**УДК 631.417.2**

**Клименко О. М., к.т.н, доцент** (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне), **Долженчук В. І., к.с.-г.н., директор науково-виробничого проектно-технологічного центру «Облдержродючість» в Рівненській області,**
**Колесник Т. М., к.с.-г.н., доцент** (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

# БІОЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ ВАПНУВАННЯ КИСЛИХ ҐРУНТІВ РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**Виявлено особливості впливу вапнування та застосування мінеральних добрив на енергетичну ефективність вирощування сільськогосподарських культур на кислих ґрунтах Рівненської області.**
**Ключові слова: біоенергетична ефективність, вапнування, мінеральні добрива.**

**Определено особенности влияния известкования и применения минеральных удобрений на энергетическую эффективность выращивания сельскохозяйственных культур на кислых почвах Ровенской области.**
**Ключевые слова: биоэнергетическая эффективность, известкование, минеральные удобрения.**

**Main peculiarity of liming and mineral fertilizer influence on power efficiency of agricultural cultures growing on sour soils of Rivne region is found out.**
**Keywords: biological power efficiency, liming, mineral fertilizer.**

**Важливим завданням сільськогосподарського виробництва** є забезпечення максимальної ефективної родючості ґрунту за умов підтримання високого рівня потенційної. Зазначене завдання досягається застосуванням ефективних меліоративних та агротехнічних заходів, до яких належать, зокрема, агрохімічні меліорації та система застосування добрив. Більшість сільськогосподарських культур для нормального росту і розвитку потребують рівня кислотності ґрунтового розчину близько 5,5-6,5 рНсол. Проте на території Рівненської області, особливо в межах Полісся, значні площі ґрунтів (болотного, дерново-болотного, підзолистого та дерново-підзолистого типів ґрунтотворення) мають рН<5,5, що є індикаторною ознакою їхньої потреби у вапнуванні. Вапнування на фоні застосування мінеральних добрив, особливо гідролітично кислих форм, є необхідним заходом нейтралізації кислот, що утво-

рюються в результаті гідролізу таких добрив. Саме тому оцінка енергетичної ефективності вапнування повинна базуватися на врахуванні зазначених вище позитивних ефектів цього агрохімічного заходу.

У нашому випадку метою досліджень було виявлення найбільш енергетично ефективних місцевих видів вапнякових матеріалів та варіантів їх поєднання з повним мінеральним удобренням при вирощуванні сільськогосподарських культур польової сівозміни на кислих ґрунтах Рівненської області.

**Аналіз останніх досліджень** показав, що проблемою енергетичної та економічної оцінки застосування місцевих видів вапнякових матеріалів на кислих ґрунтах займалися такі вчені, як Кавецький В.М., Макаренко Н.А., Буожис Г.О. [2], Шевчук М. Й., Гаврилюк В.А. [9], Лико Д.В., Бардась В.А., Бардась А.В. [6] та ін.

**Актуальність та наукова новизна.** Останнім часом у світі найбільш актуальними є проблеми енергозбереження в різних сферах народного господарства, в тому числі й у рослинництві. З метою їх вирішення нами було вперше оцінено енергетичну ефективність застосування місцевих видів вапнякових матеріалів та їх поєднання з повним мінеральним удобренням при вирощуванні сільськогосподарських культур на кислих ґрунтах агроґрунтової зони Полісся в межах Рівненської області.

**Методика досліджень.** Дослідження в польових дослідах проводилися в ланках сівозмін: картопля (2004 р.) – жито озиме (2005 р.) – СФГ «Малуша» Березнівського району та овес (2004 р.) – жито озиме (2005 р.) – СВК «Заболоття» Володимирецького району Рівненської області. Облік врожайності сільськогосподарських культур проводили методом суцільного обліку. Всі аналізи виконувалися в трикратній повторності. Статистична обробка результатів досліджень проведена за методиками Б.А. Доспєхова [3].

Схеми дослідів наведено в табл. 1.

**Результати досліджень.** Для аналізу енергетичної ефективності застосували коефіцієнт енергетичного еквівалента Кее [7]. Схема досліду дозволяє визначити енергетичну ефективність технології вирощування сільськогосподарських культур в умовах: вапнування різними видами місцевих меліорантів, застосування мінеральних добрив та вапнування на фоні повного мінерального удобрення. Крім того, порівняння структури енергетичних затрат в технологіях вирощування окремих сільськогосподарських культур дозволяє виявити найбільш і найменш енергоємні елементи технологій та оцінити ефект їхнього енергозбереження. Проведемо аналіз результатів досліджень за окремими дослідами, а потім порівняємо їх.

Так, аналіз енергетичної ефективності вирощування картоплі у досліді СФГ «Малуша» (див. табл. 2) показав, що найвищою енергетичною ефективністю характеризуються варіанти: контроль (Кее=1,98), варіант 2 (Кее=1,94) та варіант 4 (Кее=1,93). Відносна різниця між Кее згаданих варіантів не перевищує 5%, що

Таблиця 1

Схеми польових дослідів на кислих ґрунтах агроґрунтової зони Полісся в межах Рівненської області

| **Дослід СФГ «Малуша» Березнівського р-ну** | |
|---|---|
| **Варіант** | **Норма добрива (меліоранту), кг д.р./га (т/га)** |
| **1** | Контроль |
| **2** | Вапно, 1норма по Нг (вапняковий пил вапняно-силікатного заводу) |
| **3** | Вапно, 1норма по Нг (крейда мелена ВАТ «Рафалівський кар'єр») |
| **4** | $N_{90}P_{60}K_{120}$ - фон |
| **5** | Фон + вапно, 1норма по Нг (вапняковий пил вапняно-силікатного заводу) |
| **6** | Фон + вапно, 1норма по Нг (крейда мелена ВАТ «Рафалівський кар'єр») |
| **Дослід СВК «Заболоття» Володимирецького р-ну** | |
| **1** | Контроль |
| **2** | Вапно, 1норма по Нг (вапняковий пил вапняно-силікатного заводу) |
| **3** | Вапно, 1норма по Нг (крейда мелена ВАТ «Рафалівський кар'єр») |
| **4** | Вапно, 1норма по Нг (вапняк фосфоритистий, Милятинське родовище) |
| **5** | Вапно, 1норма по Нг (вапняний осад очистки води на Рівненській АЕС) |
| **6** | $N_{90}P_{90}K_{90}$ - фон |
| **7** | Фон + вапно, 1норма по Нг (вапняковий пил вапняно-силікатного заводу) |
| **8** | Фон + вапно, 1норма по Нг (крейда мелена ВАТ «Рафалівський кар'єр») |
| **9** | Фон + вапно, 1норма по Нг (вапняк фосфоритистий, Милятинське родовище) |
| **10** | Фон + вапно, 1норма по Нг (вапняний осад очистки води на Рівненській АЕС) |

свідчить лише про тенденцію зменшення енергетичної ефективності вирощування картоплі під впливом повного мінерального удобрення та вапнування вапняковим пилом вапняно-силікатного заводу. Мінімальних значень енергетичної ефективності, що перевищують рівень похибки, досягнуто на варіантах 5 та 6 (відповідно Кее=1,83 та 1,80). Тут Кее зменшується відносно контролю на 7,6% та 9,1% відповідно. Аналіз причин такого зменшення енергетичної ефективності показав, що акумуляція енергії у врожаї перевищує контроль на 40,7% та 37,7% відповідно на варіантах 5 та 6, тоді як витрати енергії перевищують рівень контролю відповідно на 51,9% та 51,2%.

Порівняння варіантів вапнування на фоні повного мінерального удобрення показало, що вапнування хоча й підвищує продуктивність агроекосистеми на 6,1-5,6% відносно фону, але зменшує енергетичну ефективність вирощування картоплі відповідно на 5,2% та 6,7% на варіантах 5 та 6. Проте, таке зменшення не є високим, і якщо врахувати ефект окультурення ґрунту і підвищення його потенційної родючості від вапнування на фоні повного мінерального удобрення, то найбільш енергетично ефективним варіантом нашого досліду слід вважати варіант 5 ($N_{90}P_{60}K_{120}$ + вапняковий пил вапняно-силікатного заводу).

Таблиця 2

Енергетична ефективність вапнування та застосування добрив при вирощуванні сільськогосподарських культур (дослід СФГ «Малуша»)

| Показник | Варіант досліду | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| **Жито озиме** | | | | | | |
| Витрачено енергії | | | | | | |
| Механізми | 1815 | 2004 | 2050 | 2465 | 2806 | 2672 |
| Паливо | 2379 | 2605 | 2938 | 3157 | 3723 | 3453 |
| Електроенергія | 1723 | 194 | 192 | 258 | 282 | 279 |
| Добрива | 0 | 0,00 | 0,00 | 9517 | 9518 | 9518 |
| Меліоранти | 0 | 2752 | 2876 | 0 | 2752 | 2876 |
| Пестициди | 714 | 714 | 713 | 714 | 714 | 714 |
| Насіння | 5404 | 5404 | 5404 | 5404 | 5404 | 5404 |
| Праця людини | 230 | 248 | 274 | 361 | 395 | 379 |
| Разом | 10715 | 13921 | 14447 | 21877 | 25592 | 25294 |
| Одержано енергії | | | | | | |
| Врожай ОП | 37017 | 41623 | 41130 | 55278 | 60378 | 59720 |
| Врожай ПП | 11800 | 13452 | 12626 | 15364 | 16095 | 16001 |
| Разом | 48817 | 55075 | 53756 | 70642 | 76473 | 75721 |
| Кее (ОП) | 3,34 | 2,89 | 2,75 | 2,44 | 2,28 | 2,55 |
| Кее (ОП+ПП) | 4,44 | 3,86 | 3,63 | 3,14 | 2,91 | 3,26 |
| **Картопля** | | | | | | |
| Витрачено енергії | | | | | | |
| Механізми | 1815 | 2004 | 2050 | 2465 | 2806 | 2672 |
| Паливо | 2379 | 2605 | 2938 | 3157 | 3722 | 3453 |
| Електроенергія | 173 | 194 | 192 | 258 | 282 | 279 |
| Добрива | 0 | 0 | 0 | 9518 | 9518 | 9518 |
| Меліоранти | 0 | 2752 | 2876 | 0 | 2752 | 2876 |
| Пестициди | 714 | 714 | 714 | 714 | 714 | 714 |
| Насіння | 5404 | 5404 | 5404 | 5404 | 5404 | 5404 |
| Праця людини | 230 | 248 | 274 | 361 | 395 | 379 |
| Разом | 10715 | 13921 | 14447 | 21877 | 25592 | 25294 |
| Одержано енергії | | | | | | |
| Врожай ОП | 37017 | 41623 | 41130 | 55278 | 60378 | 59720 |
| Врожай ПП | 11800 | 13452 | 12626 | 15364 | 16095 | 16001 |
| Разом | 48817 | 55075 | 53756 | 70642 | 76473 | 75721 |
| Кее (ОП) | 1,98 | 1,94 | 1,88 | 1,93 | 1,83 | 1,80 |

Примітка: ОП – основна продукція, ПП – побічна продукція.

Аналіз структури енерговитрат за варіантами досліду СФГ «Малуша» підтвердив той факт, що вапнування є суттєвим енергозатратним агротехнічним заходом, оскільки займає в структурі енерговитрат від 5,5% на варіанті 5 до 8,0% на варіанті 3, тоді як мінеральні добрива відповідно займають від 19% (варіанти 5, 6) до 20,1%

(варіант 4). Найбільшу частку у структурі енерговитрат займають насіння (від 23,1% на варіанті 4 до 33,0% на варіанті 1) та паливо (від 26,1% до 31,6% відповідно на варіантах 4 та 1). Проте, зменшити витрати антропогенної енергії на паливо та насіння на сьогодні досить проблематично.

Результати розрахунків енергетичної ефективності вирощування жита озимого в досліді СФГ «Малуша» показали високу енергетичну ефективність технології вирощування, яка описується Кее, що коливається в межах від 2,28 до 3,34, якщо використовувати в народному господарстві лише основну продукцію (зерно) та у межах від 2,91 до 4,44, якщо використовувати як основну, так і побічну продукцію. Це свідчить про високий ріст енергопотенціалу агроекосистем від раціональної утилізації в них соломи чи використання її в сільському господарстві.

Порівняння варіантів досліду між собою за Кее встановило, що максимальний Кее (4,44) створюється на контролі, тоді як мінімальний (2,91) – на варіанті 5. Причиною цьому є високий рівень зростання статті витрат антропогенної енергії відносно контролю, який складає 29,9-138,8% відповідно для варіантів 2 та 5. При цьому зростання статті акумуляції енергії у врожаї основної та побічної продукції значно відстає і становить від 10,2% (варіант 3) до 56,6% (варіант 5). Якщо порівняти ефективність вапнування і застосування добрив окремо, то вапнування при вирощуванні жита озимого дає вищий енергетичний ефект порівняно із мінеральним удобренням на 15,6% та 22,9% відповідно при застосуванні вапнякового пилу вапняно-силікатного заводу та крейди меленої. Це пояснюється тим, що вапнування суттєво підвищує продуктивність агроекосистеми і при цьому не займає великої частки у структурі енерговитрат (19,8-19,9%). Що стосується добрив, то на варіанті 4 вони займають 43,5% енерговитрат, а на варіантах 5 та 6 відповідно 37,2% та 37,6%. Максимальний енергетичний ефект від вапнування на фоні повного мінерального удобрення при вирощуванні жита озимого отримано на варіанті 6 ($N_{90}P_{60}K_{120}$ + вапно, 1норма по Нг (крейда мелена ВАТ «Рафалівський кар'єр»).

Як бачимо, аналізи енергетичної ефективності вирощування картоплі та жита озимого в досліді СФГ «Малуша» показали досить розбіжні результати. Проте, узагальнення даних дозволяє прийти до єдиних висновків: в ланці польової сівозміни картопля – жито озиме найбільш енергетично ефективним меліорантом (в середньому на 9%) виявився пил вапняно-силікатного заводу, вапнування за ефективністю в середньому поступається повному мінеральному удобренню лише на 5,9%-10,5%, істотної різниці між вапняковими меліорантами на фоні повного мінерального удобрення не виявлено.

Розрахунки енергетичної ефективності технології вирощування жита озимого в досліді СВК «Заболоття» (див. табл. 3) показали максимальне значення коефіцієнта енергетичного еквівалента на контролі – 3,59. Раціональна утилізація соломи в агроекосистемі чи використання в сільському господарстві підвищують Кее на 32%. В подальшому аналізуватимемо Кее з врахуванням основної та побічної продукції. Мінімальних значень Кее набув на варіанті 8 ($N_{90}P_{90}K_{90}$ + крейда мелена ВАТ «Рафалівський кар'єр») – 3,19, що свідчить про низьку енергетичну

ефективність застосування вказаного меліоранту як на фоні повного мінерального удобрення, так і окремо (Кее=4,02).

Аналіз величин відносного зменшення Кее до контролю виявив, що найменше зменшення Кее (-9,9%) серед варіантів вапнування відмічено на варіанті 2 (вапняковий пил вапняно-силікатного заводу). При цьому найменш енергетично ефективним є варіант 3 (крейда мелена ВАТ «Рафалівський кар'єр»), де Кее зменшується відносно контролю до 15,2%.

Порівняння енергетичної ефективності вапнування та повного мінерального удобрення показало, що вапнування є більш енергетично ефективним заходом на 6,3%-13,0%) порівняно з мінеральним удобренням. Причиною цьому є висока частка непоновлюваної енергії добрив у структурі енерговитрат технології вирощування жита озимого. Вапнування на фоні повного мінерального удобрення (варіанти 7-10) зменшує енергетичну ефективність вирощування жита озимого як відносно варіантів вапнування, так і відносно варіанту повного мінерального удобрення, що пояснюється іще більшою сумарною часткою енерговитрат за статтями добрива+меліоранти, яка сягає від 47,5% на варіанті 8 до 61,7% на варіанті 9. При цьому серед варіантів вапнування на фоні повного мінерального удобрення найбільш ефективним виявився той же варіант 9 ($N_{90}P_{60}K_{120}$ +вапняк фосфоритистий, Милятинське родовище), де зменшення Кее відносно контролю становить 14,1%, тоді як на інших варіантах – від 29,6% до 32,8%. При цьому найменш енергетично ефективним є варіант 8 ($N_{90}P_{60}K_{120}$ + крейда мелена ВАТ «Рафалівський кар'єр»).

Розрахунки енергетичної ефективності технології вирощування вівса у досліді СВК «Заболоття» (див. табл.. 4) показали максимальне значення коефіцієнта енергетичного еквівалента на контролі – 4,59. Раціональна утилізація соломи в агроекосистемі підвищує Кее на 19,2%. В подальшому аналізуватимемо Кее з врахуванням основної та побічної продукції. На варіантах вапнування (з 2-го по 5-й) Кее зменшується відносно контролю від 17,2% до 20,1%. При цьому найбільш енергетично ефективним є варіант 2, тоді як між варіантами 2, 3 та 4 суттєвої різниці немає.

Застосування мінеральних добрив зменшує Кее відносно контролю на 28,2%, що свідчить про його нижчу енергетичну ефективність відносно вапнування. Тут же на варіанті 6 відмічаємо зростання акумуляції енергії в урожаї на 53,2% відносно контролю, тоді як на варіантах вапнування це зростання складає лише 6,7%-10,1%.Низька енергетична ефективність застосування мінеральних добрив пояснюється тим, що мінеральні добрива займають в структурі енерговитрат 45,1%, тоді як вапнякові меліоранти – лише біля 20%.

Вапнування на фоні повного мінерального удобрення зменшує Кее відносно варіанту 6 на 7,5%-10,1%. Мінімальних значень Кее набуває на варіанті 8 ($N_{90}P_{90}K_{90}$ + крейда мелена ВАТ «Рафалівський кар'єр») – 3,19, що свідчить про низьку енергетичну ефективність застосування вказаного меліоранту як на фоні повного мінерального удобрення, так і окремо (Кее=4,02). Натомість серед варіантів вапнування на фоні удобрення найвищою енергетичною

Таблиця 3

Енергетична ефективність вапнування та застосування добрив при вирощуванні жита озимого (дослід СВК «Заболоття»)

| Показник | Варіант досліду | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Витрачено енергії, МДж/га | | | | | | | | | | |
| Механізми | 1897 | 2135 | 2142 | 2255 | 2253 | 2769 | 2869 | 2924 | 2933 | 2901 |
| Паливо | 2425 | 2683 | 2760 | 2993 | 2995 | 3357 | 3530 | 4025 | 3691 | 3624 |
| Електроенергія | 188 | 217 | 212 | 216 | 215,04 | 319 | 319 | 313 | 320 | 318 |
| Добрива | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9646 | 9646 | 9646 | 9646 | 9646 |
| Меліоранти | 0 | 2752 | 2876 | 2876 | 3005 | 0 | 2752 | 2876 | 3375 | 2909 |
| Пестициди | 714 | 714 | 714 | 714 | 714 | 714 | 714 | 714 | 714 | 714 |
| Насіння | 5404 | 5404 | 5404 | 5404 | 5404 | 5404 | 5404 | 5404 | 5404 | 5404 |
| Праця людини | 236 | 258 | 259 | 303 | 301 | 392 | 400 | 442 | 406 | 403 |
| Разом | 10865 | 14163 | 14367 | 14761 | 1486 | 22601 | 25633 | 26343 | 21086 | 25918 |
| Одержано енергії, МДж/га | | | | | | | | | | |
| Врожай ОП | 40307 | 46559 | 45407 | 46230 | 46065 | 68275 | 68275 | 66959 | 68604 | 67946 |
| Врожай ПП | 12508 | 14160 | 13924 | 14066 | 14042 | 17228 | 17228 | 16992 | 17228 | 17228 |
| Разом | 52815 | 60719 | 59331 | 60295 | 60107 | 85503 | 85503 | 83951 | 85832 | 85174 |
| Кее (ОП) | 3,59 | 3,29 | 3,05 | 3,13 | 3,09 | 3,02 | 2,66 | 2,54 | 3,25 | 2,62 |
| Кее (ОП+ПП) | 4,74 | 4,29 | 4,02 | 4,08 | 4,04 | 3,78 | 3,34 | 3,19 | 4,07 | 3,29 |

Таблиця 4

Енергетична ефективність вапнування та застосування добрив при вирощуванні вівса (дослід СВК «Заболоття»)

| Показник | Варіант досліду | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Витрачено енергії, МДж/га | | | | | | | | | | |
| Механізми | 1819 | 2036 | 1998 | 2019 | 2035 | 2625 | 2917 | 2865 | 2908 | 2904 |
| Паливо | 2138 | 2429 | 2416 | 2427 | 2443 | 2839 | 3224 | 3203 | 3228 | 3234 |
| Електроенергія | 246 | 272 | 263 | 268 | 270 | 391 | 422 | 410 | 419 | 417 |
| Добрива | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9646 | 9646 | 9646 | 9646 | 9646 |
| Меліоранти | 0 | 2752 | 2876 | 2876 | 3005 | 0 | 2752 | 2876 | 2876 | 3005 |
| Пестициди | 685 | 685 | 685 | 685 | 685 | 685 | 685 | 685 | 685 | 685 |
| Насіння | 4913 | 4913 | 4913 | 4913 | 4913 | 4913 | 4913 | 4913 | 4913 | 4913 |
| Праця людини | 226 | 245 | 242 | 243 | 245 | 310 | 338 | 335 | 338 | 338 |
| Разом | 10027 | 13332 | 13392 | 13430 | 13596 | 21408 | 24896 | 24932 | 25012 | 25142 |
| Одержано енергії, МДж/га | | | | | | | | | | |
| Врожай ОП | 46065 | 51001 | 49355 | 50178 | 50672 | 72388 | 78146 | 76007 | 77653 | 77324 |
| Врожай ПП | 8732 | 9322 | 9086 | 9204 | 9204 | 11564 | 12154 | 11918 | 12154 | 12154 |
| Разом | 54797 | 60323 | 58441 | 59382 | 59876 | 83952 | 90300 | 87925 | 89807 | 89478 |
| Кее (ОП) | 4,59 | 3,83 | 3,69 | 3,74 | 3,73 | 3,38 | 3,14 | 3,05 | 3,10 | 3,08 |
| Кее (ОП+ПП) | 5,47 | 4,52 | 4,36 | 4,42 | 4,40 | 3,92 | 3,63 | 3,53 | 3,59 | 3,56 |

ефективністю характеризуються варіант 7 ($N_{90}P_{90}K_{90}$ + вапняковий пил вапняно-силікатного заводу) та варіант 9 ($N_{90}P_{90}K_{90}$ + вапняк фосфоритистий, Милятинське родовище).

Таким чином, в ланці польової сівозміни овес – жито озиме досліду СВК «Заболоття» стосовно енергетичної ефективності були отримані дещо розбіжні результати. Тому ми узагальнили розрахункові дані і прийшли до наступних узагальнень.

**Висновки: 1.** Агроекосистеми Рівненської області на кислих ґрунтах без застосування добрив характеризуються досить високими показниками енергетичної ефективності функціонування, що підтверджується коефіцієнтами енергетичного еквівалента на рівні 4,44-4,74 для посівів жита озимого, 1,98 – для картоплі та 5,47 – для вівса;

**2.** Застосування добрив та вапнякових меліорантів зменшує енергетичну ефективність технологій вирощування сільськогосподарських культур на кислих ґрунтах в середньому на 17,9%-24,5% для добрив та 9,2%-17,8% для меліорантів, що не свідчить про зменшення енергетичної ефективності функціонування агроекосистем, оскільки показники родючості їх ґрунтів зростають.

**3.** Серед аналізованих у польових дослідах видів меліорантів найвищої енергетичної ефективності вирощування сільськогосподарських культур вдалося досягнути при застосуванні пилу вапняно-силікатного заводу та вапняку фосфоритистого Милятинського родовища, що перевищують ефективність інших меліорантів до 9,1%.

**1.** Агроекологія: навч. посібник / О. Ф. Смаглій, А. Т. Кардашов, П. В. Литвак та ін. – К. : Вища освіта. – 2006. – 617 с. **2.** Буожис Г. О. Екотоксикологічна оцінка фосфоритів місцевих родовищ України при використанні їх як добрив : автореф. дис. к.с.-г.н. – К. : НАУ, 1999. – 17 с. **3.** Доспехов Б. П. Методика полевого опыта. – М. : Колос, 1973, – 322 с. **4.** Енергетична оцінка агроекосистем / О. Ф. Смаглій, А. С. Малиновський, А. Т. Кардашов та ін. – Житомир : Волинь, 2004. – 132 с. **5.** Клименко М. О. Енергетична оцінка господарсько-екологічної ефективності технологій вирощування сільськогосподарських культур / Клименко М. О., Колесник Т. М. // Збірн. наук. праць „Вісник НУВГП”. – Вип. 2.3. – Рівне, 2008. – С. 17-24. **6.** Лико Д. В. Можливості використання місцевих фосфоритів у сільськогосподарському виробництві / Д. В. Лико, В. А. Бардась, А. В. Бардась // Збірн. наук. праць УДАВГ. – Вип. 2.3. – Рівне, 1998. – С. 17-24. **7.** Медведовський О. К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві / О. К. Медведовський, П. І. Іваненко. – К. : Урожай. – 1988 . – 208 с. **8.** Тараріко Ю. О. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур: методичні рекомендації / Ю. О. Тараріко. – К. : Нора-прінт. – 2001. – 60 с. **9.** Шевчук М. Й. Ефективність використання місцевих фосфоритів на основних типах ґрунтів Західного регіону України / М. Й. Шевчук, В. А. Гаврилюк // Збірн. наук. статей і доповідей. – Луцьк : Надстир’я, 1998. – С. 19-26.

Рецензент: д.с.-г.н., професор Вознюк С. Т. (НУВГП)