

С.І. Ус, аспірант\*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

## ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗВИТКУ ГАЛУЗІ РОСЛИННИЦТВА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ

*У статті узагальнено теоретичні питання оптимізації виробництва і розраховано за даними бухгалтерської звітності сільськогосподарських підприємств Черкаської області за період 2005-2013 років показники економічної ефективності виробництва основних видів продукції рослинництва. Запропоновано практичні рекомендації щодо оптимізації структури посівних площ основних сільськогосподарських культур з урахуванням фактору ризику та з підвищенням рівня рентабельності виробництва. Зокрема, розраховано ймовірність отримання збитків та величину прибутку на заданому рівні значимості для декількох можливих варіантів структури посівних площ. Проведено порівняння ефективності розрахованих оптимізаційних рішень із наявною структурою посівних площ досліджених підприємств. Визначено подальші напрями досліджень, зокрема, акцентовано увагу на необхідності врахування наукових рекомендацій щодо сівозміни та включення до структури посівних площ кормових культур.*

**Ключові слова:** *галузь рослинництва, сільськогосподарські підприємства, оптимізаційна модель, рівень ризику, рівень рентабельності.*

**Постановка проблеми.** В умовах недостатнього фінансування виробничої діяльності особливого значення набуває оптимізація виробничих систем сільськогосподарських підприємств. Ефективна оптимізація потребує врахування економічних, соціальних та екологічних факторів, а також використання достовірних даних і правильного підбору моделі.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питання оптимізації виробництва сільськогосподарських підприємств досліджували вітчизняні вчені-економісти В.К. Збарський, І.А. Коновал, М.М. Ільчук, А.В. Скрипник, С.М. Кваша та ін. Проте недостатньо дослідженими

---

\* Науковий керівник – д-р екон. наук, професор М.М. Ільчук

залишаються питання оптимізації структури посівних площ з врахуванням фактору ризику вирощування основних сільськогосподарських культур.

**Формулювання цілей статті.** Визначити оптимальну структуру посівних площ сільськогосподарських підприємств з врахуванням фактору ризику.

**Виклад основного матеріалу досліджень.** В умовах підвищення конкуренції між товаровиробниками та зниження світових цін на сільськогосподарську продукцію актуалізується питання підвищення ефективності виробництва сільськогосподарських підприємств. Одним із найбільш ефективних способів досягнення цієї мети є оптимізація виробничих систем аграрних підприємств.

Оптимізація виробництва – це приведення процесу взаємодії між людиною та природою, а також між людьми під час створення матеріальних і нематеріальних благ в оптимальний (найдосконаліший) стан за допомогою вибору критеріїв оптимальності з кількісно-якісними параметрами з метою розвитку продуктивних сил і економічних відносин [1, с.22]. Одним із найпоширеніших способів оптимізації є вирішення оптимізаційної задачі за допомогою цільової функції та обмежень.

Водночас, підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва потребує впровадження сучасних технологій та використання прогресивних нормативів витрат при розробленні технологічних карт вирощування сільськогосподарських культур. При цьому повинні враховуватись екологічні та соціальні вимоги, такі як: ресурсозбереження, створення робочих місць, підвищення заробітної плати та дотримання ґрунтозахисних технологій [2]. Крім того, важливим завданням керівника сільськогосподарського підприємства є найбільш ефективно використання матеріальних ресурсів: кормів, насіння, добрив тощо [3].

Для визначення оптимальної структури посівних площ розв’яжемо оптимізаційну задачу за допомогою економіко-математично моделювання. Цільова функція в оптимізаційних задачах буває двох видів: на максимум прибутку або на мінімум витрат. Розглянемо оптимізаційну задачу із цільовою функцією на максимум прибутку та обмеженнями на площу та витрати. Нехай існує  $N$  культур для яких потрібно визначити площі  $x_1; x_2; \dots, x_N$ , що максимізують прибуток, при цьому відомі наступні характеристики культур: прибуток з одного гектару -  $c_1; c_2; \dots, c_N$ , витрати на один гектар  $b_1; b_2; \dots; b_N$ . Загальна величина витрат не повинна перевищувати  $B$  (бюджетне обмеження), а загальна площа –  $S$  (обмеження площі). Останнє обмеження у ринкових умовах не є обов’язковим, землю можна орендувати в необмежених обсягах якщо дозволяє бюджетне обмеження.

Для розв’язання оптимізаційної задачі нами було використано дані сільськогосподарських підприємств Черкаської області, Чернобаївського району СТОВ «Маяк» та СТОВ ім. Щорса. Дані СТОВ «Маяк» наведено у табл. 1.

### 1. Показники економічної ефективності виробництва продукції рослинництва СТОВ «Маяк»

Культури	2005р.	2006р.	2007р.	2008р.	2009р.	2010р.	2011р.	2012р.	2013р.
<b>Прибуток, грн/га</b>									
Пшениця	1305,3	633,7	3063,2	719,4	2779,0	1272,5	3257,7	638,7	4106,2
Кукурудза	98,2	1315,3	3893,7	3604,1	1824,8	-21,0	9598,8	746,7	3896,6
Соняшник	-	-	-	-146,9	950,0	7979,1	-	2559,8	8002,5
Ячмінь	566,8	378,6	1747,9	861,2	508,2	1581,3	3630,7	1084,3	-218,1
Соя	-	-	1515,1	2086,4	4501,8	1997,1	3803,0	-295,5	2086,3
<b>Витрати, грн/га</b>									
Пшениця	2057,2	1530,8	2450	3930,8	4161,1	4250	2626,7	7550	7869,6
Кукурудза	2468,3	2000,7	2813,1	3148,1	5118,8	4835,7	7963,3	7841,7	9384,9
Соняшник	1545,5	-	-	2554,4	3002	4612,7	5594,2	7246,4	8926,7
Ячмінь	1320	1287	1290	3008,3	2592,6	1165,6	1623,5	4864,7	3888,9
Соя	-	1489,6	1445,5	2396,1	4166,7	3150	5913,3	5897,3	6409,4

Джерело: розраховано автором за даними джерела [4]

Представлені статистичні дані було розраховано на основі форми бухгалтерської звітності сільськогосподарських підприємств 50-сг за період 2005-2013 років. Для розрахунку було використано ціни реалізації, урожайність, посівні площі та витрати на вирощування основних видів продукції рослинництва досліджуваних підприємств. Дані СТОВ ім. Щорса наведено у табл. 2.

Площа сільськогосподарських угідь СТОВ «Маяк» та СТОВ ім. Щорса становить 3000 і 1400 га відповідно, що було використано як обмеження для оптимізаційної задачі. Позначимо цільову функцію  $w(x_1; x_2; \dots, x_N)$ . Стандартна оптимізаційна задача лінійного програмування при наявності двох обмежень буде мати монокультурне рішення, тобто щоб отримати максимальний прибуток потрібно вирощувати тільки одну культуру, яка визначається умовою максимальної рентабельності:  $\max(c_i/b_i)$ . Проте, в такій постановці задачі не враховуються ризики сільськогосподарського виробництва, які виникають як внаслідок

непередбачених погодних умов, так і внаслідок нестабільності цін як на виробничі ресурси і на сільськогосподарську продукцію.

## 2. Показники економічної ефективності виробництва продукції рослинництва СТОВ ім. Щорса

Культури	2005р.	2006р.	2007р.	2008р.	2009р.	2010р.	2011р.	2012р.	2013р.
<b>Прибуток, грн/га</b>									
Пшениця	1737,3	327,3	2380,0	3337,3	1601,0	102,6	1332,2	2790,4	4893,4
Кукурудза	1063,2	2119,6	2858,1	4094,4	1795,0	1388,5	11876,2	-555,0	4087,5
Соняшник	-	675,6	-	-600,1	732,7	3887,4	-	4005,3	8116,1
Ячмінь	337,2	260,1	-555,9	128,8	-1207,2	-1503,2	1216,7	-133,3	1260,4
Соя	-	-	340,8	786,8	3077,8	-39,0	3114,5	-711,7	3273,0
<b>Витрати, грн/га</b>									
Пшениця	1223,6	1947,3	1779,3	2693,2	2911	5464,2	3389,7	6031,1	6520,9
Кукурудза	1436,6	1659,1	2091,7	2667,1	4784,9	4083,8	4441,3	9573,1	8014,3
Соняшник	995,7	900	-	2513,5	2689,2	2491,3	8145,5	5420	6654,5
Ячмінь	966	1161,6	1243	2358	3153,1	3288,2	3433,3	5072,6	6507,7
Соя	-	1606,7	1720	2453,7	3293,6	2963,1	4922,7	5873,3	6529,1

Джерело: розраховано автором за даними джерела [5]

Якщо узагальнити існуючі в науці визначення ризику, можна виділити ті, які дають можливість одержати кількісні оцінки ризику: ймовірність виникнення збитків або недоотримання прибутків порівняно з прогнозованим варіантом та величину прибутку на заданому рівні значимості (з визначеною ймовірністю) [6]. Серед багатьох показників ризику, які використовуються в економіці, найбільш поширеним є фактор дисперсії прибутку, наявність якого дозволяє оцінити ймовірність виникнення збитків.

Нехай додатково до умов задачі відомими є оцінки дисперсії прибутків з 1 га для кожної з культур:  $\sigma_1^2; \sigma_2^2; \dots; \sigma_N^2$ . Для того, щоб додати нелінійне обмеження на рівень ризику (дисперсію) потрібно визначити кількісно її максимальне значення. Для цього використовується коефіцієнт варіації загального прибутку:  $V = \sigma / \bar{w}$ . Якщо базуватись на функції нормального розподілу прибутку, при  $V=0,1$  ймовірність збитків практично дорівнює нулю, тоді як при  $V=0,6$  ймовірність збитків досягає 5%, тобто при різній величині прибутку підприємства ми задаємо діапазон

можливих рівнів дисперсії -  $\sigma^2(V)$ , що відповідають зростанню коефіцієнта варіації від 0,1 до 0,6 з кроком 0,1. Тобто ми маємо наступний алгоритм завдання дисперсії прибутку на підставі очікуваної величини прибутку та заданої величини коефіцієнту варіації:

$$\sigma^2 = V^2 \bar{w}^2, V = 0,1; 0,2; \dots; 0,6$$

Постанова задачі нелінійної оптимізації (максимізації прибутку) з урахуванням ступеню ризику матиме наступний вигляд:

$$\begin{aligned} w &= \sum_{i=1}^N c_i x_i \Rightarrow \max \\ \sum_{i=1}^N b_i x_i &\leq B \\ \sum_{i=1}^N x_i &\leq S \\ \sum_{i=1}^N \sigma_i^2 x_i^2 &\leq \sigma^2(V) \end{aligned} \quad (1)$$

Дані СТОВ «Маяк» та СТОВ ім. Щорса було приведено до цін 2013 року, щоб зменшити варіативність показників внаслідок інфляційних процесів. Основними видами виробництва продукції рослинництва на підприємствах є: пшениця (1), кукурудза (2), соняшник (3), ячмінь (не розглядається через низький рівень рентабельності), соя (4). В результаті проведених розрахунків було отримано близькі значення доходів та витрат для обох господарств. Тому в цільовій функції та в лівих частинах обмежень задаються однакові коефіцієнти. Оскільки підприємства відрізняються масштабами виробництва то права частина обмежень (бюджетне обмеження, площа, дисперсія) задається окремо. Наведемо наступні коефіцієнти для цільової функції та обмежень у векторній формі:

$$\bar{c}(3,6;4,9;8,0;4,1); \bar{b}(7,9;9,4;8,9;6,4); \sigma^2(5,0;10;440;70); S_1 \leq 3000 \text{га}; S_2 \leq 1400 \text{га}; B_1 \leq 25 \text{млн.грн.}; B_2 \leq 10 \text{млн.грн.}$$

Значення дисперсії сумарного прибутку задаються у 6 варіантах для кожного господарства відповідно до заданого раніше алгоритму. Крім звичайних показників, які використовуються в аграрному виробництві: очікуваний прибуток, витрати, рентабельність, варіація прибутку, нами було використано прибуток на рівні значимості 5%.

Такий показник використовується у банківській та страхової справі з метою зменшення ступеня ризику. Він дозволяє визначити нижню межу прибутку, вихід за яку має ймовірність 5% [7]. У випадку аграрного виробництва це відповідає 1 випадку на 20 років. Прибуток на рівні значимості 5% розраховується наступним способом:

$$w_{0,05} = w - 1,64\sigma \quad (2)$$

На нашу думку, цей показник цілком припустимий для визначення рівня ризику в аграрному виробництві. Його використання дозволяє збільшити якість прогнозу щодо величини запланованого прибутку. Водночас, точність проведених розрахунків залежить від наявності необхідних даних за тривалий проміжок часу. Саме тому у нашому дослідженні ми використали статистичні дані за період 2005-2013 років, тобто за 9 років. Розрахуємо оптимізаційну модель на основі даних із табл. 1 для СТОВ «Маяк» (табл. 3).

### 3. Модель оптимізації структури посівних площ СТОВ Маяк

Дисперсія ( $\sigma$ (млн.грн.))	$0,5 \cdot 10^7$ (2,24)	$10^7$ (3,16)	$2 \cdot 10^7$ (4,47)	$3 \cdot 10^7$ (5,48)	$4 \cdot 10^7$ (6,32)	$5 \cdot 10^7$ (7,07)
Структура Площа (га)	(694;472; 18;56) (1240)	(982;668; 25;80) (1795)	(1388;945; 35;113) (2481)	(1167;1334; 77;199) (2777)	(790;1610; 115;271) 2786	(524;1805; 141;322) (2792)
Прибуток (млн.грн.)	5,2	7,3	10,4	12,2	12,8	13,2
Витрати (млн.грн.)	10,4	14,8	20,9	23,7	24,1	24,4
Рівень рентабельності, %	49,7	49,4	49,8	51,3	53,0	54,0
$w_{0,05}$ (млн грн)	1,5	2,1	3,1	3,2	2,4	1,6
Варіація прибутку (%)	0,43	0,43	0,43	0,45	0,49	0,54

Джерело: розраховано автором за допомогою Excel 2013

Відповідно до проведених розрахунків, є декілька основних напрямів оптимізації виробництва продукції рослинництва. На наш погляд,

оптимальним є план що максимізує прибуток на рівні значимості 5 %. В цьому випадку прибуток, який гарантований на 95 %, повинен становити 3,2 млн грн. Ця стратегія передбачає наступний розподіл посівної площі розміром 2777 га між культурами: пшениця – 1167 га, кукурудза – 1334 га, соняшник – 77 га, соя – 199 га. Найбільший рівень рентабельності досягається при найвищому рівні ризику (дисперсія). Однак така стратегія не є оптимальною, тому що суттєво підвищує ймовірність збитків. Розглянемо можливі варіанти структури посівів для СТОВ ім. Щорса (табл. 4).

#### 4. Модель оптимізації структури посівних площ СТОВ ім. Щорса

Дисперсія ( $\sigma$ (млн.грн.))	$0,5 \cdot 10^7$ (2,24)	$10^7$ (3,16)	$2 \cdot 10^7$ (4,47)	$3 \cdot 10^7$ (5,48)	$4 \cdot 10^7$ (6,32)	$5 \cdot 10^7$ (7,07)
Структура Площа (га)	(443;551; 33;84) (1111)	(108;800; 64;149) (1121)	(0;746; 148;261) (1155)	(0;645; 203;333) (1181)	(0;569; 244;387) (1200)	(0;504; 279;433) (1216)
Прибуток (млн грн)	4,9	5,4	5,9	6,1	6,3	6,5
Витрати (млн.грн.)	9,5	9,8	10	10	10	10
Рівень рентабельності, %	51,5	55,1	59	61	63	65
$w_{0,05}$ (млн грн)	1,2	0,2	-1,4	-2,9	-4,1	-5,1
Варіація прибутку (%)	0,45	0,57	0,76	0,9	1,0	1,1

Джерело: розраховано автором за допомогою Excel 2013

Для цього підприємства показник рівня ризику залишається на попередньому рівні, а бюджетне обмеження зменшується до 10 млн грн. На нашу думку, оптимальним є план із розрахунковим прибутком на рівні 1,2 млн грн з імовірністю 95 %. Ця стратегія передбачає наступний розподіл посівної площі розміром 1111 га між культурами: пшениця – 443 га, кукурудза – 551 га, соняшник – 33 га, соя – 84 га. Жорстке бюджетне обмеження може спонукати керівництво підприємства до шляху швидкого виходу з важкого фінансового стану за рахунок виробництва

продукції із найвищою прибутковістю, проте така стратегія має надзвичайно високий ступінь ризику. Зі зростанням ризику внаслідок переходу до вирощування культур із вищим рівнем рентабельності прибуток зростає повільніше, ніж його дисперсія, що суттєво збільшує ймовірність збитків для підприємства. Порівняємо ефективність запропонованих оптимізаційних рішень із ефективністю структури посівних площ за останній досліджуваний рік (табл. 5).

### 5. Зміна структури посівних площ СТОВ «Маяк» та СТОВ ім. Щорса внаслідок оптимізації та її ефективність

Показник	Базовий рік (2013 р.)		Проектна оптимізація		Зміна показника
	га	%	га	%	
<b>СТОВ «Маяк»</b>					
Пшениця	460	15,8	1167	42,0	+153,6%
Кукурудза	1850	63,4	1334	48,0	-27,9%
Ячмінь	135	4,6	0	0,0	-100,0%
Соняшник	300	10,3	74	2,7	-75,3%
Соя	171	5,9	199	7,3	+16,4%
Прибуток, грн/га	4068,2		4393,2		+8,0%
<b>СТОВ ім. Щорса</b>					
Пшениця	134	9,6	443	39,9	+230,6%
Кукурудза	800	57,3	551	49,6	-31,0%
Ячмінь	130	9,3	0	0,0	-100,0%
Соняшник	154	11,0	33	2,9	-78,5%
Соя	179	12,8	84	7,6	-53,0%
Прибуток, грн/га	3970,6		4410,4		+11,1%

Джерело: розраховано автором

Запропоновані оптимізаційні рішення є економічно ефективними для досліджених підприємств. Так, у СТОВ «Маяк» зростання середнього прибутку на гектар становить 8 %, а в СТОВ ім. Щорса – 11,1 %. Водночас, запропонована структура посівних площ не враховує потребу галузі тваринництва у кормах та наукові рекомендації щодо сівозміни.



**Висновки.** Одним із варіантів розв’язку оптимізаційної задачі на максимізацію прибутку за допомогою пошуку оптимального співвідношення площі посівних культур є обмеження дисперсії прибутку сільськогосподарських підприємств. У статті запропоновано використання показника прибутку на заданому рівні значимості 5% замість величини очікуваного прибутку, що дозволяє враховувати як показники прибутковості так і показники ризику виробничої діяльності. Для аграрного виробництва виконується загальне економічне співвідношення відносно існування прямої залежності між прибутковістю та ступенем ризику. Застосована методика дозволила підвищити показник прибутку в досліджених підприємствах від 8 % до 11 %, при цьому було обрано варіанти оптимізації структури посівних площ, які забезпечують найменший рівень ризику виробничої діяльності.

**Бібліографічний список:** 1. Економічний енциклопедичний словник: у 2 т. / С.В. Мочерний [та ін.]; ред. С.В. Мочерний. – Л: Світ, 2005. – Т. 2 – 563 с. 2. Кваша С.М. Економічне обґрунтування програми виробництва зерна пшениці в Україні / С.М. Кваша, М.М. Ільчук, І.А. Коновал // Економіка АПК – 2013. – № 3. – С.16-25. 3. Бідзюра І.П. Основи підприємницької діяльності та агробізнесу / І.П. Бідзюра, В.К. Збарський, М.М. Ільчук. – К., 2001. – 320 с. 4. Форма 50-сг СТОВ «Маяк» 2005-2013 рр. 5. Форма 50-сг СТОВ ім. Щорса 2005-2013 рр. 6. Скрипник А.В. Методологія оцінки ризиків аграрного підприємства / А.В. Скрипник, Ю.Д. Шевчук // Економіка АПК. – 2011. – № 10. – С.101-108. 7. Скрипник А.В. Методологічні основи визначення обсягу інформації при реалізації інноваційних проектів в аграрній галузі / А.В. Скрипник, Н.О. Рогоза // Економіка АПК – 2012. – № 3. – С.102-107

**С.И. Ус. Оптимизация развития отрасли растениеводства сельскохозяйственных предприятий.** В статье обобщены теоретические вопросы оптимизации производства и рассчитано по данным бухгалтерской отчетности сельскохозяйственных предприятий Черкасской области за период 2005-2013 годов показатели экономической эффективности производства основных видов продукции растениеводства. Предложено практические рекомендации относительно оптимизации посевных площадей основных сельскохозяйственных культур с учетом фактора риска и с увеличением уровня рентабельности производства. В частности, посчитано вероятность получения убытков и величину прибыли на указанном уровне значимости для нескольких возможных вариантов

структуры посевных площадей. Сделано сравнение эффективности посчитанных оптимизационных решений с существующей структурой посевных площадей исследованных предприятий. Определено следующие направления исследований, в частности, акцентировано внимание на необходимости учета научных рекомендаций относительно севооборота и добавление к структуре посевных площадей кормовых культур.

**Ключевые слова:** отрасль растениеводства, сельскохозяйственные предприятия, оптимизационная модель, уровень риска, уровень рентабельности.

### **S.I. Us. Crop development optimization in agricultural enterprises.**

The optimization method for agricultural enterprises with aims of reducing risk level and increasing profitability level of production investigated. Theoretical production optimization questions summarized with taking into account best practice standards usage. Importance of social and ecological factors underlined. Economic efficiency factors of main crop production varieties according to the period 2005-2013 years accounting data of Cherkassy region agricultural enterprises calculated. The enterprises chosen for the research because of the similar production structure and typical crops types for investigated region: wheat, maize, barley, soybean and sunflower. Optimization task formulated and solved basing on the enterprises data. Budget, risk and cultivated area restrictions with the aim to achieve maximum profitability level specified. The classical optimization formula enhanced with 5% risk level. Practical recommendations about main crops structure optimization taking into account risk and profitability factors proposed. In particular, losses probability and profitability at the given confidence level for several possible crops structure options calculated. Approach to choose Optimization solutions efficiency and existing crops structure at investigated enterprises compared. Further research directions, particularly crop recommendations incorporate necessity and adding of forage crops to the production structure defined. The information in the article could be used by agricultural enterprises which focused on crop production.

**Key words:** crop branch, agricultural enterprises, optimization model, risk level, profitability.

*Стаття надійшла до редакції 20.02.2016 р.*