

УДК 631.15:658.5 (477)

JEL C61, Q12, Q16

DOI <https://doi.org/10.33111/sedu.2024.55.174.188>**Старіков Олександр Юрійович*****Мокрицька Дар'я Юріївна******Мусієнко Іван Володимирович*******ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОПТИМІЗАЦІЇ СТРУКТУРИ ПОСІВНИХ ПЛОЩ АГРАРНОГО ПІДПРИЄМСТВА**

Анотація. У статті представлено результати розробки та апробації моделі оптимізації структури посівних площ за критерієм максимізації загального валового прибутку виробництва та реалізації товарної продукції рослинництва. Модель дозволяє враховувати зміни ринкових, технологічних та інших чинників виробництва за рахунок використання різних технологічних карт вирощування окремих культур, а також здійснювати перерахунок планових витрат з урахуванням понесених витрат на незавершене виробництво. Це дозволяє враховувати стрімкі зміни зовнішнього і внутрішнього середовища, з якими стикаються сьогодні аграрні підприємства України.

Ключові слова: оптимізація; структура посівних площ; товарна продукція; модель; валовий прибуток; рослинництво.

Вступ. Оптимізація структури посівних площ є одним із основних завдань планування у сучасному аграрному виробництві, яке дозволяє забезпечити раціональне використання ресурсів, зменшити екологічний тиск і підвищити продуктивність та економічну ефективність галузі. Сучасний аграрний сектор стикається з низкою кліматичних і технологічних викликів, а тому стійкість і рентабельність аграрного бізнесу залежать від здатності швидко адаптуватися до нових реалій та приймати обґрунтовані рішення щодо використання наявних ресурсів.

В Україні одним із шоків для аграрного сектору також стало повномасштабне вторгнення РФ у 2022 році. За даними Державної служби статистики України, у 2022 році загальні посівні площі сільськогосподарських культур за всіма категоріями господарств в Україні скоротилися у порівнянні з 2021 роком на 18,1 % або на 5,18 млн га [1, с. 10]. Серйозними випробуваннями для вітчизняних аграріїв з 2022 року стали логістичні проблеми, дефіцит окремих ресурсів і

* **Старіков Олександр Юрійович** — канд. екон. наук, доцент кафедри бізнес-економіки та підприємництва, Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана, м. Київ, Україна, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6251-5454>, email: oleksandr.starikov@kneu.ua

** **Мокрицька Дар'я Юріївна** — студентка другого (магістерського) рівня вищої освіти ОП «Економіка агробізнесу та агротрейдинг», Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана, м. Київ, Україна, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5506-0240>, email: dariia.mokrytska@kneu.ua

*** **Мусієнко Іван Володимирович** — начальник казначейства АТ «Асвіо Банк», м. Київ, Україна, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-3491-6022>, email: ivan_musienko@ukr.net

різке зростання їх вартості, порушення ланцюгів постачання, нестача робочої сили, падіння цін аграрної продукції [2, с. 376]. Інколи зміни ринкових цін і інших чинників (наприклад, оновлення парку техніки чи її втрата через ворожі обстріли) можуть відбуватися стрімко і їх необхідно враховувати посеред виробничого циклу.

За таких складних умов гнучкий підхід до врахування різних технологічних аспектів оптимізації структури посівних площ та її періодичного перегляду стає не просто важливим інструментом, а й ключовою умовою виживання і розвитку аграрного бізнесу. Він дозволяє адаптуватися до мінливих умов, управляти ризиками, ефективно використовувати обмежені ресурси, підвищити рентабельність виробництва, покращити фінансову стійкість.

Оптимізація структури посівних площ є комплексним процесом, який потребує глибокого аналізу ринкової кон'юнктури, оцінки власних ресурсних можливостей, врахування ґрунтово-кліматичних умов, використання сучасних методів планування та постійного моніторингу і корегування моделі для довгострокового розвитку бізнесу.

Темі оптимізації структури посівних площ присвячені роботи таких авторів, як Андрійчук В. Г., Григоренко С. М., Дем'яненко С. І., Куцина Т. Т., Кондрачук М. Ю., Скляр О. Г., Скляр Р. В., Старіков О. Ю., Трушева С. С., Чуб А. В. та багатьох інших. У своїх дослідженнях вони пропонують використовувати різні економіко-математичні методи та методи лінійного програмування та теорії ігор для покращення управління економічною діяльністю аграрних підприємств, а також пропонують різні критерії оптимізації. Зокрема, пропонується методика оптимізації структури посівних площ для максимізації чистого доходу з урахуванням, зокрема, агротехнічних обмежень і наявності виробничих ресурсів [3; 4]. Інші використовують теорію ігор для розробки ітераційного алгоритму для визначення оптимальної структури посівів з урахуванням як економічних показників, так і обмежень, пов'язаних з плановою ротацією сільськогосподарських культур [5]. Окремі автори опрацювали методику оптимізації структури посівних площ з впровадженням змін сівозміни на слабозмитих ґрунтах і застосування контурно-смугового розміщення культур на сильнозмитих ґрунтах [6].

Модель оптимізації посівних площ дозволяє відобразити різні умови і результати аграрного виробництва та може передбачати використання різних критеріїв оптимальності плану: максимум валового або чистого доходу, обсяг товарної продукції в натуральному або грошовому виразі, мінімум затрат праці, максимум фонду відшкодування постійних витрат, максимум прибутку та інші критерії [7, с. 76]. Часто критерієм оптимізації виступає прибуток (валовий, операційний, чистий або прибуток до оподаткування), але також пропонуються інші, в тому числі неекономічні, критерії оптимізації [4].

Обмеженнями під час оптимізації зазвичай виступає частка окремих культур у сівозміні (інколи у вузькому діапазоні), планові гарантовані обсяги виробництва продукції, обсяги виробничих ресурсів (праці і оборотного капіталу). При цьому

зазначається необхідність враховувати існуючі технологічні обмеження — наявність сільськогосподарської техніки і обладнання, можливість вчасного виконання технологічних операцій, потреба в кормах.

Постановка завдання. Незважаючи на значну кількість методичних і прикладних досліджень щодо оптимізації структури посівних площ аграрних підприємств, вони передбачають врахування лише окремих технологічних чинників. Також відсутній гнучкий підхід до моделювання за умов, коли мають місце стрімкі зміни цін на ресурси і аграрну продукцію або коли змінюються технологічні карти і норми затрат протягом виробничого циклу. Останнє відбувається, якщо підприємство знаходиться у процесі технологічного оновлення або, навпаки, з певних причин вимушене використовувати техніку та обладнання з іншими характеристиками, ніж це заплановано.

Тому постає необхідність підходу до оптимізації структури посівних площ, за якого можливо швидко оцінити очікуваний економічний ефект від внесення змін до технологічних операцій вирощування окремих культур, а також врахувати такі технологічні чинники, як збереження родючості ґрунтів, вплив культур на наступників у сівозміні, організація виконання операцій, продуктивність сільськогосподарської техніки і обладнання. Це дозволить приймати обґрунтованіші управлінські рішення щодо структури посівних площ та максимізувати економічну ефективність аграрного виробництва.

Мета статті полягає у виявленні можливості та економічного ефекту оптимізації структури посівних площ аграрного підприємства з урахуванням економічних і технологічних чинників та їх зміни у процесі виробництва в сучасних умовах господарювання. Завдання, що вирішуються в процесі дослідження: побудова моделі оптимізації та визначення її обмеження; розрахунок планового валового прибутку за існуючої структури посівних площ 2023 року; пошук оптимального рішення щодо структури посівних площ для підприємства; виявлення перспектив і можливостей врахування використання технологічних змін у рослинництві при використанні оптимізаційної моделі; дотримання сучасних норм використання ресурсів; оцінка економічного ефекту від оптимізації та впливу на рентабельність аграрного підприємства.

Результати. В аграрному секторі можуть використовуватися різні види оптимізації (економічна, соціальна, екологічна та технологічна) та відповідні їм різні критерії оптимальності виробничих програм і планів [8, с. 243]. Найпоширенішою практикою є максимізація прибутку від реалізації виробленої продукції рослинництва, а також продукції тваринництва за умови власного виробництва кормів, що досягається шляхом оптимізації структури посівних площ та вибору культур з високою нормою прибутку на одиницю площі, з урахуванням урожайності, продуктивності худоби, виробничих витрат і цін реалізації. Максимальний валовий прибуток є доцільним критерієм оптимізації посівних площ аграрного підприємства, оскільки сума прибутку до оподаткування або чистого прибутку в розрізі культур суттєво залежить від розподілу непрямих витрат. Незалежно від методики розподілу такі витрати будуть різними в розрахунку на

1 га за різної структури посівних площ або планової урожайності. Для оптимізації структури посівних площ ми застосували критерій максимізації сукупного валового прибутку від виробництва та реалізації товарної продукції рослинництва.

Для досягнення максимального прибутку та раціонального використання ресурсів важливо враховувати комплекс технологічних факторів при оптимізації структури посівних площ. Ключовими аспектами є точний розрахунок потреби в техніці та обладнанні для виконання запланованих робіт щодо кожної культури, а також аналіз їх продуктивності та послідовності технологічних операцій. Важливо враховувати наявність власного парку техніки, його технічний стан і можливості оновлення, що дозволить мінімізувати операційні витрати та уникнути простоїв у роботі. Сезонність сільськогосподарських робіт вимагає особливої уваги до можливостей перерозподілу техніки між культурами, що сприяє оптимізації завантаженості обладнання та підвищенню його продуктивності. Ефективне планування і управління ресурсами дозволяє не лише забезпечити своєчасне виконання робіт, а й знизити ризики втрат, пов'язаних із простоем чи нерівномірним навантаженням техніки [9, с. 82].

З'ясовано, що у рослинництві до основних технологічних аспектів виробництва, які накладають додаткові обмеження у процесі оптимізації посівних площ, можна віднести такі:

- прийнята на підприємстві сівоzmіна (черговість культур, мінімальна та максимальна площа під окремою культурою або групою культур);
- вплив на ґрунти (реалізується через визначення максимальної площі під окремими культурами, які мають негативний вплив на стан ґрунтів);
- наявна на підприємстві техніка і обладнання;
- строки виконання технологічних операцій по окремих культурах згідно технологічних карт;
- внесення змін до технології виробництва або норм затрат ресурсів;
- вимоги до якості ґрунту для різних культур.

Також важливо враховувати технологічні аспекти функціонування моделюючих систем і самого процесу складання оптимального плану посівних площ, що включає збір і обробку інформації для параметрів моделі.

В сучасних умовах, коли можливі стрімкі зміни у зовнішньому чи внутрішньому середовищі підприємства, планування повинно надавати змогу швидко оцінити економічний ефект таких змін. Також підприємства можуть перебувати у процесі впровадження нових технологій (або втратити частину техніки і обладнання), що вимагає визначення нових норм затрат шляхом внесення змін до технологічних карт. Так, якщо по озимих культурах уже були понесені витрати на незавершене виробництво (оранка і посів), такі зміни можуть призвести до необхідності корекції структури посівних площ ярових культур для максимізації прибутку за нових умов. Відповідно, процес збору даних і модель оптимізації має забезпечувати таку можливість.

На основі описаного підходу нами обґрунтовано оптимальну структуру посівних площ Білоцерківської дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних

культур і цукрових буряків НААН України (ДСС «Білоцерківська»). Станція функціонує як державне аграрне підприємництво, яке веде науково-дослідну, господарську і комерційну діяльність з метою отримання прибутку та розвитку вітчизняного рослинництва [10]. У табл. 1 наведено показники діяльності підприємства.

Таблиця 1

ПОКАЗНИКИ ДІЯЛЬНОСТІ ДСС «БІЛОЦЕРКІВСЬКА» ЗА 2021–2023 РР.

Показники	2021 р.	2022 р.	2023 р.
Площа с/г угідь, га	3192	3192	3192
Площа ріллі, га	3090	3090	3090
Активи (авансований капітал), тис. грн	71805	86938	94077
Власний капітал	62375	63575	65357
Середньооблікова чисельність працівників, осіб	171	147	135
Чистий дохід від реалізації продукції, тис. грн	105934	76358	84724
Валовий прибуток, тис. грн	37981	18453	21143
Чистий прибуток, тис. грн	9332	1200	1782

Джерело: розраховано авторами на основі звітності ДСС «Білоцерківська»

Протягом 2021–2023 років структура та обсяги сільськогосподарських угідь ДСС «Білоцерківська» залишалися незмінними. Активи і власний капітал підприємства зросли на 31 % та 4,8 % відповідно. Натомість, чисельність працівників ДСС «Білоцерківська» за цей період скоротилася аж на 27 %. Спостерігалася зменшення чистого доходу і валового прибутку: на 25% і на 79% відповідно. У 2022 році чистий прибуток підприємства суттєво скоротився (на 88 %) порівняно з 2021 роком, проте у 2023 році його вдалося збільшити (зріст на 48,5 %).

У 2021–2023 роках показники ліквідності і фінансової стійкості ДСС «Білоцерківська» погіршилися, проте протягом усіх трьох років рівень коефіцієнта загальної ліквідності перевищує нормативний. Це свідчить про достатність оборотних активів для покриття своїх короткострокових зобов'язань і фінансування операційної діяльності. Спостерігається істотне зростання боргового навантаження на підприємство: сума зобов'язань зросла вдвічі, хоча частка позичкового капіталу має прийнятний рівень — 31 %.

За вказаний період спостерігається різке зниження рентабельності ДСС «Білоцерківська». Показники рентабельності за чистим прибутком у 2022 і 2023 роках знаходяться на низькому рівні (табл. 2).

Таблиця 2

ПОКАЗНИКИ РЕНТАБЕЛЬНОСТІ ДСС «БІЛОЦЕРКІВСЬКА» ЗА 2021–2023 РОКИ, %

Показники	2021 р.	2022 р.	2023 р.
Рентабельність продажу за валовим прибутком	35,85	23,41	24,96
Рентабельність продажу за чистим прибутком	8,81	1,61	2,10
Рентабельність власного капіталу за чистим прибутком	14,96	1,89	2,73
Рентабельність активів за чистим прибутком	13,00	1,38	1,89
Рентабельність виробництва за валовим прибутком	55,89	30,57	33,25

Джерело: розраховано авторами на основі звітності ДСС «Білоцерківська»

У цілому підприємству вдалося зберегти ефективність своєї діяльності в умовах повномасштабного вторгнення РФ в Україну. Скорочення чисельності трудових ресурсів, зростання зобов'язань і зниження ефективності вимагають реалізації термінових заходів за рахунок впровадження нових технологій, раціонального використання ресурсів, підвищення продуктивності. Це можливо досягти при розробці оптимального виробничого плану. В основі такого плану для підприємства, що займається рослинництвом, лежить оптимізація посівних площ, як ключового і обмеженого ресурсу.

Аналіз показав, що у 2023 році найбільшу частку в структурі посівних площ ДСС «Білоцерківська» займала пшениця озима — 37,1 %. Друге і третє місця займають соняшник (16,3 %) і ріпак (13,3 %). Серед інших культур, які вирощує підприємство, є гречка, кукурудза на зерно, соя, цукрові буряки, горох, ячмінь ярий, овес ярий.

За 2022–2023 роки ефективність вирощування різних культур коливалася. У 2022 році найприбутковішими культурами в підприємстві були соя, соняшник, ріпак і овес. Водночас значно нижчий за середній рівень прибутковості мали пшениця озима, ячмінь ярий, кукурудза на зерно і цукрові буряки. У 2023 році високу прибутковість зберегли соя та ріпак, а овес ярий продемонстрував різке зростання прибутковості. Соняшник і пшениця озима стали економічно менш привабливими, а кукурудза на зерно стала збитковою.

На основі актуальних технологічних карт підприємства, цін на ресурси і аграрну продукцію станом на квітень 2024 року, здійснено розрахунки планового валового прибутку та показників ефективності виробництва товарної продукції рослинництва ДСС «Білоцерківська» на 2024 рік за умови існуючої структури посівних площ 2023 року в розрізі кожної культури (без врахування інших зернобобових, а також багаторічних і однорічних трав). Також враховано плановий коефіцієнт товарності кожної культури.

ДСС «Білоцерківська» вирощує та реалізує лише продукцію рослинництва, яка генерує майже всю виручку підприємства. Розрахунки показали, що за умови збереження у 2024 році існуючої у 2023 році структури посівів, реалізація

урожаю має забезпечити чистий дохід у розмірі 87 523 тис. грн і валовий прибуток в сумі 19 566 тис. грн, планова рентабельність виробництва становитиме 28,8 %, а рентабельність продажу за валовим прибутком — 22,4 %. Планова сума чистого доходу від продажу товарних культур буде трохи вища за фактичні показники всього підприємства за 2023 рік, а прибуток і рівень рентабельності — дещо нижчі.

Аналіз планової рентабельності в розрізі окремих культур показує, що найприбутковішими за показником рентабельності продажу будуть кукурудза на зерно (54,6 %), соя (34,5 %), ріпак (14,2 %), соняшник (10,9 %) та овес ярий (10,7 %), а найменш прибутковими — гречка (мінус 186,0 % через значне зниження цін реалізації) та ячмінь (0,4 %). Хоча розрахунки показують суттєві зміни в ефективності окремих культур у 2024 році, загальна відносна і абсолютна прибутковість майже не змінюється.

Для цілей оптимізації структури посівних площ за розрахованими раніше параметрами на 2024 рік було використано модель із системою обмежень, щоб знайти оптимальну площу S для кожної культури в сівозміні при максимізації валового прибутку підприємства за формулою цільової функції:

$$Y = \sum_{j=1}^n (P_j \cdot A_j \cdot T_j \cdot S_j - C_j \cdot T_j \cdot S_j) \rightarrow \max, \quad (1)$$

де:

Y — валовий прибуток від виробництва і продажу продукції рослинництва, грн;

P_j — ціна реалізації товарної продукції j -тої культури, грн/ц без ПДВ;

A_j — урожайність j -тої культури у вазі після доробки, ц/га;

T_j — коефіцієнт товарності j -тої культури;

S_j — площа j -тої культури, га;

C_j — витрати на виробництво і реалізацію продукції j -тої культури, грн/га без ПДВ;

n — кількість культур;

Обмеження по загальній посівній площі має такий вигляд:

$$\sum_{j=1}^n S_j \leq S_{\text{заг}}, \quad (2)$$

де $S_{\text{заг}}$ — загальна посівна площа, що підлягає оптимізації, га;

Витрати на виробництво і реалізацію продукції j -тої культури розраховані за кожною окремою статтею витрат за такою формулою:

$$C_j = \sum (C_{\text{нас } j} + C_{\text{збр } j} + C_{\text{пал } j} + C_{\text{доб } j} + C_{\text{пр } j} + C_{\text{ім } j} + D_j + M_j), \quad (3)$$

де:

$C_{\text{нас } j}$ — витрати на насіння для виробництва j -тої культури, грн/га;

$C_{\text{збр } j}$ — витрати на засоби захисту рослин j -тої культури, грн/га;

$C_{\text{пал } j}$ — витрати на паливо для виробництва і доробки продукції j -тої культури, грн/га;

- $C_{доб j}$ — витрати на мінеральні добрива j -тої культури, грн/га;
 $C_{пр j}$ — витрати на оплату праці j -тої культури, грн/га;
 $C_{ім j}$ — інші матеріальні витрати j -тої культури, грн/га;
 D_j — амортизаційні витрати j -тої культури, грн/га;
 M_j — витрати на збут продукції j -тої культури в розрахунку на 1 га, грн.

Витрати на насіння, засоби захисту рослин, паливо, мінеральні добрива, оплату праці і відрахування на соціальні заходи, розраховані за діючими на підприємстві нормами затрат, нормативами і розцінками. Для визначення інших матеріальних витрат індексовано фактичні витрати за 2023 рік на плановий рівень інфляції в Україні (індекс споживчих цін), окрім амортизаційних витрат. Інші обмеження, такі як сівозмінна, вплив на стан та якість ґрунтів, наявність техніки і строки виконання технологічних операцій, які пов'язані з технологічними чинниками виробництва, враховано при формуванні наступних обмежень для окремої культури або групи культур ДСС «Білоцерківська». Для побудови оптимізаційної моделі структури посівів було встановлено чіткі обмеження щодо максимальної чи мінімальної частки окремої культури або групи культур у загальній посівній площі. Ці обмеження бралися широкими, наскільки дозволяють технічні і технологічні чинники виробництва, а також умови зберігання і реалізації. Максимальна частка для окремих культур є наступною: пшениця озима — 45 %, кукурудза на зерно — 35 %, цукровий буряк — 30 %, соняшник і ріпак озимий — по 20 %, ячмінь ярий, гречка і соя — по 15 %, овес ярий — 10 %.

При цьому для озимих культур встановлено обмеження не більше 55 % посівних площ, що дозволяє раціонально використовувати техніку та проводити польові роботи. Мінімальна частка озимих культур, яка необхідна для забезпечення стійкості сівозміни та відновлення родючості ґрунту, вчасного виконання технологічних операцій, визначена на рівні 30 %. Загальне обмеження площі інтенсивних культур (ріпак, соняшник та цукровий буряк) склало не більше 35 % посівів. Зазначені культури мають схожий між собою вплив на ґрунти — вони призводять до зниження рівня вологості в нижніх шарах ґрунту та зниження його родючості у наступному виробничому періоді. Кліматичні зміни також погіршують стан зволоженості ґрунтів, а тому варто не перевищувати вказану максимальну частку даних культур [11, с. 89–95]. Оскільки підприємство має довгострокові зобов'язання постачання цукрових буряків на переробку, то площа під цукровими буряками встановлена на рівні не менше 60 га. Загальна площа для визначення обмежень взята на рівні 2023 року — 2807 га для зазначених культур, що становить 96,1 % усієї посівної площі підприємства.

Окремі з обмежень у моделі дещо перевищують норми оптимального співвідношення сільськогосподарських культур для зони лісостепу [12], але забезпечують подальше дотримання польової сівозміни з короткою ротацією, яка прийнята на підприємстві і яка не має негативного впливу на рівень урожайності та стан ґрунтів. Дані обмеження роблять модель реалістичною, стимулюють диверсифікацію посівів, сприяють екологічності та стійкості виробництва,

а також допомагають знайти структуру посівних площ, яка максимізує валовий прибуток від продажу продукції рослинництва.

При цьому не використано такі обмеження, як обсяги реалізації продукції виробництва певних культур або чистого доходу підприємства, суми витрат тощо, які пропонуються окремими дослідниками. Такі обмеження вносять викривлення в пошук оптимального рішення і не можуть бути прийнятними з економічної точки зору.

Для пошуку оптимального рішення використано функцію знаходження рішення симплекс-методом лінійної оптимізації в електронних таблицях MS Excel. Модель є гнучкою і дозволяє здійснювати перерахунок планових витрат з урахуванням понесених витрат на незавершене виробництво в рослинництві.

У табл. 3 наведено фактичну за 2023 рік і оптимальну для описаних вище умов структуру посівних площ підприємства.

Таблиця 3

**ФАКТИЧНА ЗА 2023 РІК І ОПТИМАЛЬНА СТРУКТУРА
ПОСІВНИХ ПЛОЩ ДСС «БІЛОЦЕРКІВСЬКА»**

Назва культури	Фактична площа у 2023 році,		Оптимальна площа	
	га	%	га	%
Пшениця озима	1083	37,1	280,7	9,5
Гречка	310	10,6	0,0	0,0
Ячмінь ярий	24	0,8	0,0	0,0
Овес ярий	6	0,2	140,4	4,8
Горох	15	0,5	44,8	1,5
Інші зернобобові	71	2,4	71,3	2,4
Кукурудза на зерно	174	6,0	982,5	33,3
Соняшник	475	16,3	0,0	0,0
Соя	284	9,7	421,1	14,3
Ріпак озимий	388	13,3	561,4	19,0
Цукрові буряки	62	2,1	421,1	14,3
Багаторічні та однорічні трави	28	1,0	28,5	1,0
Всього	2920	100,0	2952	100,0

Джерело: розраховано авторами

Оптимізація вимагає значних змін у структурі посівних площ ДСС «Білоцерківська»: частка пшениці озимої має зменшитися з 37,1 % до 9,5 %, водночас суттєво збільшується частка цукрових буряків з 2,1 % до 14,3 %, частка кукурудзи на зерно збільшується з 6,0 % до 33,3 %. Збільшуються також площі вівса ярого, сої, ріпаку озимого. При цьому із сівозміни виключено гречку, ячмінь ярий та соняшник, посів яких відбувається весною.

Оцінку результативності виробництва товарної продукції рослинництва ДСС «Білоцерківська» після оптимізації структури посівних площ у розрізі окремих культур представлено в табл. 4.

Таблиця 4

**ПЛАНОВИЙ ПРИБУТОК НА 2024 РІК ВІД РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОДУКЦІЇ
ЗА ОПТИМІЗОВАНОЇ СТРУКТУРИ ПОСІВНИХ ПЛОЩ ДСС «БІЛОЦЕРКІВСЬКА»**

Показники	Пшениця озима	Ячмінь ярий	Овес ярий	Гречка	Кукурудза на зерно	Соняшник	Соя	Ріпак озимий	Цукровий бурак	Разом
Площа, га	280,7	0,0	140,4	0,0	982,5	0,0	421,1	561,4	421,1	2807,0
Вироблено про- дукції, ц	13 610	0	6 745	0	82 490	0	10 908	18 752	229 472	х
Урожайність, ц/га	48	44	48	14	84	29	26	33	545	х
Виробнича собі- вартість, тис. грн	7 813	0	3 261	0	20 114	0	10 423	20 375	36 435	98 421
Виробнича собі- вартість на 1 га	28	19	23	32	20	31	25	36	87	35
Собівартість ос- новної продукції на 1 ц, грн	574	0	484	0	244	0	955	1 087	159	х
Реалізація про- дукції, ц	10 207	0	6 745	0	80 015	0	10 908	18 729	229 472	356 077
Рівень товарнос- ті, %	0,75	0,20	1,00	0,10	0,97	1,00	1,00	1,00	1,00	х
Повна собівар- тість реалізова- ної продукції, тис. грн	5 860	0	3 261	0	19 511	0	10 423	20 350	36 435	95 839
Чистий дохід, тис. грн	5 954	0	3 653	0	43 008	0	15 908	23 723	38 628	130 875
Ціна реалізації без ПДВ, грн/ц	583	442	542	817	538	1 208	1 458	1 267	168	х
Валовий прибу- ток, тис.грн	94	0	392	0	23 497	0	5 485	3 373	2 193	35 035
Валовий прибуток на 1 га, тис. грн	0	0	18	0	45	0	19	14	24	12
Рентабельність виробництва, %	1,6	–	12,0	–	120,4	–	52,6	16,6	6,0	36,6
Рентабельність продажу, %	1,6	–	10,7	–	54,6	–	34,5	14,2	5,7	26,8

Джерело: розраховано авторами

Оптимізація структури посівних площ підприємства демонструє свою результативність і реалізація такого рішення може забезпечити значне зростання суми прибутку та рентабельності. За структури посівів 2023 року плановий валовий прибуток за культурами, включеними в модель, становив би 19 566 тис. грн, а за оптимізації посівних площ він сягає 35 035 тис. грн (більше на 79 %). При цьому завдяки оптимізації рентабельність виробництва зросте до 36,6 %, а рентабельність продажу — до 26,8 % (табл. 5).

Таблиця 5

**ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ ОПТИМІЗАЦІЇ СТРУКТУРИ
ПОСІВНИХ ПЛОЩ ДСС «БІЛОЦЕРКІВСЬКА»**

Показники	2022	2023	2024* (план)	2024 (оптимальний план)	Ефект оптимізації
Валовий прибуток, тис. грн	17 333,0	20 434,0	19 565,7	35 035,4	+15 469,7
Рентабельність виробництва за валовим прибутком, %	30,5	32,4	28,8	36,6	+7,8 в.п.
Рентабельність продажу за валовим прибутком, %	23,4	24,5	22,4	26,8	+4,4 в.п.

* Примітка: за фактичної структури посівних площ 2023 року для товарних культур.

Джерело: розраховано авторами

Це свідчить про значний потенціал оптимізації структури посівних площ для покращення фінансових результатів діяльності ДСС «Білоцерківська». Впровадження запропонованих змін до структури посівних площ має забезпечити зростання валового прибутку на 15 469,7 тис. грн, що призведе до підвищення рентабельності виробництва та рентабельності продажу на 7,8 і 4,4 відсоткових пункти відповідно.

Висновки. Сучасні реалії вимагають врахування стрімких змін виробничих і ринкових умов для корегування виробничої програми. В цьому контексті запропонована для підприємства модель оптимізації структури посівних площ постає як один з ключових інструментів, здатних суттєво покращити фінансові результати за рахунок перегляду існуючої структури посівних площ з урахуванням нових чинників. Практична перевірка моделі на прикладі ДСС «Білоцерківська» продемонструвала її доцільність використання в сучасних умовах господарювання.

Запропонований підхід, який передбачає розробку оптимізаційної моделі із можливістю використання кількох технологічних карт, дозволяє враховувати технологічні зміни аграрного виробництва, а відповідно, і норми затрат ресурсів безпосередньо у процесі планування. Врахування інших технологічних аспектів у процесі оптимізації посівних площ доцільно здійснювати через

обмеження максимальної і мінімальної площі окремих культур та груп культур у сівозміні.

Важливим технологічним аспектом оптимізації є збір та обробка актуальних даних про ціни аграрної продукції, вартість покупок ресурсів, їх наявність, існуючі логістичні проблеми або інші чинники в умовах швидко мінливого середовища, що характерно для України сьогодні. Це дозволяє, зокрема, корегувати структуру посівних площ до початку весняних і осінніх польових робіт двічі в рік.

Використання моделі дозволило оптимізувати структуру посівних площ ДСС «Білоцерківська» на 2024 рік, а реалізація оптимального рішення має призвести до значного зростання суми прибутку і прибутковості. Завдяки своїй універсальності, запропонована модель може бути успішно застосована на інших сільськогосподарських підприємствах України. Подальші дослідження можуть розглядати можливість використання штучного інтелекту та аналізу великих масивів даних (Big Data) для ідентифікації ризиків у процесі оптимізації посівних площ з використанням подібних моделей, що дозволить підвищити точність і швидкість прийняття рішень з підбору культур для вирощування.

Література

1. Рослинництво України 2022 : статистичний збірник / Держ. служба статистики України. Київ : Держстат України, 2023. URL: https://csrv2.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2023/zb/09/zb_rosl_2022.pdf (дата звернення: 30.10.2024).
2. Старіков О., Чабан В. Підтримка аграрного підприємництва в Україні в умовах воєнного стану. Інноваційне підприємництво: стан та перспективи розвитку : зб. матеріалів VII Всеукр. наук.-практ. конф., 30 трав. 2022 р. Київ: КНЕУ, 2022. С. 375–379. URL: <https://ir.kneu.edu.ua/handle/2010/37820> (дата звернення: 30.10.2024).
3. Скляр О. Г., Скляр Р. В., Григоренко С. М. Методика моделювання та оптимізації структури посівних площ. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. 2023. Т. 1, № 13. С. 93–103. URL: <http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/16788> (дата звернення: 30.10.2024).
4. Methodology for modeling and optimizing the structure of sown areas. Scientific Bulletin of the Tavria State Agrotechnological University. 2023. Vol. 1, no. 13. P. 1–13. DOI: <https://doi.org/10.31388/2220-8674-2023-1-7>
5. Чуб А. В. Оптимізація посівних площ на підприємствах АПК України за допомогою теорії ігор. Управління змінами та інновації. 2022. № 4. С. 26–31. DOI: <https://doi.org/10.32782/cmi/2022-4-5>
6. Трушева С. С., Куцина Т. Т., Кондратюк М. Ю. Розробка заходів щодо оптимізації структури посівних площ в господарствах. Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. 2016. Т. 3, № 75. С. 139–146. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/8777> (дата звернення: 30.10.2024).
7. Андрійчук В. Г. Ефективність діяльності аграрних підприємств: теорія, методика, аналіз : монографія. Вид. 2-ге, без змін. Київ : КНЕУ, 2006. 292 с.
8. Старіков О., Перелет О. Підходи до оптимізації виробничої програми в аграрних підприємствах. Економіка підприємства: теорія і практика : зб. матеріалів IX Міжнар. наук.-практ. конф. Київ : КНЕУ, 2022. С. 241–245. URL: <https://ir.kneu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/ddbcb650-5349-4ed5-a69c-670c62eda2a4/content> (дата звернення: 30.10.2024).

9. Різник Н. М. Методика оптимізації виробничої програми підприємства. Матеріали II міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів «Цифрова економіка як фактор інновацій та сталого розвитку суспільства», 2–3 груд. 2021 р. Тернопіль, 2021. С. 82–83. URL: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/37036/2/TSEFIRS_2021_Riznyk_N_M-Method_of_optimization_of_82-83.pdf (дата звернення: 30.10.2024).
10. ДП «Білоцерківська ДСС». Офіційна інтернет-сторінка Білоцерківської дослідно-селекційної станції. URL: <http://bc-selecstation.com.ua/> (дата звернення: 30.10.2024).
11. Старіков О. Ю., Коваль А. Ю. Врахування негативних наслідків вирощування соняшнику при оцінюванні його ефективності. Економіка та підприємництво. Київ : КНЕУ, 2021. Вип. 47. С. 87–101. DOI: https://doi.org/10.33111/EE.2021.47.StarikovO_KovalA
12. Про затвердження Методичних рекомендацій щодо оптимального співвідношення сільськогосподарських культур у сівоzmінах різних ґрунтово-кліматичних зон України : наказ від 18.07.2008 р. № 440/71. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0440555-08#Text> (дата звернення: 30.10.2024).

References

1. State Statistics Service of Ukraine. «*Roslynnystvo Ukrainy 2022: Statistical Collection*» [Crop Production of Ukraine 2022: Statistical Collection]. Kyiv: Derzhstat Ukrainy, 2023. https://csrv2.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2023/zb/09/zb_rosl_2022.pdf. (Accessed October 30, 2024) [in Ukrainian].
2. Starikov, O., and V. Chaban. «*Pidtrymka ahrarnoho pidpriemnytstva v Ukraini v umovakh voiennoho stanu*» [Support for Agricultural Entrepreneurship in Ukraine under Martial Law]. In *Innovatsiine pidpriemnytstvo: stan ta perspektyvy rozvytku*, proceedings of the VII All-Ukrainian Scientific and Practical Conference, Kyiv: KNEU, 2022, 375–379. <https://ir.kneu.edu.ua/handle/2010/37820>. (Accessed October 30, 2024) [in Ukrainian].
3. Skliar, O. H., Skliar, R. V., and S. M. Hryhorenko. «*Metodyka modeliuvannia ta optymizatsii struktury posivnykh ploshch*» [Methodology for Modeling and Optimizing the Structure of Sown Areas]. *Naukovyi Visnyk Tavriiskoho Derzhavnoho Aharotekhnolohichnoho Universytetu* 1, no. 13 (2023): 93–103. <http://elar.tsatu.edu.ua/Handle/123456789/16788>. (Accessed October 30, 2024) [in Ukrainian].
4. «*Methodology for Modeling and Optimizing the Structure of Sown Areas.*» *Scientific Bulletin of the Tavria State Agrotechnological University* 1, no. 13 (2023): 1–13. <https://doi.org/10.31388/2220-8674-2023-1-7>.
5. Chub, A. V. «*Optymizatsiia posivnykh ploshch na pidpriemstvakh APK Ukrainy za dopomohoiu teorii ihor*» [Optimization of Sown Areas at Agro-Industrial Enterprises of Ukraine Using Game Theory]. *Upravlinnia Zminamy ta Innovatsii* 4 (2022): 26–31. <https://doi.org/10.32782/cmi/2022-4-5>. [in Ukrainian].
6. Trusheva, S. S., Kutsina, T. T., and M. Yu. Kondratiuk. «*Rozrobka zakhodiv shchodo optymizatsii struktury posivnykh ploshch v hospodarstvakh*» [Development of Measures to Optimize the Structure of Sown Areas in Farms]. *Visnyk Natsionalnoho Universytetu Vodnoho Hospodarstva ta Pryrodokorystuvannia* 3, no. 75 (2016): 139–146. <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/8777>. (Accessed October 30, 2024) [in Ukrainian].
7. Andriichuk, V. H. *Efektivnist diialnosti ahrarnykh pidpriemstv: teoriia, metodyka, analiz* [Efficiency of Agricultural Enterprises: Theory, Methodology, Analysis]. 2nd ed. Kyiv: KNEU, 2006 [in Ukrainian].

8. Starikov, O., and O. Perelet. «Pidkhody do optymizatsii vyrobnychoi prohramy v ahrarnykh pidpriemstvakh» [Approaches to Optimizing the Production Program in Agricultural Enterprises]. In *Ekonomika pidpriemstva: teoriia i praktyka*, proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference, Kyiv: KNEU, 2022, 241–245. <https://ir.kneu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/ddbcb650-5349-4ed5-a69c-670c62eda2a4/content>. (Accessed October 30, 2024) [in Ukrainian].
9. Riznyk, N. M. «Metodyka optymizatsii vyrobnychoi prohramy pidpriemstva» [Methodology for Optimizing the Enterprise Production Program]. In *Materialy II Mizhnarodnoi Naukovoï-Konferentsii Molodykh Uchenykh ta Studentiv «Tsyfrova Ekonomika Yak Faktor Innovatsii ta Staloho Rozvytku Suspilstva»*, Ternopil, 2021, 82–83. https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/37036/2/TSEFIRS_2021_Riznyk_N_M-Method_of_optimization_of_82-83.pdf. (Accessed October 30, 2024) [in Ukrainian].
10. DP «Bilotserkivska DSS.» «Ofitsiina Internet-storinka Bilotserkivskoi Doslidno-Selektsiinoi Stantsii» [Official Website of the Bilotserkivska Experimental Breeding Station]. <http://bc-selecstation.com.ua/>. (Accessed October 30, 2024) [in Ukrainian].
11. Starikov, O. Yu., and A. Yu. Koval. «Vrakhuvannia nehatyvnykh naslidkiv vyroshchuvannia sonyashnyku pry otsiniuvanni yoho efektyvnosti» [Considering the Negative Consequences of Sunflower Cultivation in Evaluating Its Efficiency]. *Ekonomika ta Pidpriemnytstvo* 47 (2021): 87–101. https://doi.org/10.33111/EE.2021.47.StarikovO_KovalA [in Ukrainian].
12. «Pro zatverdzhennia Metodychnykh rekomendatsii shchodo optimalnoho spivvidnoshennia silskohospodarskykh kultur u sivozminakh riznykh hruntovo-klimatychnykh zon Ukrainy» [On Approval of Methodological Recommendations for the Optimal Ratio of Crops in Crop Rotations in Various Soil and Climatic Zones of Ukraine]. Nakaz vid 18.07.2008 r. No. 440/71. <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0440555-08#Text>. (Accessed October 30, 2024) [in Ukrainian].

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF THE SOWING AREAS STRUCTURE OPTIMIZATION OF AN AGRICULTURAL ENTERPRISE

Oleksandr Starikov

Ph.D.in Economics,
Associate Professor, Business Economics and
Entrepreneurship Department,
Kyiv National Economic University named after
Vadym Hetman, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6251-5454>

Daria Mokrytska

Student of the second (master) higher education
level of the educational program «Economics of
Agribusiness and agrotrading»
Kyiv National Economic University named after
Vadym Hetman, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5506-0240>

Ivan Musiienko

Head of Treasury, JSC «Asvio Bank,» Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-3491-6022>

Abstract. This work aims to present the results of the development and testing of a model for optimizing the structure of sown areas based on the criterion of maximizing the total gross profit from the production and sale of commodity crop products. The model allows us to consider changes in market, technological, and other production factors through various technological maps for growing different crops, as well as recalculate planned costs, taking into account the costs incurred for work in progress. This allows you to consider the rapid changes in the external and internal environment that agricultural enterprises in Ukraine face today.

The work describes the objective function, defines the limitations, and calculates the planned gross profit for the existing structure of sown areas in 2023. It searches for the optimal solution for the structure of sown areas for the Bila Tserkva Research and Breeding Station, investigates the prospects and possibilities of considering technological changes in plant production when using the optimization model, and complies with resource use standards.

Each crop's production and sale costs are calculated for a separate cost item. Other restrictions, such as crop rotation, impact on soil condition and quality, availability of equipment, and timing of technological operations related to technological factors of production, were taken into account when forming restrictions on the maximum or minimum share of a separate crop or group of crops in the total sown area of the Bila Tserkva Research and Breeding Station.

The implementation of the optimal solution regarding the structure of sown areas will allow an increase in the gross profit of the Bila Tserkva Research and Breeding Station from the sale of commercial crops included in the optimization model by UAH 15.47 million in 2024 (or by 79 %). At the same time, the profitability of production will increase from 28.8 % to 36.6 %. This indicates the ability of agricultural enterprises to increase their profitability and financial stability in wartime conditions.

The proposed model was developed for the enterprise under study, but after adaptation, it can be used by other agricultural enterprises to evaluate similar solutions.

Keywords: optimization; structure of sown areas; marketable products; model; gross profit; crop production.

Стаття надійшла до редакції 2.11.2024