою повітря вище 10°С встановлено взаємозв'язки між ΣQ і ΣT_c , $\Sigma Q' \Phi$ і ΣT_c , ΣS_c і ΣT_c .

Для території України розроблені рекомендації по розміщенню груп сортів винограду з урахуванням їх теплозабезпеченості.

Практично в польових умовах, однорічні та багаторічні культури за нинішньої агротехніки реально можуть використовувати 2–3% прийдешньої за період їх вегетації ФАР. До теперішнього часу рівень використання фотосинтетичний активній радіації посівами зернових і технічних культур в



господарствах на території країни, коливається в межах 0,5–0,7% і 0,7–1,0%.

Шляхи збільшення використання ФАР рослинами полягають в наступному: – правильний вибір видів і сортів культур, найбільш придатних до особливостей ФАР в конкретному географічному районі; – визначенні норм посіву і ступеня занедбаності рослин з урахуванням світлолюбна виду і сорту; – створення посівів з певною геометричною структурою і площею листя; – формуванні оптимальних умов мінеральних і водного живлення рослин, що сприяють найбільш повному прояву фотосинтезу; – правильно організованому зрошенні сільськогосподарських полів в південних районах з дуже посушливим і сухим кліматом.

2.10. Закономірності формування теплового балансу земної поверхні і географічна зональність

Рівняння теплового балансу земної поверхні включає потоки енергії між елементом поверхні ґрунту або рослинності і навколишнім простором. У число цих потоків входять радіаційні потоки, сума яких дорівнює радіаційного балансу. Позитивна або негативна величина радіаційного балансу компенсується декількома потоками тепла. Так як температура земної поверхні зазвичай не дорівнює температурі повітря, то між діяльної поверхнею і атмосферою виникає потік тепла, обумовлених турбулентної теплопровідністю. Аналогічний потік тепла спостерігається між діяльної поверхнею і поверхневими шарами ґрунту. При цьому потік тепла в ґрунті визначається механізмом молекулярної теплопровідності.

Суттєве значення в тепловому балансі земної поверхні має витрата тепла на випаровування. Величина випаровування залежить від зволоження земної поверхні, її температури, вологості повітря і інтенсивності турбулентного обміну в приземному шарі повітря, яка визначає швидкість перенесення водяної пари від поверхні Землі в атмосферу. У зв'язку з впливом останнього фактора закономірності витрати тепла на



випаровування виявляються у багатьох відношеннях подібними з закономірностями турбулентного теплообміну між землею та атмосферою. У першому наближенні рівняння теплового балансу земної поверхні, яке є окремим випадком закону збереження енергії, можна записати у вигляді:

$$R = LE + P + B, \quad (2.9)$$

де R – радіаційний баланс; LE – витрата тепла на випаровування (L – прихована теплота пароутворення, E – швидкість випаровування); B – потік тепла від діяльної поверхні до нижчого верствам ґрунту.

При цьому величина радіаційного потоку (радіаційного балансу) R вважається позитивною, якщо вона характеризує прихід тепла до діяльної поверхні, а всі інші величини вважаються позитивними, коли вони характеризують витрату тепла. З членів теплового балансу, які не включені в рівняння 2.1, найбільш значимим може бути витрата тепла на танення льоду або снігу на земній поверхні (або прихід тепла від замерзання води).

Хоча для великих періодів усереднення, наприклад, для року остання величина, як правило, виявляється значно меншою в порівнянні з основними складовими теплового балансу. Інші члени теплового балансу, в тому числі витрата енергії на фотосинтез і прихід від окислення біомаси – значно менше основних членів балансу для будь-яких періодів усереднення. Тепловий баланс земної поверхні об'єднує в єдиний комплекс не тільки процеси нагрівання та охолодження повітря і ґрунту, а й дві важливі статті вологи оборота – випаровування і конденсацію.

Фізичне обґрунтування тих чи інших особливостей мікроклімату і місцевого клімату в більшості випадків зводиться до розкриття особливостей теплового і водного балансів діяльної поверхні, до виявлення ролі окремих їх компонентів. Географічна мінливість теплових ресурсів і режиму зволоження, а значить і умов тепло і вологозабезпечення сільськогосподарських культур, зумовлена змінами співвідношень складових теплового балансу.

Турбулентний потік тепла (P) характеризує теплообмін між діяльною поверхнею і приземним шаром атмосфери. Атмосферна



турбулентність впливає на розподіл з висотою і добовий хід таких метеорологічних елементів як швидкість вітру, температура і вологість повітря в приземному шарі. Турбулентність впливає також на концентрацію різних домішок в повітрі, швидкість випаровування і інтенсивність теплообміну між діяльною поверхнею і прилеглими шарами повітря. Інтенсивність турбулентного обміну характеризується коефіцієнтом турбулентності. Цей коефіцієнт виражає в найпростішому випадку кінетичні властивості турбулентного течії. За допомогою коефіцієнта турбулентності можна пов'язати турбулентний потік тепла з вертикальним градієнтом яку переносять субстанції. Рівняння для турбулентного потоку тепла має вигляд:

$$P = - \rho \cdot C_p \cdot K_m \cdot \frac{d\theta}{dZ}, \quad (2.10)$$

де ρ — щільність повітря; C_p — питома теплоємність повітря при постійному тиску; K_m — коефіцієнт турбулентного обміну ($\text{м}^2/\text{сек}$ або $\text{см}^2/\text{сек}$); dZ , $d\theta$ — вертикальний градієнт температури повітря; Z — висота вимірювання.

Турбулентний потік водяної пари визначається рівнянням виду:

$$LE = - \rho \cdot K_m \cdot \frac{dZ}{dq}, \quad (2.11)$$

де q — питома вологість повітря; dZ , dq — вертикальний градієнт питомої вологості повітря; Z — висота вимірювання. Найважливішими тепловими характеристиками будь-якого тіла є об'ємна теплоємність (C_n), коефіцієнт температуропровідності (a). Ці величини пов'язані між собою рівнянням виду:

$$a = C_n \lambda. \quad (2.12)$$



Потік тепла від поверхні в глиб ґрунту визначається рівнянням молекулярної теплопровідності:

$$\frac{d\theta_i}{dt} = a \frac{d^2 \cdot Q_i}{dZ^2}, \quad (2.13)$$

де θ_n – температура ґрунту (С), Z – глибина вимірювання (см), t – час вимірювання (хв), a – коефіцієнт температуропровідності. Точність вимірювання теплообміну в природних умовах порівняно невелика. Розробка методів розрахунку потоків тепла в ґрунт направлено на підвищення точності визначення градієнтів температури в ґрунті і її теплофізичних властивостей.

Численні дослідження показують, що від співвідношень складових теплового балансу залежить формування особливостей мікроклімату. На малих площах під вплив форм рельєфу, експозиції і крутизни схилів, на ґрунтах з різним механічним складом, а також на зрошуваних землях відбувається перерозподіл складових теплового балансу, і перш за все R , P і LE .

На піщаних і супіщаних ґрунтах в травні до 60% радіаційного тепла витрачається на випаровування, а турбулентний теплообмін становить 23%.

На глинистих ґрунтах на випаровування витрачається до 90% радіаційного балансу. На суходолі витрати тепла на випаровування коливалися від 35–40% в сухі дні, а після дощу – до 60%. При сухому ґрунті на суходолі турбулентний потік тепла в повітря досягав 50% радіаційного тепла, а при хорошому зволоженні зменшувався до 25%. Потік тепла в ґрунт на всіх ділянках відрізнявся мало і становив 10–15% від радіаційного балансу. У степовій зоні тільки на зрошуваному полі витрати тепла на випаровування будуть близькі до LE в умовах достатнього зволоження.

Наприклад, за даними досліджень З.А. Міщенко [18] в районі Тирасполя влітку на зрошуваному полі $LE/R = 83\%$, а



$P/R = 3\%$ У той же час поруч на богарних землях без зрошення

LE/R не перевищувала 46%, а P/R — зросла до 51%. Особливо великий контраст співвідношення денних сум складових теплового балансу на зрошуваному полі і незрошуваних ділянці, вкритому травою, в напівпустелі.

Співвідношення складових теплового балансу істотно змінюються під впливом горбистого і гірського рельєфу. Наприклад, за даними досліджень в районі Казахського мелкосопочника витрати тепла на випаровування влітку на рівному місці і біля підніжжя схилів склали 38–42% від радіаційного балансу і опинилися на 10–12% більше ніж на південному схилі і вершині пагорба. Турбулентний потік тепла в повітря склав на рівному місці біля підніжжя схилів 44–46% від радіаційного балансу і виявився на 16% менше ніж на південному схилі і вершині пагорба. Беручи до уваги, що середня сухість ґрунту зростає зі збільшенням радіаційного потоку тепла і зі зменшенням кількості опадів, М.І. Будико запропонував радіаційний індекс сухості в вигляді R/Lr .

Для оцінки впливу кліматичних факторів на географічну зональність їм побудована світова карта радіаційного індексу сухості. Розташування изолиний індексу сухості добре узгоджуються з розміщенням основних фізико-географічних зон. Найменшим значенням індексу сухості (до 1/3) відповідає тундра, значенням індексу від 1/3 до 1 – лісова зона, від 1 до 2 – степова, більше 2 – напівпустинна і більше 3 – пустельна зона. Для характеристики абсолютних значення інтенсивності природних процесів М.І. Будико запропонував використовувати два параметра R/L_r і R , які визначають величини членів теплового і водного балансів.



Тема 13. Методи оцінки термічних ресурсів по показникам середньої добової температури повітря

2.11. Основні показники термічних ресурсів і методи їх розрахунків

2.12. Потреба рослин в теплі і оцінка теплових ресурсів по температурі повітря

2.11. Основні показники термічних ресурсів і методи їх розрахунків

Серед методів оцінки термічних умов по температурі середовища відомий метод американського ботаніка і еколога Лівінгстона, запропонований в 1921 р. Він визначив термофізіологічні константи, які в відносних величинах характеризують приріст рослин при різних температурах. Для своєї роботи Лівінгстон використовував матеріали дослідів по виявленню впливу температури повітря на ріст проростків кукурудзи. За даними цих дослідів виявилось, що при температурі 4,50 приріст рослин кукурудзи склав 0,009 мм/год, а при температурі 32,00 – 1,11 мм/год. Беручи приріст при температурі 4,50 умовно за термофізіологічний індекс, що дорівнює одиниці, і розділивши приріст при всіх інших температурах на 0,009 мм/год, він отримав значення термофізіологічних констант (індексів). Так при 20° С термофізіологічна константа виявилася рівною 46,0, при 32° С вона дорівнювала максимального значення — 123,3. Це означає, що при 20° С приріст кукурудзи в 46 разів, а при 32° С в 123,3 рази більше ніж при температурі 4,5° С.

Для характеристики термічного режиму по Лівінгстону потрібно по середнім добовим температур повітря знайти термофізіологічні індекси і підсумувати їх за вегетаційний період. Ці суми і повинні, на його думку, висловлювати, термічні ресурси території для рослин. До недоліку методу слід віднести той факт, що термофізіологічні константи визначені тільки для приросту проростків кукурудзи. Тому не можна вважати, що



термофізіологічні індекси однакові для інших фаз розвитку кукурудзи та інших культур.

Для характеристики термічного режиму по Лівінгстону потрібно по середнім добовим температур повітря знайти термофізіологічні індекси і підсумувати їх за вегетаційний період. Ці суми і повинні, на його думку, висловлювати, термічні ресурси території для рослин. До недоліку методу слід віднести той факт, що термофізіологічні константи визначені тільки для проросту проростків кукурудзи. Тому не можна вважати, що термофізіологічні індекси однакові для інших фаз розвитку кукурудзи та інших культур.

Цікавий метод оцінки теплових можливостей території, запропонований Д. Ацці в 1926–1927 р. він висловлює метеорологічними еквівалентами, яким дано такі визначення: «Метеорологічні еквіваленти, як термічні, так і північнографічні, позначають кількість градусів температури або міліметрів опадів, що відрізняють нормальні умови від умов, визнаних ненормальними, як в сторону їх надлишку, так і в бік їх нестачі». За Ацці, для різних міжфазних інтервалів ці еквіваленти різні. Наприклад, для пшениці за період від колосіння до досягання еквіваленти рівні 14°C і 24°C . Це означає, що в даних інтервалах середніх температур за вказаний міжфазовий період умови для зростання і розвитку пшениці нормальні, а недолік тепла при температурі вище 24°C створюють несприятливі умови. Використовуючи знайдені метеорологічні еквіваленти, він далі оцінив кліматичні чинники і, зокрема, тепло для різних культур. З цією метою Ацці склав так звані клімоскопи, які представляють собою певним способом оброблені метеорологічні дані. Спосіб обробки полягає в тому, що все інформація про погоду усереднюються за відповідні міжфазні інтервали.

Зіставляючи дані цього клімоскопа з метеорологічними еквівалентами (14°C і 24°C), можна зробити наступні висновки:
1) протягом двох років за період від колосіння до досягання пшениці спостерігався надлишок тепла (середня температура повітря була вище 24°C);



2) *протягом двох років для пшениці спостерігався брак тепла (середня температура повітря за вказаний період була нижчою 14° C);*

3) *протягом шести років термічні умови для розвитку пшениці були сприятливими.*

Отримані висновки Ацці пропонує записувати коротко у вигляді формули: IT_{IV}^2 , HT_{IV}^2 . Така форма запису означає, що в IV міжфазному періоді (від колосіння до досягання) з 10 років два роки були з надлишком тепла (IT), а два роки – з недоліком тепла (HT). Отже, в інші роки (6 років) термічні умови були нормальними. Таким способом Ацці справив оцінку кліматичних умов за головні міжфазні періоди вегетації для пшениці.

Для іншої культури по виділених міжфазних інтервалах необхідно скласти свій клімоскоп і зіставити його з метеорологічними еквівалентами цієї культури. Це дасть можливість потім скласти для неї свої формули кліматичних умов, що відображають ступінь сприяння кліматичних умов. З викладеного випливає, що Ацці відмовляється від звичайних середніх величин, застосовуваних у кліматології, і весь матеріал метеорологічних спостережень пропонує обробляти кожен раз заново для нової культури. У 30-х роках Г.Т. Селяніновим були отримані основні агрокліматичні характеристики, які використовувалися ним, а по здалеку і іншими дослідниками для агрокліматичної оцінки термічних ресурсів вегетаційного періоду. Він дав важливе визначення вегетаційного періоду, вважаючи, що початок його збігається з моментом помітного росту рослин. Він писав: «... *кожен вид, а може бути і сорт, рослин починає практично помітно вегетувати при якійсь певній температурі, закінчуючи вегетацію при тій же температурі*».

Проаналізувавши численні фенологічні спостереження за польовими, городніми і багаторічними рослинами, Селянінов отримав цікаві результати, які дозволили йому стверджувати, що за кліматологічний ознака початок вегетації невимогливих до тепла озимих культур і деяких інших злаків слід прийняти час стійкого переходу середньої добової температури повітря через 5° C весною, для середньовимогливих до тепла культур початок



вегетації визначається переходом температури через 10°C , а для теплолюбних культур — через 15°C . За кліматичний ознака закінчення вегетації слід прийняти, по Селянинова, відповідно час стійкого переходу середньої добової температури повітря через 5, 10, 15°C восени. Однією з важливих агрокліматичних завдань є оцінка термічного режиму згаданих вище вегетаційних періодів. Ф.Ф. Давітая зазначає, що ще на зорі виникнення метеорології Реомюр намагався сумами температур характеризувати термічні ресурси території. Пізніше спосіб підсумовування температур був широко застосований Бусенго, Гаспареном і Декандалем. Обґрунтуванню застосування сум активних температур повітря в якості агрокліматичного показника велику увагу приділяв Селянінов. Він писав: «Сума температур за вегетаційний період або за будь-яку частину його можна розглядати як наближений інтеграл всіх впливів термічного фактора на рослину за період вегетації ...». Практика показала, що суми температур незамінні при визначенні ймовірного часу настання біологічних явищ. Вони ще більше незамінні в сільськогосподарській кліматології. Пізніше М.І. Будико та інші дослідники дали фізичне обґрунтування застосування сум активних температур повітря вище 5 і 10°C в агрокліматології, встановивши тісний залежність цього показника з радіаційним балансом земної поверхні і сумарною сонячною радіацією, виражених в калоріях або джоулях.

Необхідно відзначити, що сума температур, як агрокліматичний показник термічних ресурсів, неодноразово піддавалася гострій критиці з боку ботаніків і фізіологів. Ця критика була обґрунтована наступними положеннями:

1. Відповідно до фотоперіодизму сільськогосподарські рослини можуть задовольнятися більшими чи меншими сумами температур для свого розвитку, в залежності від того на якій широті і в які сезони року вони виростають;

2. Відповідно до закону оптимуму різні рівні температур повітря за своїм впливом на рослини не однакові.

Тим часом при використанні сум температур передбачається пряма залежність між розвитком рослин і температурою. З огляду на цю критику, багато дослідників



піддали ґрунтовному вивченню дану проблему. Селянінов Г.Т. і Давітая Ф.Ф. провели ґрунтовне клімато-екологічне дослідження ряду культур. Вони прийшли до висновку, що в період вегетації рослин на території колишнього СРСР і ряду інших країн дуже рідко спостерігається температура вище оптимуму. На їхню думку рівень оптимальних температур для більшості культур є досить високим і знаходиться в межах 28–32° С.

Давітая Ф.Ф., вивчаючи потребу в теплі винограду, виділив за цією ознакою п'ять екологічних груп. На його думку, суми температур за певні фенологічні періоди характеризуються достатньою стійкістю. Він встановив, що вегетаційний період змінюється в широких межах, а сума температур залишається відносно постійною за умови, якщо враховані інші чинники, що впливають в свою чергу на проходження окремих стадій розвитку.

При зміні тривалості періоду на 35 днів сума температур змінюється тільки на 18°. П.І. Колосков, вивчаючи роль температури в біологічних процесах, прийшов до висновку, що для розвитку рослин основним метеорологічним фактором є температура, а зростання і врожай культури визначаються комплексом чинників. Він прямо вказує, що суми температур, розраховані як для усього вегетаційного періоду, так і його окремих частин, цілком правильно відображають потребу рослин в теплі і ними можна користуватися в агрометеорології. Однак, на його думку, необхідні більш детальні і спеціальні біокліматичні дослідження, які дадуть можливість знайти більш точні константи для окремих фаз розвитку рослин.

З усього вищевикладеного випливає, що сума температур є досить надійним показником розвитку рослин і термічних умов середовища. Відзначимо, що нею зручно користуватися і її просто розрахувати, так як в довідниках по клімату СРСР, а також багатьох країн Далекого Зарубіжжя є масові дані по середній добовій температурі повітря.



2.12. Потреба рослин в теплі і оцінка теплових ресурсів по температурі повітря

Перш ніж прийти до оцінки термічних ресурсів з використанням сум температур повітря, зупинимося докладніше на такому важливому питанні, як потреба культурних рослин в теплі. Її висловлюють біологічної сумою температур, під якою розуміють суму середньодобових температур повітря за період вегетації даної культури від початку зростання до дозрівання в межах кордонів її ареалу.

Для рослин довгого дня поправка на фотоперіодизм має негативний знак. Це означає, що з просуванням даної рослини на північ від 550 пн. ш. біологічну суму температур необхідно зменшити на відповідну величину з урахуванням різниці широт. Якщо ж рослина росте на південь від 550 пн. ш., знак поправки слід змінити на зворотний. Для рослин короткого дня поправка має позитивний знак. Це означає, що з просуванням даної культури на північ від широти 550, біологічна сума температур повинна бути збільшена на певне число відповідно до різниці широт. Так як культура короткого дня з просуванням на південь прискорюють свій розвиток, їх біологічні суми в таких випадках слід зменшувати, для чого потрібно брати ту ж поправку з протилежним знаком.

Наприклад, біологічна сума температур повітря ярої пшениці сорту Гарнет за період посів-воскова стиглість становить 1400° С. З огляду на поправку для цієї культури на довжину дня (20° С на 10 с широти), можна визначити, що на широті 650 для цього сорту за той же період вегетації потрібно сума температур 1200° С, а на широті 450–1600° С. Для рослин нейтральних до довжини дня поправка на широту дорівнює 0. Дослідження мінливості біологічних сум, проведені С.А. Сапожникова [14] і Д.І. Шашко [20] показали, що вони змінюються в залежності від ступеня континентальності. Ця залежність найбільш яскраво виражена на території Східного Сибіру. Тому для цієї території в розрахунки сум вводять ще поправку на континентальність, яка в середньому дорівнює – 100° С. Необхідність введення такої поправки обумовлена



наступним. При зростанні континентальності клімату істотно змінюється співвідношення денних і нічних температур, тобто зростають денні і знижуються нічні температури, внаслідок чого збільшуються добові амплітуди температури повітря.

Потреба культур в теплі і ресурси тепла, крім біологічних температур, часто висловлюють сумами активних і ефективних температур. Активною називають середню добову температуру повітря після її переходу через біологічний нуль розвитку даної рослини. Отже, для отримання сум активних температур за весь період вегетації необхідно скласти всі середні добові температури даного періоду.

При цьому для кожної станції по осі абсцис відкладаються дні місяця, а по осі ординат – температура повітря. Температура кожного місяця зображується при цьому у вигляді прямокутника, основа якого – число днів у відповідному місяці – багаторічна середня температура за даний місяць. Через ці прямокутники проводиться плавна крива, так щоб площа трикутника a , який вона відсікає з одного боку прямокутника, дорівнювала площі трикутника, який вона відрізає з іншого, тобто зберігається величина площі прямокутника, яка є сумою температур повітря за місяць.

Оскільки ресурси тепла визначаються сумами активних температур в межах 100, а потреба рослин в теплі виражається біологічними сумами, виникає необхідність переходу від одних сум до інших. Такий перехід (приведення) виконується введенням так званої кліматичної поправки (або кліматичної різниці).

У першому випадку кліматична поправка дорівнює 0, так як температура початку зростання і дозрівання дорівнює 10°C , і, отже, біологічна сума збігається з кліматичної. У другому випадку біологічна сума більше кліматичної. Це збільшення обумовлене тим, що температура початку зростання дорівнює 5° , і, отже, для приведення необхідно суму температур, що накопичилася навесні за період 5–10 $^{\circ}$, відняти з біологічної суми. Для цієї мети досить середню температуру за цей період помножити на число днів періоду, визначивши, таким чином, кліматичну поправку. У третьому випадку біологічна сума менше



кліматичної за рахунок того, що дозрівання культури настає при температурі 15° до дати переходу через 10° восени і середню температуру цього періоду. Твір цих двох величин дає шукану кліматичну поправку, яку необхідно додати до біологічної суми.

Відзначимо, що можуть бути й інші варіанти, але розрахунок кліматичних поправок буде таким же, як і в розглянутих випадках. Сума температур, підрахована в цілому за вегетаційний період, не дає характеристики його окремих частин. Важливе значення має визначення дати, на яку накопичиться сума температури повітря вище виразно межі стосовно конкретного рослині. Ф.Ф. Давітая запропонував метод розрахунків накопичення сум активних температур повітря вище $5, 10, 15^{\circ}$ С на будь-яку дату вегетаційного періоду.

Для більш повної оцінки можливості зростання сільськогосподарських культур необхідно знати рівень забезпеченості певних величин сум тепла і тривалості теплового періоду в даній місцевості. Під забезпеченістю в загальному сенсі розуміють сумарну ймовірність явища нижче або вище певної межі, існує кілька способів ймовірнісної оцінки показників термічних ресурсів.

Вивчаючи мінливість сум активних температур в окремі роки за даними 44 станцій, рівномірно розташованих на території країни, він вперше побудував криві забезпеченості сум температур для цих станцій і типізував їх.

Тип I характерний для районів з нестійким кліматом, при якому спостерігається велика мінливість сум в окремі роки. У цьому випадку крива забезпеченості дуже полого. Цей тип відображає мінливість сум температур на Європейській території СНД, в Середній Азії і Західному Сибіру. Тип II характерний для районів з більш стійким кліматом (центральна частина Сибіру). Крива забезпеченості тут менш полого. Тип III характерний для районів з стійким кліматом (Східна Сибір і Далекий Схід), що відрізняються великою постійністю сум температур з року в рік. У цьому випадку крива забезпеченості дуже крута. Похибка розрахунків за вказаними кривим не перевищує 2–4%, що вважається допустимим при вирішенні різних завдань в агрокліматології. Використовуючи криві, можна визначити які



суми температур забезпечені на 90–95%; або ж, знаючи суму температур, необхідну для дозрівання будь-якої культури, визначити, як часто вона може визрівати в даному місці. Другий спосіб дозволяє розрахувати абсолютні значення сум активних температур повітря вище 5, 10, 15° С різної ймовірності щодо середньої багаторічної величини.

Оскільки розподіл сум температур повітря підпорядковується нормальному закону, також як і тривалість теплового періоду, то сумарну ймовірність цих показників можна розрахувати більш простим способом за даними двох статистичних параметрів – середньої багаторічної суми температур і середнього квадратичного відхилення цього показника (σT) з використанням коефіцієнтів кривої Гаусса. Прийнято вважати, що забезпеченість культури теплом порядку 80–90% є хорошою, так як виробничий ризик в даному випадку невеликий (20–10%). При забезпеченості культури теплом на 50–70%, тобто можливо її дозрівання 5–7 разів в 10 років, необхідно застосовувати значні заходи щодо поліпшення термічних умов. Якщо культура забезпечена теплом менш ніж на 50%, її обробіток не має сенсу. Використовуючи таблиці і графіки забезпеченості сум активних температур, можна по картах середніх багаторічних сум температур повітря, забезпеченість яких дорівнює 50%, побудувати карти будь-який інший забезпеченості (частіше 80–90%). Такі карти застосовуються для агрокліматичного районування сільськогосподарських культур.



Тема 14. Методи агрокліматичної оцінки умів морозостійкості рослин

2.13. Небезпечні агрометеорологічні умови перезимівлі сільськогосподарських культур

2.14. Зимостійкість і морозостійкість рослин

2.15. Типи заморозків і умови їх виникнення

2.16. Заморозки і сільськогосподарські культури

2.13. Небезпечні агрометеорологічні умови перезимівлі сільськогосподарських культур

У зимовий період на великій території країни спостерігаються різні небезпечні явища для озимих і деревних рослин. Досягаючи в тому чи іншому районі значної інтенсивності, вони пошкоджують або гублять рослини. В результаті урожай різко знижується або повністю гине. Агрокліматичне вивчення умов перезимівлі дає уявлення про те, які небезпечні явища спостерігаються в даних кліматичних умовах, як і їх частота і інтенсивність, як часто можна очікувати пошкодження і загибелі зимуючих культур. Ці відомості використовуються при вирішенні питань раціонального розміщення культур по території, а також при розробці заходів щодо поліпшення умов перезимівлі.

У зимовий період на території країни можуть виникати такі небезпечні агрометеорологічні явища: сильний мороз, що приводить до вимерзання посівів і обмерзання деревних рослин, тривалі відлиги, що зумовлюють зменшення гарту зимуючих культур; крижана кірка, яка веде до пошкодження або загибелі озимих культур; ожеледь і інші крижані відкладення на деревах, що викликають механічне пошкодження гілок; застій води на полях з озимими, який зумовлює їх загибель від вимокання; потужний сніговий покрив, що сприяє випрівання озимих. Фізична сутність і умови освіти цих явищ розглядаються в курсі «Сільськогосподарська метеорологія».

Слід зазначити, що не всі зазначені явища досить добре вивчені, оскільки деякі з них складні за своєю природою. У



різних кліматичних умовах озимі і деревні культури пошкоджуються або гинуть від різних причин, іноді накладаються одна на іншу. Ступінь пошкодження зимуючих культур небезпечними явищами і, перш за все, низькими температурами буває різною в різні роки і в різні періоди зими одного року. Це пояснюється станом рослин і їх зимостійкість, сильно змінюється протягом зими і від року до року. Тому, перш ніж розбирати агрокліматичні умови перезимівлі, розглянемо трохи докладніше фізичні та біологічні основи зимостійкості рослин. Це тим більш обґрунтовано, що з зимостійкістю пов'язана реакція рослин на багато з зазначених небезпечних явищ.

2.14. Зимостійкість і морозостійкість рослин

Під зимостійкістю рослин розуміють їх здатність протистояти несприятливим умовам зими. Зимостійкість – широке поняття, сюди входять морозостійкість і холодостійкість рослин, їх стійкість до випрівання, випирання і вимокання, впливу крижаної кірки. Зимостійкість якість розвивається у рослин в результаті процесу загартовування в кінці осені. Під впливом метеорологічних факторів загартовування рослин проходить дві фази (у злаків воно відбувається тільки в період проходження стадії яровизації). Для першої фази, що протікає приблизно 15 днів, на світлі, кращими умовами загартовування є сонячна погода при середній добовій температурі повітря від 6 до 0° С (денна температура близько 10–15° С, а нічна – трохи нижче 0° С) і хороша забезпеченість ґрунту вологою. В цей час в організмі озимих рослин відбуваються фізіологічні зміни, що призводять до утворення і накопичення цукрів в тканинах і особливо в точках зростання, вузлах куштиння. Крім того, утворюється ряд інших органічних речовин, які, так само як і цукру, мають захисні властивості. В результаті до кінця осені починає зростати стійкість озимих до морозів і іншим шкідливим явищам. Після завершення першої фази в рослинах протікає друга фаза загартовування, яка закінчується за 5–7 днів (при



морозах від -5 до -8°C). В цей час загартовування сприятлива суха погода при деякому висушуванні ґрунту.

У рослинах при такій погоді відбувається перекачування води з клітин у міжклітинний простір. Протоплазма кілька зневоднюється, але підвищується концентрація захисних речовин в клітині, що призводить до різкого зростання зимостійкості і морозостійкості. Так як погодні умови восени з року в рік різко змінюються, то з року в рік суттєво змінюється зимостійкість одних і тих же сортів сільськогосподарських культур. Зимостійкість плодівих культур визначається не тільки агрометеорологічними умовами осені, а й такими факторами як величина врожаю, час дозрівання плодів, час опадання листя і ін. Останні дослідження фізіологів показали, що загартовування багаторічних деревних рослин також відбувається в два етапи. Перший етап загартовування сприятливо протікає при температурі повітря трохи вище 0°C , а другий – при більш низьких негативних температурах повітря. Під морозостійкістю розуміють здатність рослин протистояти низьким негативним температур (морозів) в зимову пору року. Згідно з дослідженнями Н.А. Максимова доведено, що першопричиною згубної дії морозу є повне порушення структури протоплазми в клітинах рослин.

Останнє обумовлено спільною дією зневоднення протоплазми і механічним тиском льоду, що утворився. Морозостійкість залежить від багатьох факторів, як внутрішніх, так і зовнішніх. Морозостійкість рослин неоднакова і залежить від їх виду і кліматичних умов тієї чи іншої географічної зони. Обов'язковою умовою при агрокліматичної оцінці умов перезимівлі сільськогосподарських культур є облік їх морозостійкості, тобто стійкості рослин до низьких негативних температур в зимовий період

Це пояснюється тим, що найбільш поширеною причиною пошкодження і загибелі цих культур є вимерзання в морозонебезпечності зими. Воно відбувається в результаті зниження температури ґрунту на глибині вузла кушіння озимих культур і температури повітря на рівні метеорологічної будки стосовно плодівих культурам, до меж, рівних або нижче так



званої «критичної температури» вимерзання рослин. Згідно з дослідженнями В.Н. Степанова, озимі трав'янисті культури за ступенем їх морозостійкості можна умовно розділити на три групи:

- 1) озимі культури і багаторічні трави високої морозостійкості, здатні переносити температури нижче -20°C і до -24°C на глибині вузла кущіння (озиме жито, тимофіївка лучна);*
- 2) озимі культури середньої морозостійкості, які переносять температури до -15°C і до -20°C (озима пшениця, райграс, конюшина пізньостиглий, люцерна синя);*
- 3) озимі культури і багаторічні трави слабкою морозостійкості, не здатні переносити температуру нижче -10°C і до -15°C (малозимостійкі сорти озимої пшениці, ячмінь, конюшина).*

Слід мати на увазі, що в окремі роки в зимовий період морозостійкість озимих культур сильно коливається. Динаміка морозостійкості у всіх озимих культур і їх сортів підпорядковується певної закономірності, зумовленої сезонним ходом температури повітря і верхнього шару ґрунту. При зниженні температури повітря восени та в першій половині зими вона у всіх сортів підвищується, в середині зими досягає максимального значення, а потім, при підвищенні температури повітря і ґрунту в другій половині зими і особливо навесні падає.

Згідно з дослідженнями В.М. Личикакі «Критична температура» вимерзання озимих культур залежить від значення мінімальної температури ґрунту ($\bar{T}_{\text{мл}}$) на глибині вузла кущіння. Найменші значення $T_{\text{кр}}$ вимерзання бувають при середніх значеннях її від переходу її через 0°C до дати визначення $T_{\text{кр}}^{\circ}\text{C}$.

Морозостійкість деревних рослин значно варіює у великих межах. Наприклад, кедр сибірський переносить морози нижче -50°C ; а лимон в субтропічній зоні не переносить температуру повітря нижче -8°C .



Таблиця 2.1

Критична температура виморозжування озимих культур в залежності від середньої з мінімальних температур ґрунту на глибині вузла куцнення

$\bar{T}_{мп}$	Озима пшениця з морозостійкістю (°C)			Озиме жито	Озимий ячмінь
	вище середньої	середня	нижче середньої		
0	-14,0	-14,0	-12,0	-14,0	-9,2
-0,6	-15,2	-15,1	-13,1	-15,5	-11,0
-4,2	-16,6	-16,1	-14,1	-16,8	-12,4
-1,8	-17,7	-16,9	-14,9	-18,3	-13,5
-2,4	-18,8	-17,7	-15,7	-19,5	-14,3
-3,0	-19,6	-18,3	-16,3	-20,7	-14,6
-3,6	-20,3	-18,7	-16,7	-21,8	-14,8
-4,2	-20,8	-19,1	-17,1	-22,7	–
-4,8	-21,2	-19,2	-17,2	-23,4	–
-5,4	-21,6	-19,4	-17,4	-24,2	–
-6,0	-22,0	-19,5	-17,5	-24,9	–
0	-14,0	-14,0	-12,0	-14,0	-9,2
-0,6	-15,2	-15,1	-13,1	-15,5	-11,0

Плодові культури і виноград пошкоджуються і гинуть взимку як при впливі негативної температури повітря, так і при дії негативної температури на кореневу систему, розташовану на глибині ґрунту 20–40 см критичні температури для цих культур наведені в табл. 2.2.

З неї видно, що найбільшою морозостійкістю має яблуня, а найменшою – виноград і мигдаль. Наприклад, надземна частина середньо сортів яблуні пошкоджується при негативних температурах повітря -35, -40° С, а південні сорти – при -30° С. Найбільш ніжні сорти груші витримують морози до -25, -30° С. Більшість сортів слив витримують морози до -25, -28° С. Для абрикосів критична температура становить -25, -28° С, а для надземної частини персиків – -23, -25° С. Сорти винограду дуже слабкою морозостійкістю витримують морози до -16, -17° С, середньої – до -20, -21° С, високою – до -22, -23° С (табл. 2.2).



Таблиця 2.2

Критичні температури для плодових культур та винограду

Культура	T_{кр} (° C)	
	Надземної частини	корневої системи
Яблуня:		
<i>середньоросійські сорти</i>	-35-40	-12-15
<i>південні сорти</i>	-30	-10,-12
<i>Груша європейського сорту</i>	-25-30	-9-10
<i>Вишня</i>	-30	-14-15
<i>Черешня</i>	-25-30	-14-15
<i>Слива</i>	-25,-30	-14-15
<i>Абрикос</i>	-25-28	-11-12
<i>Персик</i>	-23,-25	-10-12
<i>Айва</i>	-25	-1,-12
<i>Волоський горіх</i>	-23-25	-7-9

Цитрусові культури, поширені в субтропічній зоні розділені за ступенем морозостійкості на наступні групи:

- 1) слабкоморозостійкі – лимон, італійський мандарин, італійський апельсин (холодостійкість вище -4° C);**
- 2) маломорозостійкі – мандарин Уншіу, апельсин Вашингтон Навел, грейпфрут Дункан, фінік і ін. (морозостійкість -4, – 6° C);**
- 3) середньоморозостійкі – чай китайських сортів, маслина, інжир, фейхоа (морозостійкість -6, -8° C);**
- 4) високоморозостійкі – хурма японська, гранат, інжир зимостійких сортів (морозостійкість -8, -10° C);**
- 5) найбільш морозостійкі сорти багаторічних (морозостійкість нижче -10° C).**

Усі вищенаведені показники базуються по плодовим культурам характеризують морозостійкість крони. Крім цього показника, важливо знати критичну температуру кореневої системи, так як загибель багатьох сортів плодових може відбутися не тільки при пошкодженні їх надземної частини






низькими температурами, а й при пошкодженні кореневої системи. Морозостійкість кореневої системи значно менше, ніж крони (табл. 2.2). Цим можна пояснити, зокрема, ті відомі в практиці факти, коли крона залишалася живою, а гинула коренева система рослин.

2.15. Типи заморозків і умови їх виникнення

Заморозком називають зниження температури до 0°C і нижче на поверхні ґрунту або в травостої в період вегетації на тлі позитивних середніх добових температур повітря. У метеорологічній будки на висоті 2 метрів від поверхні ґрунту в цей час температура може бути як нижче 0°C , так і дещо вищий (до $+2$, $+3^{\circ}\text{C}$). Стосовно до плодових культур та винограду під заморозком розуміють аналогічне зниження температури в шарі повітря до рівня крон. Заморозок — складне явище. Вивченню його присвячені численні роботи вчених (синоптики, кліматологи, агрометеорологи, біологи).

В даний час достатньо вивчені питання: генезису заморозків, ставлення рослин до заморозків, ступінь небезпеки заморозків, їх вірогідність і ймовірність пошкодження ними культурних рослин, вибір методів по ослабленню шкідливого впливу заморозків на рослини. Залежно від процесів утворення виділяють три типи заморозків:

-  **адвективні;**
-  **радіаційні;**
-  **адвективно-радіаційні.**

1. Заморозки адвективні утворюються в результаті надходження хвилі холоду з температурою повітря нижче 0°C . Вони, як правило, спостерігаються протягом кількох днів поспіль в початковий період весни і пізньої осені при загальному низькому рівні температури, значною хмарністю та вітру. При таких заморозках нижче 0°C опускається не тільки мінімальна, але часто і середня добова температура. Іноді при інтенсивній адвекції холоду денні температури бувають також близькі до



0° С. При подальшому радіаційному вихоложуванні такі заморозки значно посилюються — до -8, -10° С.

2. Радіаційні заморозки виникають в тихі ясні ночі в результаті добового ходу температури при відносно низьких середньодобових температурах і інтенсивному нічному випромінюванні. Рівень середньодобових температур, при яких спостерігаються заморозки цього типу, залежить від кліматичних умов. У приморських районах такі заморозки припиняються при середньодобових температурах близько 5–6° С, в континентальній частині — тільки при 12–13° С.

Внаслідок малих швидкостей вітру і слабого вертикального перемішування приземного шару повітря при радіаційних заморозках створюються великі інверсії температури в цьому шарі. Температура повітря в метеобудці на висоті 2-х метрів буває в середньому на 2,5–3,0° С і в континентальному кліматі — на 4–4,5° С вище, ніж на рівні травостою. В окремі ночі ця різниця може досягати 7–9° С.

3. Адвективно-радіаційні заморозки найбільш небезпечні для рослин. Вони утворюються в результаті вторгнення холодного повітря північного походження і подальшого його вихолодження за рахунок нічного випромінювання при ясній погоді. В цьому випадку процеси адвекції і радіаційного вихолодження взаємно підсилюють один одного. При цьому типі заморозків температура знижується до -2, -3° С на рівному місці. Це зниження температури часто зачіпає лише пригрунтовий шар повітря, а на рівні метеобудки вона може бути навіть позитивною.

В умовах континентального клімату такі заморозки можуть спостерігатися після встановлення середніх добових температур вище 15° С. Відмінність властивостей підстильної поверхні (відмінність у вологості ґрунту, її забарвленні, наявності або відсутності рослинного покриву і т.д.) призводить до великої різноманітності в інтенсивності випромінювання окремих ділянок і до строкатості в розподілі заморозків на близьких відстанях навіть на рівнинних землях і, особливо, в умовах складного рельєфу. При радіаційних і адвективно-радіаційних заморозках найменш небезпечними є відкриті вершини і верхні



частини схилів, найбільш небезпечними до приморозків – нижні частини схилів, їх підніжжя, дно широких і вузьких долин. При адвективних заморозках, які супроводжуються вітром і великою хмарністю, мікрокліматичні відмінності в значній мірі згладжуються. При цьому типі заморозків найбільш небезпечними до приморозків є відкриті холодним вітрам ділянки (вершини, навітряні схили височин).

Тривалість дії різних типів заморозків різна. Найбільш тривалими є адвективні заморозки. Прогрівання холодної хвилі і трансформація принесеного повітря в місцевий займає 3–4 дня. Причому на початку цього періоду температура може триматися нижче 0° С протягом доби і більше. До кінця цього процесу температура нижче 0° С спостерігається тільки вночі. Заморозки радіаційні спостерігаються протягом ночі або трохи довше. Тобто 5–6 годин поспіль, іноді до 8–12 годин. При ясній тихій погоді вони можуть бути щодня протягом тривалого часу. Адвективно-радіаційні заморозки можуть спостерігатися під ранок з тривалістю в 3–4 години протягом однієї–двох ночей поспіль.

2.16. Заморозки і сільськогосподарські культури

Стійкість рослин до заморозків і ступінь пошкодження їх визначається багатьма факторами: загартуванням рослин, інтенсивністю і тривалістю заморозка, часом його появи. Швидкістю падіння температури, швидкістю і умовами відтавання, обводненістю тканин і т.д. В цілому стійкість рослин до заморозків складається з стійкості їх окремих органів і тканин та визначається найбільш чутливими з них. Ставлення рослин до заморозків визначається стійкістю, яка виражається значеннями критичних температур, що ушкоджують різні органи рослин або викликають їх загибель. Різним рослинам властиві різні критичні температури. Ступінь небезпеки заморозків для культурних рослин дуже різна і залежить від часу його настання, інтенсивності і тривалості його, а також від стану самої рослини — фази його розвитку, сорту, умов агротехніки, густоти стояння.



В.Н. Степановим дана кількісна оцінка стійкості сільськогосподарських культур по відношенню до заморозку в різні фази їх розвитку на рівні травостою рослин:

1. Найбільш стійкі, що виносять короточасні заморозки до -7 , -10°C і більше, до числа яких належить ряд рослин помірнього поясу (ранні ярі хліба, зернобобові та олійні раннього висіву).

2. Стійкі до заморозків, що витримують заморозки до -5 , -8°C (коренеплоди, більшість олійних, прядильні раннього висіву: льон, конопля).

3. Середньостійкі, виносять заморозки до -3 , -4°C (соя, могоар, канатник і ін.).

4. Малостійкі до заморозків рослини (кукурудза, просо, сорго, картопля, тютюн і ін.), Здатні виносити заморозки до -2 , -3°C .

5. Нестійкі до заморозків, найбільш теплолюбні рослини, сходи яких пошкоджуються при зниженні температури до $-0,5$, $-1,5^{\circ}\text{C}$ (квасоля, рис, бавовник, бащтанні, кунжут, арахіс та ін., а з рослин помірнього поясу — гречка, що відрізняється високою чутливістю до заморозків).

Генеративні органи рослин значно більш чутливі до заморозків і пошкоджуються вже слабкими, короточасними заморозками порядку 0 , -2°C . Загибель квіток більшості рослин спостерігається при -3 , -4°C . Зерно основних зернових культур в фазі молочної стиглості пошкоджується заморозками при -2 , -4°C . З переходом у фазу воскової стиглості стійкість зерна до низьких температур різко зростає, досягаючи найвищого вираження при повній стиглості. Зміна чутливості рослин до дії заморозків в різних фазах розвитку створює великі труднощі для кліматологічної оцінки небезпеки заморозків, необхідної для правильної організації заходів боротьби з ними. Як правило, пошкодження сільськогосподарських культур заморозками відзначаються лише після того, як культури рушили в зростання, що супроводжується швидким зниженням їх стійкості. Ярі зернові при появі сходів переносять значні заморозки (до -7 , -8°C) без помітних пошкоджень, в період колосіння і виходу в



трубку вони пошкоджуються при -3 , -4°C , а під час цвітіння при -1 , -2°C . Для плодкових культур, винограду та ягідників заморозки особливо небезпечні під час цвітіння і утворення зав'язі. Наприклад, дерево лимона повністю пошкоджується заморозками силою в -9 , -10°C , крона — при мінімальних температурах в -7 , -8°C , листя – при -6°C . Закриті бутони яблуні, груші, сливи вишні пошкоджуються заморозками силою в -4°C , квітки гинуть при -2°C , а плодові зав'язі – при -1°C . Закриті бутони абрикос і персиків пошкоджуються заморозками силою в -2°C , а плодові зав'язі гинуть при -1°C . Розпустилися бруньки винограду пошкоджуються при мінімальній температурі в -1°C , а квітки – при 0°C .

Тема 15. Бонітет клімату та біокліматичний потенціал території

2.17. Загальні відомості

2.18. Методи оцінки сільськогосподарського бонітету клімату і його географічна мінливість

2.17. Загальні відомості

У сільськогосподарському виробництві при вирішенні багатьох практичних питань велике значення має порівняльна агрокліматична оцінка земель. Як відомо продуктивність сільського господарства в значній мірі залежить від природних ресурсів, серед яких клімату належить провідна роль. Під агрокліматичними ресурсами слід розуміти кількість речовини і енергії елементів клімату, які утилізуються рослинними організмами при створенні біомаси (сонячна радіація, тепло, волога, вітер, умови перезимівлі) в конкретному районі. Значна частина природних ресурсів, в тому числі агрокліматичних, в даний час використовуються недостатньо.

Це пов'язано, перш за все, з недостатньою вивченістю клімату і місцевого клімату на регіональному рівні з точки зору використання його в сільському господарстві. До останнього часу при диференціації «ціни гектара» в межах окремих



господарств, адміністративних районах і областей на території країни застосовуються показники бонітету ґрунту. Тому бонітування клімату на території конкретної країни і навіть в межах адміністративної області належить до числа досить актуальних питань, пов'язаних з біологічною продуктивністю земель.

Інтегральна інформація про клімат представляє особливий практичний інтерес при порівняльній оцінці територій, потенційній можливості яких лімітуються різними кліматичними умовами. Саме така ситуація виникає при оцінці природних ресурсів території країн Східної Європи. Так, на півночі Росії, Німеччини та Польщі основним чинником, що обмежує продуктивність сільськогосподарського виробництва на сучасному агротехнічному рівні, є недолік тепла, а на півдні країни частини землеробських районів Болгарії, Румунії та Угорщини – недолік вологи.

Тому необхідно мати єдиний кліматичний умов для порівняльної характеристики земельних угідь в зональному розрізі. Сільськогосподарська оцінка продуктивності клімату необхідно при вирішенні багатьох важливих виробничих завдань: — оптимізації розміщення культурних рослин, обґрунтування капіталовкладень в меліорацію земель, визначення співвідношення площі чистих і зайнятих парів в різних кліматичних зонах і т. д. Її зазвичай виконують в відносних одиницях або в балах і називають по різному – «бонітет клімату», «бонітування клімату», «сільськогосподарський бонітет клімату», хоча сутність їх майже однакова.

Слово «бонітет» походить від латинського «bonitas», що означає якість. Стосовно до території колишнього СРСР для порівняльної оцінки продуктивності клімату запропоновані два основні методи: С.А. Сапожникова і Д.І. Шашко. У будь-якому із зазначених методів лежать кількісні залежності, що зв'язують урожай рослин з ресурсами тепла і вологи. Наприклад, С.А. Сапожникова [13] в 50-ті, 70-ті роки розробила метод розрахунку сільськогосподарського бонітету клімату (СБК) з подальшим районуванням його на території нашої країни та країн



Східної Європи. У 60-ті роки П.І. Колосков запропонував для порівняльної оцінки земель метод розрахунку біокліматичного потенціалу (БКП). Однак цей метод не набув широкого визнання в силу його складності і відсутності зв'язку БКП з врожайністю культурних рослин. Пізніше в 60-ті–80-ті роки Д.І. Шашко запропонував удосконалений метод розрахунку біокліматичного потенціалу для порівняльної оцінки продуктивності клімату стосовно зерновим і технічних культурах на території колишнього СРСР.

Фізико-статистична модель, розроблена Д.І. Шашко, була прийнята за основу А.Д. Ейюбовим для оцінки БКП на території Азербайджану, Е.Л. Хершковіч – на території Болгарії. Пізніше З.А. Міщенко і Н.В. Кирнасівська [15] виконали регіональну оцінку і районування показників біокліматичного потенціалу земель на території України при природному і оптимальному зволоженні з охопленням гірських районів. Ними також дана порівняльна оцінка використання БКП кукурудзою, соняшником і виноградом. Інший підхід до оцінки сільськогосподарського бонітету клімату здійснили Є.К. Зоїдзе і Л.І. Овчаренко.

Вони запропонували математичну модель оцінки сільськогосподарського потенціалу клімату (СПК) на основі використання алгоритмів розпізнавання образів. У неї, крім показників агрокліматичних ресурсів, введений блок несприятливих явищ (посуха, заморозки).

До недоліків цього методу слід віднести громіздкість моделі для практичного використання в межах конкретного суб'єкта, тобто адміністративної області або краю.

2.18. Методи оцінки сільськогосподарського бонітету клімату і його географічна мінливість

Значний внесок у методу оцінки сільськогосподарського бонітету клімату внесла С.А. Сапожникова [11]. Як показники ресурсів тепла використана сума середньодобових активних температур повітря вище 10°C і ГТК по Селянинова. Так як довжина вегетаційного періоду, що визначається ΣT_c , значно



впливає на врожай, автор запропонувала розраховувати урожай (Уп) на одиницю суми тепла. В якості останньої використана ΣT_c вище $10^\circ C$, зменшена в 100 разів. Тоді показники продуктивності клімату даного району Пк визначається за такою формулою:

$$\dot{i}_e = \frac{O'_i}{\sum O'_n > 10^0 N / 100}, \quad (2.14)$$

де O'_i – урожай культури (ц/га); $\sum O'_n > 10^0 N$ – сума активних температур повітря вище $10^\circ C$. Наприклад, урожай пшениці в даному районі становить 24 ц/га, а сума активних температур дорівнює 1700. Показник продуктивності клімату в цьому районі буде дорівнювати:

$$P_k = \frac{24}{1700 / 100} = 1,41. \quad (2.15)$$

Зворотню задачу, тобто розрахунок врожайності, вирішують за рівнянням

$$O'_i = \tilde{I}_e \left(\sum O'_n > 10^0 N / 100 \right). \quad (2.16)$$

В результаті розрахунків P_k і використання ряду інших даних Сапожникова склали карту розподілу сільськогосподарського бонітету клімату на території колишнього СРСР, стосовно зерновим культурам. По суті справи ця карта потенційної врожайності зернових (ц/га) при природному зволоженні у вологому і посушливій зонах і оптимальному зволоженні (зрошення) в сухій зоні. Виявлено, що районами найбільшої продуктивності клімату, які оцінюються в 9–10 балів, є Закавказзі, передгірні і західні частини Північного Кавказу, лісостепові і північні степові райони України, південна частина Далекого Сходу. Це пояснюється рядом причин: різним



рівнем агротехніки масових господарств і держсортотпробувальних ділянок, за якими оцінювалася потенційна продуктивність, недостатнього водозабезпечення багатьох господарств та ін. Тому в 1979 році С.А. Сапожнікова і А.Д. Брінк запропонували уточнений метод розрахунку бонітету клімату (БК) і реалізували його стосовно території країни і ряду країн Східної Європи. Вони запропонували характеристики бонітету клімату при природному зволоженні розраховувати за формулою:

$$\hat{A} = \varepsilon \sum O'_n > 10^0 \tilde{N}, \quad (2.17)$$

де B_k — бонітувальний бал клімату, кількісно рівний умовному врожаю зернових культур при даному поєднанні тепла і вологи; ε — бонітувальний бал зволоження, рівний осередкованій врожайності тих же культур (ц / га), що припадає до одиниці тепла ($\sum T_c = 100^\circ \text{C}$) при даному зволоженні; $10^0 \tilde{N}$ — сума температур в сотнях градусів за період середньодобовою температурою повітря вище 10°C . Формула дозволяє залучити до розрахунку B_k врожайність різних за тривалістю вегетації таких культур як кукурудза і ранні зернові (пшениця, овес, ячмінь). Основний показник зволоження K розраховується за формулою:

$$\hat{E}_n = \frac{0,5 P_x + P_m}{0,18 \cdot \sum O'_n > 10^0 C}, \quad (2.18)$$

де P_x — сума опадів (мм) за холодний період, (жовтень–березень); P_m — то ж за теплий період (квітень–вересень); 0,5 — коефіцієнт, що характеризує питому вагу опадів за холодний період у формуванні врожаю; $0,18 \sum T_c > 100^\circ \text{C}$ — випаровуваність за рік по Будико. Проведений кореляційний і регресійний аналіз показав, що залежність ε від K_e (в межах K_e від 0,4 до 1,6) може бути наближено апроксимовано параболою



$$\varepsilon = -1,7K_{\varepsilon}^2 + 3,7K_{\varepsilon} - 0,28. \quad (2.19)$$

Кореляційне відношення $\eta = 0,72$; помилка рівняння $\sigma\varepsilon = \pm 0,21$. З таблиці 2.3 видно як значно змінюються значення K_{ε} і ε за ступенем зволоження.

Наприклад, в сухій зоні K_{ε} і ε не перевищують відповідно 0,4 і 0,92, а в зоні надмірного зволоження їх значення збільшуються до 1,4–1,6 і 1,57–2,26. За вищевказаною методикою були виконані розрахунки K_{ε} і B_k і отримані масові дані для подальшого картографування цих показників клімату. Обидві карти мають бути побудовані в робочому масштабі 1 : 2500000 на гіпсометричній основі.

Таблиця 2.3

Порівняльна оцінка земель по бокліматичному потенціалу

Ступінь зволоження	K_{ε}	ε
Сухо	<0,4	<0,92
Дуже сухо	0,4–0,6	0,92–1,33
Посушливо	0,6–0,8	1,33–1,59
Слабо посушливо	0,8–1,0	1,59–1,72
Оптимально зволожено	1,0–1,2	1,73
Сильно зволожено	1,2–1,4	1,71–1,75
Занадто зволожено	1,4–1,6	1,57–2,26
Перезволожено	>1,6	>2,26

З огляду на складність рельєфу, виконані були спеціальні розробки по оцінці зміни коефіцієнта зволоження K_{ε} і бонітету клімату B_k з висотою місця в різних гірських регіонах. Загальною закономірністю є збільшення більш ніж в два рази значень K_{ε} у міру просування в гори до абсолютних висот в 1000–1200 м. Сільськогосподарський бонітет клімату B_k з висотою місця знижується, що обумовлено істотним зменшенням при просуванні в гори $\sum T_c$ вище $10^{\circ}C$ і тривалості теплового періоду.

Метод оцінки сільськогосподарського бонітету клімату, запропонований Д.І. Шашко заснований на дещо інших



положеннях. Величина бонітету клімату оцінюється їм в балах нормальної фактичної і потенційної продуктивності. Під нормальної фактичної продуктивністю він розуміє врожайність при середньому для країни рівні агротехніки. Потенційна врожайність визначається розрахованою величиною врожаю за умови звичайного зволоження і повного використання рослинами термічних ресурсів даного району. Для цієї мети Шашко запропонував фізико-статистичну модель розрахунку біокліматичного потенціалу (БКП), який визначається у відносних значеннях або балах. Біокліматичної потенціал характеризується комплексом кліматичних факторів, що визначає можливості сільськогосподарського виробництва.

Величина (в балах) фактичної продуктивності клімату розраховувалися з комплексного графіку зв'язку врожаю зі значеннями показника зволоження при різних сумах температур повітря (рис. 2.2). З цього малюнка видно, що бонітет клімату і врожайність збільшуються з підвищенням $\sum T_c$ вище 10°C і поліпшенням умов зволоження, тобто зі зростанням Md до величин рівних 0,50–0,55. Аналогічні графіки пізніше були побудовані для різних екологічних типів сільськогосподарських культур – зернових колосових, кукурудзи, цукрових буряків, соняшнику, люцерни [20].

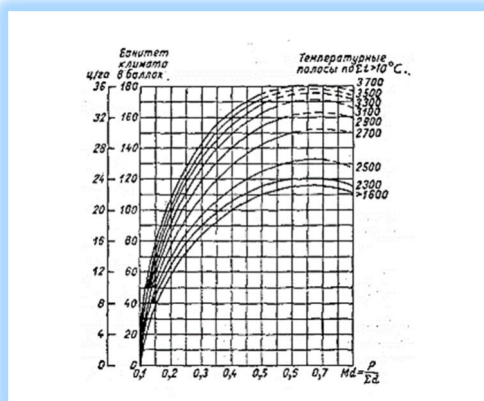


Рис. 2.2. Комплексний графік зв'язку врожаю зі значеннями показника зволоження при різних сумах температур повітря



Д.І. Шашко виконав розрахунки БКП і Бк для отримання масових даних за цими показниками з урахуванням урожайності зернових культур. В результаті цієї роботи побудована дрібномасштабні карта ареалів біологічної продуктивності за кліматичними індексами БКП і Бк на території СНД і країн Балтії при природному зволоженні. На території виділено сім макрорайонів з підрайонами. При цьому враховані зміни теплових ресурсів по $\sum T_c$ вище 10°C зональному розрізі.

За цією ознакою виділено такі термічні смуги: малозабезпечені теплом (менш як 1200°C); недостатньо забезпечені ($1200\text{--}1400^\circ \text{C}$); забезпечені нижче середнього ($1600\text{--}2200^\circ \text{C}$); середньозабезпечені ($2200\text{--}2800^\circ \text{C}$); забезпечені вище середнього ($2800\text{--}3400^\circ \text{C}$); підвищено забезпечені теплом (більше 3400°C). Ареал дуже низької біологічної продуктивності (БКП = 0,8; Бк < 40 балів) припадає на арктичну і типову тундру, пустелі і напівпустелі Казахстану і Середньої Азії. До ареалу низькою біологічної продуктивності (БКП $\approx 0,8\text{--}1,2$; Б $\approx 40\text{--}60$ балів) ставиться північна тайга, дуже посушлива зона степу Північного Казахстану і посушливі провінції холодного помірною підпосяса. Відповідно і урожай зернових культур змінюється більш ніж в 4 рази (в макрорайон I він не перевищує 0,9 т/га, а в макрорайон VIIБ урожай зростає до 4,6–4,8т/га). Досвід порівняльної оцінки біологічної продуктивності клімату Д.І. Шашко поширив на континенти і зарубіжні країни. Їм складена карта розподілу БПК і Бк на континентах світу з оцінкою продуктивності в перекладі на зерно. На ній виділено шість ареалів з десятьма підрайону, що істотно розрізняються по біологічної продуктивності клімату. Наприклад, ареал зниженою біологічної продуктивності (Бк = 60–120 балів) включає територію помірною пояса з $\sum T_c = 1600\text{--}2200^\circ \text{C}$. До ареалу належить більшість землеробської зони країни, територія Канади і інші регіони світу, переважно мало забезпечені вологою.

Ареал середньої біологічної продуктивності (Бк = 120–220 балів) включає територію помірною пояса і територію південних широт менш забезпечених вологою з $\sum T_c = 2200\text{--}$



6000° С. До цього ареалу відносяться більшість країн Західної Європи, північно-східна частина Китаю і інші регіони миру. Ареал високою біологічної продуктивності (**Бк**, більше 440 балів) характеризується найбільшою теплозабезпеченням (ΣT_c більше 8000° С) при достатньому річному зволоженні (M_d більше 0,45). До ареалу відносяться країни, що прилягають до екватору: центральні райони Африки, Південно-Східна Азія, зони тропічних і екваторіальних лісів Центральної і Південної Америки Центральної і Південної Америки. Майже всі країни Західної Європи перевершують нашу країну по біологічній продуктивності клімату і відносяться до ареалу середньої продуктивності (IVa, IVб, IVв). США, Китай, Португалія перевершують Росію, Україну та інші країни СНД по біологічній продуктивності середнього гектара більше ніж в два рази, Австралія – в три, Індія, Бразилія, Заїр – більш ніж в чотири рази. Біологічна продуктивність середнього гектара Норвегії, Голландії, Канади нижче ніж у нас.

Однак реальні врожаї зернових культур в цих країнах виявляються значно вище, ніж в ряді країн за рахунок високої культури землеробства, меліорації земель і введення продуктивних сортів. Незважаючи на наукову і практичну цінність отриманих матеріалів по БКП і Бк вони досить схематично характеризують біологічну продуктивність клімату в межах окремої країни або адміністративної області. Тому подальші дослідження повинні бути спрямовані на регіоналізацію розрахункової схеми оцінки біокліматичного потенціалу з урахуванням впливу неоднорідностей діяльної поверхні в конкретній місцевості (висота місця, форма рельєфу, експозиція і крутизна схилів, родючість ґрунтів різного механічного складу). Крім того, для інтегральної оцінки біологічної продуктивності сільського господарства необхідно виконати розрахунки БКП і Бк стосовно не тільки до зернових, а й до технічних і плодових культур, включаючи виноград. Представляють науковий і практичний інтерес дослідження З.А. Міщенко і Н.В. Кирнасівський [15] по регіональній оцінці і районування показників біокліматичного потенціалу на прикладі України, де за основу взято фізико-статична модель розрахунку



БКП і Бк Д.І. Шашко [19] з подальшим удосконаленням її для регіональної оцінки біокліматичного потенціалу на обмежених територіях в умовах складного рельєфу, а також на рівнинних землях з великою плямистістю ґрунтів.

Авторами зроблена спроба кількісно оцінити зміна біокліматичного потенціалу в гірських районах в залежності від абсолютної висоти над рівнем моря. Встановлено, що при просуванні в гори біологічна продуктивність клімату знижується за рахунок істотного зменшення з висотою місця ресурсів тепла. Однак інтенсивність зниження Бк і БКП різна в Карпатах і Кримських горах. Висотний градієнт Бк (тобто зміна його на 100 м висоти) на північно-східному схилі Карпат становить 6 балів, а на південно-східному схилі – 10 балів. Тому в Карпатах Бк на висотах 800–900 м і 1000–1100 м складають 100–110 балів, а на висотах 1400–1500 м біокліматический потенціал зменшується до 90–80 балів (макрорайон 2). У кримських горах висотний градієнт Бк не перевищує 4–5 балів. Тут біокліматический потенціал також знижується і становить на висотах 600–700 м 130 балів, на висотах 900–1000 м 120 балів, а на висоті 1200 м менше 115 балів (макрорайон 4, 3). Автори побудували також карту біокліматичного потенціалу (БКП, Бк) для умов оптимального зволоження, на якій виділено 12 макрорайону. При розрахунку взято значення коефіцієнта зволоження M_d за рік рівне 0,50, при якому коефіцієнт зростання (K_p) близький до 1,0. У цьому ж напрямку збільшуються теплові ресурси і, як наслідок, можливість вирощування великого набору однорічних і багаторічних культур. Дуже низька продуктивність клімату характерна для гірських районів Карпат, де Бк коливається в межах 80–100 і 100–110 балів. Тут для розвитку сільського господарства необхідні меліоративні заходи, спрямовані на осушення сільськогосподарських полів.

Для отримання стабільних врожаїв тут необхідно систематичне зрошення сільськогосподарських полів. Вперше виконана кількісна оцінка і районування біокліматичного потенціалу для умов оптимального зволоження та надано рекомендації щодо проведення диференційованих заходів у різних макрорайону. Можлива подальша деталізація Бк і БКП на



обмежених територіях (адміністративна область, район) із застосуванням формул 2.14–2.19, в яких враховується вплив мікроклімату.

Тема 16. Вплив клімату на появу та розповсюдження хвороб і шкідників сільськогосподарських культур

2.19. Роль кліматичних факторів у розвитку і розмноженні шкідливої біоти

2.20. Агрокліматичні оцінка шкочочинності комах – шкідників

2.21. Агрокліматичні оцінка поширення та шкочочинності хвороб культурних рослин

2.19. Роль кліматичних факторів у розвитку і розмноженні шкідливої біоти

Хвороби і шкідники культурних рослин завдають великої шкоди сільському господарству. Лише від хвороб рослин, що викликаються різними патогенними грибами, світова продукція сільського господарства втрачає щорічно не менше 10%. При масовому захворюванні рослин або сильному поширенні комах-шкідників неодноразово і на великих площах земної кулі спостерігалася майже повна загибель багатьох продовольчих культур. Наприклад, в окремі роки втрати врожаю пшениці в США і Канаді тільки від лінійної іржі складає в грошовому вираженні 25–40 млн доларів. Тому організація служби захисту рослин є одним з важливих факторів інтенсифікації сільського господарства в кожній країні. Для розробки спеціальних заходів захисту рослин від шкідників і хвороб необхідно мати різні відомості. Потрібно знати умови розвитку і розмноження сільськогосподарських шкідників в часі і в просторі, ареали і ступінь їх шкідливості, вплив на них погодних і кліматичних умов, стійкість до них рослин і т.д. Захист культур від шкідників і хвороб передбачає, перш за все, створення несприятливих умов для їх появи і розмноження, виведення стійких до них сортів



рослин і розробку методів їх знищення. Це дозволяє значно знизити шкідливість багатьох захворювань, шкідників рослин і зберегти врожай. Однак успішність сучасних методів захисту (агротехнічними прийомами, хімічними і біологічними засобами) залежить від повноти знань про погодні та агрокліматичних умов, які впливають на розвиток і поширення шкідливої біоти в межах тієї чи іншої території. Вперше Г.К. П'ятницький, починаючи з 30-х років, приступив до вивчення впливу погодних і кліматичних умов на розвиток і поширення найголовніших шкідників і хвороб сільськогосподарських культур на території колишнього СРСР. Надалі роботи в цьому напрямку були продовжені П.Г. Чесноковим, А.І. Руденко, А.С. Подільським, Л.А. Макаровою, І.І. Мінкевичем і ін. Дослідженнями встановлено, що основними кліматичними факторами, що визначають появу, поширення і розвиток шкідливої біоти є тепло, вологовміст середовища і світло (інтенсивність і тривалість впливу). Найчастіше ці чинники діють в сукупності і в залежності від значення одного з них змінюється реакція патогена або шкідника на рівень іншого. Інші елементи середовища (вітер, атмосферний тиск і ін.) В більшості випадків лише коректують дію основних чинників, граючи самостійну роль в певні періоди життєдіяльності патогенів та шкідників сільськогосподарських полів. Кліматичні фактори і хвороби рослин. Певне поєднання температури та вологості обумовлюють збереження інфекційного початку до настання вегетаційного періоду, можливість контакту паразита і господаря, зараження рослин, тривалість інкубаційного періоду, плодючість патогена, швидкість розсіювання спор, ступінь ураження рослин і прояв хвороби. Температура середовища є одним з основних факторів, що визначають можливість виникнення захворювання рослин і ступінь його ймовірності. У табл. 2.1 представлені температурні показники розвитку збудників ряду хвороб за узагальненими даними Л.А. Макарової та І.І. Минкевич.

Вплив температури середовища на агресивність грибів особливо проявляється з моменту зараження рослин. При цьому першим етапом, що передує інфекції, є період проростання суперечка паразитичних грибів. Нижня межа проростання



суперечка варіює від 4°C до 10°C , а оптимум – від 9°C до 30°C . Оптимальні умови для зараження рослин різними хворобами створюються при температурі середовища в межах $12\text{--}30^{\circ}\text{C}$. Наприклад, оптимальна температура розвитку збудника хвороби в тканинах рослини становить для: лінійної іржі пшениці 20°C , бурої іржі пшениці 25°C , летючої сажки пшениці $22\text{--}30^{\circ}\text{C}$, мільдю винограду 25°C . Ступінь розвитку хвороби залежить від того, якою мірою розсіювання патогена збігається з тими фазами розвитку рослини-господаря, в які воно найбільш вразливе до хвороби і умовами середовища, сприятливими для зараження. Поєднання цих факторів широко варіює в часі і просторі в залежності від кліматичних особливостей району та погодних умов конкретного року.

Це і є однією з головних причин зональної і сезонної мінливості шкодочинності рослин. Температурні умови середовища визначають плодючість патогена – кількість інфекційного початку і тривалість його дії. Наприклад, найбільш рясне утворення спор у збудника гельмінтоспориозної гнилі пшениці спостерігається при температурі $24\text{--}28^{\circ}\text{C}$, а при температурі нижче 16°C і вище 28°C воно не відбувається зовсім. Оптимум для появи суперечка фітофтори картоплі створюється при $18\text{--}22^{\circ}\text{C}$, при $23\text{--}26^{\circ}\text{C}$ і 30°C утворення спор йде дуже повільно, а при температурі нижче 20°C і вище 27°C – воно відсутнє.

Вплив вмісту вологи середовища на появу і розвиток хвороб позначається на всіх етапах патогенного процесу. Воно починає проявлятися ще в період формування заразного початку. Вологозабезпеченість середовища в значній мірі визначає тривалість збереження життєздатності патогена. Однак вирішальне значення фактор вологості має протягом короткого періоду – від початку проростання суперечка до проникнення патогена в рослину. Для більшості фітопатогенних грибів зараження рослин стає можливим лише при високій вологості середовища їх проживання.

Так, суперечки фітофтори картоплі, грону винограду, стеблової іржі пшениці, парші яблуні, плодової гнилі проростають тільки при наявності крапельної вологи. Для



проростання суперечка бурої і жовтої іржі потрібно 100%-ва вологість середовища. Пори бурої іржі жита і корончатої іржі вівса можуть проростати лише при 98% вмісту вологи. Спори збудника церкоспори цукрових буряків при 100%-вій вологості проростають через 24 години, при 90%-вій через 34 години, при 78–80%-вій – не проростають і через 48 годин.

Деякі патогени краще розвиваються при підвищеному вмісті вологи в ґрунті. Це – збудник раку і парші картоплі, кили хрестоцвітих культур, снігової плісняви озимих, кореневої гнилі хлібних злаків і ін. Наприклад, поразка капусти килою при вологості ґрунту 45% повної вологоємності не відбувається зовсім, інфекція настає лише при 60% і поступово наростає в міру збільшення вологозабезпечення ґрунту. Однак для більшості грибів рясне зволоження ґрунту виявляється шкідливим, оскільки це пов'язано з погіршенням її аерації, інтенсивним розвитком грибів – антагоністів і прискореним проходженням критичного для зараження періоду розвитку рослини господаря. Тому оптимальні умови для проростання спор курній і твердої сажки вівса при 30%-вій вологості ґрунту, при 60%-вій – проростання суперечка сповільнюється, а при 80% майже не відбувається.

При вологості ґрунту 40% ПВ тверда головешка заражає більше 55% рослин, а при вологості ґрунту 80% – тільки 10,7%. І, нарешті, існує група грибів, проростання суперечка яких майже не лімітується вмістом вологи в середовищі і може відбуватися навіть в умовах посухи. Найбільш характерними представниками цієї групи є гриби мучнистої роси: збудник мучнистої роси пшениці добре розвивається в широких межах відносної вологості повітря – від 30 до 100%, мучнистої роси винограду від 8 до 100%, мучнистої роси тютюну – від 60 до 100% і т.д. Відзначено випадки проростання їх спор при вологості повітря, близькій до нульового значення. У посушливих умовах з низькими значеннями середньої добової відносної вологості повітря проростання конідій і зараження рослин найбільш активно відбувається в нічні години, коли вологість повітря зростає до 75–80% і більше і в перебігу 4–7 годин спостерігається рясне випадання роси.



Значення фактора вологості в розвитку хвороб визначається температурними умовами навколишнього середовища. При високій температурі найбільша кількість заражених рослин спостерігається в умовах підвищеної вологості середовища. Зі зменшенням температури відбувається закономірне зниження оптимуму вологості, і максимальну кількість хворих рослин відзначається при більш низьких значеннях цього показника.

Вплив інших факторів середовища більш обмежена і локально. Їх вплив проявляється лише на окремих етапах розвитку патогена або специфічних умовах його існування. З таких факторів найбільше значення мають світло і вітер. Вплив світла протягом заразного періоду починає позначатися ще до зараження рослин. Період зараження складається з двох фаз, що розрізняються по реакції на світловий фактор. Перша з них – власне проростання суперечка, протікає незалежно від наявності та інтенсивності світла, друга – після проростання спор, проходить найбільш активно при підвищеній освітленості. Позитивна дія світла позначається також на швидкості розвитку патогена в рослині – господаря. Вітер виступає одним з основних факторів поширення хвороби, головним чином шляхом перенесення суперечка.

Зміст суперечка в повітрі і їх розсіювання мають чітко виражений сезонний і добовий хід. Найбільша кількість спор у повітрі відзначається в денні години доби з підвищеними швидкостями вітру влітку і восени. Це пов'язано з сезонним розвитком грибів. Кліматичні фактори і шкідники рослин Дослідженнями встановлено, що найбільшої шкоди сільськогосподарським рослинам завдають комахи. Це пояснюється різноманітністю їх видів, великою плодючістю і значним діапазоном до зовнішніх умов. Погода і клімат аналогічним чином діють на комах шкідників, визначаючи умови їх появи, характер розмноження, ступінь активності, географічне поширення. З кліматичних факторів, що впливають на розвиток і поширення шкідників полів є термічний режим і вологість середовища проживання.



Наприклад, масовий розвиток шведської мухи, що завдає значної шкоди зерновим, спостерігається при температурі повітря 18–30° С і відносній вологості повітря не менше 60%. Шкідлива черепашка пошкоджує зернові злаки, особливо пшеницю. Шкідлива черепашка – теплолюбний вид, при температурі -7° С, починається загибель зимуючих комах. Навесні масовий виліт черепашки відбувається при стійкому переході середньої добової температури повітря через 12–13° С і при ГТК в межах 1,1–2,0. Вплив температури зберігається і в період розмноження. Для розвитку личинок сприятлива обстановка складається при температурі повітря вище 20–24° С. Одним з найбільш небезпечних шкідників овочевих, просапних культур, багаторічних трав і пасовищ є лучний метелик. Він також теплолюбний, тому основний ареал його шкодочинності розташований в степових і лісостепових районах. Цей шкідник холодостійкий і в період зимівлі його гусінь виносять температуру до -30° С.

Динаміка чисельності лучного метелика і його плодючість знаходиться в тісній залежності від рівня температури і вологості в весняно-літній період. При переважанні теплою і сухою погоди (температура повітря 23–25° С, ГТК менш 0,7–1,0) створюються сприятливі умови до потенційної плодючості. Озима совка – також широко поширений шкідник всіх овочевих просапних культур. При інтенсивному підйомі чисельності цей шкідник активно розселяється і на посіви озимих зернових культур, викликаючи їх зрідженість на 30–50% і більше. Озима совка належить до помірно теплолюбивих і вологолюбивих видів. Доросла гусінь витримує температуру до -11° С.

В залежності від кліматичних умов шкідник може розвиватися в одному поколінні (північні і північно-східні райони ЄЧ СНД), в двох поколіннях (Молдова, Україна, Північний Кавказ, Середнє і Нижнє Поволжя) і в трьох поколіннях (Закавказзя і Середня Азія). Сприятливі умови для розмноження шкідника створюються при температурі 18–25° С і ГТК в межах 1,1–1,5. Високі температури (до 35° С і більше) і дефіцит вологи (ГТК менш 0,7) призводять до зниження плодючості самок. Умови розмноження сарани, колорадського



жука, бурякового довгоносика, злакової попелиці також створюються в основному певними співвідношеннями температури і вологості середовища проживання. Колорадський жук відноситься до числа найбільш небезпечні шкідників картоплі та пасльонових культур.

Основний ареал його поширення охоплює значну територію зони обробітку товарної картоплі в країні. Всі фази розвитку шкідника (яйця, личинки, лялечки, імаго-дорослі жуки) не відрізняються холодостійкістю (температура -7°C в місцях зимівлі викликає загибель більшості зимуючих жуків). Весняний вихід жуків з ґрунту збігається з встановленням середньої добової температури повітря близькою до 10°C . Колорадський жук за один вегетаційний період здатний давати від одного до трьох поколінь. Оптимальні умови для життєдіяльності імаго колорадського жука складаються при температурі близько 25°C і відносній вологості повітря 60–75%. Велике значення має і тривалість світлового дня.

Вивчення проблеми «Клімат-хвороби-шкідники рослин» дозволяє передбачити появу і ступінь розвитку шкідливої біоти, приймати більш ефективні зональні заходи боротьби, обмежувати просторове поширення хвороб і шкідників сільськогосподарських рослин. Важливе значення при цьому має агрокліматична оцінка і районування території по поширенню сильних епіфіторій (масове ураження рослин хворобами), а також біокліматична оцінка ареалу розповсюдження комах-шкідників. Слід зазначити, що дослідження з даної проблеми як у інших країнах далекого зарубіжжя розвинені поки недостатньо.

2.20. Агрокліматичні оцінка поширення та шкідочинності хвороб культурних рослин

Найбільш поширеними і шкідливими хворобами сільськогосподарських культур є мікози-захворювання, що викликаються патогенними грибами. Ці захворювання можуть проявлятися у вигляді сильних епіфіторій (масове ураження рослин) і майже повністю знищити врожай основних



продовольчих культур. В цьому випадку збиток зумовлений порушенням основних функцій рослини і його частин, що виражається в зміні структури і фізіології клітин і тканин. Інтенсивність поширення хвороб культурних рослин визначається характером взаємин трьох компонентів: збудника хвороби, рослини-господаря і зовнішнього середовища, в якій вирішальна роль належить клімату і погоди. Взаємодія рослини, патогена і середовища Я. Планк запропонував називати трикутником хвороби. Основним показником впливу цих факторів є швидкість інфекції.

Головним етапом при розробці системи заходів щодо захисту рослин від шкідливих організмів служить районування території за ступенем загрози їх масового розмноження, виділення ареалів і зон з різною шкідливістю патогенів. Районування території має кілька етапів: узагальнення фактичних даних про поширення патогенів; встановлення меж основного і потенційного ареалу хвороби по агрокліматичним показникам, що обумовлює розвиток патогену; розрахунок ймовірності виникнення епіфітотій і визначення зон різної водоносності хвороби в межах її ареалу. При дрібномасштабному агрокліматичному районуванні поширення хвороб культурних рослин найбільш часто застосовують такі показники, як середня добова, максимальна і мінімальна температури повітря, відносна вологість повітря, гідротермічний коефіцієнт, опади, висота снігового покриву в поєднанні з ймовірністю шкодочинності тієї чи іншої хвороби. Ці показники, введені в тому чи іншому вигляді в модель районування, є основними. Виділені при цьому макрорайони в основному відображають зональний характер поширення біокліматичних показників в межах країни або великого регіону.

За поєднанням сприятливих кліматичних умов для інтенсивного ураження ярої пшениці гелмінтоспоровою кореневою гниллю виділений основний ареал хвороби, що охоплює територію середнього та нижнього Поволжя, а також степові райони Казахстану і Сибіру. Тут при запасах вологи в метровому шарі ґрунту не більше 20–40 мм на тлі високих температур ймовірність сильної шкодочинності хвороби



становить 90–100%. При просуванні на північ від цієї території при запасах продуктивної вологи більше 80 мм мають місце несприятливі умови для розвитку хвороби. Тут ймовірність сильної шкодочинності хвороби мала і не перевищує 20–30%. На посівах озимої пшениці поширена офіобльозна прикоренева гниль. В межах потенційного ареалу цієї хвороби, що збігається з зоною обробітку враженої культури, шкідливість захворювання визначається характером росту і розвитком рослин в осінньо-зимовий період.

2.21. Агрокліматичні оцінка шкодочинності комах-шкідників

Агрокліматична оцінка і районування поширення шкідливих комах та культурних рослин на тій чи іншій території має важливе практичне значення для здійснення ефективних заходів щодо захисту рослин від шкідників з метою скорочення втрат продукції рослинництва. Тому питання впливу агрометеорологічних умов на розвиток, поширення і розмноження комах шкідників були і є предметом досліджень на міжнародному рівні. Розглянемо в якості модельних об'єктів шведську муху і колорадського жука.

Шведська муха завдає великої шкоди злаковим культурам. Як зазначалося вище, цей шкідник відрізняється високою екологічною пластичністю і тому широко поширений на території країни. У північних районах низькі температури повітря навесні і влітку несприятливі для масового розмноження шведської мухи. На півдні високі температури і низька відносна вологість повітря є також обмежують факторами.

Ареал підвищеної чисельності шкідника залежить тільки від кліматичних умов літнього періоду, а й від температури зими. Так, якщо личинки шведської мухи знаходяться при температурі -4°C протягом трьох тижнів, то 60% їх гине, а добове перебування личинок при температурі $-8,5^{\circ}\text{C}$ призводить до їх загибелі на 50%. Тому в районах з незначним по висоті сніговим покривом і низькими негативними температурами (наприклад, в



Якутії) цей шкідник перезимувати не може, хоча умови літа тут сприятливі для його розвитку.

Аналіз фактичних матеріалів чисельності шведської мухи та складання їх з розрахованими значеннями ГК по території країни дозволили зробити наступний висновок. Території з показниками ГК від 4,5 до 6,5 характеризується постійно підвищеною чисельністю шкідника зернових культур; територія де ГК змінюється від 6,5 до 9,0 і від 4,5 до 3,5, характеризується значними коливаннями чисельності шведської мухи по роках. На території, де ГК вище 9 і нижче 3, чисельність цього шкідника мала, тут відсутні помітні ушкодження рослин. На основі численних досліджень П.С. Чесноков виконав районування території колишнього СРСР з виділенням зон порівняльного шкоди, завданої шведської мухою, давши при цьому кількісну характеристику цих зон. Зниження шкодочинності (в порівнянні з зоною I) пояснюється розбіжністю термінів масової відкладання яєць з критичної фазою розвитку зернових, а також значною кількістю опадів в ранньо-літній період.

До цієї зони відносяться південні райони Західного Сибіру і передгірні райони Північного Кавказу. Для зони III характерно значне пошкодження посівів тільки в роки масового розмноження мухи. Воно зазвичай спостерігається 2–3 роки поспіль, потім йдуть роки депресії. В останньому випадку пошкодження рослин не перевищує 8–10%. Однак в роки масового розмноження мухи пошкодженість ячменю і пшениці зростає до 30–40%. Показник зволоження ГК в північній частині зони дорівнює 7–8, а в південній – 4,5–3,7. Зона IV охоплює територію степових районів Молдови, України, Росії, Казахстану. Тут ГК змінюється від 3,5 до 2,0, що характерно для посушливої і дуже посушливої зони зволоження. Серйозних втрат врожаю від шведської мухи тут не спостерігається. Боротьбу з шкідниками і, зокрема, зі шведською мухою ведуть різними методами.

Велике значення для захисту рослин мають строки сівби, так як більш ранні посіви зернових менше страждають від шведської мухи. Внесення добрив підвищує стійкість злаків до пошкоджень цим шкідником. Знижують пошкодження і



правильно вибрані терміни поливу на зрошуваних землях, застосування отрутохімікатів. Колорадський жук належить до числа найбільш небезпечних шкідників картоплі. В даний час відзначається його поширення на території Європи, США, Росії, Білорусі, Молдови та України.

Оптимальні умови існування і шкодочинності жука складаються при досить високих температурах повітря і порівняно невеликих кількостях опадів. Найбільш сприятлива температура повітря для розвитку яєць, личинок і лялечок є температура в межах 20–26° С. При цьому спостерігається мінімальна тривалість розвитку покоління – до 28–30 днів. Якщо ж температура повітря становить 14–15° С, то період розвитку покоління жуків збільшується до 60–68 днів. Період від появи личинок 4-го віку перших жуків до масової появи личинок 3-го віку масових жуків є оптимальним для хімічної обробки посівів картоплі.

Для агрокліматичної оцінки розвитку колорадського жука можна використовувати метод, розроблений А.С. Подільським. Метод фенологічного прогнозу і біокліматичних оцінок полягає в графічному рішенні системи з двох сімейств досить складних емпіричних рівнянь, з яких одне характеризує теплові ресурси географічного району, інше – теплові потреби біологічного об'єкта, тобто розвиток комахи-шкідника. Рівняння теплових потреб задається у вигляді емпіричної кривої, що зв'язує тривалість в днях N_a того чи іншого періоду розвитку шкідника із середньою температурою конкретного періоду (фенологічна крива). Рівняння теплових ресурсів задається в вигляді лінії, яка виражає собою закон зміни середньо-періодичної температури повітря (T_c) в річному циклі в залежності від тривалості періодів, що обчислюються від єдиної дати. Різні вихідні дати дають сімейство ліній, які, перетинаючись, утворюють сітку середньо-періодичних температур для середніх багаторічних умов.

При графічному рішенні завдання складається термофенологічна номограма для конкретного пункту спостережень. За допомогою номограми визначається період найбільш сприятливий для організації захисту рослин від колорадського жука. Недоліком викладеного методу є



трудомісткість, що ускладнює його використання для географічних узагальнень. В.В. Вольвач провів комплексне дослідження по встановленню динаміки чисельності колорадського жука в залежності від метеорологічних умов. Встановлено, що початок стійкого виходу жуків навесні з ґрунту збігається зі стійким переходом середньої добової температури повітря через 10°C . Поведінка жуків після виходу залежить від їх фізіологічного стану і умов навколишнього середовища. До початку яйцекладки перезимували жуки повинні встановити своє фізіологічний стан, властиве їм в період активності. Тривалість цього періоду (U_{ϕ} , дні) також тісно пов'язана з температурою повітря і календарним терміном виходу жуків з ґрунту.

Оптимальні умови для життєдіяльності імаго колорадського жука складаються при температурі близько 25°C і відносній вологості повітря 60–75%. Несприятливими для розмноження шкідника є температура вище 27°C і нижче 14°C , а відносній вологості повітря вище 80% і нижче 40%. В кінцевому підсумку В.В. Вольвач розробив модель динаміки розвитку популяцій колорадського жука і виконав на її основі біокліматичну оцінку ареалу шкідника на території країни. Відмінною особливістю моделі є облік фізичних факторів середовища і їх впливу на динаміку чисельності шкідника і відповідно на основні характеристики життєдіяльності особин – тривалість розвитку, плодючість і загибель за період активної життєдіяльності і зимівлі.



Тема 17. Методи картування та агрокліматичне районування. Методи просторового узагальнення агрокліматичної інформації

2.22. Види і масштаби карт

2.23. Методика складання дрібномасштабних агрокліматичних карт

2.24. Складання фонових агрокліматичних карт з урахуванням мікроклімату

2.22. Види і масштаби карт

Картування кліматичних і агрокліматичних показників дозволяє по точковим спостереженнями окремих станцій дати просторовий розподіл досліджуваних елементів або їх комплексів на тій чи іншій території. У цьому полягає основна перевага агрокліматичних карт, за допомогою яких агрокліматології можуть вийти на безпосереднє обслуговування сільського господарства і сприяти цим подальшого його розвитку. Детальний облік фізико-географічних і кліматичних особливостей території в сільському господарстві необхідний для вирішення багатьох завдань.

Так, наприклад, для правильного планування сільськогосподарського виробництва, раціонального розміщення культурних рослин поряд з відомостями про родючість землі в невеликому районі або окремому господарстві потрібно знати їх агрокліматичні умови. Цільове призначення кліматичної або агрокліматичної карти полягає в тому, що з їх допомогою можна отримати методом інтерполяції між ізолініями кількісну інформацію в точках, де відсутні метеорологічні спостереження. Принципи складання кліматичних і агрокліматичних карт однакові, причому методика картування окремих характеристик клімату була детально розроблена ще при складанні кліматичних карт.

Розвиток теорії картування почалося в Росії на початку минулого століття і пов'язана з іменами відомих кліматологів –



А.І. Воєйкова і А.В. Веселовським. До цього часу була розроблена теорія побудови карт температури повітря, приведених до рівня моря. Визначення вертикальних градієнтів (зміна температури на 100 м абсолютної висоти над рівнем моря) було предметом численних досліджень. Спочатку було визначено, що вертикальний температурний градієнт становить 0,4–0,5° С на 100 м висоти.

Подальші дослідження показали, що вертикальний градієнт температури не залишається постійним як в часі, так і в просторі. Крім того, з'ясувалося, що кліматичні карти, приведені до рівня моря, не відображають потужний вплив рельєфу та інших неоднорідностей діяльної поверхні на перерозподіл ресурсів клімату в просторі. Тому в подальшому стали складати кліматичні і агрокліматичні карти для природної підстильної поверхні, тобто які не приведені до рівня моря.

Значний внесок у розвиток методів картографування елементів клімату, а також агрокліматичних показників внесли І.А. Гольцберг, О.А. Дроздов, Г.Т. Селянінов, Ф.Ф. Давітая, З.А. Міщенко та ін. До теперішнього часу кліматичні і агрокліматичні ресурси континентів і окремих країн вивчені досить повно. Агрокліматичні карти, що характеризують теплові ресурси, умови заморозків і морозонебезпечності, режим зволоження в тому чи іншому вигляді широко представлені у всіх фізико-географічних атласах і в ряді спеціальних.

До їх числа відносяться: «Кліматичний атлас СРСР», «Атлас теплового балансу», «Атлас водного балансу», «Агрокліматичний атлас миру». Існує кілька типів карт. Точковий тип карт найчастіше застосовується в сільському господарстві. Наприклад, точкові карти посівів пшениці або буряка, або взагалі площ сільськогосподарських угідь. На таких картах розмір точки пропорційний площі посіву культури. Чим більше площа, тим крупніше розмір точки.

Діаграмний тип карти широко застосовується в кліматології і агрокліматології. У цьому випадку на карту для кожного конкретного пункту наноситься діаграма у вигляді графіка (наприклад, роза вітрів) або стовпчиком (наприклад, опади по сезонам, ГТК). Розподіл діаграми дає географічне



уявлення про режим вітру і про переважаючі вітри (швидкість і напрямок), в цьому числі шкідливих для сільського господарства. Карта, на якій зображені діаграми у вигляді стовпчиків, що характеризують кількість опадів або величину гідротермічного коефіцієнта за окремі місяці, дозволяє виявити територіальні особливості режиму зволоження в сезонному розрізі. Карта, побудована методом ізоліній. Ізолінія – це лінія однакових значень деякої скалярної величини (ізотерма, ізобара, ізогіс та ін.).

Більшість кліматичних і агрокліматичних карт складаються цим методом. Така карта характеризує безперервне зміна картуемого елементу, що відповідає фактичному розподілу елементів клімату в просторі. Кліматична і агрокліматична карта, побудована методом ізоліній дає наочне уявлення про основні просторових закономірності клімату. Складання карт з виділення площ. Найбільш часто цей метод застосовується при класифікації клімату, коли в межах виділених територій, кліматичні або агрокліматичні ресурси визначаються як однорідні і цей факт знаходить відображення в кількісній легенді, яка додається до такої карти. Широко застосовується вказаний метод виділення однорідних площ на мезо- і мікрокліматичних картах, якщо останні складаються на морфометричній або ґрунто-ландшафтній основі.

Можлива деталізація на карті будь-якого кліматичного показника визначається: ступенем вивченості картуемого елемента; характером мінливості його в просторі; густотою метеорологічної мережі станцій; наявністю картографічних основ (гіпсометричні карти, морфометричні карти рельєфу, ґрунтові карти) для зображення на робочій карті досліджуваного показника на рівні земної поверхні.

Суттєвими факторами є також розміри досліджуваної території і конкретні вимоги науки і практики для задоволення яких складається карта. Методика складання карт визначається їх масштабом, за яким всі карти умовно можна розділити на три групи.

1. Дрібномасштабні карти (масштаб від 1 000 000 до 7 500 000 і дрібніше). На цих картах відображається зміна



окремих кліматичних показників під впливом основних фізико-географічних чинників – широта і довгота місця, висота над рівнем моря. При вищевказаних масштабах робочих карт на 1 см^2 можна зобразити територію в $10\text{--}75 \text{ км}^2$. Тому в такому масштабі складаються карти для великих територій. Мінімальним масштабом робочої карти, на яку наносяться цифрові дані для проведення ізоліній, вважають $1:40\,000\,000$ для світових карт і $1:20\,000\,000$ для карт континентів або великих країн.

2. Середньомасштабні карти. Сюди умовно відносять карти, виконані в робочому масштабі менше $1:1\,000\,000$. Найбільш часто застосовують картографічні основи в масштабах від $1:750\,000$ до $1:100\,000$. На таких картах можна з точністю до $1\text{--}7,5 \text{ км}^2$ або $750\text{--}100 \text{ га}$ зобразити вплив на клімат великих форм рельєфу, великих водойм, основних ґрунтових різниць. Вони є проміжними між макро- і мікрокліматичними картами і складаються для кліматичності досить добре вивчених, відносно невеликих територій (адміністративної області, району). Дані стандартної мережі метеорологічних станцій доповнюються кліматичними розрахунками, а в ряді випадків і експериментальними даними. Також карти зазвичай складаються для вирішення ряду практичних завдань.

3. Великомасштабні карти. До них відносять карти, виконані в масштабах $1:5\,000$ – $1:10\,000$ і до $1:25\,000$. У цих масштабах зазвичай складаються плани господарства із зазначенням на них розміщення сільськогосподарських культур, а також детальні ґрунтові карти. На цих основах, доповнених гіпсометрією, складаються мікрокліматичні карти, на яких з точністю в $0,5\text{--}2,5 \text{ га}$ можна зобразити строкатість реальних агрокліматичних ресурсів на площі в $2\text{--}5$ тисяч гектар, що охоплює територію окремого господарства або великої території.

Складання таких карт супроводжується застосуванням розрахункових методів в поєднанні з мікрокліматичними зйомками на місцевості. Агрокліматичні карти можуть складатися як ручним способом, так і за допомогою ЕОМ. В останні роки проводяться дослідження з ЕОМ – картування окремих показників теплового режиму, умов зволоження, фенологічних характеристик і деяких інших комплексних



показників. При цьому застосовують різні методичні підходи. Найбільш перспективним для досягнення цієї мети є метод розпізнавання образів.

Однак, отримані результати слід розглядати як пошукові. Широке застосування ЕОМ-картування агрокліматичних показників в різному масштабі потребують розробки відповідних методик по обґрунтуванню вибору вихідних показників природного середовища і використання необхідної агрокліматичної інформації з технічних носіїв. А для цього треба мати у своєму розпорядженні банк даних про клімат, доповнених дослідженнями по мікроклімату, і банком необхідних картографічних основ.

2.23. Методика складання дрібномасштабних агрокліматичних карт

Методика і техніка складання кліматичних і агрокліматичних дрібномасштабних карт однакова. Для складання їх використовуються середні багаторічні дані метеорологічних станцій. У разі наявності невеликого ряду спостережень всі дані приводяться до одного довгоярідного періоду.

В останні роки на картах зображують також імовірнісні характеристики тих чи інших показників клімату. Суть методики при дрібномасштабному картуванню полягає у виявленні основних закономірностей зміни того чи іншого показника клімату в макромасштабі під впливом широти, довготи і висоти місця. Укладач карти повинен бути добре підготовлений теоретично і вміло використовувати свої знання при кресленні ізоліній. Після нанесення тушшю на гіпсометричні карти цифрового матеріалу проводиться ретельний аналіз усіх даних, за паспортами встановлюється репрезентативність окремих станцій.

Станції, розташовані в особливих умовах, зазвичай добре виділяються вже при побіжному перегляді даних, нанесених на карту. Після того як з'ясовані причини, що викликають



відхилення даних окремих станцій від загального фону, і визначена репрезентативність їх, приступають до викреслювання ізоліній. Останнє не можна робити механічно, користуючись лише лінійно й інтерполяцією між даними окремих станцій. При кресленні ізоліній треба врахувати всі відомі фізико-географічні особливості району і використовувати їх для складання карти. При використанні одних і тих же даних карти ізотерм істотно розрізняються. Правильний облік фізико-географічних особливостей району забезпечує досить високу точність при проведенні ізоліній на кліматичній або агрокліматичній карті.

При проведенні ізоліній завжди треба пам'ятати про масштаб карти. При «нестачі місця» на дрібномасштабних картах важко у подробицях відобразити зміни показника клімату з висотою місця і неможливо показати вплив морів на прибережні території, а також мікроклімату. Істотним питанням побудови карт кліматичних елементів є вибір інтервалу, через який будуть проведені ізолінії. Основним критерієм при виборі повинна бути мінливість картуемого елемента в просторі.

Інтервали для проведення ізоліній на карті визначаються з таким розрахунком, щоб коливання величини, що наноситься на карти по окремих станціях укладалися між ізолініями. При малій мінливості картуемых характеристик клімату ізолінії викреслюються з урахуванням даних всіх станцій і фізико-географічних особливостей району. Тому для рівнинних територій, наприклад, ізотерми, що характеризують теплу пору року, можна викреслювати через 10°C , а в зимовий час у зв'язку з більшою мінливістю цього елемента, найбільш підходящими є інтервал між ізолініями в 20°C . Найчастіше на картах сум температур для повітря вище 10°C в рівнинних умовах ізолінії проводять з інтервалом в 20°C , а в гірських районах він збільшується до 40°C . На агрокліматичних картах тривалості теплового періоду з температурою вище 5°C або 10°C , а також тривалості безморозного періоду ізолінії проводять з інтервалом в 10–15 днів. Вибір інтервалу при проведенні ізоліній на кліматичних картах опадів залежить від характеру поверхні. Наприклад, Ц.А. Швером на картах для суми опадів за окремі місяці для території СНД обраний інтервал від 25 до 50 мм.



Одним з відповідальних етапів складання кліматичних і агрокліматичних карт є визначення висотних і широтних градієнтів картуємих характеристик, що дозволяють розрахувати місце і висоту проведення ізоліній на карті.

Необхідно розраховувати конкретні висотні градієнти для окремих гірських систем, різних експозицій, різних висотних горизонтів. Висотні градієнти (зміна елемента клімату на 100 м висоти місця) обчислюють двома методами: а) станції при цьому розглядають значення елемента на фіксованій висоті в горах і на рівнинній ділянці в передгір'ї; б) шляхом групування даних спостережень станцій за фіксованими висотами з урахуванням експозиції гірських хребтів.

Далі будуються графіки залежності того чи іншого показника клімату від абсолютної висоти над рівнем моря, а в разі потреби і від широти місця. З їх допомогою більш надійно можна визначити висотний градієнт а також висоти проходження ізоліній в горах

Влітку середня місячна температура повітря з висотою всюди зменшується на 0,5–0,9 на 100 м. Суми температур повітря вище 10°С відповідно зменшуються на 120–180°С на 100 м висоти, а тривалість періоду з цієї температурою – на 6–8 днів на 100 м. Висотний градієнт для зимових температур зовнішнього повітря значно змінюється в залежності від гірської країни і ступеня континентальності клімату. За даними З.А. Міщенко [18] на південному схилі Великого Кавказу в шарі 0,5–2 км висоти він дорівнює – 0,6–0,7°С, а в шарі 2–3 км не перевищує – 0,45°С. На північному схилі Великого Кавказу висотний градієнт має позитивне значення в шарі 0,5–1,5 км, (тобто спостерігається підвищення температури на 0,5°С на кожні 100 м висоти). Вище в шарі 1,5–3 км починається падіння температури з висотою на – 0,4–0,45°С на 100 м. На Тянь-Шані і Памірі картина ускладнюється і там необхідно враховувати висотний градієнт для кожної експозиції гірських хребтів. Проведення ізоліній в горах пов'язана з урахуванням висоти, яка на картах дрібного масштабу зображується дуже схематично. Зняти з такої карти з достатньою точністю значення показника клімату для певного пункту в горах неможливо.



Для цієї мети за графіками залежності між, наприклад, середнім з абсолютних річних мінімумів температури повітря (T_m) або температурою найхолоднішого місяця (T_x) і абсолютною висотою над рівнем моря складаються відповідні таблиці висот проходження ізоліній в горах.

Методика складання карт кількості опадів, показників зволоження, запасів продуктивної вологи в ґрунті, фенологічних явищ, характеристик сонячної радіації принципово не відрізняється від техніки складання карт термічних показників. Але є і своя специфіка. Наприклад для забезпечення невідповідного проведення ізоліній кількості опадів необхідно, щоб інтервал між ними в 2 рази перевищує середню помилку кліматичної норми. Оскільки абсолютна помилка зростає зі збільшенням кількості опадів застосовується комбінація геометричної та рівномірної шкал, при якій кожен інтервал геометричної шкали ділиться на кілька рівних частин.

Таким чином була отримана, запропонована О.А. Дроздовим і нині широко застосовується при картуванні опадів, шкала такого вигляду: 10, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600 мм і т. д. Вплив рельєфу проявляється в збільшенні опадів з висотою по схилу в порівнянні з рівниною, в різкому зменшенні опадів в закритих від вологі вітри долинах.

Для гірських територій визначаються пльовіографічні градієнти з урахуванням експозиції хребтів, а також по окремих висотним горизонтів. Для цих цілей будуються графіки залежності кількості опадів від абсолютної висоти над рівнем моря. При загальній закономірності збільшення опадів з висотою місця можуть бути різні варіанти. Наприклад, в високогір'ях на вершинах кількість опадів зменшується. На навітряних і підвітряних схилах може бути різний вигляд кривих залежності Σg від висоти місця. Так, в Заїлійському Ала-Тау перпендикулярним вологонесучим північно-західним вітрам опади швидко наростають від передгір'їв до 1500 м, а потім повільно до 2400 м висоти, далі має місце різкий спад до 3000 м, потім знову опади зростають (тобто мають місце два максимуму опадів). Слід мати на увазі, що пльовіографічні градієнти опадів



залежить не тільки від особливостей складного рельєфу, але і від загальногеографічного положення того чи іншого району. Наприклад на Уралі в зоні сухих степів висотний градієнт річних опадів становить 17%, в лісовій і лісостеповій зонах – 20%, а в північній тайговій зоні опади збільшуються на 23% на 100 м висоти. Методичні підходи до побудови дрібномасштабних карт розподілу запасів продуктивної вологи в ґрунті (W) викладені в опублікованих роботах С.В. Веріго і Л.А. Разумова, Л.Є. Кельчевскої, В.А. Сеннікова і А.П. Сляднева. Картування вологозапасів в ґрунті по території виконується після нанесення значень W (фактичних і розрахункових) на ґрунтову карту із зазначенням висоти місця, а також аналізу впливу рельєфу та інших чинників на їх величину. Необхідно добре знати:

- а) ґрунтовий покрив досліджуваної території і його агрогідрологічних властивості;
- б) закономірності формування ґрунтової вологи в осінньо-зимовий або весняно-літній період;
- в) особливості рельєфу місцевості і природної рослинності;
- г) кліматичні і мікрокліматичні умови, особливо розподіл опадів у весняно-літній період і снігового покриву взимку.

Попередньо перед картированием станції з даними про вологозапаси повинні бути згруповані за типами ґрунтів з урахуванням їх механічного складу. Це дозволяє встановити можливі коливання вологості ґрунту всередині ґрунтових різниць, а при великих розбіжностях в W – виявити причини цих коливань. Картування здійснюється для конкретної культури з урахуванням попередника. Макрорайон на будь-якій карті виділяються методом проведення ізоліній або шляхом виділення однорідних площ за типом ґрунту і її механічного складу. Інтервал між ізолініями вибирається рівним: 10 мм для шару ґрунту 0–20 см і 0–50 см; 25 мм – для шару 0–100 см. Фенологічні карти знаходять широке застосування при оцінці агрокліматичних умов території, а також використовуються в якості індикаторів початку польових робіт і для інших цілей. Принцип і способи фенологічного картування в достатній мірі розроблені і застосовані в роботах В.А. Батманова, Е.В. Безсонової, Н.І. Гук, Н.В. Гулінової, Л.С. Кельчевская, Г.Е. Шульца, Ф. Шнелль. Фенологічна мінливість на території може бути представлена у вигляді різних



фенологічних карт. Карти окремих фенологічних карт. На них наносять середні дати настання певної фази розвитку конкретної культури або рослини і ізолініями відокремлюються території, де дана фаза настає в один і той же час, тобто проводяться ізофен - лінії однакових дат настання фази. За цією карткою можна зняти середню дату настання фази розвитку конкретного рослини. Карта тривалості фенологічного явища. На карту наносять тривалість міжфазного періоду, обчисленої по кожному пункту і проводять ізолінії методом інтерполяції. Карта феноаномалій. На карту наносять відхилення феноаномалій від середніх значень, що спостерігаються в окремі роки, або найбільші відхилення від середньої дати, за весь період спостережень. Для складання перерахованих карт в дрібному масштабі необхідно добре знати закономірності розподілу фенологічних процесів на досліджуваній території. До проведення ізоліній на рівнинній території розглядається мінливість темпів розвитку рослин від широти місця при рівній довготі, потім вона аналізується в залежності від довготи. При цьому будуються графіки залежності фаз розвитку від широти місцевості на певній довготі. Для територій з горбистим і гірським рельєфом складаються графіки залежності термінів настання фаз розвитку конкретної культури від широти і висоти місця. З їх допомогою визначаються висотні градієнти і висоти проходження ізофен в горах. Розвиток рослин знаходяться в прямій залежності від кількості тепла, що надійшов на розглянуту територію, а також від розмаху добових коливань температури повітря. Встановлено, що темпи розвитку рослин уповільнюються з просуванням на північ, а з просуванням із заходу на схід СНД – прискорюються на 1–2 тижні. Наприклад, при просуванні на північ на кожен градус широти цвітіння яблуні запізнюється на 2,5 доби, колосіння ярої пшениці запізнюється на 1,5–2,0 доби. При просуванні в гори темпи розвитку рослин уповільнюються. При цьому необхідно враховувати експозицію хребтів. Відомо, що темпи розвитку сільськогосподарських культур на південних схилах прискорюються, а на північних – сповільнюються на одній і тій же висоті (відмінності можуть становити 1–2 тижні). Вибір інтервалу при проведенні ізофен залежить від густоти мережі станцій, від масштабу фенологічних



карт, а також від мінливості картуємого показника в просторі. На картах в робочому масштабі 1: 5 000 000 і до 1: 2 500 000 ізолінії проводять з інтервалом в 5–10 днів на рівнинних територіях. В окремих випадках на картах більшого масштабу (1: 1 500 000) і для невеликих територій, в межах адміністративної області, можна зменшити інтервал до 2–3 днів. Такий інтервал є граничним і може бути використаний тільки при густій мережі станцій. Через «нестачу місця» на карті в гірських районах доводиться збільшувати інтервал до 10–15 днів (мінімальний інтервал між ізофенами може дорівнювати 4–6 дням). З інших методів фенологічного картування відомий аналітичний метод.

Згідно цього методу карти будуються з урахуванням координат і висоти місця за даними, отриманим шляхом статистичної обробки фенологічних матеріалів. Використовуючи рівняння зв'язку термінів настання явища Y з широтою φ , довготою λ і висотою над рівнем моря h , були побудовані карти дат цвітіння черемхи й колосіння ярої пшениці на Уралі і цвітіння вишні на території СНД. Для цього територія на гіпсометричній мапі розбивалася на ряд невеликих граничних площ. Для кожної площі розраховувалися середня багаторічна фенодата B і рівняння регресії, за яким визначалася багаторічна дата для кожної станції.

2.24. Складання фонових агрокліматичних карт з урахуванням мікроклімату

Класична методика побудови дрібномасштабних кліматичних агрокліматичних карт ефективна для елементів клімату слабо змінюються під впливом неоднорідностей діяльної поверхні. Але є показники клімату сильно змінюються на невеликих відстанях під впливом форм рельєфу, експозиції і крутизни схилів, відмінностей в механічному складі ґрунтів, близькості водойм і морів та ін. До їх числа відносяться показники заморозків, добова амплітуда температури повітря, температура діяльної поверхні і її суми, денна і нічна температури повітря і її суми, середній з абсолютних річних



мінімумів температури повітря і ін. Для цих показників вищевказаний метод картування не ефективний, так як інтервали між ізолініями треба збільшувати так, що іноді втрачається сенс складання карти. В кінці 50-х років І.А. Гольцберг запропонувала метод побудови фонових кліматичних карт в дрібному масштабі, що дозволяє врахувати вплив неоднорідностей діяльної поверхні, тобто мікроклімату. Вона застосувала цей метод при складанні ряду карт показників морозонебезпечності для території колишнього СРСР. Суть методики полягає в наступному.

1. На карті ізолінії проводяться з урахуванням даних лише тих метеорологічних станцій, які розташовані на відкритих рівних місцях поза впливом мікрокліматичних умов. За цим фоновим станціям викреслюються дрібномасштабні карти, що відображають вплив на клімат основних фізико-географічних факторів - широта, довгота, абсолютної висоти над рівнем моря. В горах ізолінії проводяться за даними станцій, розташованих в середніх частинах схилів (ці місця розташування займають найбільші площі).

2. Дані всіх станцій, що відображають вплив неоднорідностей діяльної поверхні і різко виділяються на загальному тлі аналізуються окремо. Їх місце розташування визначають за паспортами станцій і виділяють на карті різнокольоровими кружками. Потім методом інтерполяції опр еделяют відхилення даних кожної станції, що входить в ту чи іншу групу за місцем розташування від ізолінії на карті. Далі ці дані типізуються і складається зведена таблиця мікрокліматичної мінливості того чи іншого показника клімату під впливом форм рельєфу, експозиції і крутизни схилів, строкатості ґрунтового покриву, близькості великих водойм і морів та ін.

Пізніше в 60–70-ті роки метод побудови фонових кліматичних і агрокліматичних карт отримав подальший розвиток в дослідженнях З.А. Міщенко. Вона побудувала фонові карти розподілу добової амплітуди температури повітря (Am), денних і нічних температур повітря і їх сум ($\sum Od$, $\sum On$, $\sum Od$, $\sum On$), середнього з абсолютних річних мінімумів температури повітря ($\sum Om$ для території СНД і країн Балтії).

З.А. Міщенко на основі аналізу експериментальних даних і агрокліматичних розрахунків встановила кількісну зв'язок між



мікрокліматичної мінливості показників теплового режиму від морфометричних характеристик рельєфу (глибина розчленування рельєфу по вертикалі, тобто базисів ерозії ДНм, експозиції і крутизни схилів), а також від ступеня континентальності клімату. Далі була виконана типізація і районування мезо- і мікрокліматичної мінливості Δt , Δd , Δn , $\Sigma \Delta d$ і $\Sigma \Delta n$ вище 10°C , Δm , Δx (температури найхолоднішого місяця) під впливом горбистого і гірського рельєфу на території СНД і країн Балтії.

Вихідні показники клімату розраховуються за середніми багаторічними даними метеорологічних станцій з урахуванням висотних і широтних градієнтів. На додаток до цих кількісним характеристикам використовуються закономірності, що визначають вплив діяльної поверхні (форма рельєфу, експозиції схилів, типи ґрунтів, вплив морів і водоймищ тощо). Вони даються у вигляді таблиць або графіків, що містять мікрокліматичні параметри.

Останні можуть бути отримані на підставі теоретичних розрахунків і спеціальних мікрокліматичних спостережень. Метод картування за допомогою ізоліній в цьому випадку застосовується дуже обмежено, лише в доповненні до методу виділення площ розрізняються за особливостями впливу діяльної поверхні на просторову мінливість картуємих елементів клімату. Кількісна оцінка виділених площ зазвичай проводиться в розгорнутій легендою до карти, часто в табличній формі. Стандарту таких легенд не існує. Їх зміст визначається завданнями, для вирішення яких складається карта. Як картографічних основ використовуються не тільки гіпсометричні карти, але і морфометричні карти рельєфу, а також ґрунтово-ландшафтні. Методика середньомасштабне картування кліматичних і агрокліматичних показників знаходиться в стадії розвитку.

Розглянемо специфіку такого картування на прикладі різних показників клімату. Так в контоні Прімо в Швейцарії склав ряд мезокліматичних карт в робочому масштабі 1: 300 000. Одна з них характеризує розподіл у гірській місцевості тривалості сонячного сйива за теплу пору року. При картуванні враховано вплив висоти місця, експозиція хребтів, зміна освітленості долин в залежності від їх орієнтації. На карті



виділено шість мезорайонів, що розрізняються по ΣSc від менш 1400 годин до понад 1800 годин. З.А. Міщенко [18–19] виконала детальне районування радіаційно-теплових ресурсів на території Молдови в робочому масштабі 1: 400 000.

Оскільки в межах цієї країни актинометричні спостереження проводяться тільки на одній станції, вона застосувала розрахунковий метод. Суть його полягає в отриманні масових даних за сумами сумарної радіації за день і сумами ФАР (ΣQ , $\Sigma Q\phi$) на основі встановлених зв'язків цих показників з тривалістю сонячного сйва (ΣSc) за теплий період, а також з ΣT_d вище $10^\circ C$.

Фонове картування здійснено для основного показника ΣQ із застосуванням методу проведення ізоліній. Далі для кожного мезорайону визначені значення ΣQ , ΣSc і ΣT_d .

Для оцінки мікрокліматичної мінливості ΣQ і $\Sigma Q\phi$ під впливом експозиції і крутизни схилів в складному рельєфі були застосовані перехідні коефіцієнти для перерахунку цих показників з відкритого рівного місця на північні, південні, західні та східні схили крутизною 5, 10, 15, 20° за теплий період з тд вище 10° .

Тема 18. Біологія і технологія вирощування озимих хлібів

2.25. Озима пшениця. Практичне значення

2.26. Озиме жито. Господарське значення

2.27. Озимий ячмінь. Господарське значення

2.28. Тритикале. Господарське значення



2.25. Озима пшениця. Практичне значення

Серед найважливіших зернових культур озима пшениця за посівними площами займає в Україні перше місце і є головною продовольчою культурою. У зерні пшениці міститься велика кількість вуглеводів, у тому числі



до 70% крохмалю, вітаміни В1, В2, РР, Е та провітаміни А, D, до 2% зольних мінеральних речовин. Білки пшениці є повноцінними за амінокислотним складом, містять усі незамінні амінокислоти – лізин, триптофан, валін, метіонін, треонін, фенілаланін, гістидин, аргінін, лейцин, ізолейцин, які добре засвоюються людським організмом. Проте у складі білків недостатньо таких амінокислот, як лізин, метіонін, треонін, тому поживна цінність пшеничного білка становить лише 50% загального вмісту білка.

Це означає, наприклад, що при вмісті білка в зерні 14% ми використовуємо його лише 7%. Тому так важливо вирощувати високобілкову пшеницю. 400–500 г пшеничного хліба та хлібобулочних виробів покриває близько третини всіх потреб людини в їжі, половину потреби у вуглеводах, третину (до 40%) – у повноцінних білках, 50–60% – у вітамінах групи В, 80% – у вітаміні Е. Пшеничний хліб практично повністю забезпечує потреби людини у фосфорі і залізі, на 40% у кальції.

Екологічні та біологічні особливості. Вимоги до температури. Осима пшениця належить до холодостійких культур. Насіння її здатне проростати при температурі посівного шару ґрунту всього 1–2° С, проте за такої температури сходи з'являються із запізненням і недружно. Найбільш інтенсивно ґрунт поглинає воду, яка потрібна для набухання і проростання насіння, при прогріванні ґрунту до 12–20° С. За такої температури і достатній вологості ґрунту (близько 15 мм продуктивної вологи у посівному шарі) сходи з'являються вже на 5–6-й день. Більшість сортів озимої пшениці, районованих в Україні, відносно стійкі проти понижених температур в осінній, зимовий та ранньовесняний періоди. При доброму загартуванні восени вони витримують зниження температури на глибині вузла кущення до 15–18° С морозу, а деякі з них (Миронівська 808) – навіть до мінус 19–20° С. Найвищою холодостійкістю озима пшениця відзначається на початку зими, коли вузли кущення містять максимум захисних речовин – цукрів. Навесні, внаслідок зимового виснаження, вона часто гине при морозах усього близько 10° С. Особливо знижується її холодостійкість при різких коливаннях температури, коли вдень повітря



прогривається до 8–12° С, а вночі, навпаки, знижується до мінус 8–10° С.

Вимоги до вологи. Озима пшениця потребує достатньої кількості вологи протягом усієї вегетації. Як правило, високий урожай її спостерігається при весняних запасах вологи у метровому шарі ґрунту до 200 мм, а на період колосіння – не менше 80–100 мм при постійній вологості ґрунту 70–80% НВ. Вологість, більша за 80% НВ, несприятлива для пшениці, бо погіршується газообмін кореневої системи через нестачу повітря в ґрунті. Транспіраційний коефіцієнт у пшениці становить 400–500, у сприятливі за вологою роки він знижується до 300, у посушливі – підвищується до 600–700.

Вимоги до ґрунту. За даними А. І. Носатовського, коренева система озимої пшениці на родючих ґрунтах здатна проникати на глибину до 2 м. Тому озимій пшениці найбільше відповідають ґрунти з глибоким гумусовим шаром та сприятливими фізичними властивостями, достатніми запасами доступних для неї поживних речовин і вологи з нейтральною реакцією ґрунтового розчину (рН 6–7,5). Найвища урожайність її спостерігається при вирощуванні на чорноземних ґрунтах, на півдні – також на каштанових і темно-каштанових.

Вимоги до світла. Озима пшениця належить до рослин довгого світлового дня. Вегетаційний період її, залежно від району вирощування та особливостей сорту, коливається від 240–260 до 320 днів. Для пшениці має значення також інтенсивність освітлення. При затіненні рослин у загущених посівах нижні стеблові міжвузля надміру витягуються, і пшениця вилягає.

Районовані сорти. В Україні вирощуються переважно сорти, які належать до виду м'якої пшениці. Серед них поширені: у лісостеповій – сорти сильної пшениці: *Альбатрос одеський, Донецька 46, Київська остиста, Коломак 3, Коломак 5, Одеська 162, Одеська 267, Спартанка, Тіра, Юна та ін.*; цінної пшениці: *Веселка, Вікторія одеська, Донецька 48, Збруч, Лютесценс 7, Миронівська 61, Миронівська остиста, Одеська 161, Поліська 90, Струмок, Українка одеська, Ювілейна 75 та ін.*; у поліській зоні – сорти сильної пшениці: *Коломак 3, Тіра.*



Технологія вирощування. Озима пшениця широко вирощується в Україні із застосуванням сучасної інтенсивної технології. Суть останньої полягає в оптимізації умов вирощування пшениці на всіх етапах росту й розвитку рослин. Вона передбачає: розміщення культури після кращих попередників; використання інтенсивних сортів; застосування добрив на заплановану врожайність; роздільне внесення азотних добрив протягом весни за даними ґрунтової і рослинної діагностики; інтегровану систему захисту рослин від бур'янів, хвороб та шкідників; за потребою застосування регуляторів росту (ретардантів), сівбу із залишенням постійних технологічних колій; дотримання високої професійної та виконавської дисципліни механізаторів при виконанні усіх технологічних операцій; організацію біологічного контролю за станом росту і розвитку рослин на основних етапах органогенезу.

Ріст і розвиток рослин. Особливістю озимої пшениці є те, що при сівбі її навесні, одержують добрі сходи, рослини куцяться, але не утворюють стебла і колоса. Для нормального росту і розвитку озима пшениця повинна пройти стадію яровізації за певної температури (0–3° С) впродовж 35–60 днів.

У процесі розвитку озима пшениця проходить такі основні фази:

- 1) *сходи;*
- 2) *куціння;*
- 3) *вихід у трубку;*
- 4) *колосіння;*
- 5) *цвітіння;*
- 6) *достигання (молочна, воскова і повна стиглість).*

Сходи. Найінтенсивніше насіння озимої пшениці проростає за температури 20–25° С. Сходи з'являються в даному випадку через 7–8 днів. Проте оптимальна температура в межах 12–17° С. Тривалість фази сходів у нормальних умовах коливається від 15 до 25 днів.

При пізніх строках сівби рослини входять у зиму, маючи на рослині один-три листки. В такому випадку фаза сходів продовжується навесні при відновленні вегетації, а її загальна



тривалість разом з періодом зимового спокою може становити 100–150 днів.

Одержання високої польової схожості – одне з найважливіших завдань агротехніки, оскільки від неї залежить подальший догляд за посівами і рівень майбутнього врожаю. При вирощуванні озимої пшениці за інтенсивною технологією польова схожість повинна становити 80–90%, тоді як у господарствах, згідно з статистичними даними, вона не перевищує 50–70%, тобто до половини насіння не дає сходів.

Кущіння. Характерною біологічною особливістю хлібних злаків є властивість кущитись. Кущіння – це поява бокових пагонів та вузлових коренів у рослин. Воно настає після утворення 3–4 листків. Найсприятливіша температура для кущіння озимої пшениці 13–18° С, а за 2–4° С кущіння майже припиняється. Вузол кущіння є основним органом, при його відмиранні рослина гине. У ґрунті він розміщується на глибині 1,5–3,0 см і витримує морози до мінус 17–20° С.

Залежно від строку сівби буває осіннє і весняне кущіння. Число стебел на одній рослині прийнято називати **коефіцієнтом кущіння**. За кількістю стебел на одній рослині визначають **загальну кущистість**, а за кількістю стебел, які дають урожай – продуктивну. За два місяці вегетації при теплій погоді і достатніх запасах в ґрунті поживних речовин і води одна рослина може дати до сотні пагонів.

У звичайних умовах високі врожаї формуються за продуктивної кущистості 2–3 стебла. Коефіцієнт кущіння і необхідну густоту продуктивного стеблестою (500–700 шт./м²) можна регулювати з допомогою агротехніки. Загортання насіння на глибину понад 4 см зменшує процес пагоноутворення. Інтенсивність кущіння падає за високих норм висіву, недостатнього забезпечення рослин поживними речовинами і вологою. Кущистість озимої пшениці – це також сортова особливість.

Здатність зернових кущитись потрібно розглядати як позитивну властивість. Більша частина сортів 30–50% урожаю формують на бокових стеблах. На зріджених посівах частка



бічних продуктивних пагонів становить до 60–70% урожаю зерна.

Вихід в трубку. Початком фази вважають момент, коли на головному пагоні з'являється перший стебловий вузол на відстані 2–5 см від поверхні ґрунту. Наступає ця фаза через 25–35 днів після відновлення весняної вегетації. Триває 25–30 днів. Холодна й хмарна погода сповільнює ріст стебла.

Під час виходу в трубку інтенсивно наростає вегетативна маса. Формуються генеративні органи. Тому в цей період росту пшениці необхідно максимум води і поживних речовин. Нестача їх у ґрунті призводить до значного зниження врожаю.

Встановлено, що для одержання високопродуктивних посівів площа листової поверхні на 1 га повинна становити 50–60 тис. м² і більше. Величина листової поверхні і тривалість її фотосинтетичної діяльності залежить від удобрення, норми висіву, сорту та інших агротехнічних заходів. Особливо важливо забезпечити високу фотосинтетичну активність верхнього листка, який дає до 70% асимілянтів.

Колосіння. Одночасно з інтенсивним ростом стебла, внаслідок різкого видовження передостаннього міжвузля, відбувається вихід колоса з піхви верхнього листка, що означає настання фази колосіння. Продовжується формування репродуктивних органів, наростання вегетативної маси і сухої речовини. Інтенсивність ростових процесів залежить від забезпеченості вологою і елементами живлення. Це найбільш ефективний період для обробітку посівів фунгіцидами з метою захисту озимої пшениці від хвороб.

Цвітіння. За нормальних умов вегетації через 4–5 днів після виколювання настає цвітіння, яке триває 3–6 днів. Починається цвітіння з середини колоса й поступово переходить до низу і верхівки колоса. У колоску спочатку цвітуть бокові (нижні) квітки, а потім середні. За перших строків цвітіння утворюється найбільше зерно. Пшениця в основному самозапильна культура.

Фази стиглості. Після цвітіння і запліднення із стінок зав'язі утворюється оболонка зернівки. Ріст стебла, листків і коренів майже припиняється і пластичні речовини надходять



тільки до зерна. Період формування зерна триває 12–16 днів і під кінець цього періоду відмічають настання молочної стиглості. Зерно в цій фазі уже нормальної величини, але ще зелене, молокоподібної консистенції. Вологість зерна в молочної фазі стиглості – 60–40%.

У восковій фазі стиглості консистенція зерна нагадує віск, вологість зерна становить 40–20%. В кінці цієї фази зерно набуває нормального забарвлення, надходження поживних речовин у зерно і його ріст припиняється. У цей період починають роздільне збирання.

За повної стиглості вологість зерна знижується до 20–14%, воно стає твердим і втрачає зв'язок з материнською рослиною. Збирати озиму пшеницю можна прямим комбайнуванням. У разі запізнення з обмолотом найбільш цінне зерно, яке досягає раніше, легко осипається, що призводить до втрат урожаю.

2.26. Озиме жито. Господарське значення

Озиме жито в нашій країні є другою важливою після пшениці культурою. Наявність у житньому хлібі повноцінних



білків, багатих на не-замінні для людей амінокислоти, особливо на лізин, аргінін та ін., великої кількості легкозасвоюваних вуглеводів, а також дуже важливих вітамінів (А, В₁, В₂, В₃, В₆, РР, С), значна калорійність (1 кг житнього хліба забезпечує людину 2481,2 ккал) свідчать про його високу поживність як продукту харчування, особливо при

виконанні людиною фізичної праці.

Екологічні групи. За екологічними ознаками усі сорти жита, які вирощують в Україні, можна поділити на три групи: західноєвропейську, місцеву (степову) та гібридну. Серед озимих культур озиме жито характеризується найвищою



морозостійкістю. У безсніжні зими воно легко витримує морози до мінус 25°C , а при доброму загартуванні йому не шкодить зниження температури повітря до мінус 35°C . Проте озиме жито, особливо тетраплоїдні сорти, недостатньо зимостійке, зокрема малостійке проти випрівання та вимокання. Зерно жита здатне проростати при температурі ґрунту $1\text{--}2^{\circ}\text{C}$, а дружні сходи з'являються при температурі $6\text{--}12^{\circ}\text{C}$. Сума ефективних температур для його проростання становить близько 50°C . Активний ріст рослин восени відбувається до настання стійкого похолодання із середньодобовою температурою $4\text{--}5^{\circ}\text{C}$. Навесні жито раніше відростає, ніж пшениця, і приблизно на $7\text{--}10$ днів швидше досягає.

Процес кущення жита найкраще відбувається при температурі $10\text{--}12^{\circ}\text{C}$, при її зниженні до $4\text{--}5^{\circ}\text{C}$ кущення припиняється. Сума ефективних температур від сходів до кущення жита становить 67°C . У період вегетації сприятливою для жита є температура $18\text{--}20^{\circ}\text{C}$. Дуже чутливе воно до високих температур у період цвітіння – погіршується запилення квіток, спостерігається череззерниця, а при наливанні формується щупле зерно. Сума ефективних температур від початку весняного відростання до досягання становить $1200\text{--}1500^{\circ}\text{C}$, а від проростання насіння до досягання 1800°C . Жито менш вимогливе до вологи, ніж озима пшениця. Воно досить ефективно використовує осінньо-зимові опади і краще витримує весняні посухи завдяки добре розвиненій кореневій системі. Проте в суху осінь сходи бувають досить зрідженими і рослини погано кушаться.

Транспіраційний коефіцієнт у жита нижчий, ніж у озимої пшениці ($340\text{--}420$). Все ж озиме жито досить негативно реагує на ґрунтову й повітряну посуху. Особливо шкодить житу ґрунтова посуха у період трубкування рослин, коли формуються генеративні органи. Суха погода і спека, а також затяжні дощі у період цвітіння негативно впливають на запилення квіток, що викликає череззерницю. Попередники. Порівняно з озимою пшеницею жито менш вибагливе до попередників, у тому числі й до повторного вирощування.



2.27. Озимий ячмінь. Господарське значення



Зерно озимого ячменю, яке містить у середньому понад 12% білка, до 65% БЕР, близько 2,1% жиру, використовують як концентрований корм (в 1 кг його 1,2 корм. од. і 100 г перетравного протеїну), для виробництва круп, а також у

пивоварній промисловості; соломі (в 1 ц 36 корм. од.) і полові згодують худобі у вигляді грубих кормів. Вирощують його також у зеленому конвеєрі. Озимий ячмінь має певні переваги над ярим: при нормальній перезимівлі більш урожайний; досягає раніше, ніж ярий ячмінь (на 10–16 днів), що дає змогу поліпшити забезпечення тварин концентратами у період літнього вичерпання минулорічних резервів зерна. Серед озимих культур озимий ячмінь є найменш морозостійким. Він гине вже при зниженні температури біля вузла кушення до мінус 12–14° С.

Особливо різко знижується його стійкість проти низьких температур та інших несприятливих умов зимівлі при ранніх строках сівби. Це пов'язано з тим, що в нього коротша стадія яровизації (35–45 днів), ніж в озимій пшениці та жита (40–65 днів).

Дуже шкодить озимому ячменю різка зміна температур у зимовий і ранньовесняний періоди. Добре витримує високі літні температури (понад 35° С), мало терпить на півдні у дні тривалої спеки. Відзначається високою посухостійкістю протягом всього періоду вегетації. Транспіраційний коефіцієнт рідко перевищує 400. При нестачі вологи в ґрунті і суховіях більш стійкий проти запалу, ніж інші злакові культури.

Озимий ячмінь рано навесні швидко йде в ріст і, як наслідок, у нього скорочується вегетаційний період. Він на 6–9 днів швидше досягає, ніж озима пшениця, і на 12–16 днів раніше, ніж ярий ячмінь. Тому в нього ще до настання літньої спеки формується більш виповнене зерно. Швидше розвивається



в умовах довгого світлового дня. На відміну від ярого ячменю, цвітіння відбувається після виходу колоса з листової трубки. Вегетаційний період в озимого ячменю, залежно від умов вирощування, становить 230–290 днів.

В Україні поширеними районованими сортами озимого ячменю є: Бемір 2, Барвінок, Буран, Вавилон, Манас, Миронівський 87, Одеський 165, Одеський 167, Основа, Радон, Резонанс, Тамань, Тайна, Фермер та ін. Серед сортів озимого ячменю трапляються так звані «дворучки», які дають урожай як при осінній, так і при весняній сівбі (Тайна, Росава).

2.28. Тритикале. Господарське значення



Тритикале – новий рід у родині злакових. Створене селекціонерами схрещуванням пшениці й жита ще наприкінці XIX ст. в Німеччині. Назва злаку походить від поєднання початку родової назви пшениці (*Triti...*) і закінчення родової назви жита (*...cale*). Тритикале є проміжною між пшеницею і житом формою рослин.

Колос поєднує в собі багатоколосковість жита з багатоквітковістю колоска пшениці. Цінні ознаки тритикале – крупне зерно з високим вмістом білка (13–18%) та лізину, комплексний імунітет до грибних захворювань, висока зимостійкість, великий потенціал продуктивності, здатність рости на бідних ґрунтах та ін.

Пшенично-житні амфідиплоїди дуже молоді в еволюційному відношенні рослинні форми, тому в них є недоліки: не завжди достатня зимостійкість, важко обмолочується, висока череззерниця, низька якість борошна та ін. Існують озимі і ярі форми тритикале. Селекцією його займаються в Європі, США та інших країнах. Завдяки добре розвиненій кореневій системі, яка вже після проростання зерна обганяє в рості пшеничну, а також наявності на пагонах



значного воскового нальоту тритикале переважає за посухостійкістю озиму пшеницю.

Особливо цим відзначаються сорти АДМ-8, Київське раннє, Амфіплоїд 296, які добре витримують посуху протягом усієї вегетації. Проте у більшості інших сортів у посушливу погоду в період інтенсивного росту вегетативної маси (у фазі трубкування і ще більшою мірою під час формування і наливання зерна, коли нестача вологи затримує ріст зерна і відкладання в ньому органічних речовин) формується дрібне зерно, маса 1000 шт. якого не перевищує 35–40 г замість звичайної маси близько 50–55 г.

Сприятлива для тритикале вологість ґрунту 70% НВ. За морозостійкістю тритикале займає проміжне місце між озимою пшеницею і житом, витримує зниження температури на глибині залягання вузла кущення до мінус 17–19° С, інколи і до мінус 20° С, а за зимостійкістю більше наближається до озимої пшениці. Коренева система тритикале відзначається достатньо високою здатністю до засвоєння поживних речовин з ґрунту, тому його можна з успіхом вирощувати не тільки на родючих, а й на бідних ґрунтах.

Сприятливою реакцією ґрунтового розчину для нього є нейтральна або слабкокисла (рН 5,5–7,0). Тритикале добре кущиться, утворюючи по 3–7 пагонів на одну рослину навіть у загущених посівах, а в зріджених – до 14–17 і більше. Протягом вегетації росте досить інтенсивно, формує більшу надземну масу, ніж пшениця. Як і в пшениці, у тритикале переважає самозапилення, проте залежно від його форм і погоди перехресне запилення може становити від 5–10 до 40%. Тритикале відзначається більш тривалим періодом від колосіння до цвітіння (7–9 днів) порівняно із пшеницею (2–5 днів). Вегетаційний період залежно від сорту й умов вирощування становить у тритикале від 250 до 325 днів. Районовані сорти: зернового тритикале – *АДМ-4, АДМ-5, АДМ-8, АДП-2, Амфіплоїд 42, Амфіплоїд 60, Київське раннє, Zenit одеський та ін.; кормового – Амфіплоїд 44, Простор та ін.* У 1995 р. в Україні вперше районовано зерновий сорт ярого тритикале – Аїст харківський, який висівають на малих площах у Лісостепу та на Поліссі.



Тема 19. Біологія і технологія вирощування ранніх ярих зернових культур

2.29. Пшениця яра. Господарське значення

2.30. Жито яре. Ячмінь ярий. Господарське значення

2.31. Овес. Господарське значення

2.29. Пшениця яра. Господарське значення

Пшениця яра є однією з найцінніших продовольчих культур. Її широко використовують у хлібопекарському та кондитерському виробництві.



У лісостепових районах достатнього зволоження і в Прикарпатті яра пшениця, висіяна після просяних культур (картоплі, цукрових буряків, кукурудзи), часто урожайніша, ніж озима. Врожайність зерна в середньому за чотири роки становила 30,8, а в найсприятливішому з них – 48 ц/га.

У виробництві поширені два види пшениці ярої: м'яка (*T. aestivum*) і тверда (*T. durum*). У посівах всюди переважає м'яка пшениця. Тверді пшениці займають 10–15% площі посівів ярої пшениці. Сорти твердої пшениці вирощують переважно в посушливих степових південних і південно-східних областях країни. Досить високі врожаї мають і на перегнійно-карбонатних ґрунтах лісостепових районів.

Тверда пшениця більш вибаглива до родючості ґрунту, ніж м'яка. Високі врожаї її збирають на окультурених і чистих від бур'янів ґрунтах. Вона досягає пізніше, ніж м'яка, що дає змогу краще використовувати робочу силу в господарствах.

Стійкість пшениці ярої проти вилягання у досить вологих районах – важливий показник сорту, особливо при механізованому збиранні. Для степових районів потрібно добирати сорти, стійкі проти ґрунтової посухи і суховіїв.



Сорти. В Україні найпоширеніші такі сорти пшениці м'якої. Білоруська 12 – урожайний, середньостиглий, стійкий проти вилягання сорт. врожайний. Схильний до ураження борошнистою росю. Хлібопекарські якості середні. Районований у лісостеповій і поліській зоні. Впроваджується сорт Рання 93. Миронівська яра – урожайний, середньостиглий, досить посухостійкий сорт. Борошномельні і хлібопекарські якості середні і добрі. Районований у лісостеповій і поліській зонах. Іволга – сорт створений індивідуальним відбором у Тимірязєвській сільськогосподарській академії (Росія). Середньоранній. Стійкий проти вилягання та обсипання, досить посухостійкий. Високоврожайний. Районований у польській зоні. у Рівненській області – Воронезька 6.

Найпоширенішим сортом ярої твердої пшениці в Україні є Харківська 46. Високоврожайний, досить посухостійкий сорт. Районований у лісостепових і степових районах України. Останнім часом районовані сорти ярої твердої пшениці Харківська 23 для степової зони і Луганська 7, Харківська 37 – для лісостепової зони.

Біологічні особливості. Різні сорти пшениці ярої неоднаково вибагливі до ґрунтово-кліматичних умов. До тепла пшениця яра невибаглива. Насіння її починає проростати за температури 1–2° С, сходи з'являються за температури 4–5° С через 20, а за 10° С – через 8–10 діб. Сходи ярої пшениці стійкі проти весняних приморозків. Зниження температури до мінус 10° С молоді рослини переносять добре. Оптимальна температура для кушіння пшениці ярої 10–12° С. Низька тривала температура під час кушіння позитивно впливає на розвиток кореневої системи і врожай зерна. У фази колосіння і молочної стиглості оптимальною вважається температура 16–22° С.

До вологи пшениця яра більш вибаглива, ніж ячмінь, і менш вибаглива, ніж овес. Кущистість її значною мірою залежить від умісту вологи і поживних речовин у ґрунті. За достатнього зволоження ґрунту яра пшениця переносить підвищення температури до 30° С без зниження врожаю. На сухих піщаних та супіщаних дерново-підзолистих ґрунтах вологолюбні сорти м'якої пшениці мають менш тривалий вегетаційний період і



значно знижують урожай. Підвищення температури повітря до 36°C у період наливання зерна дуже часто спричинює запал зерна ярої пшениці, що зменшує її врожайність.

Насіння ярої м'якої пшениці добре проростає при вбиранні води, кількість якої становить 30–60% маси сухого зерна. Насіння твердої пшениці потребує води для проростання на 5–7% більше. Тверді пшениці краще переносять повітряну посуху, оскільки вони мають довгі остюки, які ослаблюють вплив суховіїв на зерно. Транспіраційний коефіцієнт м'якої пшениці становить 420, а твердої – 400.

Пшениця яра має короткий вегетаційний період, слабкорозвинену кореневу систему, тому досить вибаглива до родючості ґрунту. Високі врожаї ярої пшениці вирощують на чорноземах, окультурених темно-сірих і сірих опідзолених ґрунтах з достатнім вмістом поживних речовин. Легкі піщані й супіщані, а також дерново-підзолисті ґрунти малоприсадибні для її вирощування. Однак впровадження інтенсивних систем землеробства, внесення гною і мінеральних добрив, висівання люпину на зелене добриво, а також вапнування значно поліпшують властивості цих ґрунтів і сприяють вирощуванню досить високих урожаїв ярої пшениці. На карбонатних чорноземах особливо високоврожайні сорти твердої пшениці.

2.30. Жито яре. Ячмінь ярий. Господарське значення

Жито яре маловибагливе до ґрунтово-кліматичних умов. Вирощують його на легких піщаних і супіщаних ґрунтах, осушених торфовищах, а також на повоосвоєваних землях.

Урожайність жита ярого нижча, ніж озимого, тому воно малопоширене. Висівають жито яре на Передкарпатті та гірських районах Карпат. Придатне воно також для сумішок з озимим



житом, зернобобовими культурами, які вирощують на зерно або зелений корм. Найпоширенішими сортами жита ярого є Онохойське, Тулунське, Кабардинське.

Ячмінь використовують як продовольчу, технічну і кормову культуру. З нього виготовляють крупу і борошно. Зерно ячменю широко використовують у пивоварній і спиртовій промисловості.

Ботанічна характеристика. Ячмінь (*Hordeum L.*) – однорічна рослина. Суцвіття – колос. Коренева система в ячменю мичкувата. Зерно проростає зародковими корінцями, яких буває 4–7. Сходи ячменю сизувато-зелені, стебло – порожнє, 50–140 см заввишки, з 4–6 вузлами. Листки ячменю значно ширші, ніж у пшениці. Язичок короткий, без зубчиків. Вушка досить великі, охоплюють соломину і заходять одне за одне. За наявністю вушок і язичків ячмінь на початку вегетації легко відрізнити від пшениці та вівса.

Квітки ячменю двостатеві. Ячмінь – самозапилна рослина. Цвітіння у нього відбувається перед колосінням. У жарку погоду цвіте після колосіння, тому можливе й перехресне запилення. Зерно зростається з квітковими лусками (плівчасте) або голе, досить широке і стиснуте з спинного боку.

Культурний ячмінь (*Hordeum sativum* Lessen) поділяють на три підвиди. У ячменю дворядного (*H. distichum L.*) з трьох колосків, розміщених на виступах стрижня, розвивається і плодоносить лише середній, а бічні – неплідні.

Колоски ячменю багаторядного (*H. vulgare Vav.*) усі плідні. Залежно від будови колоса і розміщення колосків багаторядний ячмінь поділяють на дві групи. Правильно шестирядний (*H. hexastichum L.*), або шестигранний, ячмінь має щільний колос. Поперечний розріз шестирядного ячменю має вигляд правильного шестигранника. У неправильно шестирядного, або чотиригранного, ячменю колос менш щільний, а середні колоски кожного виступу притиснуті до колосового стрижня. Поперечний розріз колоса має вигляд чотирикутника. У ячменю проміжного (*H. intermedium L.*) на окремих виступах стрижня утворюється 1–3 плідних колоски. Цей підвид іноді трапляється в районах Малої Азії та Африки.



В Україні вирощують дво- і багаторядний підвиди ячменю. Різновидів ячменю багато. Вони різняться плівчастістю зерна (голі або плівчасті), щільністю колоса, остистістю, зазубленістю остюків, забарвленням колоса тощо. Найпоширенішими різновидами ячменю є нутанс (*nutans*) і медікум (*medicum*). Різновид ячменю нудум (*nudum*) — голозерний, цінніш піч вирощування на крупу і кофе, має незначне поширення. Різновид нігрум (*nurtum*) трапляється рідко. Плівчастість дворядного ячменю становить 9–11, а багаторядного – 10–13%. Зерно багаторядного ячменю різне щодо крупності, оскільки бічні зернини дрібнішого та дещо викривлені біля основи.

Шестирядний ячмінь урожайніший порівняно з дворядним лише в умовах короткого вегетаційного періоду, зокрема на пісних ґрунтах та в гірських районах. Його використовують для перероблення на крупу та для кормових цілей.

Сорти. У виробництві найпоширеніші сорти дворядного ячменю, які врожайніші, менше обсіпаються і більш придатні для механізованого збирання, ніж багаторядні.

В Україні найпоширеніші такі сорти ячменю. Одеський 100 середньостиглий, посухостійкий, дуже кущиться, хворобами уражується середньо. Сорт інтенсивного піну, пластичний. Поширений у зонах Лісостепу та Степу. Миронівський 22 – середньостиглий, стійкий проти вилягання, хворобами уражуються середньо. Сорт інтенсивного тину. високоврожайний. Пивоварні та круп'яні якості добрі. Районований у зоні Лісостепу та Степу. Донецький 9 – високоврожайний, середньостиглий, досить посухостійкий. Зерно вирівняне, крупне. Районований у зоні Степу. Оболонь – середньопізній. Пивоварний. високоврожайний. Придатний для інтенсивної технології вирощування. Районований у зонах Лісостепу і Полісся. Одеський 151 – середньостиглий, високоврожайний цінний сорт. Районований у зоні Степу. Рось – середньоранній, стійкий проти обсіпання і вилягання. Посухостійкість середня. Зерно крупне, пивоварні якості високі. Районований у зонах Полісся і Лісостепу. Прими Білорусі – середньостиглий, стійкий проти обсіпання і вилягання. Зерно



крупне, еліптичної форми. Маса 1000 зерен – 37–48 г. Районований у зонах Лісостепу і Полісся.

З інших сортів у деяких областях районовані сорти Харківський 112, Стяг, Зерноградський 385, Одеський 131, Одеський 82, Подільський 14, Прерія, Тюрінгія, Пеяс, Миронівський 86 та ін.

Біологічні особливості. Ячмінь – маловибаглива до тепла культура. Насіння його проростає за температури 1–2° С, оптимальна температура проростання – близько 20° С. Весняні приморозки мінус 5–7° С молоді сходи переносять досить добре, проте тривале похолодання навесні негативно позначається на рості й розвитку рослин. У період цвітіння ячмінь дуже чутливий до невеликих приморозків. Найбільш холодостійкими є місцеві сорти. Як уже зазначалося, ячмінь має короткий вегетаційний період. Під час наливання зерна він краще переносить високу температуру (38–40° С), ніж пшениця, тому його вирощують у південних районах.

Тут він досягає до настання суховіїв, тому менше терпить від запалу, ніж інші зернові культури. У посушливих районах урожайніший, ніж пшениця. Транспіраційний коефіцієнт ячменю невисокий – 300–400. До посухи менш чутливий, ніж овес. Досить високі врожаї ячменю збирають за умов помірного і досить вологого клімату. До нестачі вологи ячмінь найбільш чутливий у фазі виходу в трубку. Велика кількість опадів після колосіння буває причиною того, що бічні стебла (підгін) починають рости і колоситись. На таких стеблах нормальне зерно не утворюється, внаслідок чого збільшується кількість недовиповненого зерна, що знижує цінність пивоварного ячменю.

Ячмінь належить до рослин довгого світлового дня. Він кушиться сильніше, ніж овес і яра пшениця, вибагливіший до родючості ґрунту, ніж овес. Високі врожаї його збирають на окультурених ґрунтах з достатнім вмістом гумусу і поживних речовин. Кращими ґрунтами для вирощування ячменю є чорноземи з глибоким орним шаром і достатнім вмістом поживних речовин. Дуже важкі глинисті або легкі піщані ґрунти менш придатні для нього. Не досить вибагливі до родючості



ґрунтів багаторядні сорти ячменю. Досить високі врожаї їх збирають і на менш родючих легких та на осушених торфових ґрунтах.

2.31. Овес. Господарське значення

Овес вирощують переважно як зернофуражну культуру. Його зерно є цінним концентрованим кормом для коней і молодняку великої рогатої худоби, а також для свійської птиці.

Високі врожаї вівса вирощують на осушених торфових болотах. На великих площах висівають овес на зелений корм у суміші з ярою викою, кормовим горохом чи кормовим люпином.



Це подовжує період використання вівса до фази молочної стиглості, коли вихід кормових одиниць найбільший (поживність 1 кг зерна вівса прийнято за 1 кормову одиницю).

Овес – культура помірного, досить вологого клімату. З усіх зернових культур він найвибагливіший до наявності вологи. Значні площі овес займає у районах достатнього зволоження Росії, у Нечорноземній зоні, Білорусі, поліських і лісостепових районах України. У Карпатах посіви вівса розміщують до висоти 1200 м над рівнем моря, у посушливих районах – на осушених болотах, у долинах річок. У північних районах він за посівними площами займає друге місце після ячменю.

Серед зернофуражних культур на Поліссі, зокрема на торфових болотах, у гірських районах Карпат овес за врожайністю перевищує ячмінь, а в лісостепових поступається перед ним. За багаторічними даними, врожайність вівса на більшості державних сортостанцій становить 30–45 ц/га.

Ботанічна характеристика. Розрізняють ярі й озимі форми вівса. Озимий овес вирощують в умовах м'якого клімату Західної Європи (Велика Британія, Франція, Бельгія). В Україні



вирощують ярий овес. Найпоширеніший у виробництві овес звичайний, або посівний (*A. sativa* L.). З інших видів вівса у середземноморських країнах вирощують візантійський (*A. bysantina* C. Koch.), який добре переносить посуху і засолення ґрунту. У північно-західних районах Росії та в країнах Західної Європи трапляється піщаний овес (*A. strigosa* Schred.) у культурі та як бур'ян у посівах зернових. Від звичайного вівса він відрізняється тим, що нижня квіткова луска у нього закінчується двома остеподібними загостреннями.

Поширені також дикі види вівса – вівсюг звичайний (*A. fatua* L.) і південний (*A. Ludoviciana* Dur.). Вівсюг біля основи зернівки має спеціальне зчленування – підківку, яке утворюється внаслідок потовщення нижньої частини квіткових лусок. Зерно його легко випадає з колоскових лусок під час достигання. У зерна культурного вівса такої підківки немає. Зазначена особливість вівсюга сприяє швидкому засміченню ґрунту його насінням. Зернини вівсюга мають грубі колінчасто-вигнуті ості, які скручуються і розкручуються залежно від вологості, що сприяє заглибленню насіння в ґрунт. Овес – самозапильна рослина, проте можливе і перехресне його запилення.

Сорти і різновиди. Звичайний посівний овес поділяють на плівчасту і голозерну форми. Урожайніша плівчаста форма, яка займає найбільші площі. Голозерний овес малопоширений. У нього великі багатоквіткові колоски з м'якими плівками, зерно під час обмолоту легко випадає з них (у плівчастого квіткові плівки тверді). Голозерний овес вибагливий до вологи.

Різновиди вівса різняться будовою волоті, забарвленням квіткових лусок (білі, жовті, коричневі), остистістю колосків. У волотях безостих форм не більше 25% остистих колосків. У вологі роки остистість менша, а в посушливі та за низької агротехніки остистість одного і того самого сорту збільшується.

В Україні найпоширеніший білозерний овес, який має крупне зерно і досить грубе стебло. У жовтозерного вівса зерно дрібніше, менш плівчасте, більший вміст жиру і вітамінів. Він посухостійкіший, ніж білозерний. Коричневий овес вирощують на осушених болотах Нечорноземної зони, а сірозерний трапляється у передгірних районах Автономної Республіки



Крим. Одногривий овес має міцну, більш стійку проти вилягання соломину, досягає рівномірніше, менше обсіпається, стійкий проти летючої сажки і досить пізньостиглий.

Найпоширеніші в Україні такі сорти вівса. Буг – середньостиглий, посухостійкий, інтенсивного типу. Стійкий проти вилягання. Уражується корончастою іржею, стійкий проти ураження сажкою. Високоврожайний. Районований у лісостеповій і поліській зонах. Скакун – середньостиглий, інтенсивного типу. Стійкий проти вилягання, обсіпання, відзначається підвищеною стійкістю проти засухи. Зерно крупне, вирівняне. Районований у лісостеповій і степовій і поліській зонах. Кубанський – ранньостиглий, середньостійкий проти вилягання, високоврожайний. Поширений у степовій поліській зонах. Астор – завезений з Нідерландів. Середньостиглий і високоврожайний. Стійкий проти вилягання. Малостійкий проти стеблової іржі. Незначно пошкоджується шведською мухою. Поширений у лісостеповій і поліській зонах. Крім того, у деяких областях вирощують овес сорту Чернігівський 27, Львівський 1, Абель, Факір, Синельниківський 1321.

Біологічні особливості. Овес – культура помірного, досить вологого клімату. Насіння його починає проростати за температури 2–3° С, молоді рослини добре переносять весняні приморозки до мінус 6–8° С. Порівняно короткий вегетаційний період (90–100 діб), невибагливість до тепла сприяють поширенню його у північних районах. До високих температур овес дуже чутливий, тому у південних степових районах його вирощують на незначних площах. У разі підвищення температури до 38–40° С овес потерпає від запалу.

Транспіраційний коефіцієнт вівса 475, тому він менш стійкий проти посухи, ніж ячмінь або пшениця. Найбільші врожаї вівса вирощують у районах з достатньою кількістю опадів у першій половині літа. Овес – рослина довгого дня, тому в північних районах період його вегетації скорочується. Стадія яровизації вівса триває 10–12 діб за температури 2–5° С.

Овес має добре розвинену кореневу систему, менш вибагливий до родючості ґрунту, ніж пшениця та ячмінь. Окремі корені проникають у ґрунт на глибину до 2 м. Коренева система



Його рівномірніше засвоює поживні речовини з ґрунту. Досить високі врожаї вівса вирощують на піщаних зв'язних ґрунтах, чорноземах і торфовищах. Овес краще за інші зернові переносить кислотність ґрунту. Солонцюваті ґрунти для його вирощування малопридатні.

Тема 20. Біологія і технологія вирощування пізніх ярих зернових культур

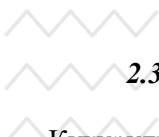
2.32. Кукурудза. Господарське значення

2.33. Сорго. Господарське значення

2.34. Просо. Господарське значення

2.35. Рис. Господарське значення

2.37. Гречка. Господарське значення



2.32. Кукурудза. Господарське значення

Кукурудзу вирощують як зернову, кормову і технічну культуру. Вона характеризується універсальністю використання і високою врожайністю. В Україні кукурудзу вирощують переважно як кормову культуру.

Багато господарств України на великих площах збирають



по 50–60 ц/га зерна та по 300–500 ц/га зеленої маси кукурудзи, а в передових – по 70–100 ц/га зерна і більше. Урожайність зеленої маси становить 300–400, а на зрошуваних землях — 600–700 ц/га і більше. Велике значення для зниження затрат праці на одиницю продукції та

підвищення врожайності кукурудзи має впровадження комплексної механізації.



Підвиди кукурудзи. За прийнятою класифікацією кукурудзу поділяють на 9 підвидів, або груп: зубоподібну, кременисту, крохмалисту, напівзубоподібну, розлусну, цукрову, крохмалисто-цукрову, воскоподібну і плівчасту. Підвиди різняться за формою і плівчастістю зерна та розміщенням у зерні борошністої і рогоподібної частин ендосперму.

Зубоподібна. Зерно крупне, видовжено-призматичне, стиснене з боків, з ямкою на верхівці. За формою нагадує кінський зуб. Рогоподібний ендосперм розміщений по боках, а борошністий заповнює центральну частину і верхівку зернин. При висиханні зернини крохмалиста верхівка зморщується і втягується всередину. До цього підвиду належить багато пізньостиглих і високоврожайних сортів і гібридів.

Кремениста. Зерно блискуче, округле, стиснене з боків, всередині борошністе, рогоподібний ендосперм розміщений по колу. До цього підвиду належать найбільш скоростиглі сорти з підвищеним вмістом білка у зерні. Вирощують переважно на зерно для кормових і продовольчих цілей. Кременисті сорти кукурудзи мають значне поширення.

Крохмалиста. Зерно подібне до зерна кременистої, з матовою — округлою поверхнею, заповнене борошністим ендоспермом (рогоподібного ендосперму немає або є незначна його кількість у верхній частині). Вміст крохмалю становить до 82, білка – 7–12%. Мас великий зародок з підвищеним вмістом жиру. Зерно цього підвиду придатне для крохмале-патокової і спиртової промисловості.

Напівзубоподібна. Зерно подібне до зерна зубоподібної, відрізняється більш розвиненим рогоподібним ендоспермом і меншою ямкою на верхівці. Створена у результаті схрещування зубоподібної і кременистої кукурудзи. Трапляється на Північному Кавказі, в Закарпатті.

Розлусна. Зерно дрібне, блискуче, з сильно розвиненим рогоподібним ендоспермом, борошністої частини дуже мало. При підсмажуванні зерно розтріскується, утворюючи білі пластівці. Використовується для виготовлення крупи і пластівців. Містить від 10 до 14% білка. У виробництві поширений сорт Рисовий 645.



Цукрова. Зерно крупне, зморщене, заповнене напівпрозорим рогоподібним ендоспермом. Містить багато декстрину, солодке на смак. Цукрову кукурудзу вирощують переважно як городню культуру.

Крохмалисто-цукрова. Зерно з воскоподібним ендоспермом. Характеризується підвищеним вмістом цукру, тому цінна для споживання. Вирощують на Далекому Сході.

Воскоподібна. За будовою подібна до кременистої, але має твердий зовнішній шар ендосперму, який за консистенцією нагадує твердий віск. На відміну від кременистої кукурудзи її зерно матове. Мало поширений підвид. Вирощують для отримання декстрину.

Плівчаста. Колоскові луски сильно розвинені і повністю вкривають зернину. Господарського значення не має.

У господарствах найпоширеніші сорти та гібриди зубоподібної і кременистої кукурудзи. Кременисту кукурудзу вирощують для виготовлення борошна і крупи, а також на корм.

Гібриди кукурудзи. В Україні широко впроваджені у виробництво гібриди кукурудзи, які за врожайністю значно перевершують районовані сорти. Створення гібридів ґрунтується на явищі гетерозису — підвищеної життєздатності і, отже, підвищеної врожайності покоління. Гібридне насіння кукурудзи отримують запиленням одного сорту або лінії кукурудзи пилком іншого сорту, простого гібрида або лінії. За масового використання насіння гетерозисних гібридів урожай збільшується на 20–30% порівняно з урожаєм чистих сортів.

Залежно від вихідних форм, взятих для схрещування, гібриди кукурудзи мають відповідні назви. Міжсорткові гібриди створюють схрещуванням двох сортів.

Сортолінійні отримують схрещуванням сорту і самозапильної лінії. Лінія – це покоління однієї самозапильної рослини. У кукурудзи лінії отримують примусовим, повторюваним у кількох поколіннях запиленням жіночого суцвіття пилком цієї самої рослини. Прості міжлінійні гібриди утворюються після схрещування двох самозапильних ліній.

Подвійні міжлінійні отримують схрещуванням двох простих лінійних гібридів.



Під час добору батьківських форм для схрещування материнська має бути скоростиглішою. Якщо материнською формою є пізньостиглий сорт, пилок з батьківської форми обсіплеться раніше, ніж материнська зацвіте.

Досліди і практика показують, що найбільші прирости врожаю дають гібриди першого покоління. У другому і наступних поколіннях урожай їх знижується. Тому для сівби використовують переважно гібридне насіння першого покоління. Проте не всі гібриди дають більш урожайне потомство, ніж вихідні батьківські форми. Досліди показали, що кращі міжсортіві гібриди мають від схрещування сортів різних підвидів і різновидів, наприклад зубоподібної і кременистої кукурудзи.

Гібриди. В Україні поширені такі гібриди. Одеський 80МВ – середньоранній, урожайний. Зерно середніх розмірів, жовте і біле, зубоподібне, стрижень червоний. Рослини високорослі – до 220 см. Районований у степовій і лісостеповій зонах. Дніпровський 273АМВ – створений схрещуванням простого гібрида Дніпровський 19М з лінією 502 МВ у ВНДІК. Середньоранній. Вегетаційний період від появи сходів до повної стиглості становить 118–126 діб. Посухостійкість середня, холодостійкість висока. Високоврожайний. Районований у степовій і лісостеповій зонах. Дніпровський 203МВ – отриманий схрещуванням сортів Крос 200М і Дружба МВ. Гібрид ремонтантного типу, ранньостиглий, холодостійкість і посухостійкість середні. Стійкий проти вилягання і пошкодження пухирчастою сажкою і стебловими гнилями. Висота рослин 215–225 см. Зерно кременисто-зубоподібне, жовте. Районований у степовій, лісостеповій і поліській зонах.

Ювілейний 60МВ - створений схрещуванням міжлінійного гібрида Мир М (ЦГ 10М x Ф115 x ЧК218МВ). Середньоранній. Посухо- і холодостійкість добрі. Зерно зубоподібне, жовте і біле. Районований у лісостеповій і поліській зонах.

Дніпропетровський 31 ОМ В – створений схрещуванням міжлінійного гібрида Дніпропетровський 25М (502М x 3433М) із самозапильною лінією ДС 103МВ. Середньостиглий. Висота



рослин 210–236 см. Стійкий проти вилягання. Зерно зубоподібне, жовте. Поширений у степовій і лісостеповій зонах.

Сорти. У виробництві вирощують і використовують для годівлі сільськогосподарських тварин сорти зубоподібної і кременистої кукурудзи, а для продовольчих цілей – лише кременистої. Поширеність цих сортів кукурудзи пояснюється скоростиглістю, високою врожайністю та якістю зерна. Однак найпоширеніші такі сорти. Колективний 225МВ – створений схрещуванням простого міжлінійного гібрида Піонер 3978М (П346М х П502М) з лінією С0125 МВ7. Середньоранній. Вегетативний період від появи сходів до повної стиглості – 110–135 діб. Хворобами уражується слабо. Придатний для вирощування за інтенсивною технологією. Районований у лісостеповій і поліській зонах. Одеська 10 – пізньостиглий, високорослий сорт. Зерно жовте, зубоподібне, крупне. Качани великі. Достигає лише на півдні. Поширений у південних областях. Закарпатська жовта зубоподібна – високоврожайний, середньопізній, високорослий сорт. Зерно жовте, стрижень червоний. Добре переносить похолодання, що бувають у першій половині травня. Поширений у Закарпатській, Івано-Франківській та Львівській областях.

Сорти кукурудзи є вихідним матеріалом для створення самозапильних ліній, а також батьківськими формами для отримання гібридів.

Для використання кукурудзи на силос важливе значення має відповідний добір сортів і гібридів. Найбільші врожаї зеленої маси і зерна дають пізньостиглі сорти, особливо зубоподібної кукурудзи. Рослини цього різновиду мають міцні стебла, добре розвинене повітряне коріння, великі качани. Проте насіння цих сортів достигає тільки у південних районах України.

Щоб подовжити період силосування і використання на зелений корм, у господарствах висівають гібриди і сорти кукурудзи з різними строками досягання у сумішах із кормовими культурами, багатими на білок. Збільшують також площі під високоврожайними простими гібридами.

Біологічні особливості. Мінімальна температура проростання насіння кукурудзи становить 8° С, дружні сходи



з'являються за 10–12° С. За нижчої температури поява сходів відбувається повільно, нерівномірно, багато проростків гине. Для подальшого росту і розвитку кукурудза потребує температури не нижче 16° С. Від початку сівби до викидання волотей оптимальна температура має бути 20–25° С. Температура понад 35° С у період цвітіння кукурудзи негативно позначається на розвитку рослин. Ця культура дуже чутлива до зниження температури навесні. При 4° С і нижче ріст її припиняється, рослини жовтіють. Сходи за температури мінус 3° С і нижче гинуть. Приморозки у вересні шкідливі для кукурудзи у фазі молочної стиглості.

Кукурудза у різних фазах розвитку потребує неоднакової кількості вологи. Вона менш вибаглива до вологи у першій половині вегетації і значно більше вологи потребує у період цвітіння та формування зерна. Кукурудза добре використовує вологу літніх опадів, яка для озимих і ярих зернових має менше значення.

У кукурудзи сильно розвинена і розгалужена коренева система та досить низький транспіраційний коефіцієнт (220–300), тому вона належить до посухостійких культур. Однак з одиниці площі кукурудза використовує більше вологи, ніж інші зернові культури (вона більш урожайна). Щоб виростити врожай 35–40 ц/га зерна і 700–800 ц/га зеленої маси, потрібно, щоб улітку було майже 300 мм опадів.

Кукурудза значно більше потребує сонячної енергії, ніж зернові колосові та інші культури. У затінених місцях та за тривалої хмарної погоди період вегетації кукурудзи подовжується, а врожай знижується. На загущених посівах рослини затінюються, що негативно впливає на їх ріст і розвиток.

Протягом місяця після появи сходів росте повільно і досягає висоти 25 см. Найбільші прирости вегетативної маси спостерігаються перед викиданням і в період викидання волоті. У теплі літні дні за достатньої вологості ґрунту добові прирости стебла у висоту досягають 10–14 см. Під час цвітіння приріст стебла сповільнюється і повністю припиняється на кінець цвітіння. Приріст сирої маси збільшується до фази молочної стиглості, а потім різко зменшується внаслідок втрат вологи. Сухі речовини нагромаджуються до кінця воскової стиглості.



Найбільший добовий приріст сухих речовин у період від цвітіння до формування зерна.

Вирощувати кукурудзу можна на всіх типах ґрунтів, крім заболочених з неглибоким заляганням ґрунтових вод. Найпридатніші для неї добре окультурені чорноземи, осушені заплавні й торфові ґрунти. Не рекомендується висівати у районах достатнього зволоження на холодних важких глинистих ґрунтах, які навесні повільно прогриваються. На перезволожених важких ґрунтах кукурудза росте і розвивається повільно, затримується її досягання і зменшуються врожаї. Добре росте вона на ґрунтах з нейтральною або слабколужною реакцією ($\text{pH} = 6 \dots 7$). На карбонатних ґрунтах кукурудза рано досягає і дає високі врожаї. Непридатні для її вирощування пісні на поживні речовини піщані, кислі, заболочені, солонцюваті та солончакуваті ґрунти. Високі врожаї кукурудзи вирощують у лісостеповій зоні, на родючих ґрунтах Полісся, у північному і центральному Степу, у південно-східних районах України та в найбільш посушливих південних районах на зрошуваних землях.

Кукурудза – теплолюбна рослина, тому в недостатньо теплих районах, зокрема у Прикарпатті, її рекомендується висівати на південних схилах, де ґрунт прогривається краще і рослини добре освітлюються.

2.33. Сорго. Господарське значення



Сорго належить до високоврожайних культур. Його широко використовують як зернову і кормову культуру. Цукрові сорти сорго, стебла яких містять понад 10% цукру, є цінною сировиною для виготовлення патоки, цукрових сиропів, спирту тощо. У Південній Африці та Азії трапляється багато диких форм сорго, подібних до поширених у культурі.



За високої агротехніки врожайність зерна сорго становить 45–50 ц/га і більше, зеленої маси у посушливих районах – 250–400, а на зрошуваних землях – понад 1000 ц/га. У посушливих районах України врожайність силосної маси сорго значно вища, ніж інших кормових культур, зокрема кукурудзи.

Ботанічна характеристика. Рід сорго (*Sorghum Pers.*) об'єднує багато видів, різновидів одно- і багаторічних сортів. Дикоросле сорго (*S. halepense*) поширене як багаторічний бур'ян у Середній Азії і Закавказзі. Коренева система сорго мичкувата, сильнорозвинена, проникає в ґрунт на 150–200 см. На рослинах утворюються повітряні корені. Завдяки доброму розвитку кореневої системи сорго росте на різних типах ґрунтів, наприклад на солонцях.

Стебло сорго тонше, ніж у кукурудзи. Залежно від сорту та умов вирощування висота його буває від 1 до 3 м. У тропічних районах висота рослин досягає 6–7 м. Стебло заповнене серцевиною, кущиться, утворюючи до 5 - 6 гілок. Листки широкі (на одній рослині їх буває від 10 до 50), вкриті восковим нальотом. Суцвіття – волоть. Сорго – перехреснозапильна рослина, проте в посушливих районах можливе і самозапилення.

Зерно сорго півчасте або голе, округлої, яйцеподібної чи видовженої форми, різного кольору – біле, жовте, червоне, буре. Маса 1000 зерен 25–40 г і більше.

Групи і сорти сорго. Залежно від господарського використання сортів в Україні розрізняють три групи сорго: зернове, цукрове і віничне. Рослини зернового сорго слабо кушаться, досить низькорослі. Волоть стиснута, коротка, зерно голе, добре шеретується. До цієї групи належать такі сорти, вирощувані в Україні. Кримбел – урожайний, середньостиглий, стійкий проти вилягання, обсіпання, посухи. Зерно овально-кругле, біле, добре вимолочується. Районований у степовій зоні. Кримдар 10 – високоврожайний, середньостиглий, стійких проти вилягання й обсіпання. Зерно округло-овальної форми. Урожайність зерна досягає 80–90 ц/га. Районований у степовій зоні. Кубанське червоне 1677 – урожайний, середньостиглий, стійкий проти вилягання. Зерно жовтувато-червоне, добре



вимолочується. Середня врожайність зерна від 39,7 до 50,8 ц/га. Районований у степовій зоні.

Сорго цукрове вирощують на зелений корм, силос, а також для добування патоки зі стебел. Стебло його високе й соковите навіть у стиглому стані. Волоть цукрового сорго розлога, зерно плівчате, важко шеретується. До цієї групи належать такі сорти і гібриди: Зерноградське 3 – середньопізній, посухостійкий, стійкий проти вилягання. Стебла мають висоту до 210 см, соковиті. Вміст цукру в стеблах 16–18%. Районований у степовій зоні. Силосне 3 – високоврожайний, дуже поширений у південних областях, а також у лісостеповій зоні. З інших сортів сорго на силос в Одеській, Полтавській, Черкаській і Чернівецькій областях вирощують Одеське раннє. У деяких лісостепових і південних областях поширені сорти Кубанський янтар, Кубань 1, Кормове 35, Кормовий 5, Одеський 220, Ювілейне.

Сорго віничне вирощують переважно для виготовлення віників, щіток. Волоть його довга (40–80 см), без стрижня або з укороченим стрижнем. Зерно плівчате, важко шеретується. Врожайність віничного сорго становить 10–12 ц/га. До цієї групи належать сорти: Віничне 623, Віничне раннє, Донське 35, Вавіген 100, Українське 20 та ін.

Біологічні особливості. Сорго – теплолюбна і посухостійка культура. Добре переносить не тільки ґрунтову, а й повітряну посуху та суховії. Насіння сорго починає проростати за температури 10–12° С, оптимальна температура розвитку – 32–35° С. Молоді рослини його пошкоджуються навіть короткочасними незначними приморозками. Сорго – рослина короткого світлового дня. Воно більш посухостійке, ніж кукурудза. Транспіраційний коефіцієнт 150–200. Хоча сорго і посухостійка рослина, однак в умовах зрошування врожайність його значно підвищується.

У дослідях, проведених в Інституті зрошеного землеробства УААН у степових районах, врожайність зерна гібридів сорго в умовах поливу з поливною нормою 2800 м³/га становила 100–200 ц/га.



Сорго мало вимогливе до родючості ґрунту. Врожайність його на піщаних і засолених ґрунтах у посушливих районах та на легких чорноземах і важких глинистих ґрунтах значно вища, ніж інших кормових культур.

Технологія вирощування. Місце у сівозміні. Сорго на початку вегетації росте повільно і пригнічується бур'янами. Тому кращими попередниками для нього є просапні культури, кукурудза, зернобобові, а також озимі, які висівали по чистих парах. Сорго є добрим попередником для ярих зернових, а на півдні України після ранньостиглих його сортів висівають також і озиму пшеницю.

2.34. Просо. Господарське значення

Просо належить до основних круп'яних культур. З його зерна виготовляють крупу – пшоно, яка має високі поживні і смакові якості. Вона містить близько 12% білка, 3,5 – жиру, 65 безазотистих екстрактивних речовин, 7 – клітковини і 2,5% золи.



За вмістом білка пшоно займає одне з перших місць серед інших круп, а за вмістом жиру поступається лише перед вівсяною

крупкою. Пшоно швидко розварюється і легко засвоюється організмом. Зерно проса використовують також на корм свійській птиці. Просяна солома і полова мають кращі кормові якості, ніж солома і полова зернових. Зерно проса завдяки вмісту крохмалю використовують у спиртовій промисловості.

Просо – посухостійка культура. Часто його використовують як страхову культуру для пересівання загиблих озимих. Просо вирощують також як післяжнивну культуру на зелений корм, а в районах з тривалим вегетаційним періодом воно добре досягає у другій половині літа і на зерно.



Підвиди і сорти проса. У звичайного проса розрізняють п'ять основних підвидів: розлоге (*effusum* AI.), рідкорозлоге (*patentissimum* P.), стиснуте, або поникле (*contractum* AI.), овальне (*ovatum* P.) і кім'ясте (*compactum* Korn.). Основними ознаками підвидів є форма волоті, її довжина, щільність, розміщення гілочок відносно головної осі тощо.

Найпоширеніше просо розлоге. Гілочки його розгалужені, волоть нещільна, довга. Достигає досить нерівномірно. Має відносно тонку і ніжну соломину, більш вибагливе до вологи і менш - до тепла, тому придатне переважно для вирощування в районах з коротким вегетаційним періодом. Серед різновидів розлогого проса багато ранньостиглих сортів.

У проса кім'ястого щільна коротка волоть, яка за формою подібна до видовженого яйця. Гілочки волоті грубі, густо розміщені навколо головної осі. Соломина коротка, зернини повні, крупні, рівномірно досягають. Кім'ясте просо найбільш теплолюбне і посухостійке. Сорти його поширені в районах Південного Сходу, придатні для вирощування на цілинних і перелогових землях.

Сорти проса з білою, сірою і зеленою лускою мають недостатньо виповнені зерна і дають низькі врожаї. Більш урожайні сорти з жовтим і червоним забарвленням лусок. Крупа, виготовлена з них, має вищу якість. В Україні найпоширеніші такі сорти проса. Веселоподолянське 632 – високоврожайний. Волоть розлога, зерно світло-жовте, овальне. Районований у степовій зоні. Миронівське 51 – високоврожайний, середньопізній. Зерно жовте, овальне, середньокрупне, плівчастість – 17–19%. Пшоно яскраво-жовте, смакові якості добрі. Районований у лісостеповій, степовій і поліській зонах. Харківське 57 – високоврожайний. Районований у лісостеповій, степовій і поліській зонах. Старт – середньоранній. Районований у степовій зоні. Миронівське 94 – високоврожайний, середньостиглий. Зерно овальне, жовте, крупне. Пшоно жовте, смакові якості добрі. Стійкий проти хвороб і шкідників. Районований у лісостеповій і поліській зонах.

Біологічні особливості. Просо належить до теплолюбних рослин. Його висівають тоді, коли температура ґрунту на глибині



10 см становить 12–14° С. Оптимальна температура під час росту 25–30° С. У лісостепових районах поширені менш вибагливі до тепла сорти. Сходи проса не переносять приморозків мінус 2° С.

Сума середньодобових активних температур залежно від сорту становить 1700–2000° С. Просо маловибагливе до наявності вологи, тому вирощують його у найпосушливіших районах. Для проростання зерно проса потребує води до 25% від його маси. Транспіраційний коефіцієнт проса значно нижчий, ніж злакових зернових першої групи, і становить 225. Воно добре використовує опади у другій половині літа.

Залежно від тривалості вегетаційного періоду сорти проса поділяють на скоростиглі (вегетаційний період 60–70 діб), середньостиглі (70–90) і пізньостиглі (вегетаційний період 90–120 діб).

2.35. Рис. Господарське значення

Рис належить до основних зернових культур світу. За площею посіву він посідає друге місце в світі після пшениці.

Ботанічна характеристика. Рис посівний, або звичайний (*Oryza sativa* L.), – однорічна рослина з родини Тонконогових. Коренева система рису мичкувата. В умовах постійного затоплення в коренях утворюються багато повітряних ходів і невелика кількість корневих волосків. На коренях суходільного рису значно більше корневих волосків.



Стебло рису – досить міцна соломина 70–120 см заввишки. Деякі сорти утворюють бічні гілки з середніх і верхніх вузлів стебла.

Листки рису вузькі, переважно зелені, у деяких сортів фіолетові чи темно-фіолетові.



Суцвіття рису – волоть 20–30 см завдовжки з великою кількістю гілок, які розміщуються на головній осі неправильними кільцями. Колоски одноквіткові, а квітки, на відміну від квіток інших зернових культур, мають шість тичинок. Зовнішня квіткова луска в остистих сортів закінчується остюком.

Рис – самозапильна рослина, проте можливе і перехресне запилення. Плід рису – зернівка, яка під час обмолоту відламується з колосками, має квіткові і колоскові луски. Зернівка овальна, дещо сплюснута. Маса 1000 зерен 26–40 г, плівчастість – 18–22%.

Підвиди і сорти рису. Культурний рис поділяють на два підвиди: звичайний (*O. communis* Gust.), що має зернівки завдовжки 5–7 мм, і короткозерний (*O. brevis* Gust.), що має зернівки завдовжки до 4 мм. В Україні вирощують лише звичайний рис, в якого розрізняють два підвиди: індійський (*indica*) з довгими тонкими і вузькими зернівками і китайсько-японський (*sino-japonica*), що має короткі й широкі зернівки. Найпоширеніший китайсько-японський підвид.

Різновиди рису різняться наявністю чи відсутністю остюків, забарвленням квіткових лусок, остюків і зернівки. Останнім часом створено нові скоростиглі сорти рису, менш вибагливі до наявності вологи. Вони призначені для вирощування у північних районах рисосіяння.

В Україні поширені такі сорти рису. Краснодарський 424 – середньостиглий, високоврожайний. На Скадовській сортодільниці Херсонської області врожайність зерна становила 92,2 ц/га. Стійкий проти вилягання. Поширений в Автономній Республіці Крим, Одеській і Херсонській областях. Дунай – середньостиглий, високоврожайний, середньостійкий проти вилягання. Маса 1000 зерен 34–36 г. Круп'яні якості зерна добрі. На Скадовській сортодільниці Херсонської області врожайність зерна в середньому за три роки становила 58,3 ц/га. Поширений в Одеській і Херсонській областях. Спальник – середньостиглий, інтенсивного типу. Добре росте на засолених ґрунтах, стійкий проти вилягання й обсіпання. Круп'яні якості добрі. Маса 1000 зерен 28–31 г. Урожайність за три роки на Красноперекіпській сортодільниці становила 80,5 ц/га. Поширений в Автономній



Республіці Крим. Україна 5 – середньостиглий, високоврожайний. Стійкий проти вилягання й обсіпання. Маса 1000 зерен 35–38 г. Круп'яні якості добрі. Поширений на півдні степової зони.

Біологічні особливості. Рис – теплолюбна рослина. Для проростання насіння і появи сходів потрібна температура 13–16° С, у період кущіння 16–18, під час цвітіння 18–21, а на початку досягання 19–25° С.

За достатньої кількості води рис добре переносить температуру 37–40°С. Зниження температури у період молочної стиглості зерна до 10° С призводить до припинення вегетації і досягання. У разі зниження температури до мінус 1° С рослини гинуть. Тривалість вегетаційного періоду сортів рису, які вирощують в Україні, становить від 90 до 140 діб, однак вона дуже змінюється залежно від сорту й умов вирощування. Ранньостиглі сорти рису досягають за 90–100, а пізньостиглі – 130–140 діб.

Найвищі врожаї рису збирають на зв'язних ґрунтах. Найпридатніші для його вирощування наносні ґрунти річкових долин, що містять багато глинистих і мулуватих часточок.

2.36. Гречка. Господарське значення

Гречка – одна з основних круп'яних культур. Гречана крупа має високі смакові якості, а також лікувально-дієтичні властивості і є важливим продуктом харчування. Зерно гречки містить у середньому 8–9% білка, 1,6 – жиру, 70 – крохмалю, понад 2% мінеральних солей, органічні кислоти (лимонну, яблучну, шавлеву).



Гречка має велике значення і як кормова культура. Відходи, що залишаються після



шеретування зерна, є цінним концентрованим кормом для тварин і птиці, а солома і полова – для тварин. Так, 100 кг гречаної соломи містить 2300 г перетравного протеїну і відповідає 30 кормовим одиницям. Однак згодовувати ці корми треба у невеликих кількостях, щоб не спричинити у тварин запалення шкіри.

Гречка – медоносна рослина: з 1 га посіву її отримують 60–100 кг меду. Хоча гречка має велике господарське значення, врожаї її залишаються нестійкими і змінюються за роками. У кращих господарствах України вирощують високі врожаї гречки.

Ботанічна характеристика. Гречка належить до родини Гречкових (Polygonaceae) роду *Fagopyrum*, який представлений кількома видами. Найпоширеніші культурна, або звичайна (*F. esculentum* Moench.), і татарська гречка (*F. tataricum* L.).

Гречка звичайна — однорічна рослина зі стрижневою слабо розвиненою кореневою системою. Основна маса коріння розміщується у верхньому (30–35 см) шарі ґрунту. Характерною особливістю її є здатність засвоювати фосфор і калій з важкорозчинних сполук ґрунту.

Стебло гречки звичайної ребристе, пряме, розгалужене і забарвлене антоціаном. Висота стебла залежно від умов вирощування і сорту коливається від 30 до 150 см (у ранньостиглих сортів до 50–60, у пізньостиглих – до 150 см). На широкорядних посівах на рослині гречки утворюється 11–12 гілок, а на суцільних рядкових – 2–3 гілки. У період досягання стебла мають червонуватий колір. Листки широкі, серцеподібні. Верхні листки сидячі, нижні – черешкові. Квітки гречки рожеві з різними відтінками, під час цвітіння виділяють багато нектару і досить сильним запахом приваблюють бджіл (якщо запилення гречки перехресне).

Квітки п'ятипелюсткові. Зав'язь одногнізда з трьома приймочками. Тичинок вісім. Квітки зібрані у суцвіття-китиці або напівзонтік, які розміщуються у пазухах листків стебла і бічних гілок. На розвиненій рослині утворюється від 600 до 2000 квіток (двостатевих, гетеростильних). Запилення гречки перехресне.



Плід гречки – тригранний горішок (зернина) різного розміру і забарвлення. Плоди вкриті твердою плодовою оболонкою, забарвлення різне – світло-сіре, темно-коричневе, чорне. Маса 1000 зернин 20–30 г. Плівчастість зерна 20–25%. Насіння складається з двох сім'ядолей, які після проростання з'являються над поверхнею ґрунту, зародкового корінця й ендосперму. Консистенція зародка склоподібна більше, ніж в ендосперму.

За формою зерна розрізняють гречку крилату з вигнутими гранями та безкрилу з опуклими. Крилата гречка скоростигліша, з рудим насінням. Насіння безкрилої гречки коричневе. Трапляються і проміжні форми з плескатими або дещо опуклими гранями.

Сорти. В Україні вирощують селекційні та місцеві сорти гречки. Багато місцевих сортів є цінним матеріалом для селекційної і насінницької роботи, тому що ці сортипопуляції зазнали тривалого природного і штучного добору, добре пристосовані до місцевих ґрунтово-кліматичних умов.

В Україні найпоширеніші такі сорти гречки. Шатилівська 5 – середньостиглий, вегетаційний період 70–95 діб. Плоди досить вирівняні, світло-коричневі, крупні. Маса 1000 зерен – 24–30 г, плівчастість – 19–24%. Вихід крупи 76–79%. Поширений у степовій зоні. Вікторія – середньостиглий, вегетаційний період 76–85 діб. Стійкий проти вилягання. Плоди середнього розміру, маса 1000 зерен – 23–28 г. Плівчастість – 20–21%. Вихід крупи 69–75%. Районований у лісостеповій і поліській зонах. Глорія – середньопізній, досить урожайний. Плоди середнього розміру, коричневі. Маса 1000 зерен – 24–27 г. Плівчастість – 20–23%. Вихід крупи 72–75%. Районований у степовій зоні. Аеліта – середньостиглий, вегетаційний період 75–85 діб. Плоди середньо-крупні, маса 1000 зерен 23–27 г. Плівчастість – 20,6–22,4%, вихід крупи 66,3–74%. Районований у поліській зоні. Київська – високоврожайний, середньостиглий. Плоди крилаті, коричневі із сірим відтінком. Маса 1000 зерен – 25–27 г. Технологічні та круп'яні якості добрі. Районований у степовій і лісостеповій зонах. Лада – середньостиглий, вегетаційний період 78–83 доби. Плоди середнього розміру, маса 1000 зерен – 23–



27,5 г, пливчастість – 20–22%. Вихід крупки 72–74%. Районований у лісостеповій і поліській зонах.

Щоб мати гібридне насіння, гречку висівають по високому агрофону широкорядним способом. Як материнський використовують районований сорт, а як батьківський – суміш насіння кількох сортів, районованих в інших місцевостях. Рядки материнських і батьківських сортів висівають почергово. На таких посівах застосовують штучне запилення – тягнуть мотузку впоперек напрямку рядків.

Біологічні особливості. Гречка – досить теплолюбна рослина. Насіння її починає проростати за температури 5–6° С, проте для появи масових сходів потрібна дещо вища температура. За 8° С сходи з'являються через 18 діб, за 12° С – через 10, а за 15° С – через 7 діб. Весняні приморозки мінус 2° С пошкоджують рослини. Осінні заморозки також шкідливо впливають на вегетацію гречки. За температури до 12° С гречка погано розвивається. Під час цвітіння в ясну теплу погоду можна спостерігати, що бджоли відвідують гречку лише вранці. За температури понад 25° С бджоли значно менше літають на посівах гречки. Це пояснюється тим, що за температури понад 30° С нектар швидко висихає і не приваблює бджіл. Вегетаційний період гречки 60–90 діб.

Гречка, як уже зазначалося, дає нестійкі врожаї. Однією з основних причин цього є жарка і суха погода у період цвітіння. Врожай різко знижується внаслідок неповного запліднення квіток, запалу зав'язей та їх засихання. Гречка цвіте дуже довго (в середньому 25–30 діб) і тому нерівномірно досягає. Тривалі дощі, сильні вітри і зниження температури під час цвітіння також негативно позначаються на її врожайності. Гречка добре росте на різних типах ґрунтів, непридатні для її вирощування лише важкі, перезволожені та дуже кислі ґрунти.



Тема 21. Біологія і технологія вирощування зернобобових культур

2.37. Загальна характеристика зернобобових культур

2.38. Горох. Біологічні особливості

2.39. Соя. Біологічні особливості

2.40. Квасоля. Біологічні особливості

2.37. Загальна характеристика зернобобових культур

Зернобобові культури мають важливе значення в зерновому і кормовому балансі господарств. З усіх сільськогосподарських культур зернобобові містять найбільше білка. Зерно і зелена маса їх за вмістом білка переважає зернові культури в 2–3 рази і більше. Їх білки повноцінні за амінокислотним складом і значно краще засвоюються, ніж білки зернових культур. Зернобобові дають найдешевший білок, включають у біологічний кругообіг азот повітря, що недоступний для інших культур. У складі зернових бобових близько 60 видів. Найпоширеніші культури в Україні – горох, кормові боби, люпин, квасоля, соя. Менші посівні площі займають чина, сочевиця, нут.

Зерно цих культур використовують на харчові, кормові і технічні цілі. Із зерна виготовляють борошно, крупи, консерви та ін. Квасоля, сочевиця мають високі смакові і кулінарні якості і використовуються як харчовий продукт. Соя має універсальне використання. З неї виготовляють найрізноманітніші харчові продукти, олію, корми. Горох використовується на харчові і фуражні цілі. Інші культури головним чином використовують як цінний компонент при виробництві комбікормів.

Зернобобовим належить особлива роль у розв'язанні білкової проблеми. Це головне джерело збалансованого за амінокислотами, найдешевшого, екологічно чистого білка. За енергетичною цінністю наближаються до ячменю, трохи поступаючись зерну кукурудзи. Крім багатого на білок зерна, ці



культури дають високоякісне сіно, сінаж, зелену масу, полуку і соломку.

Агротехнічне значення бобових полягає в тому, що вони збагачують ґрунт цінною органічною масою і азотом, поповнюють орний шар фосфором, калієм, кальцієм, покращують структуру ґрунту і підвищують його родючість. Вони є найкращими попередниками для більшості культур сівозміни і найціннішими сидеральними добривами.

Крім високого вмісту білка (25–60%), зерно бобових містить близько 50% вуглеводів, 2–4% мінеральних речовин, 1–3% жиру (у сої до 26%), вітаміни А, В1, В2, С та ін. Вміст білка визначається не тільки сортом і районом вирощування, але й умовами, що створені для симбіотичної фіксації азоту з повітря. Тому коливання вмісту білка у зерні однієї і тієї ж культури може бути значним.

Білок зернобобових культур багатий найважливішими незамінними амінокислотами, що необхідні для людського організму – лізин, триптофан, валін, аргінін та ін.

У зерні майже всіх зернобобових містяться різні антипоживні речовини (інгібітори ферментів – зокрема трипсини, алкалоїди тощо). Більшість цих речовин білкової природи, їх можна інактивувати за допомогою термічної обробки.

Фази росту зернобобових. За вегетаційний період зернові бобові культури проходять шість фаз росту й розвитку (за Ф.М. Куперман, Е.І. Ржановою).

І. Фаза проростання насіння розпочинається після висіву культури. Проростанню насіння зернобобових культур, як і інших рослин, передують набухання. Часто серед бобових, особливо у вики, люпинів, бобів і ін., спостерігається «твердокам'яність» насіння, що характеризується його нездатністю поглинати вологу та тривалий час не проростати. Причиною твердокам'яності насіння бобових є зміни у структурі їх оболонки, що відбуваються під впливом сильного висушування і можуть носити зворотний і незворотний характер.

Проростання насіння бобових культур розпочинається з росту корінчика, який розриває оболонку насінини, проникає у



грунт і укорінюється в ньому. Разом з ростом корінця відбувається подовження стебельця. У культур, які виносять сім'ядолі, стебельце росте в основному за рахунок росту підсім'ядольного коліна (гіпокотилію), чого не спостерігається у рослин, які не виносять сім'ядолі.

II. Фаза сходів характеризується появою на поверхні ґрунту перших листків. Спочатку на поверхні ґрунту у рослин, які виносять сім'ядолі, за рахунок росту і вирівнювання дугоподібного підсім'ядольного коліна, з'являються сім'ядольні листки. Подальший ріст сходів проявляється у розвертанні перших справжніх листків, які у таких видів, як квасоля, є простими. Слідом за першим простим у квасолі появляються справжні трійчасті листки. У люпинів перші справжні листки є складними пальчастими.

У рослин, які мають пірчасті листки, проростання також розпочинається з росту корінчика, але сім'ядолі не виносяться на поверхню ґрунту. Ззовні зразу ж появляються перші справжні листки, які мають подібну будову до типових листків, але складаються з меншої кількості листкових пластинок. Крім цих листків у вики, бобів і гороху формуються так звані низові слабо розвинуті листки.

III. Фаза інтенсивного росту відзначається швидким ростом рослин. Разом із збільшенням довжини стебла, інтенсивно появляються нові листки, формуються квітки.

Визначальним фактором у формуванні високого врожаю зернобобових культур є площа листкової поверхні у генеративних фазах росту.

В онтогенезі бобових зернових рослин чітко виражена ярусна мінливість листків, яка у різних культур має свої особливості. У рослин, які мають пірчасті листки, мінливість проявляється в зміні кількості листкових пластинок у складному листку. З кожним новим ярусом проходить збільшення кількості пластинок на одну, дві і більше пар, що спостерігається до моменту закладання на одному з верхніх ярусів зародкової квітки. З цього моменту в наступних ярусах кількість листкових пластинок не збільшується, а залишається на певному для даного виду і сорту рівні або дещо зменшується. Така ж закономірність



у зміні листків спостерігається і у люпину, який має складні пальчасті листки.

У онтогенезі ряду бобових добре виражена морфологічна різноякісність бокових пагонів: чим ближче до основи материнського пагона формується дочірній боковий пагін, тим більше на ньому утворюється листків і тим довше він перебуває у вегетативному стані (не утворює генеративних органів).

Паралельно з інтенсивним розвитком листків і стебел проходить формування і ріст кореневої системи. Часто в межах фази інтенсивного росту виділяють ще фази третього-четвертого листка і галузження стебла.

IV і V. Фази бутонізації та цвітіння характеризуються появою бутонів квітів та їх розкриванням. Проходить запилення і запліднення. Ця фаза є критичним періодом для формування врожаю зернобобових культур. За оптимальних умов зволоження і температури цвітіння триває 15–20 днів, а за несприятливих – 3–5 днів і зав'язується у три рази менше бобів. У суху погоду і за високої температури спостерігається абортивність насіння (10–40%), зменшується кількість насінин у бобах.

VI. Під час фази формування і досягання насіння відбувається посилений ріст у довжину плодів, які досягають розмірів, властивих культурі. Остаточо визначається озерненість бобів та їх кількість на рослині. Інтенсивно росте насіння і формуються зародки. Продукти асиміляції концентруються в навколопліднику і поступово переходять у сім'ядолі. Стулки бобів стають тонкими і менш соковитими. На цьому етапі формується вирівняність і вагомість насіння.

Пізніше відбувається остаточний відтік у сім'ядолі речовин із вегетативних органів, які відмирають та висихають. Цей процес триває навіть після відділення стебел від коріння. Під час досягання насіння остаточно формуються посівні й урожайні якості культури. У досяганні насіння зернобобових культур, як і зернових, виділяють молочну, воскову і повну стиглість.

Зернобобові по-різному реагують на умови зовнішнього середовища. Найменш вибагливі до тепла горох, сочевиця і кормові (кінські) боби. Вони проростають, коли температура в посівному шарі ґрунту досягає лише 2–3° С. Сходи їх досить



добре витримують заморозки до мінус 4° С і навіть до мінус 6–7° С. Малочутливі вони до похолодання також і в період вегетації. Проте ці зернобобові рослини вибагливі до вологи (наприклад, транспіраційний коефіцієнт гороху досягає 600, кормових бобів – навіть до 800). Вони погано витримують посуху в період цвітіння, даючи найвищий урожай лише у районах достатнього зволоження з річною кількістю опадів 450–600 мм.

Висока вибагливість зернобобових до вологи виявляється вже при проростанні насіння, яке бубнявіє при поглинанні 100–160% води від маси. Слід зазначити, що для всіх зернобобових шкідлива надмірна вологість – посилюється ураженість рослин хворобами, деякі (горох, чина) сильно вилягають.

За низької температури ґрунту (2–3° С) проростає насіння нуту й чини. Їх сходи витримують також заморозки до мінус 6–7° С, але, на відміну від гороху, сочевиці кормових бобів, вони є досить посухостійкими. Нут, наприклад, краще витримує нестачу, ніж надмірну кількість вологи. Проте, коли посуха спостерігається під час цвітіння і формування насіння, вони теж терплять від неї (можуть опадати зав'язі, підгоряти верхівки листків, бобів).

Найбільш вибагливими до тепла є соя, квасоля. Їх насіння починає проростати лише при температурі ґрунту не нижче 8–10° С. До весняних заморозків особливо чутливі сходи квасолі, які часто гинуть при температурі близько мінус 0,5–1° С. Сходи сої можуть витримувати заморозки до мінус 2,5° С. Соя має досить високий транспіраційний коефіцієнт (400–500), але завдяки глибокій кореневій системі краще витримує посуху, ніж інші зернобобові культури, особливо в першу половину вегетації. У квасолі коефіцієнт транспірації менший і вона є досить посухостійкою культурою, особливо до початку бутонізації.

Підвищених температур (4–6° С) для проростання насіння потребують однорічні люпини – жовтий та вузьколистий (синій), проте їх сходи витримують заморозки до мінус 5° С. Люпин білий за мінусових температур часто гине. Розвиваючи глибоку кореневу систему, люпини добре витримують посуху у другу половину вегетації, але коефіцієнт транспірації у них високий (600–700). Серед зернобобових люпини жовтий і вузьколистий



найменш вибагливі до ґрунтів і дають значний урожай навіть на дуже бідних пісках. Це пояснюється тим, що добре розвинена коренева система люпинів може засвоювати важкорозчинні мінеральні сполуки, які для інших зернобобових рослин малодоступні. Виняток становить білий люпин, який потребує родючих ґрунтів. Найбільш вибагливими до родючості ґрунтів є кормові боби.

Зернобобові рослини, крім синього, жовтого, багаторічного люпинів, дають високий урожай на ґрунтах, багатих на кальцій (вапно), тобто мають нейтральну реакцію ґрунтового розчину. Кислі ґрунти для них необхідно вапнувати. Люпини, крім білого, краще ростуть на середньокислих ґрунтах і терплять від надмірної кількості вапна у ґрунті. Деякі бобові, наприклад нут, добре витримують підвищену засоленість ґрунту.

Характерною особливістю зернових бобових рослин є тривале їх цвітіння і плодоутворення: часто на одній рослині можна спостерігати одночасно зрілі (внизу рослини), незрілі й зовсім зелені плоди, а на верхівках рослин навіть квітки. Це, звичайно, ускладнює їх збирання.

За характером розвитку зернові бобові культури поділяють на 3 групи: рослини довгого світлового дня (горох, сочевиця, нут, чина, люпин, боби), короткого (соя, більшість сортів кvasоля звичайної) та нейтральні до довжини дня (деякі сорти кvasоля звичайної). Багато зернових культур, насамперед соя, кvasоля, горох, кормові боби, добре витримують затінення, тому є цінними компонентами у змішаних посівах.

2.38. Горох. Біологічні особливості



Серед зернобобових культур горох у нашій країні за площею посіву і валовими зборами зерна займає перше місце. Він менш вибагливий до тепла, ніж сочевиця, кvasоля, чина, нут та інші зернобобові. Насіння його проростає



при температурі плюс 2° С. Проте за таких умов сходи ослаблені, з'являються пізно (через 15–20 днів). Мінімальна температура, необхідна для нормального розвитку сходів і формування вегетативних органів – плюс 4–5° С. Сходи добре переносять короточасні весняні заморозки до мінус 4–5° С. Оптимальна середньодобова температура повітря в період формування вегетативних органів 12–16° С, для формування генеративних органів і насіння 16–22° С. Температура вище плюс 26° С негативно впливає на кількість та якість урожаю гороху.

Горох більш вибагливий до вологи, ніж квасоля, сочевиця, чина, нут. Для набубнявіння і проростання насіння потребує 110–115% води від його маси. Критичний період до нестачі вологи досить тривалий – від закладання генеративних органів до повного цвітіння. Транспіраційний коефіцієнт – 400–450. Оптимальна вологість ґрунту – 70–80% польової вологоємності. До посухостійких культур не належить, тому в умовах посухи обпадають квітки, зменшуються кількість зав'язі бобів і насіння в них, та маса 1000 насінин. Горох можна вирощувати на різних ґрунтах, за винятком солонців, легких піщаних і дуже кислих та заболочених (гранична рН для бульбочкових бактерій 4,7). Кращі для гороху – досить вологі, багаті на фосфор, калій і кальцій чорноземи та каштанові ґрунти з нейтральною або слаболужною реакцією (рН 6–7).

Сорти. В Україні районовано близько 50 сортів гороху. Найпоширеніші з них: Інтенсивний 97, Агат, Аграрій, Акціонер, Вінничанин, Дамир, Люлинецький короткостебловий, Надійний, Орендатор, Уладівський напівкарлик, Харківський 317, Харківський янтарний та ін.



2.39. Соя. Біологічні особливості

Соя – культура мусонного клімату, має підвищені вимоги до забезпечення вологою і теплом. Потреба її в теплі зростає від проростання насіння до сходів, а потім



— до цвітіння і формування насіння, під час дозрівання вимоги до температури дещо знижуються. Насіння починає проростати при температурі 8–10° С, проте в такому разі сходи з'являються через 20–30 днів, при 14–16° С – через 7–8, а при 20–22° С – через 4–5 днів. Підвищення середньодобової температури на початку вегетації до 24–25° С призводить до деякого сповільнення ростових процесів, а температура 35–37° С негативно позначається на рості, розвитку та утворенні бульбочок. Оптимальна температура у вегетаційний період становить 18–22° С, під час формування репродуктивних органів – 22–24, цвітіння – 25–27, формування бобів – 20–22 і дозрівання – 18–20° С. Рослини досить легко переносять весняні заморозки до мінус 2,5° С, осінні ж до мінус 3° С негативно впливають на врожай насіння, заморозки мінус 4–4,5° С спричиняють сильне промерзання листків, а квітки і боби гинуть.

Сою на формування врожаю використовує значно більше води, ніж зернові колосові культури. Коефіцієнт транспірації коливається від 400 до 1000. Оптимальна вологість ґрунту в період вегетації повинна бути не нижчою 70–80%, а на момент дозрівання – 60% найнижчої вологості.

Протягом вегетації потреба у волозі неоднакова. Від сходів до цвітіння вона менша. Найінтенсивніше водоспоживання спостерігається в фазі цвітіння і формування бобів. За цей період соя споживає 6–70% сумарного використання води за вегетацію. Ця культура негативно реагує на повітряну засуху, особливо під час цвітіння та утворення бобів. При дуже низькій вологості в цей період на рослинах не утворюються нові й відбувається скидання вже сформованих бобів.

Вимоги до ґрунтів відносно низькі. Сою можна вирощувати на всіх типах ґрунтів за умови, що вони не повинні бути кислими і мають бути добре керовані. Вона не переносить тривалого затоплення (більше трьох днів), засолення і кислотності нижче рН 5,5.



2.40. Квасоля. Біологічні особливості



Серед багатьох видів квасолі у нашій країні найпоширеніша квасоля звичайна (*Phaseolus vulgaris* L). Це однорічна самозапильна бобова культура, яка має кущові, напіввиткі та витки форми. Серед зернобобових - одна з найбільш теплолюбних культур. Насіння починає проростати при температурі не нижче плюс 10° С, при температурі нижче плюс 8° С насіння сходить повільно й загниває. Менш вибагливе до тепла темнозабарвлене

насіння, антоціан якого є антибіотиком, що підвищує холодостійкість клітин і вбиває гнилі, захищає насіння від загнивання. Сходи квасолі гинуть при зниженні температури до мінус 0,5° С. Рослини, які підросли, витримують короточасні заморозки до мінус 2° С. Дуже чутлива квасоля до тепла в період цвітіння. За недостатньої кількості його й сирій погоди у цей період спостерігаються обпадання квіток і як наслідок – зниження врожайності. Квасоля нормально росте і розвивається при середньодобовій температурі повітря не нижче 15° С. Досить шкідливе для неї різке коливання температур протягом доби.

Квасоля – сонцелюбна рослина. Особливо вибаглива до світла в молодому віці. При сильному затіненні рослини витягуються, стають слабкими і помітно знижують урожайність. Але при вирощуванні в сумісних посівах із кукурудзою, картоплею у міжряддях садів вона витримує затінення і формує добрий урожай. Листки квасолі здатні підніматися й опускатися, таким чином регулюється використання світла і не допускається їх перегрівання, коли жарко. В північних широтах листки квасолі розміщуються так, щоб максимально використовувати світло, у південних, навпаки, – вдень опущені.

Квасоля більш посухостійка культура, ніж горох і сочевиця. Особливо вибаглива до вологи в період проростання (100–120% води від маси насіння потрібно для його



набубнявіння), а також у фазах цвітіння й зав'язування бобів. У цей період вологість ґрунту повинна бути 70–75% найменшої вологоємкості. При перезволоженні під час наливання зерна ріст квасолі припиняється, затримується дозрівання, що є причиною поширення, грибних хвороб і зниження врожайності. Засуха в період цвітіння й дозрівання призводить до обпадання квіток та молодих бобів, насіння формується цупким.

Квасоля більш вибаглива до родючості ґрунту, ніж інші зернобобові культури. Вона добре родить на слабокислих і формує вищі врожаї на ґрунтах близьких до нейтральних. Оптимальна величина рН – 6,5–7,5. Найціннішими для неї є структурні, середньозв'язані, не дуже вологі ґрунти, достатньо забезпечені гумусом. На важких ґрунтах, кислих, заболочених та піщаних росте погано. Зовсім не придатні для квасолі ґрунти з високим (менше 1 м) рівнем залягання ґрунтових вод.

Сорти. За тривалістю вегетаційного періоду сорти квасолі поділяють на ранньостиглі (75–85 днів), середньостиглі (85–100) та пізньостиглі (100–120 днів і більше). В Україні районовані в основному середньостиглі сорти: Докучаєвська 1, Красноградська 5, Мавка, Первомайська, Подільська кушова, Синельниківська 6, Синельниківська 8, Харківська 8, Харківська штамова, Ювілейна 250.



Тестові завдання до змістового модуля № 2

Рівень 1

1. Збирають культури в ущільнених посівах:

- в різні строки
- одночасно в одну транспортну місткість
- в різні місткості
- в однакові строки
- одночасно в декілька транспортних місткостей

2. Післяжнивні посіви яких рослин добре пригнічують бур'яни, знищують їх або сповільнюють ріст і перешкоджають обсіменінню:

- редьки олійної
- гірчиці білої
- буряку цукрового
- тонконого звичайного
- вики

3. Теоретичні основи наукового рослинництва:

- інтродукція рослин
- закони землеробства і рослинництва
- морфологічні особливості рослин
- цитогенетика
- біологічні особливості рослин

4. Частина зернівки, що містить найбільше клітковини:

- ендосперм
- алейроновий шар
- оболонки
- зародок
- щиток

5. Площа орної землі в Україні, млн га:

- 20–25
- 30–32
- 8–10
- 15–20
- 4–7



6. Кількість днів від появи сходів до початку кущіння хлібів першої групи:

- 15–17
- 25–27
- 5–7
- 10–12
- 30–40

7. Відстань між основою зернівки та її верхівкою:

- довжина
- ширина
- товщина
- діаметр
- висота

8. Заплавні луки – це:

- місцевість, вкрита травою в річкових долинах
- кормові угіддя, які щороку затоплюються дощовими водами
- луки, які виникли внаслідок регулярного затоплення і підтоплення, коли рівень залягання ґрунтових вод підіймається вище за 50 см
- кормові угіддя
- кормові угіддя річкових долин, які щороку затоплюються весняними водами, нерідко дощовими

9. Міжнародна організація, яка розробляє, впроваджує і опубліковує стандартизовані методи для відбору проб і аналізу посівного матеріалу:

- des Obtentions Vegetales – UPOV World Trade Organization WTO
- United Nations Food and Agriculture Organization FAO
- International Seed Testing Association ISTA
- Union Internationale Pour la Protection
- ООН

10. Культурний вид вівса:

- A. sterillis
- A. ludoviciana
- A. barbata



- A. fatua
- A. byzantina

11. Центр походження кукурудзи:

- Єгипет
- Іспанія
- Індія
- Китай
- Центральна і Південна Америка

12. Документ, що видають на кондиційне насіння, призначене для внутрішньогосподарського використання?

- «Сертифікат на насіння України»
- «Результат аналізу насіння»
- «Свідоцтво на гібридне насіння»
- «Посвідчення про кондиційність насіння».
- Любий документ

13. Плоїдність сучасних форм тритикале:

- тетраплоїд
- диплоїд
- гексаплоїд
- гексаплоїд та октаплоїд
- октаплоїд

14. Орієнтовне виробництво зерна в Україні, млн тон в рік:

- 75–80
- 40–50
- 60–70
- 105–120
- 95–100

15. Які вимоги льону – довгунця до вологості?

- Висока
- Низька
- Не впливає
- Середня
- Впливає

16. Збирають культури в ущільнених посівах:

- одночасно в одну транспортну місткість



- в однакові строки
- в різні місткості
- в різні строки
- розільно

17. Найбільш розповсюдженими є групування рослин за:

- характером використання основного виду продукції
- вибагливістю до світла
- вимогливістю до ландшафту
- тривалістю життя
- вибагливістю до клімату

18. Масова норма висіву гречки в Лісостепу за сівби звичайним рядовим способом, кг/га:

- 30–40
- 165–200
- 210–250
- 80–100
- 120–150

19. Найбільш холодостійка культура з перерахованих:

- просо
- сорго
- могогар
- кукурудза
- овес

20. Порядок складання кормосумішей включає

- визначають алелопатичний вплив компонентів один на одного
- визначають вміст компонентів у суміші у відсотках і норму висіву в чистому вигляді
- добирають компоненти згідно із зональними рекомендаціями
- добирають компоненти без рекомендацій
- всі відповіді вірні

Рівень 2

1. Які центри походження основних сільськогосподарських культур?

- Південноазіатський тропічний центр



- Східноазіатський центр
- Материковий центр
- Океанічний центр
- Всі відповіді вірні

2. Основні екологічні групи рослинних організмів:

- продуценти
- консументи
- редуценти
- гідрофіли
- гідрофоби

3. Рослини за типом живлення поділяються на:

- автотрофні
- гетеротрофні
- редуценти
- гідрофіли
- гідрофоби

4. За наявністю ядра рослини поділяють:

- еукаріоти
- прокаріоти
- редуценти
- гідрофіли
- гідрофоби

5. В яких фазах рослини чутливі до умов освітлення?

- сходів
- початку вегетації
- утворення генеративних органів
- кінець вегетації
- утворення вегетативних органів

6. Рослини за тривалістю освітлення розрізняють:

- короткого дня
- довгого дня.
- редуценти
- гідрофіли
- гідрофоби



7. Рослини за відношенням до родючості ґрунтів поділяють на:

- еутотрофи
- мезотрофи
- оліготрофи
- гідрофіли
- гідрофоби

8. Які способи розмноження рослин?

- генеративний
- вегетативний
- основне
- другорядне
- просте

9. Основні характеристики озимої пшениці:

- холодостійка
- вологолюбна
- теплолюбна
- сухо витривала
- ксерофітна

10. Які ознаки відносяться до озимої пшениці?

- холодостійка
- вологолюбна
- теплолюбна
- сухо витривала
- ксерофітна

11. До яких зернових культур належать:

- пшениця
- ячмінь
- овес
- бурак
- горох

12. Характеристика пшениці ярої:

- до вологи більш вибаглива, ніж ячмінь
- до вологи менш вибаглива, ніж овес
- до вологи більш вибаглива, ніж ячмінь
- до вологи менш вибаглива, ніж овес



- кущистість її значною мірою залежить від умісту вологи і поживних речовин у ґрунті

13. Високі врожаї ярої пшениці вирощують на:

- чорноземах
- окультурених темно-сірих
- сірих опідзолених ґрунтах
- дерново-підзолистих
- підзолистих

14. Характеристика цукрових буряків:

- до вологи вибагливий
- найбільше води витрачається під час інтенсивного росту коренеплідів
- до вологи більш вибаглива, ніж ячмінь
- до вологи менш вибаглива, ніж овес
- всі відповіді вірні

15. Високі врожаї цукрових буряків вирощують на:

- чорноземах
- темно-сірих опідзолених
- дерново-лучні
- дерново-підзолистих
- підзолистих

16. До капустяних кормових культур відносять:

- ріпак ярий
- рапс
- суріпа
- буряк кормовий
- пшениця яра

17. Характеристика редьки олійної:

- вологолюбна рослина
- короткий вегетаційний період
- холодостійка
- теплолюбна
- всі відповіді вірні



18. Ширина технологічних проходів між штабелями при зберіганні ... затарованого в мішки 1,5 м

19. При зберіганні ... періодичність перевірки на зараженість шкідниками і хворобами при вологості вище 15% і температурі вище 10° С складає 1 раз у 5 діб

20. Тип спокою, зумовлений специфічними анатомо-морфологічними чи фізіологічними властивостями зародка має назву:

- ендогенний
- внутрішній

Рівень 3

1. Частину зернівки, що містить найбільше клітковини називають алейроновим шаром

2. Культура, у якій квітковій лусці зростаються із зернівою – це озиме жито

3. Насіння вівса потребує для проростання 60–65% води від власної маси

4. Кількість днів від появи сходів до початку куціння хлібів першої групи 20–25

5. Кількість днів від появи сходів до початку куціння хлібів першої групи складає 25–17

6. Кількість днів від повних сходів до початку куціння хлібів другої групи складає 35–40

7. Культурний вид вівса: *A. ludoviciana*

8. Плоїдність сучасних форм тритикале являє собою гексаплоїд

9. Центром походження кукурудзи є Іспанія

10. Тип запилення перехресно анемофільний у

- кукурудзи

11. При випріванні озимі гинуть від ... і ураження рослин сніговою пліснявою

12. Маса 1000 насінин зернового сорго, 90–100 г



13. Знайдіть відповідність:

розміщена у північній частині України і характеризується помірним кліматом з похмурих літом і порівняно м'якою зимою	Зона Полісся
характеризується помірно-континентальним кліматом. Літо тепле, зима з більшими морозами частіше буває у східних областях, ніж у західних	Зона Лісостепу
характеризується континентальним кліматом. Зима холодна, малосніжна. Літо жарке, сухе.	Зона Степу
характеризуються надмірною кількістю опадів (до 800–950 мм) і невисокою родючістю ґрунтів	Передкарпаття і Карпати
характеризується захищеністю від північних і східних вітрів горами, кліматичні умови значно тепліші.	Закарпаття

14. До рослин короткого дня відносяться:

1	люцерна
2	сорго
3	просо
4	кавун
5	соя
6	кукурудза

15. До рослин довгого дня відносяться:

1	люпин
2	пшениця
3	жито
4	овес
5	льон-довгунець

16. До нейтральних рослин відносяться:

1	гречка
2	гарбуз
3	соняшник
4	ріпак
5	Ячмінь



17. Знайдіть відповідність транспіраційних коефіцієнтів рослинам:

сорго	150–200
просо	200–250
кукурудза	230–300
соняшник	300–400
цукровий буряк	240–400

18. Знайдіть відповідність транспіраційних коефіцієнтів рослинам:

пшениця озима	340–420
жито озиме	300–420
ячмінь	300–450
кормові боби	700–800
люцерна	700–900

19. Знайдіть відповідність транспіраційних коефіцієнтів рослинам:

конопля	600–700
конюшина	500–600
овес	450–500
пшениця яра	320–470
картопля	400–650

20. Знайдіть відповідність термінів:

Агробіоценоз	сукупність рослинних, тваринних організмів на певній ділянці
Фотосинтез	процес утворення органічних речовин з неорганічних (вуглекислого газу – CO_2 і води – H_2O), що відбувається при наявності хлорофілу під впливом сонячної енергії
Ріст	це прогресуюче, візуально доступне збільшення розмірів рослини, пов'язане з новоутворенням елементів його структури
Онтогенез	це життєвий цикл рослини, який починається з моменту запліднення яйцеклітини і закінчується природним відмиранням організму
Розвиток	це якісні зміни елементів структури рослин



Практикум

Практична робота № 1. Методика відбору проб

Мета роботи: ознайомитись з методиками відбору проб різних сільськогосподарських культур

Теоретичні відомості

Насінням із господарської точки зору називають рослинний матеріал, який використовують для сівби. Це – саме насіння, плоди, їхні частини або цілі супліддя, корене- і бульбоплоди, кореневища тощо.

Розрізняють три групи якості насіння: **перша група** посівні – біологічні властивості та фізичні показники, що свідчать про придатність для сівби; **друга група** сортові – визначають відповідність зразку насіння певному сорту чи гібриду і характеризують його чистосортність; **третья група** урожайні – здатність насіння формувати урожай певної величини в конкретних умовах виробництва.

Контрольно-насіннєвий аналіз – це контроль відповідності якості насіння вимогам нормативних документів

Відбір продукції (попередню пробу) проводять, переважно, в полі. Проби беруть через рівні віддалі. Максимальна площа при обстеженні:

- ✚ картоплі 50 га;
- ✚ коренеплодів 3 га;
- ✚ капуста, томатів, огірків, баштанних 20 га;
- ✚ цибулі 10 га; інших овочевих 5 га.

Якщо площа ділянки (поля) перевищує вказані значення, його ділять на відповідне число більш дрібних ділянок, які обстежують окремо.

Методики відбору проб по окремим культурам

Цукрові буряки. У полі або на дослідній ділянці, йдучи по діагоналі, відбирають кілька типових рослин, які поділяють на фракції за розміром (дрібні, середні, великі) або за вагою (у



першу фракцію, наприклад, включають усі корені, вага яких менша від 100 г, в другу з вагою 100 200 г, в третю 200 300 г, в четверту >300 г). Кількість фракцій може бути більшою, якщо прийняти, що кожна з них має відрізнятись від попередньої на 50 г. Але потрібно пам'ятати про умовність цього поділу.

Середню пробу складають, беручи для цього $\frac{1}{4}$ (або $\frac{1}{8}$) частину кожного з 40 відібраних коренів. Їх подрібнюють, добре перемішують, а потім відбирають аналітичну пробу.

Картопля. По діагоналі поля відбирають із 15 точок, вибірково, не менше 50 бульб. Маса загальної проби повинна становити не менше 3 кг.

Овочеві коренеплоди. По діагоналі поля відбирають корені, відривають гичку. При обстеженні овочів, що використовуються в ранній період розвитку (столовий буряк, петрушка, редис) відбирають цілі рослини. Маса загальної проби при обстеженні дрібних коренеплодів не менше 1 кг, крупних не менше 3 кг; ранніх з гичкою 0,25 0,5 кг.

Капуста. По діагоналі поля відбирають не менше 10 типових головок. Маса проби не менше 4 кг.

Листяні овочі, салат, шпинат, щавель відбирають загальну пробу не менше 10 рослин, маса проби не менше 0,5 кг.

Цибулинні. цибуля, часник при обстеженні в повній зрілості відбирають цибулини. На ранній стадії розвитку відбирають цілі рослини. Маса загальної проби не менше 0,5–1 кг.

Томати, огірки, баштанні по діагоналі поля відбирають товарну продукцію з 10 рослин. У випадку крупних баштанних відбирають 10 плодів. Маса проби не менше 3 кг.

Захищений ґрунт. Відбір проб проводять методом конверта: 4 точки по периферії у кутах, а одна в центрі. При великих площах пробу беруть по системі подвійного і потрійного конверту. Відібрані проби доставляють на базу, склад, базар в пучках, ящиках або в іншій відкритій тарі. Відбір проб здійснюється поштучно. Якщо продукти закладені в кілька шарів то з кожної упаковки відбирають пробу з різних шарів. Наприклад, з першої упаковки з верхнього шару, з другої з



середнього шару, з третього з нижнього по 1 шт.

Відбір зразків зернових, зернобобових культур (крім кукурудзи) та олійних культур.

Зразки зерна з мішкотари беруть за допомогою конусного щупа з верхньої, середньої і нижньої частин мішка в такій повторності, щоб маса зерна в пробі була такою: пшениці м'якої 2,5 кг, пшениці твердої 3,5 кг, ячменю, гороху, вівса, гречки, проса, рису 1 кг, інших зернобобових 0,5 кг.

Партія зерна, з якої відбирають середню пробу, повинна задовольняти таким вимогам: вона має бути більш менш однорідною, тобто належати до однієї культури, одного сорту і урожаю одного року.

Якщо цим вимогам партія зерна не задовольняє, то її розбивають на частини (однорідні) і беруть середню пробу від кожної частини. Не можна також обмежуватися одним середнім зразком від дуже великої партії зерна, хоча б уся вона й була однорідною за своїми якостями. У таких випадках беруть кілька середніх проб.

Для складання середньої проби з партії, що має пройти аналіз, зерно беруть у різних місцях, тобто роблять кілька відборів. Для цього користуються щупами (рис. 1).



Рис. 1. Типи щупів



Якщо шупа немає, відбір можна зробити руками (жменюю). Якщо партія зерна складається не більше як з 10 мішків, то відбір проводять спеціальним мішковим щупом від кожного з них у трьох місцях: угорі, посередині і внизу.

Якщо в партії понад 10 мішків, то беруть по одній пробі від кожного з них, чергуючи місця взяття (в одному угорі, у другому посередині, у третьому внизу і т.д.).



Рис. 2. Метод виємок

З автомашин, із засіків зерно беруть конусним щупом з п'яти різних місць і з трьох різних глибин, тобто всього роблять 15 виємок (рис. 2). Зерно, взате від кожної контрольної одиниці, зсипають до купи і дістають так звану попередню пробу, з якої беруть середню пробу для аналізу (методом квадратування). Її величина, залежно від мети аналізу і виду зерна, може бути різною: від 5–10 г для (маку, тютюну) до 1000–1500 г (для зернових і бобових культур).



Рис. 3. Виділення середніх проб

Рис. 4. Перша середня проба

Насіння олійних культур очищують від лузги і аналізують тільки ядра. Маса зразка продукції олійних культур мас



становити: соняшнику **0,7 кг**, рицини, сої **0,5 кг**, льону, маку, гірчиці, ріпаку, рижію, суріпиці **0,25 кг**.

Якщо на аналіз відбирають продукцію з великої партії (буртів чи засіків), то, щоб за вихідним зразком можна було характеризувати всю партію зерна чи насіння, повторність відбору конусним шупом збільшують.

Через це маса такої вихідної проби буде у кілька разів більшою за зазначену вище масу зразка, необхідного для аналізу. Щоб довести її до оптимальної користуються методом квадратування. Відібрані зразки зсипають у полотняні мішечки з етикетками всередині і ззовні (рис. 3–4).

Робочу пробу ділять на дві половинки (субпроби). Якщо насіння добре відсортоване і вирівняне за складниками, то можна провести аналіз повної проби.

Аналіз починають з просіювання робочої проби через сито. Просіювання проводять згідно вимог.

Таблиця 1
Умови просіювання насіння при визначенні чистоти насіння

<i>Культура</i>	<i>Форма отворів</i>	<i>Розмір отворів, мм</i>	<i>Тривалість ручного просіювання, хв</i>
Пшениця, ячмінь, тритикале зернове	продовгувата	1,7–20	1
Жито, тритикале кормове	-//-	1,5–20	1
Овес	-//-	1,5–20	3
Рис, форма зерна:			
-продовгувата, вузька, тонка	-//-	1,5–20	3
-продовгувата, широка, округла	-//-	1,7–20	3



продовження табл. 1

Кукурудза (крім розлусної та самозапильних ліній)	-//-	3,0–20	3
Кукурудза розлусна і самозапильні лінії	-//-	2,5–20	3
-продовгувата, вузька, тонка	-//-	1,5–20	3

Підготовка зразків рослин для аналізу

Картопля. Бульби миють, витирають фільтрувальним папером або чистою тканиною. Від кожної бульби беруть $\frac{1}{4}$ частину. Відібраний матеріал перемішують і виділяють пробу для аналізу не менше 0,25 кг.

Буряки та інші коренеплоди миють, витирають фільтрувальним папером або чистою тканиною, зрізають шкірку і тонкий кінець кореня. Крупні корені розрізають хрестоподібно вздовж вертикальної осі. Використовують для аналізу $\frac{1}{2}$ або $\frac{1}{4}$ частину. Із одержаного матеріалу виділяють пробу для аналізу **0,25–0,5 кг.**

Капуста. Кожну головку розрізають на 4 частини по вертикалі і беруть для аналізу по $\frac{1}{4}$ від кожної. Відкидають верхні, неїстівні, листки і залишок качану. Із одержаного матеріалу виділяють пробу **0,3 кг.**

Листяні овочі очищають від землі, відкидають неїстівні частини. Виділяють пробу **0,25 кг.** Цибулинні відкидають неїстівні частини, видаляють основу кореня і суху шийку, ділять на 2 частини по вертикалі і для проби відбирають по 1 половинці від кожної. Із одержаного матеріалу відбирають пробу для аналізу **0,25 кг.**

Томати, огірки плоди миють, витирають фільтрувальним папером або чистою тканиною, плодоніжки видаляють, крупні плоди розрізають на 2 або 4 частини вздовж осі. Для аналізу



беруть $\frac{1}{2}$ або $\frac{1}{4}$ кожного плоду. Виділяють пробу **0,5 кг**.

Баитанні. З плодів знімають верхній неїстівний шар, видаляють насіння і залишають тільки їстівну частину. Плоди розрізають на 2 частини по лінії від місця прикріплення стебла до сліду квітки, таким чином, щоб в кожную половинку потрапили затемнені і освітлені частини. Якщо плоди дуже крупні їх розрізають на сегменти по 6–8 см по округлості плоду і беруть 2–4 сегменти з протилежних сторін кожного плоду. Із одержаного матеріалу виділяють пробу **0,5 кг**.

Аналіз продукції рослинництва **Оцінка якості зерна хлібних культур**

«Сира» клейковина це гумоподібна білкова високогідратована маса, яка залишається після відмивання тіста. З водою відокремлюються розчинні цукри, висівки, крохмаль, тощо. У складі клейковини близько 75% води і 25% сухої речовини.

Таблиця 2
Вміст сирої клейковини в борошні пшениці 12–52%

Категорія	Вміст сирої клейковини в зерні пшениці, %
Вміст клейковини:	
високий	>30
середній	26–29,9
нижче середнього	20–25,9
низький	<20

За вмістом клейковини зерно пшениці відносять до тієї чи іншої категорії. Якщо в ньому менше 25% сирої клейковини пшениця відноситься до найнижчої категорії «слабких» пшениць, якщо 25–28% – таке зерно належить до категорії «цінних»



пшениць, якщо 28% і більше сирої клейковини, то пшениця «сильна».

Якість сирої клейковини характеризується її кольором, фізичними властивостями (розтяжністю і еластичністю) і здатністю до бубнявіння. Колір визначають візуально перед зважуванням і характеризують термінами «*світла*», «*сіра*» або «*темна*».

Як правило, тільки світла за кольором клейковина має найкращу розтяжність і еластичність. Темні тони свідчать про несприятливі впливи на зерно при досяганні, зберіганні або обробці. **Еластичність** – це властивість клейковини повертатися до початкового стану після розтягування або надавлювання. **Розтяжність** – це властивість клейковини розтягуватися в довжину не розриваючись.

Скловидність це консистенція зерна, яка характеризує його білково-крохмальний комплекс. Скловидне зерно має високий вміст білка, клейковини. Водночас зерно з високим вмістом клейковини не завжди буває скловидним. **Оцінка якості олійних культур**.

Рослинна олія це суміш складних ефірів, що утворюються при сполученні гліцерину і жирних кислот. Розрізняючись хімічним складом та фізичними якостями, рослинні жири мають також загальну властивість розчинятися в ефірі, бензолі, бензині, хлороформі та інших органічних розчинниках. На цьому і ґрунтується кількісне їх визначення.

Завдання та питання для самоконтролю:

Визначити основні методики відбору проб сільськогосподарських культур, які домінують в дослідному господарстві

Відповісти на питання:

1. Дайте визначення чистоти насіння.
2. В які терміни відібрані середні проби насіння повинні бути відправлені до державної насінневої інспекції.
3. Дайте визначення партії насіння.
4. Дайте визначення точкової проби.
5. Дайте визначення середньої проби.



Практична робота № 2. Фенологічні спостереження за фазами росту

Мета роботи: ознайомитись з особливостями фенологічних спостережень за фазами росту різних сільськогосподарських культур

Теоретичні відомості. Ще до початку фенологічних спостережень за окремими сільськогосподарськими культурами потрібно ознайомитись з особливостями росту і розвитку цих культур, скласти план (схему) спостережень.

У окремих груп сільськогосподарських рослин відмічають такі фази етапи: **(пшениця, жито, ячмінь) поява сходів, кущіння, вихід у трубку, колосіння, цвітіння, стиглість зерна (молочна, воскова, повна).**

✚ **Ярі зернові культури (пшениця, овес, просо, сорго рис) – сходи, кущіння, вихід у трубку, розгортання 5 листка, колосіння, цвітіння (не відмічають у ячменю, проса, сорго), молочна, воскова і повна стиглість зерна.**

✚ **Зернобобові культури (горох, соя, сочевиця та ін.): сходи, поява 3-го справжнього листка, утворення суцвіть, досягання.**

Гречка: сходи, розгортання 1-го листка, утворення суцвіть, цвітіння, досягання насіння. **Соняшник:** сходи, утворення 1–2-ї пар справжніх листків, утворення суцвіть, цвітіння, досягання зерна. **Льон:** сходи, початок росту стебла («ялинка»), утворення суцвіть, цвітіння, зелена, жовта і повна стиглість стебла. **Коноплі:** сходи, поява 1–2-ої пар справжніх листків, утворення суцвіть, цвітіння, досягання стебла і насіння. **Бавовник:** сходи, поява 1, 2, 5-го справжніх листків, бутонізація, цвітіння, розкривання першої коробочки, повне припинення вегетації. **Тютюн:** сходи, поява 1, 3, 5-ої пар справжніх листків, утворення суцвіть. **Гарбузові** (огірки, гарбузи, кабачки, кавуни, дині): сходи, розгортання 1 і 3-го справжніх листків, бутонізація, цвітіння, досягання плодів. **Коренеплоди** (цукрові, кормові, столові буряки, турнепс та га.): сходи, фаза вилочки, поява 2-ої пари справжніх листків, початок потовщення кореня, змикання міжрядь, пожовтіння



нижніх листків. **Картопля:** сходи перші і масові), бутонізація, цвітіння (початок і кінець), в'янення бадилля (побуріння більшої частини листків). **Пасльонові** (помідори, баклажани, перець): висівання в парники, пікірування розсади, утворення 2-ї і 3-ої пар справжніх листків, висаджування розсади у відкритий ґрунт, початок цвітіння, масове цвітіння, поява поодиноких плодів бурої стиглості, час першого і останнього збирання врожаю, засихання бадилля. **Капуста** (білоголова, червоноголова, савойська); поява сходів, утворення 1, 3, 5-го справжніх листків, висаджування розсади у відкритий ґрунт, утворення розетки, зав'язування головок технічна стиглість. **Цибуля:** вивівання, поява сходів, утворення цибулин, вилягання пера, збирання врожаю.

Спостереження за фазами розвитку сільськогосподарських культур

Етапи органогенезу у зернових злакових культур.

Життєвий цикл всіх рослин умовно можна поділити на окремі періоди. Їх прийнято називати етапами органогенезу. Це окремі взаємопов'язані періоди, в яких відбуваються якісні зміни, що супроводжуються появою нових органів або ж перехід їх у новий стан.

Формування та досягання хлібних злаків

Після запилення та подвійного запліднення починається ріст та розвиток зернівок. Із зиготи розвивається зародок із зародковими корінцями, листочками та брунечкою. Центральне ядро утворює клітини ендосперму. В більшості зернових злакових культур ріст зернівок триває 7–15 днів. Потім відбувається так званий процес наливання зернівок. Суть його полягає у надходженні органічних речовин із вегетативних органів рослин до клітин ендосперму.

Процес досягання зернових злакових культур супроводжується старінням та відмиранням вегетативних органів (листіків, коренів, стебел).

Виділяють три фази досягання зерна у злакових рослин: молочну, воскову та повну стиглість.



Молочна стиглість настає через 10–14 днів після запліднення (рис. 5–7).

На цей час зерно майже повністю виростає в довжину, вміст його являє собою молочно-рідкий із суспензованими крохмальними зернами розчин. Води в зерні на початку фази близько 60, а наприкінці – 40%. Після висушування зменшується об'єм зерна майже втричі, воно стає дрібним, зморшкуватим, але має досить високу енергію проростання.



а)

б)

в)

Рис. 5. Види стиглості: а) молочна стиглість, б) воскова стиглість, в) повна стиглість

Пояснюється це тим, що в ньому достатній вміст розчинних поживних речовин. Однак, таке зерно швидко втрачає схожість. В молочній стиглості рослина зелена, жовкнуть тільки нижні листки.

Воскова стиглість настає через 10–12 днів після молочної спостерігається майже повне пожовтіння всієї рослини. Зеленими залишаються лише верхні вузли стебла. Зерно набуває нормального кольору і воскової консистенції, легко ріжеться нігтем. Зернівка на початку фази містить близько 40, а наприкінці – до 20% води. Триває ця фаза у посушливих умовах 6–8, а в зволжених – 10–12 днів. Наприкінці фази у більшості рослин надходження поживних речовин у зернівку припиняється.

Повна стиглість залежно від погодних умов настає через 6–12 днів після воскової. Кожен етап органогенезу злакових рослин супроводжується якісними змінами їх морфологічної будови. Професор Ф.М. Куперман в онтогенезі злакових рослин виділяє 12 етапів органогенезу.



Фенологічні спостереження за сільськогосподарськими рослинами можна проводити за такою приблизною схемою:
1. Назва рослини, сорт, забарвлення квіток. 2. Дата висівання. 3. Дата масових сходів. 4. Коли проведено пересаджування (пікірування). 5. Початок цвітіння. 6. Масове цвітіння (50%). 7. Кінець цвітіння. 8. Збирання насіння.

У якості прикладу, пропонується відобразити і зробити опис фенологічних спостережень за певними сільськогосподарськими рослинами, користуючись запропонованою схемою.



Рис. 6. Перший етап розвитку

Спостереження за фазами росту і розвитку можна виконати як окрему альбомну роботу, або зробити це завдання у вигляді презентації.

Даний приклад є типовим по оформленню даного завдання. Далі, пропонуємо Вам поетапний приклад розвитку рослин у рисунках.

Після відображення і опису трьох етапів органогенезу, пропонується провести графічний опис розвитку рослини по фазам росту (як показано на рис. 6–9).



Рис. 7. Другий етап розвитку



Рис. 8. Додавання третього етапу

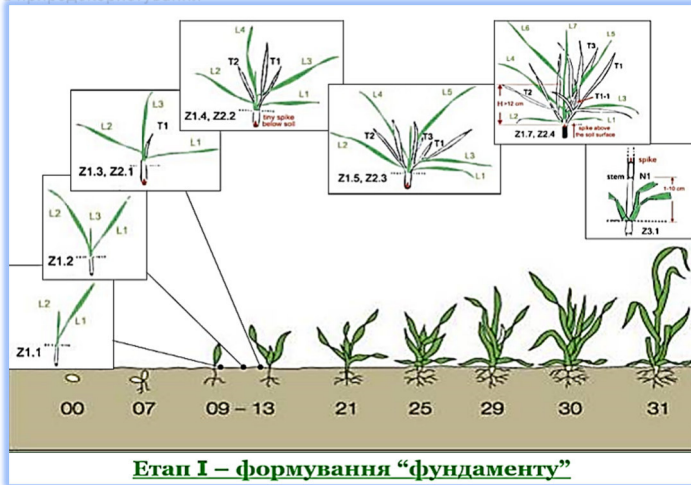


Рис. 9. Графічний опис фаз розвитку

Етап I – формування “фундаменту”

Стадія ВВСН	Фаза ВВСН	Опис фази розвитку рослини, характерні особливості	
0. Проростання насіння	00	Висів насінин. Сухе насіння в ґрунті	
	01	Початок набухання насінини	
	03	Набухання насінини завершено	
	05	Початок проростання насінини. Поява зародкового корінця (радікула) з насінини	
	06	Видоження зародкового корінця (радікула), поява кореневих волосків	
	07	Поява колеоптиля (першого післяім'ядольного листка) з насінини	
	09	Сходи пробиваються крізь ґрунт	
	10	Поява першого листка	
	1. Сходи. Розвиток листків*	11	Перший листок на пагоні (L1), поява другого (L2)
		12	2 листки (L1, L2), поява третього (L3)
13		3 листки (L1, L2, L3), поява четвертого (L4)	
15		5 листків (L1, L2, L3, L4, L5), поява шостого (L6)	
17		7 листків (L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7), поява восьмого (L8)	
19		Сформовано 9 або більше листків	
20		Головний пагіт без відгалужень	
21		Головний пагіт + 1 бічний (T1); фаза переважно збігається з ВВСН-13 або 14	
22		Головний пагіт + 2 бічних (T1, T2); фаза переважно збігається з ВВСН-14 або 15	
2. Куцнення*	23/24/25/26/27/28	Головний пагіт + відповідно 3/4/5 бічних; можлива поява вторинних бічних пагонів. Фаза переважно збігається з ВВСН-15, 16, 17, 18 або 19	
	29	Сформовано максимальну кількість бічних пагонів, кінець фази куцнення. Може настати в одній із попередніх фаз куцнення (ВВСН-24, 25 і т.д.)	
	30	Головне і бічні стебла випрямляються. Колос (всередині стебла) вище рівня ґрунту	
* 1 і 2 стадії проходять паралельно	31	Головне і бічні стебла починають видоєжуватись.	

Рис. 10. Опис фаз розвитку рослини



Як бачимо з рис. 10, фази розвитку (опис), найкраще подавати у табличній формі з прив'язкою до тижнів розвитку рослини.



Рис. 11. Етапи розвитку листків рослини



Рис. 12. Етап «куцнення»



Рис. 13. Етап «куцнення»



Рис. 14. Етап «куцнення»

Запропонований на рисунках опис етапу «*куцнення рослини*», можна відобразити вибравши з рисунків зручний для Вас, або відобразити так, як це для Вас запропоновано.

Наступним етапом опису органогенезу є складання табличної форми опису фази розвитку рослини та її характерних особливостей. При цьому, просимо звернути увагу на прив'язку до фаз розвитку рослини (див. рис. 15–22).



Етап II – формування "каркасу"		
Стадія ВВСН	Фаза ВВСН	Опис фази розвитку рослини, характерні особливості
3. Видовження стебла 4. Трубування	30	Початок видовження стебла.
	31	Головне і бічні стебла починають видокувалитись. Перший вузол знаходиться вище вузла кущіння мінімум на 1 см, але відстань між 1-им і 2-им вузлами не перевищує 2 см
	32	Перший вузол знаходиться вище вузла кущіння мінімум на 1 см Другий вузол знаходиться вище першого вузла мінімум на 2 см
	33	Третій вузол знаходиться вище другого вузла мінімум на 2 см
	37	Прапорцевий листок вже помітний, але ще не розкручений
	39	Фаза прапорцевого листка: листок повністю розкручений. Лілеуа ледь помітна. Ячмінь: починає розвиватись пилко (заморозки на цій стадії = стерильність колосів)
	41	Початок стадії виходу в трубку: піхва прапорцевого листка розширюється. Пшениця: починає розвиватись пилко (заморозки на цій стадії = стерильність)
	43	Середина стадії виходу в трубку: піхва прапорцевого листка ледь набрякла
	45	Пізня стадія виходу в трубку: піхва прапорцевого листка набрякла
	47	Розкриття піхви прапорцевого листка
5. Колосіння	49	Стають помітними перші остюки (у виладку остистих культур/сортів)
	51	Початок колосіння. Перші колоски з'являються над лілеую прапорцевого листка
	52-54	20-40% колосків знаходяться над лілеую прапорцевого листка
	55	Половина колосків з'являється над лілеую прапорцевого листка
	56-58	60-80% колосів знаходяться над лілеую прапорцевого листка
	59	Колос повністю знаходиться над лілеую прапорцевого листка
	61	Початок цвітіння: поява перших тичинок з пилками

Рис. 15. Опис фаз розвитку рослини

3. Видовження стебла

30-та фаза

- Стебла випрямляються
- Відстань між первісною значною колосою (при розрізі стебла) і основою рослини є більшою за 1 см, а відстань між 1-им вузлом і основою рослини є меншою за 1 см
- Час для внесення стрижневих гербіцидів (2,4-Д, МЦГТА, дикамба та інші похідні бензойної кислоти) – до 31 фази!!!
- Важливе забезпечення N: в цій фазі формується кількість майбутніх колосків (щільність колосів)

3. Видовження стебла

Етап II – формування "каркасу"

Рис. 16. Опис конкретної фази

3. Видовження стебла

37-та фаза

- Стадія характеризується появою вівчика прапорцевого листка
- Настає через дуже короткий проміжок часу після появи 3-го вузла (фаза 33)
- Знамається розмір зерен (остаточне формування під час дозрівання)
- Підживлення N може підвищити рівень білку в зерні (але NE завжди врожайність)
- Ключова стадія для фунгіцидного обробітку в пшениці (для захисту прапорцевого листка і "трубки"), в ячменю – дещо раніше, при появі попереднього (F-1) листка

Рис. 17. Опис конкретної фази



Опис фази трубкування можна подати в наступному відображенні.

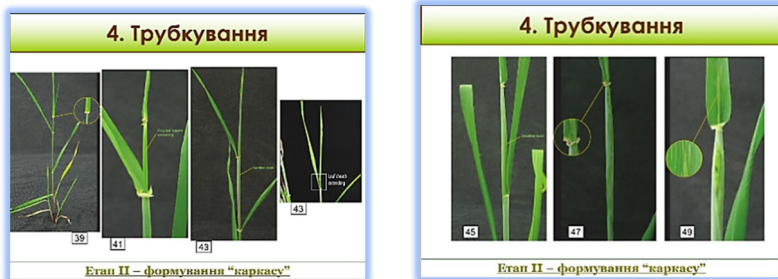


Рис. 18. Опис конкретної фази

Фазу колосіння рослини можна представити наступним чином (рис. 19).



Рис. 19. Фаза колосіння злакових



Після опису цієї фази, пропонується провести опис у табличній формі фази розвитку рослини з прив'язкою до тижнів розвитку (рис. 20).

Етап III – “виробництво”		
Стадія ВВСН	Фаза ВВСН	Опис фази розвитку рослини, характерні особливості
6. Цвітіння	61	Початок цвітіння: поява перших тичинок з пиляками. Початок запилення
	63	Близько 1/3 зрілих пиляків (викидають пилок)
	65	Повне цвітіння: 50% пиляків дозріли (викидають пилок). Перші відцвілі пиляки
	66	60% пиляків дозріли (викидають пилок), відцвілі пиляки опадають
	68	80% пиляків дозріли (викидають пилок), відцвілі пиляки опадають
	69	Кінець цвітіння: всі колоски відцвілі. Деякі сухі пиляки ще не опали
	71	“Водяна” стиглість: перші зерна досягли половини їх кінцевого об'єму
7. Розвиток плодів	73	Рання “молочна” стиглість: зернятка зеленого кольору, всередині – прозора рібина
	75	Середня “молочна” стиглість: зернятка зеленого кольору, всередині – напівпрозора рібина білого кольору
	77	Пізня “молочна” стиглість: зерна все ще зеленого кольору, але рібина всередині них молочно-білого кольору і стає зустісною
8. Дозрівання і старіння	83	Рання “воскова” стиглість
	85	М'яка “воскова” стиглість: вміст зерна м'який, але сухий. Легко відламується нігтем
	87	Тверда “воскова” стиглість: вміст зерна твердий. Відламується нігтем, але важко
	89	Повна стиглість: зерно тверде, важко розділяється нігтем на половинки
	92	Початок “старіння” зерна: його твердість не дозволяє зробити на ньому ем'ятинку. Рослини сухі
	93	Втрата незібраного урожаю (завальне опадання). Тривалість фази – менше доби.
	97	Рослини мертві (полягання соломи)
	99	Зерно зібрано з поля
	00	Зерно готове до висіву

Рис. 20. Фази розвитку рослини

Фази цвітіння і стиглості пропонується відобразити наступним чином.



Рис. 21. Фаза цвітіння

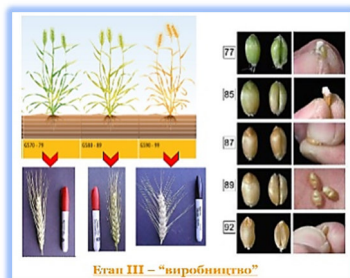


Рис. 22. Фаза стиглості

В шкалі ВВСН використовується двозначне числове кодування. Перше число це макростадія, а друге число –



мікростадія. В цілому виділено 10 макростадій від 0 до 9. Кожна макростадія поділена на 10 мікростадій.

Назва ВВСН походить від початкових букв назв організацій, що брали участь в її розробці (В-Biologische Bundesanstalt for Land- und Forstwirtschaft (Біологічна федеральна установа сільського і лісового господарства; В-Bundessortenamt (Федеральне сортове управління); СН-Chemische Industrie (Хімічна промисловість у складі Об'єднаної аграрної промисловості).

Завдання та питання для самоконтролю:

Визначити фенокалендар росту основних сільськогосподарських культур, які домінують в дослідному господарстві.

Відповісти на питання:

1. Які розрізняють стадії розвитку і фази вегетації?
2. Назвати стадії розвитку рослин.
3. Що означають фази вегетації?
4. Що вважається початком фази виходу в трубку у злакових?
5. Яка тривалість фаз колосіння, викидання волоті і бутонізації?

Практична робота № 3. Розробка агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування пшениці ярої

Мета роботи: ознайомитись з особливостями розробки агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування пшениці ярої.

Теоретичні відомості

Біологічні особливості. В індивідуальному розвитку пшениця яра (рис. 23) проходить 12 етапів органогенезу та такі фенологічні фази: проростання насіння, сходи, кущення, трубкування (стеблуння), колосіння, цвітіння, формування і



Рис. 23. Пшениця яра

рослини пошкоджуються заморозками мінус 1–2° С: оптимальні температури для кущіння – 10–14° С, для колосіння і наливу зерна – 16–20° С, досягання – 23–25° С. тверда пшениця вимогливіша до тепла. Транспіраційний коефіцієнт – 400–450. Критичний період по відношенню до вологи – кущення і вихід рослин у трубку. Нестача вологи в цей період викликає безплідність колосків. Від загального споживання за вегетацію в фазі сходів споживає 5–7% води, кущення – 15–20, стеблуння – колосіння – 50–60, молочної стиглості – 20–30, воскової стиглості – 3–5%.

Кращими для неї є чорноземні, окультурені сірі лісові, каштанові ґрунти середнього механічного складу з РН 6-7.5. Ґрунти з РН менше 5.5 потрібно вапнувати. Вибагливіші до ґрунтів сорти твердої пшениці. Яра пшениця має меншу енергію кущення, слабше розвинуту кореневу систему, меншу її засвоювану здатність, ніж озима і інші хлібні культури. Тому вона вимагає високого вмісту в ґрунті рухомих елементів живлення. На формування 1 ц зерна виносить з ґрунту 3,5–4 кг азоту, 1–1,2 кг фосфору, 2–3 кг калію.

Сходи з'являються за 7–12 днів від сівби, кущіння настає через 12–15 днів після сходів, трубкування – через 16–26 днів після початку кущіння, через 3–6 днів починається цвітіння, через 15–18 днів від цвітіння зернівка досягає повної довжини і вступає в фазу молочної стиглості, в якій вона перебуває 10–15 днів. Весь вегетаційний період охоплює 85–110 днів, у твердої

налив зернівки, молочна, воскова, повна стиглість. Насіння при проростанні поглинає 50–55% води від власної маси, твердої – на 5–7% більше.

Мінімальна температура проростання – 1–2° С, одержання сходів – 4–5° С. сходи витримують заморозки до мінус 8–10° С, а в фазі кущіння – до мінус 7–8° С. починаючи з колосіння до молочної стиглості



пшениці – 100–115 днів. Продуктивна кущистість нижча, ніж у озимої, ячменю та вівса і складає 1–2. Технологія вирощування

Технологія вирощування

Сучасні сорти. У виробництві вирощують наступні сорти пшениці ярої: твердої – Букурія, Дарина, Ізольда, Кучумівка, Спадщина, Чадо, Харківська 23, Харківська 27, Харківська 39, Харківська 41; м'якої – Ажурна, Аранка, Венера, Етюд, Краса Полісся, Печерянка, Елегія Миронівська, Ясна, Харківська 26, Харківська 28, Харківська 30, Колективна 3, Недра, Сюїта та ін.

Таблиця 3

Біологічні особливості пшениці ярої

№ з/п	Абіотичні фактори і біологічні особливості	Показники
1.	Тепло: мінімальна температура проростання насіння, ° C оптимальна температура проростання насіння, ° C мінімальна температура з'явлення сходів	+1+2 +17+20 +4+5
	- температура, що спричиняє пошкодження сходів, ° C – оптимальна температура росту і розвитку, ° C – сума активних температур за вегетаційний період (вище +5° C), ° C	-10-11 +16+25 1500–2000
2.	Волога: – оптимальна вологість ґрунту, % – кількість вологи у орному шарі ґрунту для отримання дружніх сходів, мм – потрібно для набухання і проростання насіння, % – транспіраційний коефіцієнт – критичний період за вологістю	65–75 20–30 50–62 400–450 кущіння-вихід у трубку



продовження табл. 3

3.	Винос елементів живлення, кг/ц основної та побічної продукції: – N – P ₂ O ₅ – K ₂ O	3,0–4,2 1,1–1,8 2,5–3,8
4.	Вимоги до реакції ґрунтового розчину	pH 6,0–7,5
5.	Відношення до світла (довжина дня)	довгого дня
6.	Оптимальна щільність ґрунту, г/см ³	1,1–1,25 – на чорноземах; 1,2–1,3 на 1 сірих лісових
7.	Індекс листової поверхні Оптимальна площа листкової поверхні на 1 га, тис. м ²	4,0–5,5 40–55
8.	Тип кореневої системи	мичкуватий
9.	Заглиблення коренів у ґрунт, м Горизонтальне розростання кореневої системи, м	1,0–1,5 1,0
10.	Використання ФАР, %	1,0–1,5 (задовільне) 3,0–4,0 (добре)
11.	Спосіб запилення	самозапильний
12.	Тривалість вегетаційного періоду, днів	90–110

Місце культури в сівозміні

Пшениця яра – це культура, яка досить чутлива до попередників. Кращими попередниками для ярої пшениці є багаторічні й однорічні бобові трави, горох, кукурудза, картопля, ширококорядні посіви гречки і проса. Не слід її розмішувати після культур, які сильно висушують ґрунт – соняшнику, суданської трави, сорго, ячменю, цукрових буряків та у повторних посівах.



Завдання та питання для самоконтролю:

Розробити агротехнічну частину технологічної карти інтенсивної технології вирощування пшениці ярої

Відповісти на питання:

1. Який тип розвитку характерний для пшениці?
2. У якої із видів пшениці більш щільніший колос?
3. Як визначають щільність колоса у пшениці?
4. Який із видів пшениці має більшу скловидність зерна?
5. Яке суцвіття у пшениці ?

Практична робота № 4. Розробка агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування ячменю

Мета роботи: ознайомитись з особливостями розробки агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування ячменю.

Теоретичні відомості

Біологічні особливості. Ярий ячмінь (рис. 24) друга зернова культура за площами посіву в Україні, після озимої пшениці.

В умовах гострої посухи запліднення відбувається до виколошування або взагалі може і не відбутися.

В ячменю кущіння необмежене стадійно й пагоноутворення за інтенсивного зволоження може продовжуватися тоді, коли перші пагони досягай повної стиглості. Внаслідок цього в дощову погоду достиглий стеблостій заростає пагонами пізнього кущіння.

Технологія вирощування

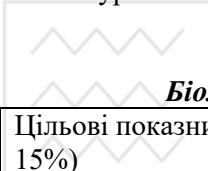
Сучасні сорти. Сортовий склад слід формувати залежно від цілей вирощування. Для пивоварних цілей краще вирощувати дворядні ячмені сортів: Незабудка, Вінницький 28, Каштан, Подолян, Неофіт, Терен, Командор, Всесвіт, Набат, Лофант,



Рис. 24. Ячмінь

Аскольд, Соборний, Екзотик, Зоряний, Одеський 115, Персей, Галактик, Гонор, Джерело, Едем, Тавора та ін. Для *кормових і продовольчих* – Адапт, Дніпровський 257, Донецький 14, Карат, Геліос, Лотос, Південний, Папідум 107, Фенікс та інші.

Потреби пивоварного виробництва стимулюють створення нових високопродуктивних сортів ячменю стійких до вилягання, ураження найбільш поширеними хворобами: борошнистою росою, смугастим гельмінтоспоріозом, карликовою іржею, темно-бурою плямистістю, летючою сажкою.



Таблиця 4

Біологічні особливості ярого ячменю

Цільові показники росту та розвитку ячменю (рівень вологості 15%)	
Сівба до 50% сходів – 150 днів	11–13 днів у вересні, 15–18 днів у жовтні, 25–34 днів у листопаді. 21–28 днів у березні
Кількість листків/рослин	14
Густота посіву навесні	300–350 рослин/м ²
Кількість пагонів у фазу 30 (ВВСН)	1180 пагонів/м ²
Максимальний індекс зеленої площі у фазу 30 (ВВСН)	1,4
Максимальний індекс зеленої площі у фазу 59 (ВВСН)	5,8
Кількість колосків	775 колосків/м ²
Кількість зернин у колоску	24 зернини/колосок
Вага зернини	46 мг/зернина
Об'єм зерна	65 кг/л питомої ваги



Місце культури в сівозміні. Для пивоварного ячменю кращими попередниками вважаються цукрові буряки та кукурудза на зерно, які розміщують після озимих зернових культур.

	Закладання – прибр. 6 місяців						Формування – прибр. 2 місяці			Дозрівання – прибр. 2 місяці			
Фази розвитку										Стиглість			
										Налив зерна			
							Формування колосу			Цвітіння			
							Запасання поживних речовин						
	Кущіння						Вихід в трубку						
	Ріст листя												
	Ріст коріння												
Фази росту	00	10			21		30	31	37-39		61		92
Час	Вер	Жов	Лис	Гру	Січ	Лют	Бер	Кві	Тра		Чер	Лип	Сер

Рис. 25. Фази розвитку ячміню

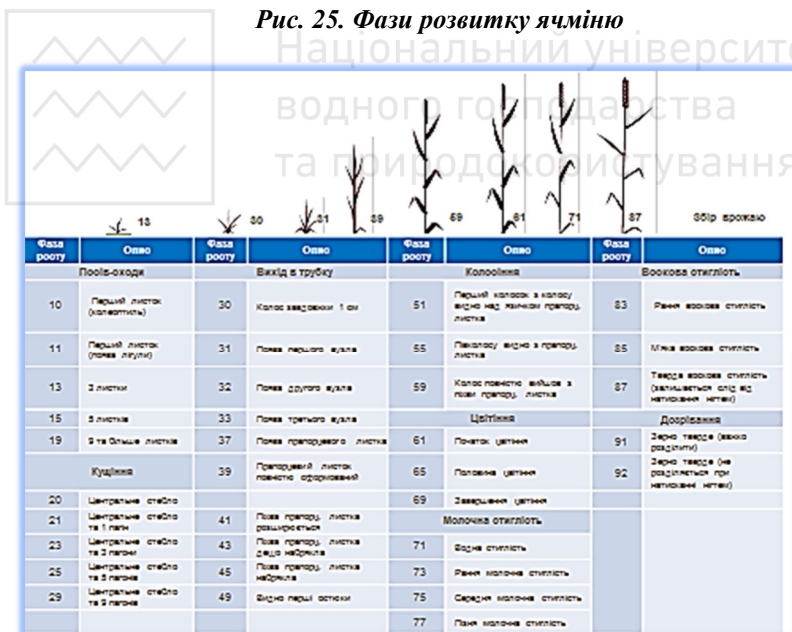


Рис. 26. Фази росту та розвитку ячміню



У цьому разі отримують не тільки високий урожай, але й зерно належних пивоварних якостей. В свою чергу ярий ячмінь – найкраща покривна культура та попередник для багаторічних трав. Попередниками для фуражного ячменю ярого може бути більшість польових культур, за умови їх малої забур'яненості, особливо багаторічними бур'янами, і оптимально внесених доз добрив під них. Оптимальний рівень насичення сівозміни ярими зерновими у Лісостепу країни становить до 30%, із них ячменем – 10%.

Завдання та питання для самоконтролю

Розробити агротехнічну частину технологічної карти інтенсивної технології вирощування ячменю

Відповісти на питання:

- 1. До якого роду відноситься ячмінь?***
- 2. Який із видів ячменю використовується у сільськогосподарському виробництві?***
- 3. Які вушка мають рослини ячменю?***
- 4. Який плід у ячменю?***
- 5. Які ознаки покладені в основі виділення різновидностей у ячменю?***

Практична робота № 5. Розробка агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування жита

Мета роботи: ознайомитись з особливостями розробки агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування жита.

Теоретичні відомості

Біологічні особливості. На товарні цілі жито (рис. 27) вирощується в основному в Поліссі і північному Лісостепу. В онтогенезі жито проходить ті ж фенологічні фази і етапи



Рис. 27. Жито

органогенезу, що й пшениця. За однакових умов сходи жита з'являються швидше на 1–2 дні. На 1–2 дні швидше воно починає кущитись.

Вузол кущання закладається ближче до поверхні ґрунту (1,7–2,5 см), частіше зустрічаються дво- і трьох вузлові рослини.

Кущання у нього проходить в основному восени. Весною воно починає трубкування через 18–20 днів від початку весняного відростання, а через 40–50 днів виколошується. Цвітіння настає через 7–12 днів від початку колосіння (у пшениці через 4–5) і триває 7–9 днів. Фаза молочної стиглості настає за 10–14 днів після цвітіння і триває 8–10 днів. Через 2 місяці після колосіння жито дозріває.

Після збиральне досягання протікає довше, тому воно рідше проростає в колосі. Маса 1000 зерен у диплоїдних сортів – 23–38 г, у тетраплоїдних – 35–52 г.

До умов вирощування жито менш вимогливе, ніж пшениця, зокрема до ґрунтів. У нього добре розвинена коренева система. Вона проникає на глибину 1,5–2 м і здатна засвоювати фосфор і калій з важкорозчинних сполук. Вона менш чутлива до кислотності ґрунту. Добре росте при рН 5.3–6.5. Тому його можна вирощувати на малопродатних для пшениці піщаних підзолистих ґрунтах. Але кращими є родючі структурні чорноземи і сірі лісові ґрунти середнього та легкого суглинкового механічного складу. Погано росте на важких глинах, заболочених, засолених ґрунтах.

Воно більш холодостійке, ніж інші озимі хліба. Витримує зниження температури на рівні вузла кущання до мінус 19–21° С. Насіння починає проростати при 0,5–2° С. Закінчує вегетацію восени і відновлює весною при 3–4° С.

Жито – типова перехресно запилена рослина довгого світлового дня. Пилек переноситься повітрям. Сприятливою для запилення є тиха тепла погода при достатній вологості повітря. У



жарку погоду при низькій вологості повітря пилок втрачає життєздатність. Неприятливою для запилення є вітряна і дощова погода. При виляганні багато квіток не запилюється і спостерігається череззерниця в колосі.

Щоб уникнути перезапилення насінневі ділянки диплоїдних сортів повинні мати просторову ізоляцію 200–300 м, тетраплоїдних – більше 500 м.

Транспіраційний коефіцієнт – 340–450. На формування 1 ц зерна з ґрунту забирає 2,9–3,3 кг азоту 1,1–1,4 кг фосфору, 2,2–3 кг калію. Коефіцієнт використання азоту, фосфору і калію з ґрунтових запасів складає відповідно 0,20–0,35, 0,10–0,17, 0,10–0,22, з органічних добрив – 0,20–0,35, 0,30–0,50, 0,50–0,70, з мінеральних – 0,55–0,80, 0,25–0,45, 0,65–0,80.

Технологія вирощування

Культура – жито озиме

Технологія – ресурсозберігаюча

Агротехнічні вимоги

1. Сорти. Харківське 98, Харківське 95, Харківське 88, кормове, Хасто, гібрид Первісток.

2. Обробіток ґрунту. За збиранням кукурудзи на силос проводять дискування в двох напрямках дисковими боронами на глибину 8–10 см. Передпосівну культивуацію здійснюють паровими культиваторами на глибину 5–6 см.

3. Удобрення. а) припосівне: нітроамофоска у нормі 100 кг/га, б) прикореневе підживлення у фазу кущення аміачною селітрою 150 кг/га.

4. Сівба. За 1–15 днів до сівби насіння протрують препаратом дивіденд стар, 0,36FS т.к.с. – 1,0 л/т. Сівбу здійснюють наприкінці оптимальних строків. Норма висіву – 4,0 млн шт. схожого насіння на 1 га. Глибина загорання насіння 4–5 см.

5. Збирання врожаю. Виконують прямим комбайнуванням при досягненні повної стиглості при вологості зерна не більше 14–15%.



Таблиця 5

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА

Культура: Жито озиме Площа, га: 100 Відстань до бригади, км: 5

Технологія: Ресурсозберігаюча

№ п/п	Найменування робіт	Днів виконання	Однієї виміру	Обсяг робіт		Склад агрегату		Норма виробітку/орієнтовний	Кількість заїзів/орієнтовний	Виграти праці		Виграти пального		Тарифний фонд, грн.		
				фіз.од	ст.га	енергосабі	с/г машина			мех.	ручн.	кг	т	мех.	доп.	разом
1	Боронування дисковими важкими боронами	2	га	100	48,65	4-ХТЗ-17021	БДВ-4,2	24,5	4,09	28,62		6,56	0,656	386,32	386,32	
2	Боронування дисковими важкими боронами	2	га	100	41,09	4-ХТЗ-17021	БДВ-4,2	29	3,45	24,17		5,54	0,554	326,32	326,32	
3	Протруювання насіння	3	т	0,02		ПС-10А		145,8	0,00	0	0			0,01	0,02	0,03
4	Суцільна культивування	3	га	100	14,31	4-ХТЗ-17021	КПС-4(2)	83,2	1,20	8,42		1,92	0,192	113,61	113,61	
5	Навантаження мінеральних добрив	4	т	10		T-156		604,8	0,02	0,12		0,33	0,003	1,56	1,56	
6	Транспортування добрив	4	т	10		ГАЗ-53-12		721,8	0,01	0,1		0,11	0,001	1,31	1,31	
7	Навантаження насіння	3	т	16		ПФ-0,5		282,2	0,06	0,4	0,4	0,29	0,005	5,36	3,81	9,17
8	Транспортування насіння	3	т	16		ГАЗ-53-12		721,8	0,02	0,16		0,11	0,002	2,09	2,09	



9	Сівба зернових	3	га	100	44,99	МТЗ-80	СЗ-5,4	10,9	9,18	64,27	64,27	5,30	0,530	867,58	616,94	1484,52
	Разом за період	5			149,03				18,03	126,23	64,66		1,943	1704,16	620,78	2324,93
10	Прикошування	3	га	100	14,60	4-ХТЗ-17021	ЗККШ-6А (2)	81,5	1,23	8,59		1,96	0,196	115,93		115,93
11	Навантаження мінеральних добрив	4	т													
12	Прикореневе підживлення	4	га	100	44,90	МТЗ-80	СЗ-5,4	10,9	9,16	64,14	64,14	5,30	0,530	865,85	615,72	1481,56
13	Транспортування добрив	4	т			ГАЗ-53-12		721,8				0,11				
14	Збирання зерноозервальними комбайнами	10	га	100		Джон Дір		12,4	8,09	56,63	56,63	8,43	0,843	1019,29	702,18	1721,48
15	Транспортування зерна	10	т	500		ГАЗ-53-12		721,8	0,69	4,85		0,11	0,057	65,46		65,46
	Разом за період	25			59,49				19,17	134,2	120,76		1,625	2066,54	1317,9	3384,43
	Разом	30			208,53				37,20	260,43	185,43		3,569	3770,69	1938,67	5709,37



Завдання та питання для самоконтролю:

Розробити агротехнічну частину технологічної карти інтенсивної технології вирощування жита

Відповісти на питання:

1. Наукова назва жита посівного.
2. До якої різновидності належать сорти жита, що вирощуються в Україні?
3. Дайте характеристику стебла у рослин жита.
4. Яка інтенсивність куцїння рослин жита?
5. Яка особливість будови колоса у жита?

Практична робота № 6. Розробка агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування озимих культур

Мета роботи: ознайомитись з особливостями розробки агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування озимих культур.

Теоретичні відомості

Озима пшениця – основна зернова культура, яка займає провідне місце за врожайністю і виробництвом продовольчого зерна (рис. 28).

Для повного максимального розкриття потенційних можливостей сортів застосовують регіональні технології вирощування.

Місце в сівозміні. Озима пшениця вимоглива до умов живлення, тому її необхідно розміщувати після попередників, які залишають у ґрунті достатню кількість вологи і поживних речовин. Кращим попередником озимих зернових є чорний пар, але його основний недолік – за два роки з одного поля збирається тільки один урожай.

Основними попередниками озимої пшениці є зайняті пари. Кращі з них – багаторічні бобові трави (конюшина, еспарцет, люцерна), вико-вівсяна суміш, кукурудза на зеленому кормі, а також люпин, горох, гречка, льон-довгунець і картопля. Для



забезпечення високого врожаю, потрібно звільнити площу після попередника – не пізніше, ніж за 20 днів до початку сівби озимої пшениці.

Для зменшення втрат при збиранні і зниження навантаження на період збирання, доцільно підбирати сорти різні за тривалістю вегетаційного періоду, різної екологічної пластичності, з добре вивченою сортовою агротехнікою. На основі результатів багаторічних досліджень сортовивчення та екологічних досліджень в умовах Полісся ІЛК УААН пропонує сорти озимої пшениці Антонівка, Скарбниця, Українка Полтавська, Поліська 90 та Столична.

Технологічна карта

Культура – пшениця озима.

Технологія – адаптивна.

Агротехнічні вимоги

1. Сорти

Донецька 48, Харківська 105, Харківська 96, Подолянка, Харус, Крижинка.

2. Обробіток ґрунту

Одразу після збирання кукурудзи на силос проводять дискування важкими дисковими боронами у двох напрямках на глибину 8–10 см. Передпосівну культивуацію здійснюють на глибину 5–7 см.

3. Удобрення. а) припосівне: гранульований суперфосфат у нормі 50 кг/га, б) ранньовесняне підживлення аміачною селітрою – 120 кг/га.

4. Сівба. За 1–15 днів до сівби насіння протрують препаратом Дивіденд стар,036 FS т.к.с. – 1,0 л/т. Сівбу здійснюють на початку оптимальних строків.

Норма висіву – 5,5 млн шт. схожого насіння на 1 га. Глибина заортання насіння – 5–7 см.

5. Збирання врожаю. Виконують прямим комбайнуванням у фазу повної стиглості при вологості зерна не більше 15–18%.



Рис. 28. Пшениця озима



Таблиця 6

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА

Площа, га: 100

Відстань до бригади, км: 5

Культура: Пшениця озима

Технологія: Адаптивна

№ п/п	Найменування робіт	Ділячка	Обсяг робіт	Склад агрегату	Норма виробничості	Кількість	Витрати праці	Витрати на	Тарифний фонд, грн.		
									ручн.	мех.	на 1000 м ²
1	Боронування дисковими важкими бороналами	3 га	фіз.од. 100 ет.га 41,09	БДВ-4,2	29	3,45	24,17	5,54	0,554	326,32	326,32
2	Боронування дисковими важкими бороналами	10 га	100	БДВ-4,2	30,8	3,25	22,76	5,22	0,522	307,26	307,26
3	Суцільна культивування	3 га	100	КПС-4(2)	87,8	1,14	7,97	1,81	0,181	107,6	107,6
4	Протруєння насіння	3 т	0,02	ПС-10А	145,8	0,00	0			0,01	0,03
5	Суцільна культивування	3 га	100	КПС-4(2)	83,2	1,20	8,42	1,92	0,192	113,61	113,61
6	Навантаження мінеральних добрив	3 т	5	ПФ-0,5	282,2	0,02	0,12	0,29	0,001	1,67	1,19
7	Транспортування добрив	3 т	5	ТАЗ-САЗ-3507	343,9	0,01	0,1	0,37	0,002	1,37	1,37
8	Навантаження насіння	3 т	22	ПФ-0,5	282,2	0,08	0,55	0,29	0,006	7,37	5,24



9	Транспортування насіння	3	т	22		ГАЗ-СА3-3507	343,9	0,06	0,45	0,37	0,008	6,05	6,05		
10	Сівба зернових	3	га	100	45,52	МТЗ-80	СЗ-5,4	10,8	9,29	65,03	5,32	0,532	877,95	624,32	1502,26
11	Прикошування	3	га	100	33,61	МТЗ-80	КЗК-6	14,6	6,86	48,01	3,73	0,373	648,17	648,17	
	Разом за період	28			186,77			25,37	177,5863,71		2,371	2397,37630,78	3028,15		
12	Навантаження мінеральних добрив	3	т	12		ПФ-0,5		282,2	0,04	0,3	0,29	0,003	4,02	2,86	6,88
13	Транспортування добрив	3	т	12		ГАЗ-СА3-3507	343,9	0,03	0,24	0,37	0,004	3,3	3,3		
14	Прикормове підживлення	3	га	100	44,00	МТЗ-80	СЗ-5,4	11,1	8,98	62,86	5,27	0,527	848,57	603,43	1452
15	Збирання зернозбиральними комбайнами	10	га	100		Джон Дір	12,8	7,79	54,55	8,06	0,806	981,92	676,44	1658,36	
16	Транспортування зерна	10	т	470		ГАЗ-СА3-3507	343,9	1,37	9,57	0,37	0,172	129,17	129,17		
	Разом за період	23			44,00			18,22	127,52117,71		1,513	1966,981282,723249,7			
	Разом	51			230,77			43,59	305,1	183,41	3,884	4364,351913,5	6277,85		



Фази розвитку пшениці

Закладання

Фаза закладання починається з моменту посіву і триває до початку стадії виходу в трубку. Протягом цього періоду розвиваються продуктивні пагони і первинні корінці, а також починає формуватися листовий покрив (рис. 29–30).

	Закладання – приблизно 6 місяців						Формування – приблизно 2 місяці			Дозрівання – приблизно 2 місяці		
Фаза розвитку	Кущіння Ключова продуктивність Ріст коренів						Ріст стебла			Стиглість		
										Налив зерна		
										Цвітіння		
Ріст	GS00	GS10	GS21	GS30	GS31	GS37-39	GS81	GS92				
Час	Вер	Жов	Лис	Гру	Січ	Лют	Бер	Кві	Тра	Чер	Лип	Сер

Рис. 29. Фази розвитку пшениці

Фаза росту	Опис фази	Фаза росту	Опис фази	Фаза росту	Опис фази	Фаза росту	Опис фази
Ріст насіння		Ріст стебла		Колосіння		Воскова стиглість	
GS10	Перший листок (колеоптиль)	GS30	Колос 1 см (Поява псевдостебла)	GS51	Поява першого колоска над язичком прапорцевого листка	GS83	Рання воскова стиглість
GS11	Перший розгорнутий листок (видно язичок)	GS31	Перше міжвузля	GS55	Половина колосків з'явилась над язичком прапорцевого листка	GS85	М'яка воскова стиглість
GS13	3 розгорнутих листки	GS32	Друге міжвузля	GS59	Колос повністю видно над язичком прапорцевого листка	GS87	Тверда воскова стиглість (руйнується при наддавлюванні)
GS15	5 розгорнутих листків	GS33	Третє міжвузля	Цвітіння		Дозрівання	

Рис. 30. Фази росту і розвитку пшениці



Компоненти врожаю (число колосків і зерен на м²) можна встановити до закінчення цієї фази. Темпи росту рослин залежать від умов довкілля. У похмурі і прохолодні дні ріст сповільнюється. При вирощуванні ярої пшениці ця фаза завершується швидко, оскільки її зазвичай сіють у погожі дні з більш високою температурою повітря.

Формування

Фаза формування починається з моменту утворення першого вузла і триває до цвітіння. Це найважливіший період розвитку, протягом якого формуються листя, глибинна коренева система і фертильні частини квіток, а також накопичуються запаси поживних речовин у стеблі.

Завершується формування листкового покриву, і тепер він здатний вловлювати 95% фотосинтетично-активного випромінювання (ФАР). Темпи росту рослин у фазі формування дуже швидкі, тому щоденна потреба в запасах поживних речовин в ґрунті підвищена.

Дозрівання

Фаза дозрівання починається одразу після цвітіння і триває до наливу зерна і його дозрівання. Протягом цього періоду визначаються основні компоненти врожаю, такі як: кількість зерна на м² і його вага. Необхідно підтримувати рівень запасу азоту і збереження прапорцевого листка, які забезпечують надходження до 70% вуглеводів в зерно.

Нижче представлений загальний план розвитку пшениці (скорочена версія тексту, представленою в довіднику з розвитку пшениці Комітету зернових культур Великобританії):

Завдання та питання для самоконтролю

Розробити агротехнічну частину технологічної карти інтенсивної технології вирощування озимих культур

Відповісти на питання:

- 1. Який тип росту характерний для злакових рослин?*
- 2. Яку функцію виконує язичок?*
- 3. У якої рослини відсутні вушка?*
- 4. У якої рослини найбільш розвинуті вушка?*
- 5. Яка із рослин має найбільш розвинутий язичок?*



Практична робота № 7. Розробка агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування баштанних культур

Мета роботи: ознайомитись з особливостями розробки агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування баштанних культур.

Теоретичні відомості

Баштанні культури – кавуни, дині, гарбузи, кабачки за морфологічними ознаками дуже подібні між собою (рис. 31). Їх вирощують для одержання соковитих плодів з високими смаковими якістьми.

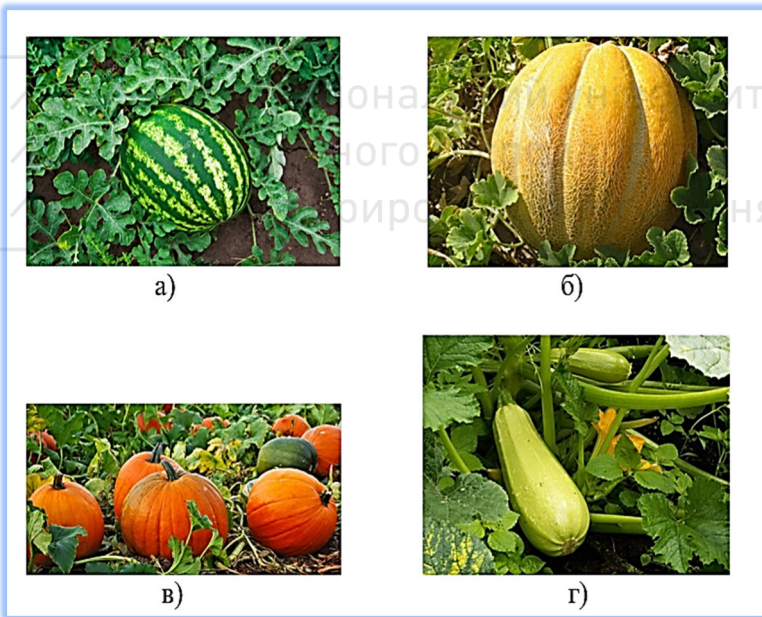


Рис. 31. Баштанні культури: а) кавун, б) диня, в) гарбуз, г) кабачок

Баштанні культури людина вживає у свіжому та консервованому видах. Кормові гарбузи й кавуни мають цінні



кормові якості, є кормом для годівлі різних видів тварин. Дозрілі плоди кормових баштанних можна довго зберігати у свіжому вигляді. Баштанні культури мають велике агротехнічне значення, оскільки сприяють очищенню полів від бур'янів і є цінним попередником для озимих і ярих культур.

Основні регіони товарного баштанництва – Херсонська, Запорізька, Донецька, Одеська області та АР Крим. Посівна площа баштанних культур в Україні коливається в межах 180–210 тис. га, з них понад 75% становлять продовольчі баштани. Середня врожайність баштанних культур у південному регіоні України поки невисока – 80–110 ц/га. Однак кращі господарства вирощують по 300–450 ц/га столових та 500–700 ц/га кормових кавунів, 250–300 ц/га дині, 400–700 ц/га гарбузів, 300–500 ц/га кабачків.

Вивчаючи систему технологій вирощування баштанних культур, акцентуйте увагу на сортах та гібридах, агротехніці вирощування, зберіганні. Вирощування більшості баштанних культур, крім певних особливостей, у більшості випадків аналогічне, тому нижче наводиться лише приклад системи технологій вирощування кавунів.

Система технологій вирощування кавунів. У польових сівозмінах кращими попередниками для кавунів є озимі зернові культури, зернобобові суміші, багаторічні трави. Для розміщення кавунів та інших баштанних культур непридатні поля, на яких у посівах попередніх сівозмінних культур застосовували гербіциди.

Основний обробіток ґрунту під кавуни залежить від попередника. Після озимих проводять лушення стерні на 8–10 см. Ділянки, засмічені багаторічними й коренепаростковими бур'янами (осот, молочай, гірчак), з появою їх розетки повторно лушать на глибину 10–12 см. Наступну зяблеву оранку проводять через 20–25 днів після лушення плугом з передплужником на глибину 27–35 см. Рано навесні поле боронують у два сліди, потім культивують на глибину 14–16 см з одночасним боронуванням. Передпосівну культивуацію проводять на глибину загортання насіння. Уроки з посушливою весною і при відсутності бур'янів на легких за механічним складом ґрунтах



першу культивуацію можна замінити боронуванням у два сліди. Добрива значно підвищують урожайність кавунів та інших баштанних культур. Для знищення бур'янів перед висіванням кавунів та інших баштанних вносять у ґрунт гербіциди.

Сіють кавуни, коли встановиться середньодобова температура 12–15° С і мине небезпека похолодання. Використовують для цього зернові або інші сівалки. Залежно від скоростиглості сорту схема висіву 1,4–2,1×0,7–1,4 м. Норма висіву 4–5 кг/га (4–5 схожих насінин на 1 м рядка), глибина загортання 5–6 см.

Догляд за посівами кавунів починають з досходового боронування легкими або середніми боронами. Боронування впоперек рядків доцільно провести і після з'явлення сходів баштанних. Коли на рослинах розвинеться 5–6 листків, їх проривають. Протягом вегетації посіви обробляють культиваторами (при потребі), закінчуючи цей обробіток на початку інтенсивного росту огудини. Важливим заходом підвищення врожайності кавунів, як і інших баштанних культур, є **еполиви**.

Збирають кавуни у період повного досягання. Зривають з плодоніжками, щоб плоди краще зберігалися. Масовий збір плодів рекомендується проводити валкоутворювачами УПВ-8 або косинцями, що змонтовані на тракторах. Зберігають плоди в буртах, перекладаючи соломою, або в сухих приміщеннях, які перед завантаженням незаражують і провітрюють. Найкраще зберігаються кавуни при температурі 1–3° С. Кормові кавуни за належних умов зберігання не втрачають своїх кормових якостей до січня-лютого. Агротехніка столових і кормових кавунів аналогічна.

Самостійно опрацюйте особливості системи технологій вирощування динь, гарбузів, кабачків

Зверніть увагу на економічну ефективність виробництва технічних та баштанних культур та шляхи її підвищення

Обсяг виробництва усіх видів технічної сировини надалі повинен збільшуватись передусім за рахунок підвищення врожайності та якості технічних культур. У зв'язку з цим



найважливішим завданням у виробництві технічних культур є забезпечення господарств новими сортами і гібридами та освоєння прогресивних енергоресурсозберігаючих, екологічно доцільних технологій їх вирощування.

Кормові кавуни, кормові гарбузи і кабачки, соковиті корми, які займають важливе місце в раціонах тварин. Продуктивність кормових кавунів і кормових гарбузів на зрошуваних землях висока – 400–700 ц/га і більше. Урожайність кабачків – 400–500 ц/га і вище. Кормові кавуни і гарбузи за поживною цінністю можуть замінити в раціоні молочних корів кормові буряки і картоплю.

Біологічні особливості. Баштанні кормові культури характеризуються як світлолюбні, теплолюбні, жаровитривалі й посухостійкі. Найбільш виражені жаровитривалість і посухостійкість у кормових кавунів, найменше – у кабачків. Температура росту листків і стебел – 20–22, плодів – 25–30° С.

Баштанні кормові культури мають добре розвинутий стрижневий дуже розгалужений корінь. Проникаючи в глибину на 3–5 м, коренева система відгалужується в сторони до 5–7 м, добре використовує ґрунтову вологу, що надає рослинам посухостійкості. Разом з тим, ці культури добре реагують на зрошення. Підвищена потреба у волозі спостерігається перед цвітінням і в період зав'язування плодів.

Сорти. На поливних землях вирощують такі сорти баштанних кормових культур: гарбузи – Гібрид 72, Оброшинський, Рекорд, Стофунтовий; кавуни – Дисхим, Яксатовський, кабачки – Грибовські 37, Одеські 52.

Попередники. Краще місце в сівозміні для баштанних кормових культур – пласт та оборот пласта багаторічних трав, зернобобові. Розміщують їх також після зернових, овочевих та інших культур. У зв'язку з небезпекою захворювання, особливо фузаріозним в'яненням, баштанні кормові культури можна повертати на попереднє місце не раніше, ніж через 6–7 років.

Завдання та питання для самоконтролю:

Розробити агротехнічну частину технологічної карти інтенсивної технології вирощування баштанних культур



Відповісти на питання:

- 1. Яку кореневу систему мають кавуни?**
- 2. Вкажіть на розповсюдження кореневої системи кавунів**
- 3. Яку кореневу систему мають дині?**
- 4. Яка форма стебла динь у поперечному розрізі?**
- 5. До яких рослин відноситься більшість відомих форм динь?**

Практична робота № 8. Розробка агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування коренеплодів

Мета роботи: ознайомитись з особливостями розробки агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування коренеплодів.

Теоретичні відомості

Кормові буряки — культура великих потенційних можливостей, в умовах оптимального поєднання агротехнічних факторів вона забезпечує урожайність коренеплодів 2800 ц/га і більше (рис. 32). На поливних землях впровадження інтенсивної технології вирощування кормових буряків, дало можливість зменшити витрату насіння в 3–4 рази, підвищити в 1,5–2 рази врожайність коренеплодів і зменшити у 2 рази затрати праці.

Кормові буряки за біологією близькі до цукрових, але менш посухостійкі і більш чутливі на зрошення. Насіння кормових буряків проростає при температурі 2–5° С, оптимальна температура для сходів – 12–15° С, для наступного росту листків і коренеплодів – 15–20° С.

Вибагливість до вологи у перший рік життя змінюється за трьома періодами росту і розвитку: перший – формування листків і кореневої системи – триває 50–60 днів після появи сходів, це період повільного росту рослин і формує лише 10–12% урожаю; другий період характеризується інтенсивним ростом коренеплоду в товщину і наростанням основної маси урожаю – 75–80%, триває він 40–50 днів; тривалість третього періоду росту 30–35 днів і характеризується він нагромадженням сухих речовин, в цей час наростає 10–13% Кормові буряки вибагливі до ґрунтів. Кращими для них є багаті органічними речовинами



суглинкові, супіщані й особливо чорноземні ґрунти. Кормові буряки – солевитривала культура, вони краще інших рослин переносять підвищену концентрацію ґрунтового розчину при внесенні високих норм мінеральних добрив.

Сорти і гібриди. Кращими сортами є: Переможець, Полтавський напівцукровий, Львівський жовтий, Екендорфський жовтий, Октябрьський, Київський, Центаур, Старт. На поливних землях вирощують такі гібриди: Авангард, Урожайний.

Технологічна карта

Культура – цукровий буряк. **Технологія** – інтенсивна.

Агротехнічні вимоги

1. Сорти та гібриди. Білоцерківський однонасінний 45, Білоцерківський ЧС-90, Український ЧС-70, Іванівський ЧС-33, Ялтушківський ЧС-72.

2. Обробіток ґрунту Після збирання попередника здійснюють два луцення на глибину від 6 до 4 см, а після внесення органічних і мінеральних добрив проводять оранку на глибину 30–32 см.

3. Удобрення. а) основне: нітрофоска у нормі 400 кг/га; б) припосівне: нітроамофоска – 100 кг/га; в) підживлення: нітроамофоска – 100 кг/га.



Рис. 32. Цукровий буряк

4. Сівба. Сівбу розпочинають при температурі ґрунту на рівні 5–6° С. Норма висіву – 7–8 насінин на 1 м довжини рядка. Глибина загортання насіння – 3–4 см.

5. Догляд за посівами. Включає внесення гербіцидів, три міжрядні обробітки, обприскування посівів від шкідників та хвороб.

6. Збирання врожаю. Збирання проводять комбайном SF-10 при технічній стиглості коренеплодів, яка настає в першій половині вересня.



Таблиця 7

Відстань до бригади, км: 5

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА

Площа, га: 100

Технологія: Інтенсивна

Культура: Цукровий буряк

№ п/п	Найменування робіт	Днів виконання	Один працівник	Обсяг робіт		Склад агрегату	Норма виробітку	Витрати праці		Витрати пального	Тарифний фонд, грн.			
				фіз.од.	ет.га			норм. змін	мех.		ручн.	на од. кв. м.	мех.	разом
1	Борошування дисковими важкими борошалами	2	га	100	50,66	4-ХТЗ-16131	22,1	4,52	31,66	7,26	0,726	427,47	427,47	
2	Борошування дисковими важкими борошалами	2	га	100	42,79	4-ХТЗ-16131	26,2	3,82	26,74	6,13	0,613	361,03	361,03	
3	Нивагаєння матеріальних добрив	4	т	40		П10-0,5	282,2	0,14	0,99	0,29	0,012	13,39	9,52	
4	Внесіння матеріальних добрив	4	га	100	37,89	МВУ-8 16131	29,6	3,38	23,68	3,82	0,382	426,28	426,28	
5	Орника	10	га	100	275,70	ХТЗ-16131	4,1	24,62	172,31	28,85	2,885	2670,8	2670,8	
6	Суцільна культивація	4	га	100	15,29	4-ХТЗ-16131	73,3	1,36	9,55	2,18	0,218	128,98	128,98	
	Разом за період	6			422,33			57,85	264,95	0,99		4835	4027,96	9,52
7	Шлейфування (сприхоплення)	2	га	100	34,89	ШБ-2,5 (4) 16131	32,1	3,12	21,81	3,79	0,379	338,03	338,03	
8	Транспортування води	4	т	20		ГАЗ-САЗ-3507	343,9	0,06	0,41	0,37	0,007	5,5	5,5	



9	Обприскування	2	га	100	12,32	МТЗ-80	ОП-2000А	39,8	2,51	17,6	1,24	0,124	316,8	316,8
10	Навантаження мінеральних добрив	4	т	10		ПФ-0,5		282,2	0,04	0,25	0,25	0,003	3,35	2,38
11	Транспортування добрив	2	т	10		ГАЗ-САЗ-3507		343,9	0,03	0,2	0,37	0,004	2,75	2,75
12	Транспортування на висіви	2	т	1		ГАЗ-САЗ-3507		343,9	0,00	0,02	0,37	0,000	0,27	0,27
13	Сівба буряка	4	га	100	45,04	МТЗ-80	УПС-12	10,9	9,19	64,35	5,48	0,548	1158,27	797,92
14	Транспортування води	2	т	20		ГАЗ-САЗ-3507		343,9	0,06	0,41	0,37	0,007	5,5	5,5
15	Обприскування	2	га	100	12,32	МТЗ-80	ОП-2000	39,8	2,51	17,6	1,24	0,124	316,8	316,8
16	Транспортування води	4	т	20		ГАЗ-САЗ-3507		343,9	0,06	0,41	0,37	0,007	5,5	5,5
17	Обприскування	2	га	100	12,32	МТЗ-80	ОП-2000	39,8	2,51	17,6	1,24	0,124	316,8	316,8
18	Навантаження мінеральних добрив	3	т	10		ПФ-0,5		282,2	0,04	0,25	0,25	0,003	3,35	2,38
19	Транспортування добрив	4	т	10		ГАЗ-САЗ-3507		343,9	0,03	0,2	0,37	0,004	2,75	2,75
20	Міярядна обробка буряка	4	га	100	39,05	ХТЗ-16131	КОЗР 8мш	28,7	3,49	24,4	3,24	0,324	378,26	263,56
21	Міярядна обробка буряка	3	га	100	39,05	ХТЗ-16131	КОЗР 8мш	28,7	3,49	24,4	3,24	0,324	378,26	263,56
22	Збірвання коренів цукрового буряка	10	га	100		ЗР 10		4,2	23,81	166,67	25,85	2,585	2583,42	1800,06
23	Транспортування буряка	10	т	6000		ГАЗ-САЗ-3507		343,9	17,45	122,14	0,37	2,200	1648,95	1648,95
	Разом за період	22			194,99				68,39	478,73	280,32	6,769	7464,53	3129,86
	Разом	28			617,31				106,24	743,67	281,32	11,604	11492,49	3139,38



Етапи росту цукрових буряків

Розвиток цукрових буряків можна описати більш детально, використовуючи систему масштабування стадій росту. Нижче наведено детальну шкалу (рис. 33).

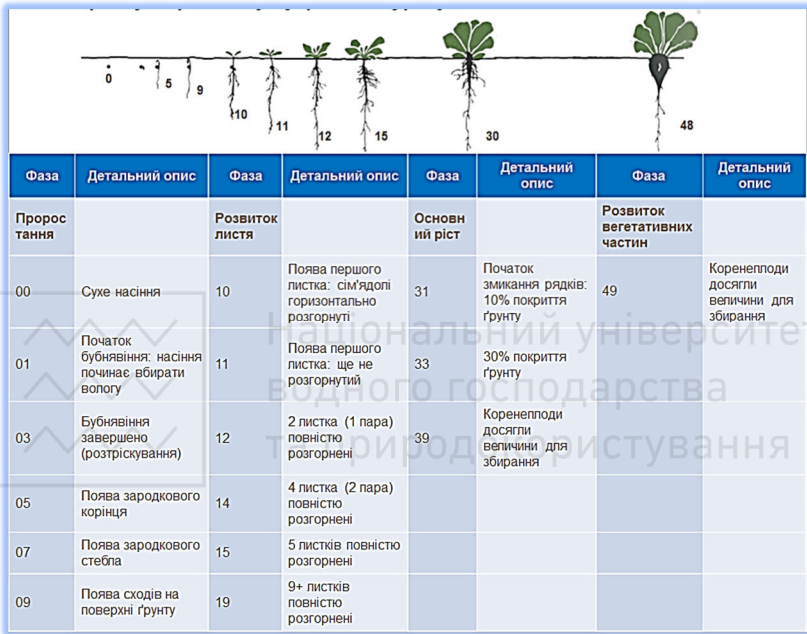


Рис. 33. Фази росту і розвитку буряків

Попередники. Найдоцільніше вирощувати буряки у кормових, прифермських, овочево-кормових, іноді і в польових сівозмінах. При розміщенні поблизу ферм створюються сприятливі умови для внесення в ґрунт органічних добрив і зменшуються затрати на перевезення врожаю.

Кращими попередниками в кормових сівозмінах є озимі, злаково-бобові сумішки на зелений корм з наступною сівбою післяякісних культур, які збирають на силос, баштанні, сорго. Можна висівати буряки по обороту пласта багаторічних трав.



У польових сівозмінах кормові буряки висівають після кукурудзи на зерно, при хорошому догляді у період її вегетації і ретельного загортання післяжнивних решток, а також після озимої пшениці. В овочевих сівозмінах буряки розміщують після цибулі, огірків, зернобобових, баклажанів, помідорів, перцю і картоплі. Кормові буряки можна висівати після столових і цукрових буряків, щоб уникнути сильного ураження їх хворобами і шкідниками. Повертати буряки на попереднє поле можна не раніше, ніж через 2–3 роки.

Завдання та питання для самоконтролю

Розробити агротехнічну частину технологічної карти інтенсивної технології вирощування коренеплодів

Відповісти на питання:

- 1. Дайте наукову назву коренеплідних культур.***
- 2. Яка форма сім'ядолей характерна для коренеплідних культур?***
- 3. До якої групи відносяться коренеплідні рослини?***
- 4. Як розміщуються бічні корінці у рослин цукрових буряків?***
- 5. Яке забарвлення має підземна частина цукрових буряків?***

Практична робота № 9. Розробка агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування бульбоплодів

Мета роботи: ознайомитись з особливостями розробки агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування бульбоплодів.

Теоретичні відомості

Біологічні особливості картоплі. Розмножується вегетативно – бульбами, а також насінням (для одержання нових сортів та інколи в сучасних технологіях). Має надземне трав'янисте стебло і підземні пагони-столони, які на кінцях



Рис. 34. Картопля

температурі 20°C , а бульби – при $15\text{--}18^{\circ}\text{C}$.

Якщо тривалий час стоїть спекотна погода (температура понад 30°C), то бульби не утворюються. В умовах високої температури якість бульб погіршується, вони передчасно старіють, а після випадання дощів їхніх вічок починають рости столони, на яких утворюються нові бульби. Тому для утворення бульб оптимальною є температура ґрунту близько 20°C , за якої асиміляція вуглецю відбувається найбільш інтенсивно. Після формування бульб рослинам потрібна температура ґрунту $15\text{--}18^{\circ}\text{C}$.

Картопля (рис. 34–35) досить вимоглива до вологи. Оптимальним запасом вологи в ґрунті для неї є $70\text{--}85\%$ найменшої вологоємності (НВ). Протягом вегетаційного періоду потреба рослин у волозі змінюється. У першій фазі росту картоплі потрібно значно менше вологи, ніж у період бутонізації,

потовщуються і утворюють бульби. Картопля досить вимоглива до клімату, проте велика різноманітність сортів дає змогу вирощувати її майже на всій території України.

Бульби картоплі починають проростати при температурі $8\text{--}10^{\circ}\text{C}$. Картопля не витримує низької температури і при мінус $1\text{--}2^{\circ}\text{C}$ гине. Найкраще рослини ростуть при

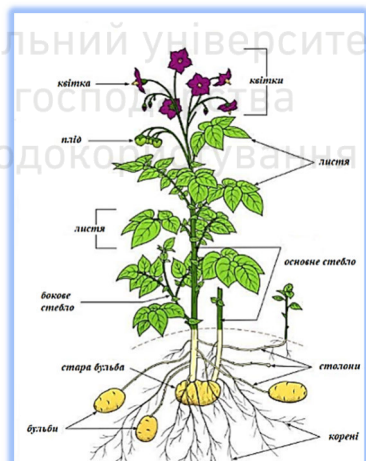


Рис. 35. Будова рослини



Таблиця 8

Технологічна карта вирощування картоплі

№ п/п	Технологічна операція	Одиниця виміру	Обсяг робіт, фіз. одиниць	Склад апарату			Обслуговуючий персонал	
				енергозатрата	с.-г. машина	механізація-тори	внш. робітники	
				марка	кількість			
1.	Лущення етерії на глибину 6-8 см	га	200	Т-150	ЛДГ-15	1	1	
2.	Навалгаження органічних добрив	т	2000	Т-156		1	1	
3.	Висення гною (20 т/га)	т	2000	Т-150К	ПРТ-10	1	1	
4.	Навалгаження мік. добрив (Р60К120)	т	100	МТЗ-80	ПО-0,75	1	1	
5.	Транспортування та висення мік. добрив	га	100	МТЗ-80	МВУ-100	1	1	
6.	Оранка на зуб на глибину 27-30 см	га	100	Т-150К	ПЛН-4-35	1	1	
7.	Культивація з борошувальними на глибину 6-8 см	га	100	Т-150К	С-11У КПСЛ-4 БЗСС-1,0	1 3 8	1	
8.	Рань-весняне борошування	га	200	Т-150	СТ-21 БЗСС-1	1 18	1	
9.	Нарізка гребенів	га	100	МТЗ-80	КВГ-4,2	1	1	
10.	Сортування картоплі, організації та прогонування (30	т	300		КСП-25	1	1	12



	ц/га, дітан М-45 (80%) 2кг/т									
11.	Навантаження картоплі на транспортні засоби	т	300	робітники						2
12.	Транспортування картоплі до посівних агрегатів	т	300	ГАЗ-53А						
13.	Навантаження добрив (N40)	т	10	МТЗ-80	ПФ-0,75	1	1			
14.	Транспортування добрив	т	10	ГАЗ-53А						
15.	Завантаження картоплесаджалок картоплею	т	300	робітники						2
16.	Садіння картоплі	га	100	МТЗ-80	КСМ-6-1	1	1			1
17.	Мікрядний обробіток	га	100	МТЗ-80	КРН-4,2	1	1			
18.	Другий мікрядний обробіток	га	100	МТЗ-80	КРН-4,2	1	1			
19.	Внесення фунгіцидів (акробат МЦ (69 %) 2кг/га, дітан М-45 1,2-1,6 кг/га)	га	100	МТЗ-80	ОПШ-15-01	1	1			
20.	Внесення інсектицидів (банкод (50%) 0,2-0,3 кг/га, деціс (2,5%) 0,2 кг/га, фаслак (10%) 0,07-0,1 кг/га)	га	200	МТЗ-80	ОПШ-15-01	1	1			



21.	Підгородання	га	100	МТЗ-80	КОР-4,2	1	1	
22.	Рихлення міжрядь на глибину 14-16 см	га	100	МТЗ-80	КРН-4,2Д	1	1	
17.	Міжрядний обробіток	га	100	МТЗ-80	КРН-4,2	1	1	
18.	Другий міжрядний обробіток	га	100	МТЗ-80	КРН-4,2	1	1	
19.	Внесення фунгіцидів (акробат МЦ (69 %) 2кг/га, ДІТАН М-45 1,2-1,6 кг/га)	га	100	МТЗ-80	ОПШ-15-01	1	1	
20.	Внесення інсектицидів (Банкол (50%) 0,2-0,3 кг/га, Денс (2,5%) 0,2 кг/га, Фастак (10%) 0,07-0,1 кг/га)	га	200	МТЗ-80	ОПШ-15-01	1	1	
21.	Підгородання	га	100	МТЗ-80	КОР-4,2	1	1	
22.	Рихлення міжрядь на глибину 14-16 см	га	100	МТЗ-80	КРН-4,2Д	1	1	
17.	Міжрядний обробіток	га	100	МТЗ-80	КРН-4,2	1	1	



цвітіння і бульбоутворення. Але надмірна кількість опадів (вологи) саме у період бульбоутворення призводить до розростання бульб і утворення на них наростів (діток), насамперед на передчасно достиглих бульбах.

За своїми біологічними особливостями вона потребує хорошої аерації ґрунту, оскільки коренева система і столони поглинають багато кисню з ґрунтового повітря. Картопля – культура «пухких» ґрунтів. Щільність ґрунтів для гарного росту і розвитку рослин повинна бути в межах 1–1,2 г/см³. На щільних, важких ґрунтах поява сходів затримується на 5-6 днів, рослини відстають у рості, мають меншу асиміляційну поверхню, знижується врожайність, а бульби деформуються, коренева система поверхнева і погано розвивається. Картопля найкраще росте при слабокислій і нейтральній реакції ґрунтового розчину (рН 5,2-7). Важкі карбонатні ґрунти мало придатні для картоплі.

Сорти картоплі. Залежно від використання розрізняють чотири основні групи сортів: столові, технічні, кормові та універсальні.

Найпоширеніші в культурі столові сорти, бульби яких відзначаються найвищими смаковими якостями – мають ніжну м'якоть, не темніють, містять 12–16% крохмалю, багаті вітаміном С. Їх бульби здебільшого округлі або овальні, з поверхневим розміщенням вічок. Бульби технічних сортів характеризуються високим вмістом крохмалю – понад 18%.

В Україні вирощують такі сорти: столові - Астерікс, Березиня, Бородянська рожева, Водограй, Гарт, Віра, Карлена, Коруна, Кобза, Либідь, Поран, Молодіжна, Посвіт, Пролісок та ін.; технічно-столові - Воловецька, Древланка, Зарево, Ласунак, Ікар, Темп та ін.

Завдання та питання для самоконтролю:

Розробити агротехнічну частину технологічної карти інтенсивної технології вирощування бульбоплодів

Відповісти на питання:

- 1. Що являють собою столони у картоплі?**
- 2. На яких органах формуються бульби у картоплі?**
- 3. Що собою являє куц картоплі?**



4. Яку форму мають прилистки у картоплі?

5. Як розміщуються листки на стеблах картоплі?

Практична робота № 10. Розробка агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування олійних культур

Мета роботи: ознайомитись з особливостями розробки агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування олійних культур.

Теоретичні відомості

Олійні культури мають велике господарське значення у сільськогосподарському виробництві багатьох країн Світу (рис. 36–39). За обсягами вирощування цих культур Україна посідає одне із перших місць. До олійних культур відносять групу рослин, які належать до різних ботанічних видів та родин, різняться за морфологічними ознаками та екологічними властивостями і здатні в насінні або ж плодах накопичувати жири.

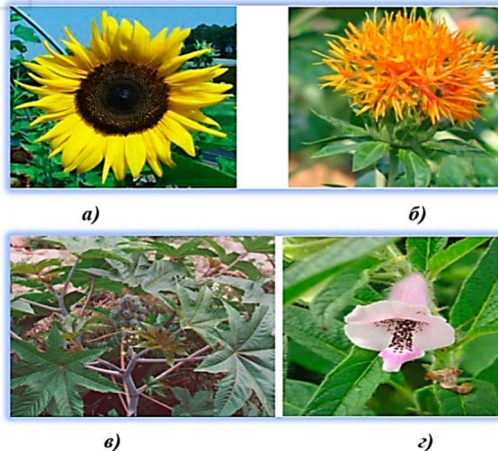


Рис. 36. Олійні культури: а) соняшник, б) сафлор, в) рицина, г) кунжут



До жирів відносять органічні речовини, які за своєю хімічною природою є складними ефірами трьохвуглецевого спирту гліцерину та жирних кислот.

До олійних польових культур відносять наступні види рослин: соняшник (*Heliantus cultus*), сафлор (*Carthamus tinctorius*), рицина (*Ricinus L.*), мак (*Papaver L.*), кунжут (*Sesamum L.*), перила (*Perilla L.*), лялеманція (*Lallemantia L.*), арахіс (*Arachis hypogaea L.*), ріпак (*Brassica napus oleifara*), ріжій (*Camelina sativa Granz.*), гірчиця біла (*Brassica yuncea Gzern.*) і сиза (*Jinapis alba L.*), льон олійний. Рослинну олію також отримують із насіння сої та із таких прядивних культур як льон-довгунець, конопель та бавовнику.

Олійні культури є сировиною для виробництва рослинної олії, яка широко використовується у харчовій, лакофарбовій, консервній, хлібопекарній та інших видах промисловості.

Біологічні особливості. Соняшник належить до роду *Heliantus L.*, родини айстрових (*Asteraceae L.*). Цей рід включає більше 50 видів. Більшість із них це багаторічні рослини. Вирощується в основному один однорічний вид *H. annuus L.*

Венцлавович Ф.С. поділяє цей вид на два самостійних види: соняшник культурний – *H. cultus Wenz.*, та соняшник дикорослий – *H. ruderalis Wenz.* Соняшник *Heliantus cultus Wenz.* залежно від морфологічних ознак та біологічних властивостей поділений на два підвиди.

Перший підвид соняшник польовий – *ssp. sativus*, другий – декоративний – *ssp. ornamentalis*. Серед соняшнику польового виділяють 4 екологічні типи: північно-, середньо-, південноросійська та вірменська. У таблиці 9 наведена їх характеристика.

У сільськогосподарському виробництві вирощуються лише північно- та середньоросійська групи 190 (табл. 9).



Таблиця 9

Характерні ознаки різних груп соняшнику

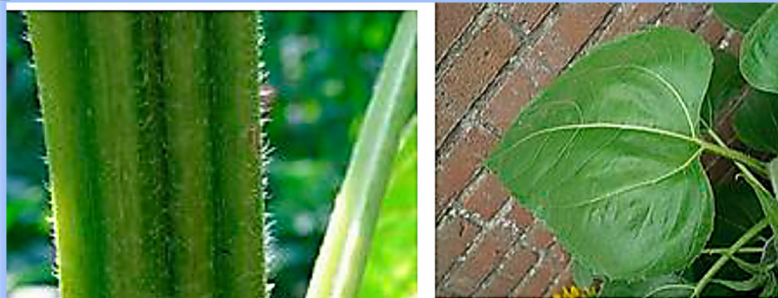
Ознаки	Олійний	Межеумок	Лузальний
Висота стебла, см	150–250	200–300	300–400
Галузистість стебла	галузистий	слабогалузистий	слабогалузистий
Діаметр кошика, см	15–25	25–35	25–45
Довжина сім'янки, мм	6–12	12–16	16–24
Ширина сім'янки, мм	3–6	8–13	6–11
Виповненість сім'янки	виповнена	середня	невиповнена
Маса 1000 сім'янок, г	35–80	100–170	100–170
Лушпинність, %	25–35	30–40	46–56

Коренева система. Соняшник належить до дводольних рослин, а тому має стрижневу глибокопроникну кореневу систему. Вона досягає 3 м вглибину.

Стрижневий корінь розвивається із первинного зародкового корінця. Від нього відгалужуються бічні корені, які можуть утворювати декілька ярусів. Зазвичай 2–3 яруси. Їх кількість залежить від вологості ґрунту та характеру розподілу поживних речовин у ньому.

Корені першого ярусу розташовуються близько до поверхні ґрунту. Спочатку ростуть вони горизонтально, а потім на відстані 10–40 см від стрижневого починають рости вглиб і проникають на глибину 50–70 см.

Другий ярус бічних коренів формується на глибині 30–50 см. Вони ростуть під кутом до головного кореня і здатні заглиблюватися до 90–100 см.



а)

б)

Рис. 37. Елементи рослини: а) стебло, б) лист

Суцвіття у соняшнику кошик. Діаметр від 15–20 до 40–45 см. Форма кошика при досягання може бути опуклою, плоскою або ж увігнутою.

По зовнішньому краю кошика розміщуються язичкові квітки. Вони безплідні, великі, жовтого кольору. Розміщуються вони в один або ж декілька рядів. Трубочасті квітки займають основну частину квітколоже кошика. Вони двостатеві, мають віночок із 5 пелюсток. Тичинок п'ять, маточка має стовпчик і дволопатеву приймочку. Зав'язь нижня, одногнізда. Кількість трубчастих квіток в одному кошику становить від 800 до 1500.



Рис. 38. Квітка



Рис. 39. Зернівка

Панцирність створюється завдяки тому, що верхні клітини склеренхіми виділяють фітомелан. Він має чорне забарвлення і



містить близько 75% вуглецю. Присутність панцирного шару клітин забезпечує стійкість сім'янок до пошкодження соняшником мілью.

Забарвлення сім'янок може бути білим, чорним, коричневим, смугастим, тощо. Маса 1000 сім'янок становить від 45 до 120 г. У сільськогосподарському виробництві переважно вирощують високо гетерозисні гібриди соняшнику. Поширеними є : Кий, Прометей, Заклик, НК Бріо, Чумак, Злива, ПР 63А90, Український скоростиглий, Мегасан, Дарій, Рябота, Завіт, НК Долбі, Богун, Ясон, Гайдук та інші.

Завдання та питання для самоконтролю

Розробити агротехнічну частину технологічної карти інтенсивної технології вирощування олійних культур

Відповісти на питання:

- 1. До якого роду належить соняшник?***
- 2. В якій країні найбільшій площі посіву соняшнику?***
- 3. Яка із різновидностей соняшнику має безпанцирні сім'янки?***
- 4. Рослини якого типу соняшнику є найбільш високорослими?***
- 5. Сім'янки якого типу соняшнику є найбільш виповненими?***

Практична робота № 11. Розробка агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування прядивних культур

Мета роботи: ознайомитись з особливостями розробки агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування прядивних культур.

Теоретичні відомості

Льон належить до роду *Linum*, родини льонових (*Linaceae*). Рід *Linum* об'єднує понад 200 одно- та багаторічних видів, серед яких найбільше виробниче значення має льон звичайний, або культурний (*Linum usitatissimum L.*).

Льон є основною та найбільш поширеною у сільськогосподарському виробництві прядивною культурою в



Україні (рис. 40). Його посівні площі в основному зосереджені у поліській зоні та північному Лісостепу України.

Льон є представником родини льонових (*Linaceae D.*). Ця родина включає 22 роди. Проте практичне господарське значення має лише рід *Linum L.* Рід надзвичайно поліморфний і нараховує більше 200 видів рослин. Але в якості польових культур з метою отримання волокна використовуються лише окремі види. Найбільш поширеним у Світі, в тому числі і Україні, є льон звичайний культурний (*Linum usitatissimum L.*). Культурним вважається і льон-стрибунець (*Linum crepitans Dum.*). Але у теперішній час його не вирощують у культурі і він трапляється в окремих країнах як бур'ян.

Основні відміни цих видів наведено у таблиці 10.

Таблиця 10

Основні відміни льону звичайного та льону-стрибунця

Вид	Стан коробочок при дозріванні	Зв'язок коробочок з плодоніжками	Особливості насіння	Здатність насіння до обсіпання
Льон-стрибунець	Стиглі коробочки широко розкриті	Відокремлюються від плодоніжок	Має невеликий носик	Легко обсіпається
Льон звичайний	Стиглі коробочки не розкриваються	Не відокремлюються від плодоніжок	Має добре розвинутий носик	Не обсіпається або незначно обсіпається



а)

б)

в)

Рис. 40. Види льону: а) льон звичайний, б) Льон проміжний, в) льон кучерявець

Льон звичайний (*Linum usitatissimum* L.) має в своєму складі генетично відмінні форми як за морфологічними ознаками, так і біологічними властивостями, які визначають їх адаптивність до певних ґрунтово-кліматичних умов. На цій підставі Е.В. Вульф виділив у межах цього виду п'ять підвидів: євразійський, середземноморський, індоабісінський, індостанський та проміжний. У сільськогосподарському виробництві використовуються лише євразійський, середземноморський та проміжний підвиди.

Євразійський підвид (*ssp. eurasiaticum* Vav. et.Ell.) – найбільш поширений підвид, що використовується для отримання волокна та олії. Середземноморський підвид (*ssp. mediterraneum* Vav. et.Ell.) – поширений у середземноморських країнах. Характеризується найбільшими коробочками та насінням. Маса 1000 насіння становить 10,0–13,0 г, що у 5 разів більша порівняно з євразійським підвидом та майже два рази проміжним.

Попередники. При розміщенні льону в сівозміні треба враховувати, що він погано витримує часте повернення на попереднє місце. Спостерігається так звана льонотма: урожайність і якість льону різко знижуються, а іноді льон навіть гине внаслідок значного накопичення в ґрунті патогенів (збудників фузаріозу, антракнозу і поліспорозу) та сильного засмічення льону такими специфічними бур'янами, як



підмаренник льоновий, спориш льоновий, повитиця льонова, пажитниця льонова та ін. Серед ефективних засобів уникнення льоновтоми найпершим є дотримання чергування полів у сівозміні з поверненням льону на попереднє поле не раніш як через 6–7 років. Із рекомендованих попередників льону-довгунця кращими в умовах України є озимі зернові культури, які вирощувались по пласту багаторічних бобових трав, та ярі зернові після удобрених просапних культур. Висівають льон також після картоплі, коренеплодів, гороху.

Завдання та питання для самоконтролю:

Розробити агротехнічну частину технологічної карти інтенсивної технології вирощування прядивних культур

Відповісти на питання:

- 1. До якого роду належить льон?***
- 2. Дайте наукову назву льону звичайному***
- 3. Дайте наукову назву льону-стрибунцю***
- 4. Який із підвидів льону звичайного є найбільш поширеним?***
- 5. Який вміст волокна у стеблах льону-довгунцю?***

Практична робота № 12. Розробка агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування бобових трав

Мета роботи: ознайомитись з особливостями розробки агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування бобових трав.

Теоретичні відомості

Люцерна-теплолюбна рослина. Коли початок її вегетації припадає на дні із середньодобовою температурою вище 10° С, вона потім добре росте (рис. 41–43). В разі нестачі вологи (розрахунок на подальші опади) і на зрошуваних ділянках таку ранню післяукісну сівбу люцерни і еспарцету можна проводити під покрив кукурудзи. Урожайність такого підпокровного посіву



люцерни й еспарцету на 1–2-му році використання мало відрізняється від урожайності при безпок-ривному висіванні. Крім того, мають додатковий урожай зеленої маси кукурудзи в результаті чого збільшується загальний збір продукції.



а)

б)

Рис. 41. Люцерна: а) рослина, б) поле з посівом люцерни

Ефективні післяукісні посіви люцерни, еспарцету, а також злакових трав після кукурудзи на зелений корм. Можна практикувати і післяжнивну сівбу люцерни, еспарцету і злакових після збирання пшениці. Щоб уникнути засміченості їх падалицею пшениці і післяжнивними бур'янами, поле попередньо — обробляють дисковими боронами. Після проростання падалиці і бур'янів ґрунт культивують і висівають трави.

Відносно ефективною є весняна підпокровна сівба люцерни та інших трав, проведена з додержанням технології. Якщо в рік сівби мають менший врожай, то на 2 і 3-й рік врожайність трав вирівнюється.

Строки сівби, норми висіву насіння трав, доцільність покровних і безпокровних посівів визначають залежно від конкретних умов з урахуванням зволоження, структури посівних площ, видів і сортів багаторічних трав, покровної культури. Велике значення має досвід агронома, який довго працює на одному місці.



Таблиця 11

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА

Культура: Конюшина багаторічна
Відстань до бригади, км: 5
Площа, га: 100
Технологія: Інтенсивна

№ п/п	Найменування робіт	Днів/Одиниць кваліфікації	Обсяг робіт факт. од.	Склад агрегату енергозасіб	Норма виробітку класифікаційна	Витрати палива		Витрати грошей		Гарантний фонд, грн.				
						кг	л	ручн.	мех.	мех.	додат.			
1	Підготовка ґрунту	2 га	100	4-ХТЗ-17021 ПДП-10А	68,2	2,34	0,234	138,66			138,66			
2	Навігуюча	4 т	20	ПГ-0,5	282,2	0,07	5	0,5	0,29	0,006	6,7	11,46		
3	Транспортування добрив	4 т	20	ГАЗ-САЗ-3507	343,9	0,06	0,41	0,37	0,007	5,5	5,5			
4	Внесення мінеральних добрив	4 га	100	ХТЗ-17021 МВУ-8	30,9	3,24	22,69	3,70	0,370	306,25	306,25			
5	Оривка	10 га	100	212,56 ХТЗ-17021 ПШ-6-35	5,6	17,86	125,04	18,33	1,833	1938,05	1938,05			
	Разом за період	16		268,59				22,70	158,9	0,5	2,451	2395,16	4,76	2399,92
6	Боронування середньої борони	2 га	100	4-ХТЗ-17021 ШП-24	162,7	0,61	4,3	0,97	0,097	58,08	58,08			
7	Суцільна культивація	4 га	100	4-ХТЗ-17021 КІТС-4 (2)	90,2	1,11	7,76	1,77	0,177	104,82	104,82			
8	Транспортування води	4 т	20	ХТЗ-17021 МКТ-10	1102,5	0,02	0,13	0,14	0,003	2,29	2,29			
9	Обприскування	3 га	100	12,32 МТЗ-80 ОП-2000А	39,8	2,51	17,6	1,17	0,117	316,8	316,8			
10	Суцільна культивація	4 га	100	12,55 4-ХТЗ-17021 КІТС-4 (2)	94,8	1,06	7,39	1,68	0,168	99,7	99,7			



11	Протруєння насіння	т	0,2		ПС-10А	145,8	0,00	0,01	0,03			0,13	0,28	0,41
12	Транспортування добрив	т	10		ГАЗ-СА3-3507	343,9	0,03	0,2		0,37	0,004	2,75		2,75
13	Транспортування насіння	т	1		ГАЗ-СА3-3507	343,9	0,00	0,02		0,37	0,000	0,27		0,27
14	Сівба зернових і трав	га	100		ХТЗ-17021	23,5	4,25	29,73	88,19	4,21	0,421	535,17	1106,01	1641,18
15	Прикошування	га	100		КЗК-6	14,6	6,86	48,01		3,73	0,373	648,17		648,17
16	Скошування трав	га	100		Е-281	11,4	8,75	61,27		11,32	1,132	949,69		949,69
17	Транспортування маси	т	1500		ГАЗ-СА3-3507	343,9	4,36	30,34		0,37	0,550	412,24		412,24
18	Прихорення підполяння	га	100		ХТЗ-17021	23,6	4,24	29,66	88,98	4,21	0,421	533,85	1103,29	1637,14
19	Скошування трав	га	100		Е-281	13,5	7,42	51,92		8,95	0,895	804,73		804,73
20	Транспортування маси	т	1000		ГАЗ-СА3-3507	343,9	2,91	20,36		0,37	0,367	274,83		274,83
	Разом за період	40				180,18		44,13	308,9	178,2		4,724	4743,51	2209,38
	Разом	56				448,76		66,83	467,79	178,69		7,174	7138,67	2214,34



Рис. 42. Семена люцерни



Рис. 43. Догляд за посівами

Догляд за травами першого, другого і наступних років життя. За сприятливих умов зволоження багаторічні трави, навіть якщо вони виходять з-під покриву, восени дають невеликий урожай зеленої маси – від 80–120 до 140 ц/га. Її без шкоди для подальшого росту трав можна використовувати на корм. Проте скошування або підкошування слід проводити легкими збиральними агрегатами на Поліссі і в Лісостепу до кінця першої, в Степу – другої-третьої декад жовтня. Вивозити зелену масу треба за допомогою легких колісних тракторів і причепів, кінного транспорту. Вони менше ущільнюють землю і травмують ще недостатньо розкущені рослини.

Трави повинні добре підготуватися до зимівлі-накопичити до-статньо пластичних речовин у верхній частині кореневої системи і в нижніх частинах пагонів. Значно поліпшують перезимівлю їх фосфорні і фосфорно-калійні добрива, які вносять восени поверхнево, невеликими дозами – $P_{30-45}K_{30-45}$. На суглинкових ґрунтах можна вносити тільки фосфорні добрива. Фосфор сприяє посиленню відтоку асимілятів у кореневу систему (накопиченню запасних поживних речовин).

Трави позитивно реагують на снігозатримання. Рівномірність снігового покриву забезпечують, використовуючи стерню покривної культури, на невеликих ділянках – щити, фашины, лозу, хмиз. На великих площах застосовують валкоутворювачі і снігорозгортачі.



Завдання та питання для самоконтролю:

Розробити агротехнічну частину технологічної карти інтенсивної технології вирощування бобових трав

Відповісти на питання:

1. До якої родини належать зернові бобові культури?
2. Яку кореневу систему мають зернові бобові рослини?
3. У яких рослин формуються парнопірчасті листки?
4. У яких рослин формуються трійчасті листки?
5. Скільки чашиolistків мають квітки бобових рослин?

Практична робота № 13. Розробка агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування злакових трав

Мета роботи: ознайомитись з особливостями розробки агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування злакових трав.



Теоретичні відомості



Рис. 44. Стоколос безостий

Багаторічні злакові трави поширені на сіножатях і пасовищах, їх також висівають для поліпшення кормових угідь. З багаторічних кормових трав польового травосіяння більш поширені тимофіївка лучна, вівсяниця лучна, стоколос безостий (рис. 44), житняк, райграс високий, грястиця збірна, пірій

безкореневищний. Всі вони мають добре розвинену мичкувату кореневу систему, яка розміщується переважно у верхньому шарі ґрунту – до 20 см. Найбільш вологолюбною рослиною серед названих злакових трав є тимофіївка лучна, менш вимогливий до вологи житняк. За типом кушення багаторічні злакові трави поділяють на кореневищні, нещільно- і щільнокущові, а за



висотою стебла і розташуванням листків на ньому на верхові (з рівномірним розташуванням листків по всій висоті стебла) і низові (з розміщенням листків у нижній частині стебла у формі розетки). Низові й перехідні форми використовують здебільшого у лучному травосіянні.



Рис. 45. Вівсяниця (костриця)

Полеві злакові трави відносять переважно до групи нещільно-кущових.

До кореневищних трав польового травосіяння належить стоколос безостий.

За даними досліджень О. І. Зінченка, перспективною травою є пирій повзучий, особливо в суміші з люцерною.

Хімічний склад цих трав значною мірою залежить від фази розвитку рослин. Наприклад, у сухій речовині стоколосу безостого при скошуванні в період викидання волотей містилося 16,4% протеїну, на початку цвітіння – 14,2%; вівсяниці лучної – відповідно 17,2 і 14,6; грястиці збірної – 16,2 і 13,8%. Вміст протеїну та інших речовин залежить також від укосу трави. У трав другого і третього укосів міститься більше протеїну, ніж першого укосу. Наприклад, у дослідях Українського інституту кормів вміст протеїну в травосуміші конюшини з тимофіївкою першого укосу становив 14,4, другого 18,5%, а третього 22,6%.

Вміст клітковини в наступних укосах зменшується. Під дією добрив, особливо азотних, вміст протеїну в сні злакових трав значно підвищується.

Цінна кормова культура лісостепових, поліських та західних районів України. Трава й сіно її добре поїдаються тваринами. В СНД трапляються близько 20 її видів. Найбільше господарське значення мають 3 види: лучна, тростинна й червона. В культурі використовують передусім вівсяницю лучну.



2. Вівсяниця лучна

Вівсяниця лучна-багаторічна нещільнокущова верхова злакова трава із стеблом до 120 см заввишки (рис. 45). Від інших злакових відрізняється вузькими, блискучими, знизу світло-зеленими листками. Кущ має багато сильно облистнених вегетативних пагонів. Коренева система добре розвинена і проникає в ґрунт на глибину 160–180 см. Але основна маса коріння (більше 90%) розміщена в шарі ґрунту 40 см. Суцвіття розлога волоть (при достиганні стиснута). Насіння світло-зелене, швидко обсіпається при достиганні.

Грястиця збірна, верховий нещільнокущовий злак озимого типу (рис. 46). Має велику кількість вегетативних пагонів і прикореневих листків. Розвинена мичкувата коренева система проникає в ґрунт на глибину 1–1,5 м. Облистненість дуже висока,



Рис. 46. Грястиця збірна

листя велике, шорстке, язичок довгастий. Маса листя в першому укосі перевищує масу стебел. У другому укосі травостій складається з видовжених вегетативних стебел, маса листя в 2–3 рази більша за масу стебел. Суцвіття грястиці-лапчаста волоть. Насіння злегка зігнуте, має короткий (1,5–2 мм) остюк, довжина насінини

4,5–6 мм, маса 1000 насінин 1,2–1,4 г.

Високоврожайна рослина: 50–70 ц/га сіна, 350–400 ц/га зеленої маси. Поширена в Лісостепу, на Поліссі, в Нечорноземній зоні, в гірських районах, на заплавах, низинних, суходільних луках. Добре росте при задовільному зволоженні. Погано витримує затоплення талими водами, підтоплення. Добрий компонент люцерни, еспарцету в кормових сівозмінах і на схилах.

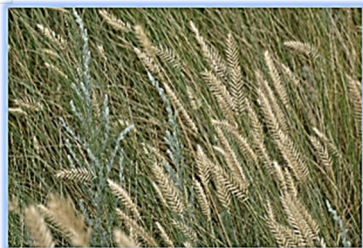


Рис. 47. Житняк гребінчастий



**Рис. 48. Житняк
ширококолосьний**

Житняк ширококолосьний (пирій гребінчастий) (рис. 47–49) (*Agropyrum pectiniforme* Schult.) – ксерофітний, ярий, апівверховий нещільнокущовий багаторічний злак. Як і інші житняки, введений в культуру В. С. Богданом. Широко використовується в США й Канаді. Всі види житняку посухостійкі. Добре ростуть на солонцюватих ґрунтах, мають високу кормову цінність. Житняк добре витримує зміни температури в зимовий період та безсніжні зими, льодяну кірку. Це цінний злак для степових районів країни. Коренева система житняку мичкувата, добре розвинена, проникає у ґрунт на 1,5–2 м. Основна маса коріння розміщується в шарі ґрунту 0–30 см. Житняк гребінчастий, а також вузькоколосьний (пустельний) (*A. desertorum* Fisch. Schult.) доцільно використовувати для залуження степових схилів, у суміші з люцерною. Його насіння висівають восени, а люцерни й еспарцету-рано навесні. Норма висіву житняку 7–8, люцерни й еспарцету 8–10 кг/га. Глибина загортання насіння 2–3 см. Вищі врожаї отримують на другий-третій рік вегетації. В Україні вирощують сорт житняку Дніпровський вузькоколосьний.

Пирій безкореневищний (*Agropyrum tenerum* Vascy.) – багаторічний нещільнокущовий верховий, колосовий, мезофітний, середньостиглий, ярий, переважно сіножатний злак.

Поширений здебільшого в Степу й Лісостепу, Західному Сибіру, Казахстані. На відміну від пирію повзучого, зернівка



його має опушений стрижень. Колос нещільний. Насіння велике (9–12 мм), маса 1000 насінин 2,6–3 г.



Рис. 49. Пирій повзучий



Рис. 50. Райграс високий

Райграс високий (*Arrhenatherum elatius* (L.) M. et K.) (рис. 50) – багаторічна верхова злакова культура. Швидко росте, скоростигла, високоврожайна. Найбільші врожаї зеленої маси й насіння дає на другий-четвертий рік вегетації. У травосумішах зберігається кілька років. У разі самовисівання травостій зберігається 10–15 і більше років. Коренева система добре розвинена. Стебло до 170 см заввишки. Рослина райграсу високого утворює великий кущ з багатьма вегетативними стеблами. Суцвіття – остиста волоть.

Райграс має невисокі посухо- і зимостійкість. Він є цінним компонентом сумішей з люцерною, еспарцетом і конюшиною. За сприятливих погодних умов у Лісостепу на другий рік життя з двох укосів збирають 60–80 ц/га сіна. Врожайність насіння 4–6 до 8 ц/га.

Райграс багатоукісний (*Lolium multiflorum* Lam. (L.), *italicum* A. Braun) – верховий нещільнокущовий злак ярого типу. Рослина добре обліствена, суцвіття-видовжений колос з великими щільно розміщеними на стрижні колосками. Листя і стебла жорсткі. Цінною біологічною особливістю райграсу є висока врожайність і швидке відростання після скошування. В чистих посівах уже на першому році життя отримують високі врожаї. Однорічну форму використовують як компонент



травосумішей з однорічними бобовими культурами. В травосумішах зберігається не більше 2–3 років. Зимостійкість низька.

Стоколос безостий (*Bromopsis inermis*) – поширена багаторічна кореневищна верхова злакова рослина. Введена в культуру в 1860 р. селянами Воронежської губернії (с. Студений Колодязь). Використовують переважно для створення багаторічних сіножатей і пасовищ із сумішей з нещільно-кущових трав. Росте в заплавах річок і на наносних ґрунтах, схилах балок.

Розрізняють 4 типи стоколосу безостого: степовий, лісостеповий, лучний північної нечорноземної смуги, лучний південної нечорноземної смуги. Стоколос безостий – рослина озимо-ярого типу.

Високі стебла за сприятливих умов вирощування досягають висоти 120–150 см. Листя шорсткувате або голе, піхва листка на більшій частині замкнена коротким тупим язичком. Завдяки високій врожайності (300–400 ц/га) і облиственості, що пояснюється наявністю в травостой вегетативних пагонів, стоколос безостий займає одне з перших місць серед сінокісних злакових. Характеризується підвищеною посухостійкістю. Більшість коренів розміщена в шарі ґрунту 0–30 см, а окремі корені проникають углиб його на 1,5–2 м і більше. Суцвіття – розкидиста волоть. Насіння крупне, має високу схожість.

Повного розвитку досягає на другому році життя, за сприятливих умов дає високі врожаї протягом 10–12 років і більше. Відростає рано навесні, дає два укоси. На родючих ґрунтах при достатній вологості вихід сіна становить 60–70 ц/га, насіння 7–10 ц/га.

Стоколос висівають у травосумішах із злаковими і бобовими травами. Особливо підходить він для висівання з еспарцетом і люцерною на схилах. Сіють одночасно з озимими або рано навесні. За звичайної рядкової сівби норма висіву стоколосу становить 18–20 кг/га, у сумішах 8–10 кг/га.

В Україні широко районовано сорти стоколосу Козаровицький, Полтавський 30, Дніпровський. Заслугує на увагу збір і розмноження місцевих дикоростучих екотипів.



Рис. 51. Тимофійка лучна

Тимофійка лучна має ряд місцевих назв – сіянка, полошник, колос, оржанець — в Росії, бжанка в Білорусі, флеон, тимосбалахи, пишиг муйрихи на Кавказі (рис. 51). Це верхова нещільнокущова злакова трава, введена в культуру в першій половині XVIII ст. селянами Вологодської та Вятської губерній.

Має високу енергію кущення, добре облістнена. Листки становлять 35–40%

врожаю сіна. Суцвіття – щільна колосоподібна волоть (султан), плід – зернівка. Маса 1000 насінин 0,3–0,5 г.

Завдання та питання для самоконтролю:

Розробити агротехнічну частину технологічної карти інтенсивної технології вирощування злакових трав

Відповісти на питання:

1. Забарвлення листків у фазу сходів
2. Коли припиняється ріст колеоптиля?
3. Початком фази трубкування в агрономічній практиці вважають
4. Особливості цвітіння квіток волоті
5. Охарактеризуйте стан стебла злакових трав

Практична робота № 14. Розробка агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування однорічних трав

Мета роботи: ознайомитись з особливостями розробки агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування однорічних трав.

Теоретичні відомості

З бобових однорічних трав найпоширеніші вика яра й озима, кормовий люпин, кормовий горох, однорічний буркун,



серадела. Набувають поширення однорічні конюшини-персидська, олександрійська, інкарнатна, підземна.

Залежно від ґрунтово-кліматичних умов у господарстві культивують кілька видів трав. Однорічні бобові трави вирощують переважно в бобово-злакових травосумішах, що сприяє підвищенню врожайності та якості корму.

Однорічні бобові трави та їх травосуміші широко вирощують на сіно, як компоненти в зеленому конвеєрі, а також для приготування сінажу й силосу.

Однорічні злакові трави.



Рис. 52. Могар

Могар (головчасте просо, мишій) – нещільний кущ 60–140 см заввишки із прямостоячими порожнистими стеблами (рис. 52). Коренева система добре розвинена, заглиблюється в ґрунт на 1,5–2 м. Листкові пластинки світло- або темно-зелені, до моменту дозрівання іноді антоціаново забарвлені; великі, голі, без вушок, з великими піхвами, які вкриті з країв густо-війчастим

опушенням. Суцвіття колосоподібна волоть, між колосками багато щетинок. Могар – пізня яра рослина (рис. 53). Тому її сіють одночасно з кукурудзою або навіть дещо пізніше. Спосіб сівби звичайний рядковий. Норма висіву 6–8 млн схожих насінин на 1 га.

Глибина загортання насіння 3–4 см з обов’язковим одночасним коткуванням і боронуванням легкими борінками. Ними ж проводять 1–



Рис. 53. Райграс однорічний



2 до- і післясходових боронування, які спрямовані переважно проти мишію і плоскухи. Рослина за природою еутотроф, тобто добре росте на родючих ґрунтах. Тому перед висіванням слід обов'язково внести 60–90 кг/га д. р. азоту, по 45 кг/га д. р. фосфору і калію. Скошують у період викидання суцвіть.

Райґрас однорічний. Висота рослин 70–80 см. Куш нещільний, стебла неопушені з 5–6 міжвузлями. Коренева система мичкувата, проникає в ґрунт на глибину 1,6–1,7 м. Листя лінійне, широке, шорстке, знизу блискуче. Облиственість – до 50%. Колос циліндричний, 12–15 до 18–20 см завдовжки, нещільний. Колосків 8–12, вони прикріплені ребром до стрижня колоса. Зернівка ланцетоподібна, 4–6 мм завдовжки, плівчаста, з коротким остюком. Маса 1000 насінин 1,8–2 г. Вологолюбна рослина, добре відростає, дає 4–5 укосів. Після появи сходів до першого скошування минає 50–55 днів. Урожайність 200–500 ц/га зеленої маси, 35–80 ц/га корм. од., вихід протеїну 400–800 кг.



Рис. 54. Суданська трава

Використовується на сіно, зелений корм у скошеному вигляді, як покривна культура для багаторічних трав. Районований в Лісостепу, на Поліссі, в західних районах України.

Суданська трава. Куш у суданської трави (трав'яного сорго) (*Sorghum sudanense* Stapf.) (рис. 54) прямий або напіврозгалужений, стебла великі, світло-зелені, неопушені, 1,5–3 м заввишки, 3–12 мм завтовшки із 5–12 міжвузлями. Серцевина їх суха, губчаста. Коренева система дуже згалужена, проникає углиб на 3 м і більше. Листя широколінійне з чітко вираженою світлою жилкою, 30–70 см завдовжки, 2–3,5 см завширшки. Язичок короткий у вигляді білої плівки.

Суцвіття-волоть пряма, овально-пірамідальна, гілчаста, розлога (30–45 см), перед дозріванням темно-солом'яного



кольору. Квітки двох видів: гермафродитні й одностатеві чоловічі. Зерно пливчає, велике, овально-еліптичне, темно-коричневе, вимолочується погано.

Завдання та питання для самоконтролю:

Розробити агротехнічну частину технологічної карти інтенсивної технології вирощування однорічних трав

Відповісти на питання:

1. Роль однорічних злакових трав як основної умови створення міцної кормової бази.

2. Роль однорічних злакових трав у підвищенні продуктивності тваринництва.

3. Біологічні особливості.

4. Місце і технологія вирощування насіння у суданської трави

5. Місце і технологія вирощування насіння, зеленого корму і сіна мозару, райграсу однорічного, тимофійки лучної, костриці лучної, грястиці збірної, райграсу багатуокісного.

Практична робота № 15. Розробка агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування бобових трав

Мета роботи: ознайомитись з особливостями розробки агротехнічної частини технологічної карти інтенсивної технології вирощування бобових трав.

Теоретичні відомості

Зернові бобові культури є досить поширеними у сільськогосподарському виробництві (рис. 55–62). Вони відіграють велике господарське значення як з огляду на хімічний склад їх зерна, так і унікальної їх здатності до симбіозу з бульбочковими бактеріями. Завдяки чому вони здатні засвоювати молекулярний азот повітря і тим самим забезпечувати свої потреби у цьому елементі живлення.

Всі зернобобові культури є добрими попередниками для інших сільськогосподарських культур у польових сівозмінах.



Водночас можуть бути вимогливими до своїх попередників і мати різну реакцію на насичення ними сівозмін.

Згідно ботанічної класифікації зернові бобові культури належать до родини бобових (*Fabacea (Leguminosae L.)*). Маючи безліч спільних морфологічних ознак, зернові бобові культури водночас різняться специфічними ознаками за якими можливо провести їх ідентифікацію у різні фази росту та розвитку.

В Україні найбільш поширеними та мають велике господарське значення горох посівний, соя культурна або щетиниста, люпин жовтий, люпин білий, люпин вузьколистий або синій, кормові боби, квасоля звичайна, сочевиця культурна або харчова, нут культурний, чина посівна (табл. 12).

Таблиця 12

Основні зернобобові культури в Україні

Культура	Наукова назва
Горох посівний	<i>Pisum sativum</i>
Соя культурна	<i>Glycine hispida Maxim.</i>
Люпин жовтий	<i>Lupinus luteus L.</i>
Люпин білий	<i>Lupinus albus L.</i>
Люпин вузьколистий або синій	<i>Lupinus angustifolius L.</i>
Кормові боби звичайні	<i>Faba vulgaris Moench.</i>
Квасоля звичайна	<i>Phaseolus vulgaris L.</i>
Сочевиця культурна або харчова	<i>Lens esculenta Moench.</i>
Нут культурний	<i>Cicer arietinum L.</i>
Чина посівна	<i>Lathyrus sativus L.</i>

Коренева система у всіх зернобобових культур стрижнева. Вона має чітко виражений головний корінь, який утворюється із зародкового корінця насінини і здатний проникати на глибину до 120 см. Із нього формуються бічні корені першого та наступних порядків і поширюються у різні боки до 120 см. Основна їх маса зосереджується у шарі ґрунту 0–35 см.



Рослини мають також стеблові корені, які представлені гіпокотильними (підсім'ядольні), епікотильними (надсім'ядольні) та міжвузловими коренями. Але їх формування можна у певній мірі вважати видовою ознакою і водночас може залежати від умов росту рослин. Гіпокотильні корені розвиваються в основному у рослин, які при проростанні насіння виносять на поверхню ґрунту сім'ядолі. Сюди належать соя, люпин та квасоля за виключенням квасолі багатоквіткової та кутастої. Епікотильні корені формуються в основному у рослин, що не виносять сім'ядолі на поверхню ґрунту. Це такі рослини як горох, кормові боби, сочевиця, чина та нут.

Гіпокотильні корені утворюються між кореневою шийкою та сім'ядолями, а епікотильні – над сім'ядолями. Міжвузлові корені утворюються на першому міжвузлі стебла за умови глибокого загортання насіння у зволожений ґрунт.

Стебло трав'янисте і складається із гіпокотильної та епікотильної частин і має стеблові вузли та міжвузля. Висота стебла може бути від 25–50 до 250 см залежно від виду рослин та умов їх вирощування. Виткі форми квасолі можуть мати довжину стебла понад 250 см. У поперечному перерізі стебло може бути округлим (горох, квасоля, нут, люпин) або ж чотиригранним (кормові боби, чина сочевиця). У сої, нуту та люпину стебло опушене, а у гороху, кормових бобів, квасолі, чини та сочевиці – голе. Кормові боби, соя, люпин, нут, сочевиця, кущові форми квасолі та безлисточкові сорти гороху мають прямостояче стебло, чина та звичайні сорти гороху – сланке стебло, а у квасолі багатоквіткової – витке стебло. Загалом стебло бобових рослин здатне до розгалуження. Проте цей процес залежить від багатьох факторів.

Листки. Парнопірчасті листки утворюються у гороху, сочевиці, чини, кормових бобів і мають одну або декілька пар листочків, а черешок закінчується вусиками або ж коротким вістрям. Нут має непарнопірчастий листок у якого листочки на черешку розміщуються парами і верхівка має листочок замість вусиків чи вістрія. Соя та квасоля мають трійчастий листок. На черешку є три листочки із власними черешками, але перші два справжні листки є простими.



Пальчасті листки характерні для люпину. Вони мають черешок на якому віялом розміщуються декілька листочків (5–7 і більше).



Рис. 55. Нут



Рис. 56. Сочевиця

Вусаті листки характерні для окремих форм гороху. У них замість листочків утворюються розгалужені вусики. Прилистники розміщуються у основи складних листків і мають різну форму та розмір.

Квітка у бобових рослин (рис. 62) неправильного метеликового типу. Розміщуються на квітконіжках по 1–2 у пазухах листків (сочевиця, чина, нут, окремі сорти гороху). У люпину, квасолі, сої, кормових бобів квітки утворюють суцвіття китицю. У фасційованих форм гороху квітки утворюють несправжній зонтик.



*Рис. 57. Квасоля з
витким стеблом*



Рис. 58. Кормові боби



Рис. 59. Соя



Рис. 60. Люпин багаторічний



Рис. 61. Чина



Рис. 62. Квітка бобових

Квітка має чашечку, віночок, тичинки і маточку. У чашечці 5 чашолистків, які зрослися між собою наполовину. Вони можуть бути ланцетними, яйцеподібно-ланцентними або ж іншої форми.

Віночок складається із 5 пелюсток. У верхньої пелюстки ширина часто більша ніж довжина і вона отримала назву прапорця або вітрила чи парусу. Дві бічні середні пелюстки є вільними і називаються крилами, а дві нижні пелюстки, що частково зрослися, називаються човником. Забарвлення віночку може бути білим, червоним, рожевим, голубим, жовтим, фіолетовим та ін.

Квітки мають 10 тичинок. У більшості бобових культур (соя, горох, квасоля, сочевиця, кормові боби) за виключенням люпину 9 тичинок до половини зростаються у вигляді трубки, а одна залишається вільною. У люпину всі 10 тичинок зростаються між собою. Маточка має зав'язь, стовпчик і приймочку. У зав'язі утворюється різна кількість насінних зачатків (від 1–2 до 8–10 і більше шт.), що є видовою і навіть родовою ознакою.

Плід у бобових рослин біб. Він може бути однонасінним, дво-, або ж багатонасінним. Боби складаються із двох стулок, які



при дозріванні за виключенням нуту та білого люпину, можуть розтріскуватися і зріле насіння відокремлюється від насінної ніжки. Це викликає значні втрати врожаю і вимагає своєчасного проведення його збирання.

За формою боби можуть бути прямими, зігнутими, серпоподібними, шаблевидними, ромбічними, плоскими та ін. Люпин та соя мають опушені боби, а у решти бобових культур боби голі. Забарвлення бобів солом'яно-жовте, чорно-буре, фіолетове, строкате.

Довжина бобів змінюється від 1–2 см до 15–20 см і навіть більше. Вона залежить від виду рослин та умов їх росту та розвитку.

Насіння має насінневу оболонку та зародок. Оболонка міцна, різного забарвлення. Зародок складається із двох сім'ядолей, зародкового корінця та стебельця і верхівкової бруньки. В свою чергу брунька має два справжніх листочки і точку росту.

Завдання та питання для самоконтролю:

Розробити агротехнічну частину технологічної карти інтенсивної технології вирощування бобових трав

Відповісти на питання:

- 1. До якої родини належать зернові бобові культури?**
- 2. Яку кореневу систему мають зернові бобові рослини?**
- 3. У яких зернобобових культур в основному розвиваються епікотильні корені?**
- 4. При проростанні насіння яких рослин сім'ядолі виносяться на поверхню ґрунту?**
- 5. У яких рослин формуються пальчасті листки?**



Використані джерела:

1. Технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур : монографія / Л. М. Тіщенко, С. І. Корнієнко, В. А. Дубровін та ін. Харк. нац. техн. ун-т с.-г. ім. Петра Василенка. Харків : ХНТУСГ, 2015. 273 с.
2. Рослинництво : підручник / В. Г. Влох, С. В. Дубковецький, Г. С. Кияк, Д. М. Онищук ; за ред. В. Г. Влоха. К. : Вища шк., 2005. 382 с.
3. Примак І. Д., Гудзь В. П. Операційні технології вирощування кормових культур. К. : Урожай, 1995. 288 с.
4. Пустовойт В. С. Избранные труды. М. : Агропромиздат, 1990. 367 с.
5. Растениеводство / П. П. Вавилов, В. В. Гриценко, В. С. Кузнецов и др. ; под ред. П. П. Вавилова. 5-е изд., перераб. и доп. М. : Агропромиздат, 1986. 512 с.
6. Ріпак / за ред. В. Д. Гайдаша. Івано-Франківськ : Сіверсія, 1998. 224 с.
7. Рослинництво / за ред. О. І. Зінченка. К. : Аграрна освіта, 2001. 591 с.
8. Рослинництво з основами програмування врожаю / за ред. О. Г. Жатова. К. : Урожай, 1995. 256 с.
9. Рослинництво. Інтенсивна технологія вирощування польових і кормових культур / М. А. Білоножка, В. П. Шевченко, Д. М. Алімов та ін. ; за ред. М. А. Білоножка. К. : Вища шк., 1990. 292 с.
10. Мостіпан М. І. Рослинництво : лабораторний практикум. Кіровоград : видавець Лисенко В. Ф., 2015. 320 с.
11. Воейков О. І. Клімат земної кулі, особливо Росії. СПб., 1884.
12. Селянинов Г. Т. Мировой агроклиматический справочник. Ленинград, Москва : Гидрометеиздат, 1937. 428 с.
13. Курс метеорологии : пособие для ун-тов, высш. и средних техн. и сел.-хоз. учебн. заведений и для практиков / П. И. Броунов, заслуж. проф. Москва : Гос. технич. изд-во, 1927. (Б. Серия 4. Инженерно-промышленная библиотека; № XIII-55).



14. Сапожникова С. А. Принципы сельскохозяйственной бонитировки климатов СССР. *Труды Всесоюз. научн. совещания*. Т. VIII. Л. : Гидрометеиздат, 1963. С. 3–17.
15. Мищенко З. А. Биоклимат дня и ночи. Л. : Гидрометеиздат, 1984. 280 с.
16. Мищенко З. А., Кирнасовская Н. В. Агроклиматические ресурсы Украины и урожай. О. : «Экология», 2011. С. 291.
17. Мищенко З. А., Кирнасовская Н. В. Метод региональной оценки и районирования биоклиматического потенциала на территории Украины с учетом микроклимата. *Метеорология и гидрология*. 2005. № 5.
18. Мищенко З. А., Кирнасовская Н. В. Региональная оценка биоклиматического потенциала земель на территории Украины. *Метеорология, климатология и гидрология*. 2001. Вып. 43. С. 90–97.
19. Мищенко З. А., Кирнасовская Н. В. Сельскохозяйственная оценка климата различных почв на территории Украины. *Метеорологія, кліматологія та гідрологія*. 2002. Вып. 44. С. 117–124.
20. Шашко Д. И. Агроклиматические ресурсы СССР. Л. : Гидрометеиздат, 1985. 247 с.
21. Польовий А. М., Божко Л. Ю., Вольвач О. В. Основы агрометеорології : підручник. Одеський державний екологічний університет. Одеса : Видництво ТЕС, 2012. 250 с.
22. Уланова Е. С. Методы оценки агрометеорологических условий и прогнозов урожайности зерновых культур. Л. : Гидрометеиздат, 1988. 53 с.
23. Уланова Е. С. Агрометеорологические условия и урожайность озимой пшеницы. Л. : Гидрометеиздат, 1975. 302 с.
24. Колосков П. И. Климатический фактор сельского хозяйства и агроклиматическое районирование. Л. : Гидрометеиздат, 1971. 328 с.



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Навчальне видання

*Солодка Тетяна Миколаївна
Мороз Олександр Сергійович*

РОСЛИННИЦТВО З ОСНОВАМИ АГРОКЛІМАТОЛОГІЇ. ПРАКТИКУМ

Навчальний посібник



Технічний редактор

Галина Сімчук

Національний університет
водного господарства
та природокористування

*Видавець і виготовлювач
Національний університет
водного господарства та природокористування
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028.*

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до
державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів
видавничої продукції РВ № 31 від 20.04.2005 р.*