



The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

УДК 631.16:658.155:636

JEL: Q12, Q13, Q19

Олена Лушнікова

Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Україна

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Удосконалено науково-методичний інструментарій економічного обґрунтування ефективності використання мінеральних добрив у сільськогосподарських підприємствах на базі виробничих функцій. Здійснено економіко-математичний аналіз результатів апробації виробничих функцій оптимального використання мінеральних добрив під ярий ячмінь й озиму пшеницю. Обґрунтовано доцільність застосування аналога агроекономічної системи «cropping system» у сільгосп підприємствах.

Ключові слова: економічна ефективність, агроекономічна система «cropping system», виробнича функція, функція прибутку, мінеральні добрива.

Елена Лушникова

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет
Украина

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Усовершенствован научно-методический инструментарий экономического обоснования эффективности использования минеральных удобрений в сельскохозяйственных предприятиях на базе производственных функций. Осуществлено экономико-математический анализ результатов апробации производственных функций оптимального использования минеральных удобрений под яровой ячмень и озимую пшеницу. Обоснована целесообразность применения аналога агроэкономической системы «cropping system» в сельхозпредприятиях.

Ключевые слова: экономическая эффективность, агроэкономическая система «cropping system», производственная функция, функция прибыли, минеральные удобрения.

Olena Lushnikova

Kharkiv National Automobile and Highway University
Ukraine

ECONOMIC-MATHEMATICAL SUBSTANTIATION OF EFFICIENCY OF MINERAL FERTILIZER USE IN AGRICULTURAL ENTERPRISES

The essence of the economic efficiency of mineral fertilizers use and methodology of its determination, the theoretical aspects of the production functions as the basis for planning and organization of an efficient use of mineral fertilizers, methods of calculation of fertilizer norms to the intended yield based on discrete and direct approach are investigated. The current status, trends and economic efficiency of mineral fertilizers use in agricultural enterprises is revealed, systematic comparative analysis of the feasibility of mineral fertilizers use based on discrete and direct functional approaches is carried out. The economic and mathematical analysis of the results of approbation of production functions for optimal use of mineral fertilizers under spring barley and winter wheat is carried out, proved the feasibility of the analog use of agro economic system «cropping system» in agricultural enterprises.

Key words: economic efficiency, agroeconomic system «cropping system», production function, profit function, mineral fertilizers.

Постановка проблеми. Інтенсифікація рослинництва є об'єктивною необхідністю для всіх країн світу, оскільки за невинного зростання чисельності населення на планеті фактично вичерпано можливості розширення площі ріллі. Одним з головних факторів інтенсифікації землеробства, на частку якого, за різними оцінками, припадає 30–50 % приросту врожайності, є застосування мінеральних добрив під сільськогосподарські культури. Проблема ефективного використання мінеральних добрив завжди була актуальною й особливої значущості набуває в умовах трансформації земельних відносин, однією з характеристик якої став диспаритет цін. У зв'язку з різким зростанням цін на мінеральні добрива в Україні у 2013–2015 рр. проблема раціонального використання мінеральних добрив у сільськогосподарських підприємствах набуває ще більшої актуальності й потребує все більшої уваги. Ретельне й усебічне економічне обґрунтування оптимального використання мінеральних добрив повинно забезпечити спрощення прийняття відповідних рішень. Природно, що таке обґрунтування має базуватися на моделі, в основі якої лежать алгоритмічний і технологічний інструментарій, що інтегрує фундаментальні закони фізіологічного розвитку рослин і закони економіки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретико-методичні й організаційно-економічні аспекти ефективного використання мінеральних добрив досліджено в працях таких учених, як: І. В. Казакова [1, 5], О. І. Карпіщенко, О. О. Карпіщенко [2], О. А. Корчинська, С. Г. Корчинська [3], А. В. Кучер, Л. Ю. Кучер [4, 5], О. В. Харченко, В. І. Прасол, О. В. Ільченко [6], О. Є. Шмигель [7], J. J. Schröder [8], J. Kotschi [9], A. Piwowar [10], T. Leah, N. Leah [11], J. Ricker-Gilbert, T. Jayne, E. Chirwa [12] та ін. Позитивно оцінюючи результати досліджень у вирішенні проблем економічної ефективності використання мінеральних добрив, зазначимо, що нині в Україні відсутня система економічного обґрунтування оптимального використання мінеральних добрив під певні сільськогосподарські культури, в тому числі

основні (озима пшениця та ярий ячмінь), яка була б об'єднана єдиними алгоритмічним і технологічним інструментарієм, щоб забезпечити можливість менеджерам сільськогосподарських підприємств здійснювати вибір кращого управлінського рішення щодо ефективного застосування мінеральних добрив.

Мета статті – удосконалити науково-методичний інструментарій щодо економічного обґрунтування ефективності використання мінеральних добрив у сільськогосподарських підприємствах на базі виробничих функцій.

Виклад основного матеріалу досліджень. У теоретичному плані ми поділяємо думку економістів, які трактують економічну ефективність використання мінеральних добрив як співвідношення економічного ефекту (результату) з економічними ресурсами (витратами), оптимізація якого визначається через максимізацію цього ефекту за фіксованих витрат ресурсів або через досягнення цільового ефекту за їх мінімальних витрат. Критерієм економічної ефективності використання мінеральних добрив у сільськогосподарських підприємствах можна визначити максимізацію прибутку з розрахунку на гектар посівної площі. Для визначення економічної ефективності використання мінеральних добрив використовують такі показники: приріст урожаю основної та побічної продукції; вартість приросту врожаю (чистий дохід від застосування мінеральних добрив); додатковий прибуток; рівень рентабельності; рівень зростання продуктивності праці на виробництві продукції та зниження собівартості її виробництва. Під час аналізу стану й тенденцій ефективності використання мінеральних добрив перелічені показники варто доповнити двома групами показників окупності: коефіцієнти окупності мінеральних добрив урожаєм (ц/кг д. р.), доходом (грн/кг д. р.) і прибутком (грн/кг д. р.); коефіцієнти окупності витрат на мінеральні добрива урожаєм (ц/100 грн), доходом і прибутком.

Дієвим інструментом економічного обґрунтування ефективного використання мінеральних добрив у сільськогосподарських підприємствах мають бути виробничі функції – це функції, незалежні змінні яких приймають значення обсягу ресурсів (X), що витрачають або використовують, а значення функції мають значення величин обсягу продукції (Y):

$$Y = Y(X_1, X_2, \dots, X_n), Y \geq 0 \quad (1)$$

За економічним змістом ресурси $X_1 \geq 0, \dots, X_n \geq 0$. Вивчення закономірностей фізіологічного стану рослини від зовнішніх факторів: ґрунтово-кліматичних умов, забезпечення рослин живленням, способів обробітку ґрунту й ін. дозволяють експериментально визначити багатофакторні функції реакції рослин $Y = Y(X_1, X_2, \dots, X_n)$ на зовнішні чинники ($X_1, \dots, X_n$), що впливають на фізіологічний стан сільськогосподарських культур.

Багатофакторні функції реакції рослин на зовнішні чинники вчені інтерпретують як гіперповерхні в обмеженому просторі своїх змінних. Межі цього простору визначаються законами фізіології рослин: законом мінімальних лімітуючих чинників (закон Лібіха, 1847 р.) і законом максимальних

лімітуючих чинників (закон Шелфорда, 1913 р.). Було сформульовано теорему про особливі точки функції реакції озимої пшениці на внесення норм азотних, фосфорних і калійних діючих речовин (д. р.), що містяться в добривах. Згідно із цією теоремою, поверхні рівня функції реакції озимої пшениці на внесення азотних ($X_1 = N$), фосфорних ($X_2 = P$) і калійних добрив ($X_3 = K$) в околі особливої точки $Y_0 = Y_K$ мають два типи простих особливих точок поверхні: еліптичну й гіперболічну, наявність яких було встановлено в результаті аналізу експериментальних даних.

Функція врожайності, спроектована на економічну площину «змінні витрати (вартість добрив) – вихід продукції (врожай)», є виробничою функцією технологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур.

У другій половині XX ст. агрономи й економісти США розробили агроекономічну систему врожайності (в англomовній термінології – «cropping system»), що призначена для визначення виробничої функції сільськогосподарських культур у реальних польових умовах без істотних змін схем технологічних процесів вирощування рослин. Однак в аграрному секторі України систему «cropping system» зазвичай не застосовують. Прогнозування врожаю, визначення прибутку й окупності витрат в Україні здійснюють на основі дискретно-директорного підходу – методом дискретних проб, тобто визначають один з допустимих планів вирощування культури. Як відомо, дискретно-директорним методом не можна визначити оптимальний план, який обґрунтовують лише з допомогою економіко-математичних методів, користуючись функціональними залежностями. Агроекономічна наука передових країн, таких, як США, Канада використовує функціональний аналіз, а не дискретно-директорний, який є основним в Україні й передбачає застосування таких основних методів розрахунку норм добрив на заплановану врожайність: розрахунок за бальною оцінкою ґрунту й окупністю добрив; балансово-розрахунковий метод; розрахунок добрив на запланований приріст урожаю; розрахунок за нормативами витрат поживних речовин.

Аналіз динаміки внесення мінеральних добрив протягом 2009–2013 рр. свідчить про тенденцію до нарощування їх обсягу як у цілому, так і з розрахунку на 1 га площі. Сільськогосподарські підприємства більше використовують азотні мінеральні добрива, їх частка у 2013 р. становила 70,5 %, тоді як фосфорних – 15,4 %, калійних – 14,1 %. За позитивної тенденції з удобренням посівів (78 кг д. р. у 2013 р. в Україні) фізіологічна потреба внесення добрив для реалізації генетичного потенціалу сільськогосподарських культур, яка коливається від 200 до 250 кг д. р. на 1 га, покривається лише на 30–40 %. Низький рівень внесення мінеральних добрив не тільки не дає змоги реалізувати генетичний потенціал сільгоспкультур, а й призводить до зниження родючості ґрунту. Так, рекордний урожай 2013 р. зумовив винесення з ґрунту не менше 100 кг д. р. NPK. Детальний аналіз ситуації із внесенням мінеральних добрив за останні більш, ніж 20 років свідчить про те, що у 2013 р. було внесено добрив з розрахунку на 1 га майже вдвічі менше, ніж у 1990 р., що

вказує на недостатній рівень дотримання технологічних умов виробництва. Вирівнювання динамічного ряду за поліномом другого ступеня свідчить про те, що обсяг внесення мінеральних добрив з розрахунку на 1 га протягом 1990–2013 рр. щороку зменшувався в середньому на 16,7 кг д. р., однак темпи зменшення кожного року уповільнювалися на 0,77 кг д. р./га.

Динаміка обсягу внесення мінеральних добрив у сільськогосподарських підприємствах значною мірою зумовлена високою їх вартістю, особливо стрімке зростання цін на них спостерігалось протягом 2008–2013 рр. Якщо в 1990 р. 1 т аміачної селітри коштувала 0,26 т пшениці, амофосу – 0,84 т, у 2000 р. відповідно 0,86 т і 2,56 т, у 2010 р. відповідно 1,8 т і 3,6 т, а у 2013 р. – у 28,1 та 2,3 раза більше проти 1990 р., тобто 1,9 т і 3,2 т пшениці треба було продати за цінами 2013 р., щоб придбати відповідні мінеральні добрива. Те саме стосується й цукрових буряків, соняшнику та картоплі. Серед аналізованих видів мінеральних добрив найбільше диспаритет цін посилювався на суперфосфат особливо в порівнянні із цінами на цукровий буряк.

У сільськогосподарських підприємствах областей України спостерігається суттєва диференціація в обсязі внесення мінеральних добрив з розрахунку на гектар площі, як і в розрізі сільгоспкультур. Ще більшу диференціацію виявлено в конкретних підприємствах Харківської області (табл. 1).

Графічне зображення впливу норм внесення мінеральних добрив на врожайність пшениці, цукрових буряків і соняшнику засвідчило поліноміальний характер залежності врожайності від обсягу внесення азотних, фосфорних і калійних добрив, що вказує на чітку дію закону спадної віддачі. Так, наприклад, кожен додатково внесений 1 кг д. р. мінеральних добрив на 1 га сприяв підвищенню врожайності пшениці на 0,99 ц/га, темп уповільнення приросту врожаю становив 0,0044 ц/га. Коефіцієнт детермінації показує, що врожайність пшениці на 54,4 % залежала від обсягу внесення мінеральних добрив з розрахунку на гектар. Водночас прояв закону спадної віддачі на виробництві картоплі у 2013 р. можна було спостерігати лише під час внесення азотних добрив.

На практиці сільгосппідприємства зазвичай користуються рекомендаціями, висвітленими в довідниках з удобрення сільськогосподарських культур, проте в результаті аналітичного аналізу алгебраїчних виразів для визначення величини прогнозованої врожайності, наведених у зазначених довідниках, показано, що ці вирази, які претендують на відображення об'єктивних закономірностей у системі «грунт – рослина – зовнішнє середовище», помилкові, тому що вони одержані з ігноруванням законів математики, фізіології розвитку рослин та економіки. Порівняння економічних обґрунтувань доцільності використання мінеральних добрив засвідчило, що дискретно-директорний підхід дозволяє в кращому разі визначити з малою вірогідністю допустимий план застосування добрив з позитивним прибутком, у той час як функціональний підхід дає змогу економічно обґрунтувати оптимальний план використання цих добрив.

Для економічного обґрунтування доцільності застосування мінеральних добрив і визначення оптимальних їх норм запропоновано концептуальний

підхід на основі геометричної інтерпретації трифакторної виробничої функції експериментальних даних, одержаних за схемою, аналогічною «cropping system», що включає алгоритмічний інструментарій, який складається з таких частин: визначення аналітичного вигляду трифакторної виробничої функції методом найменших квадратів за експериментальними даними, одержаними за допомогою агроекономічної системи «cropping system»; побудова ізоквантової поверхні трифакторної виробничої функції й визначення типу особливої точки цієї поверхні; побудова двофакторних виробничих функцій і побудова на їх основі ізоквант для визначення оптимальних норм внесення добрив та оптимальної величини прибутку й окупності витрат; визначення аналітичного вигляду однофакторних виробничих функцій і визначення оптимальних норм внесення добрив, оптимальної величини прибутку й окупності витрат.

Таблиця 1

**Стан та економічна ефективність використання мінеральних добрив
 під озиму пшеницю в деяких сільськогосподарських підприємствах
 Харківської області, 2013 р.**

Показники	1*	2*	3*	4*
Внесено мінеральних добрив усього, ц д. р.	2060	144	69	2410
Площа, удобрена мінеральними добривами, га	1171	300	160	1959
Питома вага удобреної площі, %	100,0	100,0	100,0	100,0
Внесено мінеральних добрив з розрахунку на 1 га посівної площі, кг д. р. – усього	176,0	48,0	43,1	123,0
у т. ч.: азотних	124,0	16,0	43,1	79,5
фосфорних	26,0	16,0	-	22,8
калійних	26,0	16,0	-	20,7
Вартість 1 ц д. р. мінеральних добрив, грн	874,0	556,9	2103,2	741,3
Витрати на мінеральні добрива з розрахунку на 1 га посівної площі, грн	1538,2	267,3	906,5	911,8
Урожайність, ц/га	42,7	30,1	28,4	36,6
Виробнича собівартість, грн/ц	98,70	80,00	97,19	101,94
Дохід від реалізації, грн/га посівної площі	3676,8	3500,0	3104,3	3134,0
Прибуток, грн/га посівної площі	265,9	661,0	341,1	14,8
Коефіцієнт окупності мінеральних добрив: урожаєм, ц/кг д. р.	0,24	0,63	0,66	0,30
доходом, грн/кг д. р.	20,89	72,92	72,03	25,48
прибутком, грн/кг д. р.	1,51	13,77	7,91	0,12
Коефіцієнт окупності витрат на мінеральні добрива: урожаєм, ц/100 грн	2,78	11,26	3,13	4,01
доходом	2,39	13,09	3,42	3,44
прибутком	0,17	2,47	0,38	0,02
Рівень рентабельності, %	7,8	23,3	12,3	0,5

*Примітка. 1 – ПСП Агрофірма «Світанок» Борівського р-ну; 2 – СТОВ «Восток Агро-2004» Борівського р-ну; 3 – ФГ «Восход А» Шевченківського р-ну; 4 – ТОВ «Харківагро-2000» Шевченківського р-ну.

Джерело: авторські розрахунки на основі даних ф. № 50-с.г.

Удосконалений технологічний й алгоритмічний інструментарій визначення

виробничих функції зернових культур у реальних польових умовах органічно пов'язаний з наявними технологіями виробництва зерна озимої пшениці та ярого ячменю, на прикладі яких здійснено економіко-математичне обґрунтування оптимального використання мінеральних добрив. Основою, що об'єднує технологічний й алгоритмічний інструментарій в єдину систему, є встановлені зв'язки багатofакторної функції реакції рослин на зовнішні умови з її геометричним відображенням у NPK-просторі.

Основа технологічного інструментарію – методика польового дослідження для кількісного визначення параметрів функції реакції рослин на внесення добрив у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. За основу прийнято схему діагностики ґрунту рослиною з 32-ма та 40 тестовими ділянками з геометричними розмірами 5 x 5 м². Кількісною інтегральною характеристикою системи «ґрунт – рослина – зовнішні умови» є функція реакції рослини на зовнішні умови, параметри якої визначають на підставі експериментальних даних, одержаних на тестових ділянках конкретних полів, і є виробничою функцією в економічній моделі «витрати – випуск».

Обробка експериментальних даних і використання виробничої функції, як функції мети для оптимізації функцій прибутку й окупності витрат на застосування мінеральних добрив, реалізується за допомогою алгоритмічного інструментарію, основою якого є пакет прикладних програм, що дозволяє визначити методом найменших квадратів параметри трифакторної функції регресії в поліноміальному вираженні. У результаті порівняння здобутих експериментальних даних з теоретичним виразом було визначено виробничі функції для озимої пшениці «Крижинка» та ярого ячменю «Аспект» у двох варіантах: еліта («Аспект-Е») і перша репродукція («Аспект-ПР») (табл. 2).

Таблиця 2

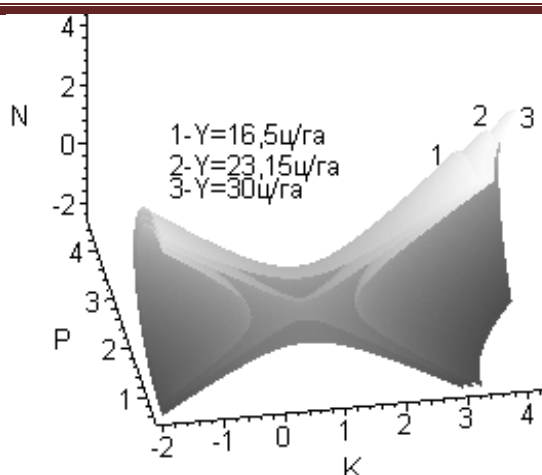
Аналітичний вигляд виробничих функцій озимої пшениці «Крижинка» та ярого ячменю «Аспект» у досліджуваних сільгосппідприємствах

Зернова культура	Аналітичний вигляд виробничої функції
Озима пшениця «Крижинка»	$Y(N, P, K)_{2011LT} = 35.62 + 26.554N - 12.545N^2 + 14.7P - 8.77P^2 - 12.08K + 6.48K^2 - 4.278NP + 1.01NK - 0.754PK$
Ярий ячмінь «Аспект-Е»	$Y(N, P, K)_{2011} = 13.48 - 6.68N + 2.296N^2 + 6.964P - 1.04P^2 - 16.68K + 18.504K^2 - 2.724NP + 5.209NK - 10.55PK$
Ярий ячмінь «Аспект-ПР»	$Y(N, P, K)_{2012} = 16.45 + 8.25N - 5.902N^2 + 20.94P - 18.975P^2 - 5.33K + 8.353K^2 - 1.175NP + 0.795NK - 1.05PK$

Джерело: авторські розрахунки на основі власних експериментальних даних.

Економічною характеристикою виробничих функцій є спектр ізоквантових поверхонь $Y(N, P, K) = Y_0$ за різних значень урожайності (Y_0) (рис. 1). Спектри ізоквантових поверхонь, які відповідають трифакторним виробничим функціям, мають один і той самий тип особливої точки – гіперболічний, у якій градієнт ізоквантової поверхні дорівнює нулю при $Y_0 = Y_K$.

У разі зміни величини програмованої врожайності в спектрі ізоквантових поверхонь спостерігаються топологічні переходи, які істотно впливають на визначення оптимальних з погляду економіки норм внесення добрив.



Ізоквантові поверхні $Y(N, P, K)_{2012} = Y_0$ за фіксованих значень:

1 – $Y_0 = 16,5$ ц/га; 2 – $Y_0 = 23,2$ ц/га; 3 – $Y_0 = 30,0$ ц/га

Рис. 1. Ізоквантові поверхні ярого ячменю «Аспект-ПР» $Y(N, P, K)_{2012} = Y_0$ за різних значень урожайності Y_0

Джерело: побудовано на основі власних експериментальних даних.

Економіко-математичний аналіз результатів апробації виробничих функцій для обґрунтування оптимального використання мінеральних добрив під ярий ячмінь й озиму пшеницю виконано в трьох альтернативних випадках: на основі три-, дво- та однофакторних функцій, які визначали з трифакторної функції за фіксації одного або двох змінних чинників, вважаючи їх рівними нулю. Для прикладу, в табл. 3 наведено норми діючої речовини (д. р.), урожайність і прибуток в особливих точках трифакторної виробничої функції $Y = Y(N, P, K)_{2012}$ і функції прибутку $W = Y(N, P, K)_{2012}$ ярого ячменю «Аспект-ПР», які одержано в результаті вирішення системи рівнянь з урахуванням ціни реалізації ярого ячменю (165 грн/ц) і цін на мінеральні добрива: аміачної селітри (320 грн/ц), суперфосфату (500 грн/ц) і калію хлористого (520 грн/ц).

Таблиця 3

Норми діючих речовин, величини врожайності й прибутку в особливій точці трифакторної виробничої функції та функції прибутку ярого ячменю «Аспект-ПР» у ФГ «Восход А» Шевченківського району

Характеристики особливої точки	Виробнича функція $Y(N, P, K)_{2012}$			Функція прибутку $W(N, P, K)_{2012}$		
Тип особливої точки	Гіперболічна			Гіперболічна		
Координати	N_Y^{hyp}	P_Y^{hyp}	K_Y^{hyp}	N_W^{hyp}	P_W^{hyp}	K_W^{hyp}
Норма д. р., ц/га	0,668	0,522	0,320	0,272	0,127	0,628
Урожайність, ц/га	23,8			20,6		
Прибуток, грн/га	1753,51			2290,37		

Джерело: авторські розрахунки на основі власних експериментальних даних.

Ці значення норм д. р. можна використовувати як вихідні параметри технологічного процесу підживлення ярого ячменю, але з економічного погляду вони не вигідні, оскільки величина прибутку, яку одержить товаровиробник менша, ніж величина прибутку, яку можна одержати без

використання добрив узагалі – 2714 грн/га. Як альтернативу проведеному економічному аналізу на основі трифакторної функції, виконано аналіз на основі двофакторних й однофакторних виробничих функцій.

Зі здобутих результатів витікає, що суттєво на врожайність ярого ячменю «Аспект-ПР» впливають внесення фосфорної та калійної д. р. Однак величина прибутку й величина окупності витрат під час застосування азотної, фосфорної та калійної д. р. вносять суттєві корективи для критерію прийняття рішень про доцільність внесення фосфорних і калійних добрив. Так, максимумами функцій прибутку під час внесення азотної та фосфорної д. р. практично рівні $W = W(N)_{2012} = 2771$ грн/га, $W = W(P)_{2012} = 2786$ грн/га й мало відрізняються від розміру прибутку, одержаного без внесення добрив. Максимуми функції окупності витрат також мало відрізняються від величини окупності витрат без використання добрив. Ці різниці зовсім зникають, якщо врахувати витрати на проведення технологічного процесу внесення добрив. Таким чином, у сільгосптоваровиробника є дві альтернативи: не використовувати мінеральні добрива або використовувати калійні добрива з нормами д. р. більше 1,2 ц/га. Цей висновок збігається з результатами досліджень, одержаних на підставі експериментальних даних з ярим ячменем «Аспект-Е» урожаю 2011 р.

Таблиця 4

Прогнозний розрахунок економічної ефективності використання мінеральних добрив під озиму пшеницю та ярий ячмінь з урахуванням застосування аналога системи «cropping system» у деяких сільськогосподарських підприємствах Харківської області на 2015 р.

Показники	Озима пшениця			Ярий ячмінь		
	1*	2*	3*	1*	2*	3*
Внесено мінеральних добрив з розрахунку на 1 га посівної площі, кг д. р.	76,4	83,4	71,2	178	167	154
Витрати на мінеральні добрива з розрахунку на 1 га посівної площі, грн	1411	1540	1615	2314	2171	2002
Урожайність, ц/га	45,0	49,0	42,0	42,0	39,1	36,0
Виробнича собівартість, грн/ц	174,62	171,48	167,67	159,52	160,69	162,75
Дохід від реалізації, грн/га посівної площі	10800	11760	10080	8610	8016	7380
Прибуток, грн/га посівної площі	2942	3358	3038	1910	1732	1521
Коефіцієнт окупності мінеральних добрив:						
урожаєм, ц/кг д. р.	0,589	0,588	0,590	0,236	0,234	0,234
доходом, грн/кг д. р.	141,36	141,01	141,57	48,37	48,00	47,92
прибутком, грн/кг д. р.	38,51	40,26	42,67	10,73	10,37	9,88
Коефіцієнт окупності витрат на мінеральні добрива:						
урожаєм, ц/100 грн	3,189	3,182	3,194	1,815	1,801	1,798
доходом	7,65	7,64	7,67	3,72	3,69	3,69
прибутком	2,09	2,18	2,31	0,83	0,80	0,78
Рівень рентабельності, %	37,4	40,0	43,1	28,5	27,6	26,0

*Примітка. 1 – ПСП Агрофірма «Світанок» Борівського р-ну; 2 – ФГ «Восход А» Шевченківського р-ну; 3 – СТОВ «Восток Агро-2004» Борівського р-ну.

Джерело: авторські розрахунки на основі технологічних карт.

В усіх розглянутих 14 альтернативах максимальний прибуток спостерігали для функцій прибутку за меншої величини врожайності, ніж урожайність в особливих точках виробничих функцій. Цей висновок є загальним і для економічного аналізу ефективності використання добрив під час виробництва озимої пшениці «Крижинка» $Y = Y(N, P, K)_{2012LT}$ та ярого ячменю «Аспект-Е» $Y = Y(N, P, K)_{2011}$ на основі трифакторних виробничих функцій.

У результаті проведеного дослідження здобуті на підставі експериментальних даних результати щодо оптимальних норм застосування мінеральних добрив інтегровано в сучасні технології вирощування основних зернових культур (озима пшениця, ярий ячмінь), які запропоновано для впровадження в сільськогосподарських підприємствах досліджуваного регіону. Зведені результати щодо прогнозої на 2015 р. економічної ефективності використання мінеральних добрив (табл. 4) свідчать про достатню окупність витрат на них навіть попри істотне підвищення цін на мінеральні добрива.

Одержані розрахунки дають змогу визначитися з економічною доцільністю застосування мінеральних добрив за допомогою аналога системи «cropping system» і можуть використовуватися за вибором того чи іншого підприємства залежно від ґрунтово-кліматичних й організаційно-економічних умов.

Висновки. У результаті дослідження запропоновано й апробовано концептуальний підхід до економічного обґрунтування використання мінеральних добрив у сільськогосподарських підприємствах на базі інтегрування фундаментальних законів фізіологічного розвитку рослин, які відображаються трифакторними виробничими функціями, з економічними законами, що об'єднує запропонований алгоритмічний і технологічний інструментарій у послідовну агроекономічну систему зі зворотним зв'язком всі фактори, якими може управляти товаровиробник. Запропоновано для економічного обґрунтування норм внесення мінеральних добрив під вирощування сільськогосподарських культур і забезпечення рослин живленням (NPK) використовувати геометричну інтерпретацію трифакторної виробничої функції експериментальних даних, одержаних за системою, аналогічною «cropping-system», та алгоритмічний інструментарій, який включає такі послідовні дії: визначення аналітичного вигляду трифакторної виробничої функції; побудова ізоквантової поверхні трифакторної виробничої функції та визначення типу особливої точки цієї поверхні; побудова двофакторних виробничих функцій і побудова на їх основі ізоквант; інтерпретація даних, одержаних на основі аналізу ізоквант, у термінах однофакторних виробничих функцій. Виконане дослідження дозволило розвинути ідею математизації агроекономічних досліджень, зокрема показано важливість і доцільність використання економіко-математичного моделювання (виробничих функцій) під час економічного обґрунтування ефективного використання мінеральних добрив у сільськогосподарських підприємствах. Успішна виробнича апробація аналога агроекономічної системи «cropping system» на полях досліджуваного фермерського господарства дає підстави рекомендувати її до впровадження в

інших сільськогосподарських підприємствах за допомогою функціонального підходу до аналізу економічної ефективності використання мінеральних добрив без зміни наявних технологій вирощування зернових.

Список використаних джерел

1. Казакова І. В. Особливості формування світового та вітчизняного ринку мінеральних добрив / І. В. Казакова // Економіка і прогнозування. – 2015. – № 2. – С. 104–118.
2. Карпіщенко О. І. Еколого-економічні проблеми використання мінеральних добрив / О. І. Карпіщенко, О. О. Карпіщенко // Вісник СумДУ. Сер. «Економіка». – 2013. – № 2. – С. 5–11.
3. Корчинська О. А. Еколого-економічні аспекти використання засобів хімізації в сільському господарстві / О. А. Корчинська, С. Г. Корчинська // Економіка АПК. – 2015. – № 7. – С. 46–51.
4. Кучер А. В. Організаційно-економічні аспекти застосування мінеральних добрив в аграрних підприємствах / А. В. Кучер, Л. Ю. Кучер // Наук. вісник ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького. Сер. «Екон. науки». – 2014. – Т. 16. № 1 (58). Ч. 1. – С. 304–309.
5. Кучер А. В. Формування світового та вітчизняного ринку мінеральних добрив й ефективність їх застосування: наук. доповідь / А. В. Кучер, І. В. Казакова. – Х. : Смугаста типографія, 2015. – 75 с.
6. Харченко О. В. Агроекономічне та екологічне обґрунтування рівня живлення сільськогосподарських культур / О. В. Харченко, В. І. Прасол, О. В. Ільченко. – Суми : Університетська книга, 2011. – 126 с.
7. Шмигель О. Є. Економічна ефективність застосування хімізації у сільськогосподарських підприємствах : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук : спец. 08.00.04 «Економіка та управління підприємствами (за видами економічної діяльності)» / О. Є. Шмигель. – Житомир, 2008. – 20 с.
8. Schröder J. J. The Position of Mineral Nitrogen Fertilizer in Efficient Use of Nitrogen and Land : A Review / J. J. Schröder // Natural Resources. – 2014. – № 5. – pp. 936–948.
9. Kotschi J. A soiled reputation : Adverse impacts of mineral fertilizers in tropical agriculture / J. Kotschi. – Germany : Publisher Heinrich Böll Stiftung, 2015. – 60 p.
10. Piwowar A. Wybrane aspekty ekonomiczne i ekologiczne stosowania nawozów mineralnych w gospodarstwach rolnych / A. Piwowar // Ekonomia. – 2011. – № 5(17). – pp. 217–230.
11. Leah T. Economic and environmental efficiency of fertilizers use for enhance the fertility of degraded soils in the Republic of Moldova / T. Leah, N. Leah // Agrarian economy and rural development – realities and perspectives for Romania. – 2013. – № 4. – pp. 85–90.
12. Ricker-Gilbert J. Subsidies and Crowding Out: A Double-Hurdle Model of Fertilizer Demand in Malawi / J. Ricker-Gilbert, T. Jayne, E. Chirwa // American Journal of Agricultural Economics. – 2011. – № 93. – pp. 26–42.

References

1. Kazakova, I. V. (2015), Characteristic features of the formation of the global and domestic markets of mineral fertilizers. *Economy and forecasting*, vol. 2, pp. 104–118.
2. Karpishchenko, O. I. and Karpishchenko, O. O. (2013), Ecological and economic problems of fertilizer use. *Visnyk SumDU. Seriiia «Ekonomika»*, vol. 2, pp. 5–11.
3. Korchynska, O. A. and Korchynska, S. H. (2015), Ecological and economic aspects of use of chemicals in agriculture. *Ekonomika APK*, vol. 7, pp. 46–51.
4. Kucher, A. V. and Kucher, L. Yu. (2014), Organizational and economic aspects of the application mineral fertilizers in agricultural enterprises. *Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S. Z. Gzhytskoho. Ser. «Ekonomichni nauky»*, vol. 16, no. 1(58), part 1, pp. 304–309.
5. Kucher, A. V. and Kazakova, I. V. (2015), *Formuvannia svitovoho ta vitchyznianoho rynku mineralnykh dobryv i efektyvnist yikh zastosuvannia* [Formation of the world and domestic markets of mineral fertilizers and effectiveness of their application], Smugasta typography, Kharkiv, Ukraine.
6. Kharchenko, O. V., Prasol, V. I. and Ilchenko, O. V. (2011), *Ahroekonomichne ta ekolohichne obgruntuvannia rivnia zhyvlennia silskohospodarskykh kultur* [Agroeconomic and ecological substantiation of level of fertilizing of agricultural crops], Universytetska knyha, Sumy, Ukraine.
7. Shmyhel, O. Ie. (2008), The economic efficiency of applying chemicalization means in agricultural enterprises, Ph.D. Thesis, Economy and management of enterprises (by types of economic activity), Zhytomyr State Agroecological University, Zhytomyr, Ukraine.
8. Schröder, J. (2014), The Position of Mineral Nitrogen Fertilizer in Efficient Use of Nitrogen and Land: A Review. *Natural Resources*, vol. 5, pp. 936–948.
9. Kotschi, J. (2015), *A soiled reputation: Adverse impacts of mineral fertilizers in tropical agriculture*, Publisher Heinrich Böll Stiftung, Germany.
10. Piwowar, A. (2011), Chosen economic and ecological aspects of mineral fertilizers usage in farms, *Economics*, vol. 5(17), pp. 217–230.
11. Leah, T. and Leah, N. (2013), Economic and environmental efficiency of fertilizers use for enhance the fertility of degraded soils in the Republic of Moldova. *Agrarian economy and rural development – realities and perspectives for Romania*, vol. 4, pp. 85–90.
12. Ricker-Gilbert, J., Jayne, T. and Chirwa, E. (2011), Subsidies and Crowding Out: A Double-Hurdle Model of Fertilizer Demand in Malawi. *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 93, pp. 26–42.

[How to cite this article? Як цитувати цю статтю?](#)

Стиль – ДСТУ:

Лушнікова О. Економіко-математичне обґрунтування ефективності

використання мінеральних добрив у сільськогосподарських підприємствах [Електронний ресурс] / О. Лушнікова // *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*. – 2015. – Vol. 1. – No. 2. – С. 63–75. – Режим доступу : www.are-journal.com.

Style – Harvard:

Lushnikova O. (2015), Economic-mathematical substantiation of efficiency of mineral fertilizer use in agricultural enterprises. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, [Online], vol. 1, no. 2, available at: www.are-journal.com.