

УДК 631.147: 519.863

С. В. Гаваза,  
аспірант, ННЦ „Інститут аграрної економіки” НААН, м. Київ

## ОПТИМІЗАЦІЯ ГАЛУЗЕВОЇ СПЕЦІАЛІЗАЦІЇ ПІДПРИЄМСТВА-ВИРОБНИКА ОРГАНІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Е. Gavaza,  
postgraduate, National Scientific Centre „Institute of Agrarian Economics”, Kyiv

### OPTIMIZATION OF SECTORAL SPECIALIZATION FOR ORGANIC PRODUCER

Виявлено відмінності між побудовою оптимізаційної моделі виробництва для традиційної та органічної продукції. Зокрема вимоги, встановлені жорсткими стандартами органічного виробництва, не дозволяють максимізувати прибуток настільки, як би це було можливо за традиційного виробництва. Норми сівозмін із значним наповненням кормовими та сидеральними культурами, необхідність достатнього виробництва кормів органічного походження та виходу гною тощо, вимагають встановлення значної кількості обмежень. Тим не менш, оптимізувати органічне виробництво є доцільним та перспективним, що і доведено в результаті розробки моделі оптимізації. Досягти максимізації прибутку можна шляхом збільшення виробництва товарної продукції тваринництва до 91,5 % та зменшення виробництва товарної продукції рослинництва до 8,5 %.

The differences between optimization model's construction for conventional and organic production is showed. In particular, the requirements, which established the strict standards of organic manufacturing, aren't allow to maximize a profit so much, like in conventional production. Rotation norms with large fodder and green manure crops filling, necessity of sufficient organic forage's and dung production, are demanded ascertainment of considerable limitation's number. Nevertheless, optimization for organic manufacturing is reasonable and perspective, what was proved in result optimization model's elaboration. To reach of profit maximization is possible by means of growth manufacturing for commodity stock-raising products to 91,5 % and reduction manufacturing for commodity plant growing products to 8,5 %.

**Ключові слова:** Органічне виробництво, органічна продукція, традиційна продукція, оптимізаційна модель, максимізація прибутку, сівозмінна, ресурсний потенціал, ефективна структура виробництва.

**Keywords:** Organic manufacturing, organic products, conventional products, optimization model, maximization of profit, crop's rotation, resources potential, effective production structure.

**Постановка проблеми.** Завданням оптимізації виробництва продукції на рівні підприємства є знаходження в умовах обмеженості ресурсів найбільш ефективної комбінації ресурсного потенціалу та структури галузевої спеціалізації для максимізації кінцевого результату. Пошук оптимальної структури виробництва органічної продукції, порівняно з аналогічною задачею за умови виробництва традиційної продукції, ускладнюється жорсткими вимогами щодо культур сівозміни та структури посівних площ, забезпечення раціонального харчування тварин кормами органічного виробництва та норм внесення органічних добрив на одиницю посівної площі. Необхідно знайти найбільш ефективне співвідношення між площами, засіяними зерновими, кормовими та сидеральними культурами, між виробництвом продукції рослинництва та тваринництва і, не порушуючи необхідного балансу, встановленого стандартами органічного виробництва, досягти максимально можливого прибутку.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питанням розвитку органічного виробництва та ринку органічної продукції присвятили свої дослідження В.І. Артиш, Р.М. Безус, Н.В. Бородачева, Т.Г. Дудар, Т.О. Зайчук, Н.В. Зіновчук, М.І. Кобець, С.В. Милованов, В.В. Писаренко, О.В. Рудницька, М.М. Федоров, О.В. Ходаківська та інші вчені. Однак проблема оптимізації виробництва органічної продукції залишається малодослідженою та потребує подальшого вдосконалення.

**Постановка завдання.** Метою статті є знаходження шляхів оптимізації виробництва задля підвищення рівня конкурентоспроможності органічної продукції за допомогою розрахунку оптимальної моделі підприємства-виробника органічної продукції.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Методи економіко-математичного моделювання дають змогу провести комплексне дослідження структури діяльності сільськогосподарських підприємств, дозволяють вирішити ряд питань, які пов'язані з розробкою альтернативних шляхів діяльності підприємства, оптимізацією структури діяльності сільськогосподарських підприємств, оптимізацією витрат виробництва та збуту продукції сільськогосподарських підприємств [4]. Під оптимізацією розуміють вибір із множини можливих варіантів економічного розвитку такого, який дає можливість найефективніше використовувати наявні виробничі, фінансові та інші ресурси [1, с. 12; 6]. Використання методів економіко-математичного моделювання пов'язане в першу з розумінням виробничих процесів та обмежень, які діють при виробництві та реалізації продукції. Дані обмеження формують структуру економіко-математичної моделі діяльності підприємства та являються основою для вирішення поставленої задачі [2].

З метою оптимізації виробництва органічної продукції обрано приватне підприємство „Агроєкологія”, що застосовує органічні технології на протязі тривалого періоду та є класичним прикладом підприємства-виробника органічної продукції (табл. 1.).

Таблиця 1.  
Результати діяльності ПП „Агроєкологія” в 2012 р.

Показник	Площа, га	Частка в загальній площі, %	Вироблено продукції, ц	Рівень товарності, %	Прибуток, грн/ц	Прибуток, тис. грн	Питома вага в структурі прибутку, %
Озима пшениця	955	14,4	29250	38,1	12,3	137,1	1,7
Яра пшениця	78	1,2	2183	1,1	130,4	3,1	0,0
Ярий ячмінь	833	12,5	24455	32,3	37,0	292,3	3,6
Кукурудза на зерно	150	2,3	8042	68,9	39,9	221,1	2,7
Овес	100	1,5	3478	4,3	66,7	10,0	0,1
Гречка	130	2,0	1553	136,5	122,2	189,8	2,3
Інші зернові та зернобобові	80	1,2	2326	0,0	0,0	0,0	0,0
Соняшник	300	4,5	6786	82,0	161,1	896,4	11,0
Кормові культури	2684	40,4	–	–	–	–	–
Сидеральні культури	1328	20,0	–	–	–	–	–
<i>всього по рослинництву</i>	<i>6638</i>	<i>100,0</i>	<i>–</i>	<i>41,5</i>	<i>23,3</i>	<i>1749,8</i>	<i>21,5</i>
М'ясо ВРХ у живій вазі	–	–	7274	100,0	352,8	2566,3	31,6
М'ясо свиней у живій вазі	–	–	271	100,0	377,8	102,4	1,3
Моолоко	–	–	115858	91,1	35,2	3715,2	45,7
<i>всього по тваринництву</i>	<i>–</i>	<i>–</i>	<i>–</i>	<i>91,6</i>	<i>–</i>	<i>6383,9</i>	<i>78,5</i>
<b>всього</b>	<b>6638</b>	<b>100,0</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>8133,7</b>	<b>100,0</b>

Джерело: звітні дані ПП «Агроєкологія»

Структурна модель задачі наступна:

$$\begin{cases}
 F_{\max} = \sum_{j=1}^n p_j x_j \\
 \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq V_i \\
 s_{j(\min)} \leq s_j \leq s_{j(\max)} \\
 x_{j(\min)} \leq x_j \leq x_{j(\max)} \\
 x_j = y_j s_j; \quad x_j = y_j^l l_j; \quad x_j = x_{jM} \quad x_{jF} \\
 j = n; \quad i = m
 \end{cases} \tag{1}$$

де:  $F$  – прибуток від реалізації сільськогосподарської продукції, грн;  $p_j$  – прибуток від реалізації одиниці  $j$ -го виду продукції, грн/ц;  $x_j$  – кількість  $j$ -го виду продукції, ц;  $a_{ij}$  – витрати  $i$ -го виду ресурсу на виробництво одиниці  $j$ -го виду продукції, грн/ц;  $V_i$  – фактичний обсяг  $i$ -го виду ресурсу, грн;  $n$  – кількість видів сільськогосподарської продукції, що виробляється підприємством;  $s_j$  – площа, зайнята  $j$ -м видом продукції, га;  $y_j$  при  $s_j$  – урожайність  $j$ -го виду продукції, ц/га;  $y_j$  при  $l_j$  – продуктивність  $j$ -го виду продукції, ц/гол;  $x_{jM}$  – товарна продукція  $j$ -го виду, ц;  $x_{jF}$  – фуражна продукція  $j$ -го виду, ц;  $m$  – кількість видів ресурсів, що використовуються у процесі виробництва.

В розгорнутому вигляді структурна модель буде виглядати так:

$$\begin{cases}
 F_{\max} = \sum_{j=1}^n p_j x_j = p_1 x_1 + p_2 x_2 + p_3 x_3 + \dots + p_n x_n \\
 a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + a_{13} x_3 + \dots + a_{1n} x_n \leq V_1 \\
 a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + a_{23} x_3 + \dots + a_{2n} x_n \leq V_2 \\
 \vdots \\
 a_{m1} x_1 + a_{m2} x_2 + a_{m3} x_3 + \dots + a_{mn} x_n \leq V_m \\
 s_{1(\min)} \leq s_1 \leq s_{1(\max)}; \quad s_{2(\min)} \leq s_2 \leq s_{2(\max)}; \quad \dots \quad s_{n(\min)} \leq s_n \leq s_{n(\max)}; \\
 x_{1(\min)} \leq x_1 \leq x_{1(\max)}; \quad x_{2(\min)} \leq x_2 \leq x_{2(\max)}; \quad \dots \quad x_{n(\min)} \leq x_n \leq x_{n(\max)}; \\
 x_1 = y_1 s_1; \quad x_2 = y_2 s_2; \quad \dots \quad x_n = y_n s_n; \\
 x_1 = y_1^l l_1; \quad x_2 = y_2^l l_2; \quad \dots \quad x_n = y_n^l l_n; \\
 x_1 = x_{1M} \quad x_{1F}; \quad x_2 = x_{2M} \quad x_{2F}; \quad \dots \quad x_n = x_{nM} \quad x_{nF}; \\
 j = n; \quad i = m
 \end{cases} \tag{2}$$

Для отримання числової математичної моделі скористаємося даними табл. 1. За цільову функцію взято прибуток від реалізації продукції. ПП „Агроєкологія” виробляє десять видів сільськогосподарської продукції ( $n = 10$ ), при цьому використовується 12 видів ресурсів ( $m = 12$ ).

Позначимо:

$x_1$  – кількість озимої пшениці, ц;  $x_2$  – кількість ярої пшениці, ц;  $x_3$  – кількість ярого ячменю, ц;  $x_4$  – кількість кукурудзи на зерно, ц;  $x_5$  – кількість вівса, ц;  $x_6$  – кількість гречки, ц;  $x_7$  – кількість насіння соняшнику, ц;  $x_8$  – кількість м'яса великої рогатої худоби у живій вазі, ц;  $x_9$  – кількість м'яса свиней у живій вазі, ц;  $x_{10}$  – кількість моолока, ц;  $V_1, V_2, \dots, V_{13}$  – фактичні обсяги ресурсів, указаних в табл. 2.

**Таблиця 2.**  
**Витрати матеріальних ресурсів на виробництво одиниці продукції ПП „Агроєкологія”**

Ресурс	Норми витрат ресурсу на виробництво одиниці продукції , грн/ц ( $a_{ij}$ )	Обсяг
--------	--	-------

	озима пшениця (x <sub>1</sub> )	яра пшениця (x <sub>2</sub> )	Ярий ячмінь (x <sub>3</sub> )	кукурудза на зерно (x <sub>4</sub> )	овес (x <sub>5</sub> )	гречка (x <sub>6</sub> )	насіння соняшнику (x <sub>7</sub> )	м'ясо ВРХ (x <sub>8</sub> )	м'ясо свиней (x <sub>9</sub> )	молоко (x <sub>10</sub> )	наявних ресурсів, грн (V)
Оплата праці	27,42	27,43	22,12	21,26	20,70	51,82	41,26	222,99	214,02	62,50	11700000
Відрахування на соціальні заходи	10,05	10,06	8,10	7,71	7,48	23,85	15,03	81,52	77,49	22,92	4290000
Насіння	8,62	8,62	7,28	6,71	6,90	22,57	13,56				481100
Органічні добрива	1,15	1,15	1,48	1,22	1,85	1,74	2,11				84000
Біологічні засоби захисту рослин				0,58	1,45	3,21	3,08				21000
Корми								438,82	579,34	120	19912000
Пально-мастильні матеріали	24,07	24,08	20,24	19,65	16,68	34,68	33,16	98,57	18,45	23,32	5235000
Електроенергія	0,81	0,81	0,62	0,64	0,78	1,56	1,60	18,03	3,69	2,61	554600
Амортизація	5,33	5,34	4,50	2,61	4,31	14,59	8,10	20,76	18,45	4,31	1049000
Поточний ремонт основних засобів	7,20	7,21	10,74	8,63	8,56	21,01	17,82	11,25		14,35	2491500
Плата за оренду земельних ділянок	8,55	8,55	5,72	9,45	6,90	13,67	13,26				450400
Інші матеріальні витрати (включаючи єдиний фіксований податок)	4,79	4,79	2,21	1,49	4,31	27,04	3,98				220400
Прибуток від реалізації одиниці продукції (грн/ц)	<b>12,3</b>	<b>130,4</b>	<b>37</b>	<b>39,9</b>	<b>66,7</b>	<b>122,2</b>	<b>161,1</b>	<b>352,8</b>	<b>377,8</b>	<b>35,2</b>	-

Джерело: Розраховано за даними ПП „Агроекологія”

Введемо обмеження за допомогою формул:

1) Обмеження використання ресурсів на оплату праці, грн:

$$27,42x_1 + 27,43x_2 + 22,12x_3 + 21,26x_4 + 20,70x_5 + 51,82x_6 + 41,26x_7 + 222,99x_8 + 214,02x_9 + 62,50x_{10} \leq 11700000 \quad (3)$$

2) Обмеження використання ресурсів на відрахування на соціальні заходи, грн:

$$10,05x_1 + 10,06x_2 + 8,10x_3 + 7,71x_4 + 7,48x_5 + 23,85x_6 + 15,03x_7 + 81,52x_8 + 77,49x_9 + 22,92x_{10} \leq 4290000 \quad (4)$$

3) Обмеження використання ресурсів на насіння, грн:

$$8,62x_1 + 8,62x_2 + 7,28x_3 + 6,71x_4 + 6,90x_5 + 22,57x_6 + 13,56x_7 \leq 481100 \quad (5)$$

4) Обмеження використання ресурсів на органічні добрива, грн:

$$1,15x_1 + 1,15x_2 + 1,48x_3 + 1,22x_4 + 1,85x_5 + 1,74x_6 + 2,11x_7 \leq 84000 \quad (6)$$

5) Обмеження використання ресурсів на біологічні засоби захисту рослин, грн:

$$0,58x_4 + 1,45x_5 + 3,21x_6 + 3,08x_7 \leq 21000 \quad (7)$$

6) Обмеження використання ресурсів на корми, грн:

$$438,82x_8 + 579,34x_9 + 120,00x_{10} \leq 19912000 \quad (8)$$

7) Обмеження використання ресурсів на пально-мастильні матеріали, грн:

$$24,07x_1 + 24,08x_2 + 20,24x_3 + 19,65x_4 + 16,68x_5 + 34,68x_6 + 33,16x_7 + 98,57x_8 + 18,45x_9 + 23,32x_{10} \leq 5235000 \quad (9)$$

8) Обмеження використання ресурсів на електроенергію, грн:

$$0,81x_1 + 0,81x_2 + 0,62x_3 + 0,64x_4 + 0,78x_5 + 1,56x_6 + 1,60x_7 + 18,03x_8 + 3,69x_9 + 2,61x_{10} \leq 554600 \quad (10)$$

9) Обмеження використання ресурсів на амортизацію, грн:

$$5,33x_1 + 5,34x_2 + 4,50x_3 + 2,61x_4 + 4,31x_5 + 14,59x_6 + 8,10x_7 + 20,76x_8 + 18,45x_9 + 4,31x_{10} \leq 1049000 \quad (11)$$

10) Обмеження використання ресурсів на поточний ремонт основних засобів, грн:

$$7,20x_1 + 7,21x_2 + 10,74x_3 + 8,63x_4 + 8,56x_5 + 21,01x_6 + 17,82x_7 + 11,25x_8 + 14,35x_{10} \leq 2491500 \quad (12)$$

11) Обмеження використання ресурсів на плату за оренду земельних ділянок, грн:

$$8,55x_1 + 8,55x_2 + 5,72x_3 + 9,45x_4 + 6,90x_5 + 13,67x_6 + 13,26x_7 \leq 450400 \quad (13)$$

12) Обмеження використання ресурсів на інші матеріальні витрати, грн:

$$4,79x_1 + 4,79x_2 + 2,21x_3 + 1,49x_4 + 4,31x_5 + 27,04x_6 + 3,98x_7 \leq 220400 \quad (14)$$

Наступним етапом формування моделі оптимізації є визначення обмежень щодо сівозміни, яку планується використовувати на підприємстві. Це в першу чергу пов'язане з стратегічними задачами, яке ставить перед собою кожне сільськогосподарське підприємство: дотриманням принципів екологізації виробництва та покращення якості ґрунтів, які знаходяться в користуванні на підприємстві [7]. Обмеження на використання сільськогосподарських угідь під окрему сільськогосподарську культуру, зумовлені вимогами сівозміни, відображені в табл. 3. Мінімальна площа окремих культур визначена, виходячи із потреб забезпечення тваринництва кормами [3, с. 44; 5, с. 196-200].

**Таблиця 3.**  
**Обмеження посівних площ під окремі культури**

Сільськогосподарська культура	Урожайність, ц/га	Мінімальна площа, га	Фактична площа, га	Максимальна площа, га
Озима пшениця	30,63	608,7	955,0	1107,8
Яра пшениця	27,98	79,4	78,0	144,6
Ярий ячмінь	29,36	580,4	833,0	1056,4
Кукурудза на зерно	53,61	48,0	150,0	150,0
Овес	34,78	98,5	100,0	179,2
Гречка	11,95	38,7	130,0	182,0
Зернові та зернобобові, всього	30,65	1660,0	2326,0	4447,0
Соняшник	22,62	55,4	300,0	320,0
Кормові культури	–	1991,0	2684,0	–
Сидеральні культури	366,7*	1195,0	1328,0	–
Загальна площа	–	6638,0		

\* – зелена маса, що заорюється у ґрунт і слугує органічним добривом [3, с. 21]

Позначимо:

$s_1$  – площа озимої пшениці, га;  $s_2$  – площа ярої пшениці, га;  $s_3$  – площа ячменю, га;  $s_4$  – площа кукурудзи на зерно, га;  $s_5$  – площа вівса, га;  $s_6$  – площа гречки, га;  $s_7$  – площа соняшнику, га;  $s_{FC}$  – площа кормових культур, га;  $s_{SC}$  – площа сидеральних культур, га;  $S$  – загальна площа ріллі, га.

Введемо обмеження на площу земельних угідь:

13) Обмеження максимальної земельної площі, га:

$$s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5 + s_6 + s_7 + s_{FC} + s_{SC} \leq 6638, \quad (15)$$

14) Обмеження площі посіву зернових та зернобобових культур, га:

$$1660 \leq s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5 + s_6 \leq 4447, \quad (16)$$

15) Обмеження площі посіву озимої пшениці, га:

$$608,7 \leq s_1 \leq 1107,8, \quad (17)$$

16) Обмеження площі посіву ярої пшениці, га:

$$79,4 \leq s_2 \leq 144,6, \quad (18)$$

17) Обмеження площі посіву ярого ячменю, га:

$$580,4 \leq s_3 \leq 1056,4, \quad (19)$$

18) Обмеження площі посіву кукурудзи на зерно, га:

$$48,0 \leq s_4 \leq 150,0, \quad (20)$$

19) Обмеження площі посіву вівса, га:

$$98,5 \leq s_5 \leq 179,2, \quad (21)$$

20) Обмеження площі посіву гречки, га:

$$38,7 \leq s_6 \leq 182,2, \quad (22)$$

21) Обмеження площі посіву соняшнику, га:

$$55,4 \leq s_7 \leq 320,0, \quad (23)$$

22) Обмеження площі посіву кормових культур, га:

$$s_{FC} \geq 1991; \quad (24)$$

23) Обмеження площі посіву сидеральних культур, га:

$$s_{SC} \geq 1195; \quad (25)$$

Введемо обмеження, які враховуватимуть, що валовий збір продукції з одиниці площі буде відповідати фактичному рівню врожайності:

24) Обмеження валового збору озимої пшениці з одного гектара, ц:

$$x_1 = 30,63s_1; \quad (26)$$

25) Обмеження валового збору ярої пшениці з одного гектара, ц:

$$x_2 = 27,98s_2; \quad (27)$$

26) Обмеження валового збору ярого ячменю з одного гектара, ц:

$$x_3 = 29,36s_3; \quad (28)$$

27) Обмеження валового збору кукурудзи на зерно з одного гектара, ц:

$$x_4 = 53,61s_4; \quad (29)$$

28) Обмеження валового збору вівса з одного гектара, ц:

$$x_5 = 34,78s_5; \quad (30)$$

29) Обмеження валового збору гречки з одного гектара, ц:

$$x_6 = 11,95s_6; \quad (31)$$

30) Обмеження валового збору соняшнику з одного гектара, ц:

$$x_7 = 22,62s_7; \quad (32)$$

Виходячи з фактичного рівня урожайності та обмеження посівних площ, обмеження щодо обсягів виробництва продукції рослинництва становитимуть:

31) Обмеження виробництва озимої пшениці, ц:

$$18644 \leq x_1 \leq 33932; \quad (33)$$

32) Обмеження виробництва ярої пшениці, ц:

$$2223 \leq x_2 \leq 4045; \quad (34)$$

33) Обмеження виробництва ярого ячменю, ц:

$$17041 \leq x_3 \leq 31015; \quad (35)$$

34) Обмеження виробництва кукурудзи на зерно, ц:

$$2576 \leq x_4 \leq 8042; \quad (36)$$

35) Обмеження виробництва вівса, ц:

$$3425 \leq x_5 \leq 6233; \quad (37)$$

36) Обмеження виробництва гречки, ц:

$$462 \leq x_6 \leq 2145; \quad (38)$$

37) Обмеження виробництва насіння соняшнику, ц:

$$1254 \leq x_7 \leq 7238; \quad (39)$$

38) Ведемо обмеження із продуктивного поголів'я:

$$l_p \leq 1,84s_{FC}; \quad (40)$$

$$l_p = l_1 + 0,3l_2 + l_3; \quad (41)$$

де:  $l_p$  – продуктивне поголів'я, умовних голів;  $l_1$  – поголів'я ВРХ м'ясного стада, голів;  $l_2$  – поголів'я свиней, голів;  $l_3$  – поголів'я ВРХ молочного стада, голів; 0,3 – коефіцієнт перерахунку в умовне поголів'я;

Введемо обмеження, які враховують фактичний вихід продукції тваринництва від однієї голови:

39) Обмеження виходу м'яса в розрахунку на одну голову продуктивного м'ясного стада, ц:

$$x_8 = 2,474l_1; \quad (42)$$

40) Обмеження виходу м'яса в розрахунку на одну голову свиней, ц:

$$x_9 = 0,753l_2; \quad (43)$$

41) Обмеження виходу молока в розрахунку на одну голову продуктивного молочного стада, ц:

$$x_{10} = 61,63l_3; \quad (44)$$

Обмеження обсягів виробництва продукції тваринництва становлять:

42) Обмеження виробництва м'яса ВРХ (у живій вазі), ц:

$$5595 \leq x_8 \leq 9741; \quad (45)$$

43) Обмеження виробництва м'яса свиней (у живій вазі), ц:

$$208 \leq x_9 \leq 434; \quad (46)$$

44) Обмеження виробництва молока, ц:

$$89122 \leq x_{10} \leq 173787; \quad (47)$$

45) Обмеження із забезпечення кормовими угіддями тваринництва для достатнього виробництва м'яса, га/ц:

$$x_8 + x_9 \leq 2,91s_{FC}; \quad (48)$$

46) Обмеження із забезпечення кормовими угіддями тваринництва для достатнього виробництва молока, га/ц:

$$x_{10} \leq 43,17s_{FC}; \quad (49)$$

47) Обмеження витрат органічних добрив:

$$x_{OF} = x_p + 1,5x_g \geq 200s; \quad (50)$$

$$S = 6638; \quad (51)$$

$$x_{OF} \geq 1327600; \quad (52)$$

$$x_p = 150(l_1 + l_3); \quad (53)$$

$$x_g = 367s_{GC}; \quad (54)$$

де:  $x_{OF}$  – кількість органічних добрив, ц;  $x_p$  – кількість гною, ц;  $x_g$  – кількість біомаси сидератів (1,5 – коефіцієнт перерахунку на гній), ц;  $S$  – загальна посівна площа, га; 200 – мінімальна норма внесення органічних добрив при органічному виробництві, ц/га; 150 – вихід гною від однієї корови в рік, ц/гол; 367 – середня урожайність зеленої маси сидеральних культур, ц/га.

Враховуючи спрямування частини вищої продукції на корм худобі, встановимо обмеження на фуражну продукцію:

48) Обмеження по фуражній озимій пшениці, ц:

$$x_{1F} = 0,48(x_8 + x_9); \quad (55)$$

$$x_{1F} = 0,125x_{10}; \quad (56)$$

$$x_1 = x_{1M} + x_{1F}; \quad (57)$$

де:  $x_{1m}$  – кількість товарної озимої пшениці, ц;  $x_{1F}$  – кількість фуражної озимої пшениці, ц;

49) Обмеження по фуражній ярій пшениці, ц:

$$x_{2F} = 0,057(x_8 + x_9); \quad (58)$$

$$x_{2F} = 0,015x_{10}; \quad (59)$$

$$x_2 = x_{2M} + x_{2F}; \quad (60)$$

де:  $x_{2m}$  – кількість товарної ярої пшениці, ц;  $x_{2F}$  – кількість фуражної ярої пшениці, ц;  
50) Обмеження по фуражному ячменю, ц:

$$x_{3F} = 0,439(x_8 + x_9); \quad (61)$$

$$x_{3F} = 0,114x_{10}; \quad (62)$$

$$x_3 = x_{3M} + x_{3F}; \quad (63)$$

де:  $x_{3m}$  – кількість товарного ярого ячменю, ц;  $x_{3F}$  – кількість фуражного ярого ячменю, ц;  
51) Обмеження по фуражній кукурудзі на зерно, ц:

$$x_{4F} = 0,066(x_8 + x_9); \quad (64)$$

$$x_{4F} = 0,017x_{10}; \quad (65)$$

$$x_4 = x_{4M} + x_{4F}; \quad (66)$$

де:  $x_{4m}$  – кількість товарної кукурудзи на зерно, ц;  $x_{4F}$  – кількість фуражної кукурудзи на зерно, ц;  
52) Обмеження по фуражному вівсу, ц:

$$x_{5F} = 0,088(x_8 + x_9); \quad (67)$$

$$x_{5F} = 0,023x_{10}; \quad (68)$$

$$x_5 = x_{5M} + x_{5F}; \quad (69)$$

де:  $x_{5m}$  – кількість товарного вівса, ц;  $x_{5F}$  – кількість фуражного вівса, ц;  
53) Обмеження по фуражному насінню соняшнику, ц:

$$x_{7F} = 0,032(x_8 + x_9); \quad (70)$$

$$x_{7F} = 0,008x_{10}; \quad (71)$$

$$x_7 = x_{7M} + x_{7F}; \quad (72)$$

де:  $x_{7m}$  – кількість товарного насіння соняшнику, ц;  $x_{7F}$  – кількість фуражного насіння соняшнику, ц;

Цільова функція оптимізації виробництва має вигляд:

$$F_{\max} = 12,3x_1 + 130,45x_2 + 37x_3 + 39,9x_4 + 66,7x_5 + 122,2x_6 + 161,1x_7 + 352,8x_8 + 377,8x_9 + 35,2x_{10}; \quad (73)$$

$$F_{\max} \rightarrow \max \quad (74)$$

$$F_{\max} \geq 8133700; \quad (75)$$

де:  $F_{\max}$  – загальна сума прибутку від реалізації сільськогосподарської продукції, тис. грн; коефіцієнти при  $x_1$ - $x_{10}$  – сума прибутку, яка отримується від реалізації одиниці окремого виду сільськогосподарської продукції, грн/ц; 8133700 – фактичний прибуток за 2012 р., грн.

Розгорнуту числову модель задачі представимо у вигляді системи:

$$\begin{aligned}
 & F_{\max} = 12,3x_1 + 130,45x_2 + 37x_3 + 39,9x_4 + 66,7x_5 + 122,2x_6 + 161,1x_7 + 352,8x_8 + 377,8x_9 + 35,2x_{10}; \quad F_{\max} > 8133700 \\
 & 27,42x_1 + 27,43x_2 + 22,12x_3 + 21,26x_4 + 20,70x_5 + 51,82x_6 + 41,26x_7 + 222,99x_8 + 214,02x_9 + 62,50x_{10} \leq 11700000 \\
 & 10,05x_1 + 10,06x_2 + 8,10x_3 + 7,71x_4 + 7,48x_5 + 23,85x_6 + 15,03x_7 + 81,52x_8 + 77,49x_9 + 22,92x_{10} \leq 4290000 \\
 & 8,62x_1 + 8,62x_2 + 7,28x_3 + 6,71x_4 + 6,90x_5 + 22,57x_6 + 13,56x_7 \leq 481100 \\
 & 1,15x_1 + 1,15x_2 + 1,48x_3 + 1,22x_4 + 1,85x_5 + 1,74x_6 + 2,11x_7 \leq 84000 \\
 & 0,58x_1 + 1,45x_2 + 3,21x_3 + 3,08x_4 \leq 21000 \\
 & 438,82x_8 + 579,34x_9 + 120,00x_{10} \leq 19912000 \\
 & 24,07x_1 + 24,08x_2 + 20,24x_3 + 19,65x_4 + 16,68x_5 + 34,68x_6 + 33,16x_7 + 98,57x_8 + 18,45x_9 + 23,32x_{10} \leq 5235000 \\
 & 0,81x_1 + 0,81x_2 + 0,62x_3 + 0,64x_4 + 0,78x_5 + 1,56x_6 + 1,60x_7 + 18,03x_8 + 3,69x_9 + 2,61x_{10} \leq 554600 \\
 & 5,33x_1 + 5,34x_2 + 4,50x_3 + 2,61x_4 + 4,31x_5 + 14,59x_6 + 8,10x_7 + 20,76x_8 + 18,45x_9 + 4,31x_{10} \leq 1049000 \\
 & 7,20x_1 + 7,21x_2 + 10,74x_3 + 8,63x_4 + 8,56x_5 + 21,01x_6 + 17,82x_7 + 11,25x_8 + 14,35x_{10} \leq 2491500 \\
 & 8,55x_1 + 8,55x_2 + 5,72x_3 + 9,45x_4 + 6,90x_5 + 13,67x_6 + 13,6x_7 \leq 450400 \\
 & 4,79x_1 + 4,79x_2 + 2,21x_3 + 1,49x_4 + 4,31x_5 + 27,04x_6 + 3,98x_7 \leq 220400 \\
 & s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5 + s_6 + s_7 + s_{FC} + s_{SC} \leq 6638; \quad 1660 \leq s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5 + s_6 \leq 4447; \\
 & 608,7 \leq s_1 \leq 1107,8; \quad 79,4 \leq s_2 \leq 144,6; \quad 580,4 \leq s_3 \leq 1056,4 \quad 48,0 \leq s_4 \leq 150,0 \\
 & 98,5 \leq s_5 \leq 179,2 \quad 3 \leq s_6 \leq 182,2 \quad 555, \leq s_7 \leq 320,0; \quad s_{FC} \geq 1991; \quad s_{SC} \geq 1195; \\
 & x_1 = 30,63; \quad x_2 = 27,98; \quad x_3 = 29,36; \quad x_4 = 53,61; \quad x_5 = 34,78; \quad x_6 = 11,95; \quad x_7 = 22,62; \\
 & 18644 \leq x_1 \leq 33932 \quad 2223 \leq x_2 \leq 4045; \quad 17041 \leq x_3 \leq 31015; \quad 2576 \leq x_4 \leq 8042 \\
 & 3425 \leq x_5 \leq 6233 \quad 462 \leq x_6 \leq 2145; \quad 1254 \leq x_7 \leq 7238; \\
 & l_P \leq 1,84s_{FC}; \quad l_P = l_1 + 0,3s_1 + l_1; \quad x_8 = 2,474l_1; \quad x_9 = 0,753l_1; \quad x_{10} = 61,63l_1; \\
 & 5595 \leq x_8 \leq 9741; \quad 208 \leq x_9 \leq 434; \quad 89122 \leq x_{10} \leq 173787; \\
 & x_8 + x_9 \leq 2,91s_{FC}; \quad x_{10} \leq 43,17s_{FC}; \quad x_{OP} = x_P + 1,5x_S \geq 200; \quad x_{OP} \geq 1327600 \quad x_P = 150(s_1 + l_1); \quad x_S = 367s_{SC}; \\
 & x_{1P} = 0,48(x_8 + x_9); \quad x_{1F} = 0,125x_{10}; \quad x_1 = x_{1M} + x_{1P}; \\
 & x_{2P} = 0,057(x_8 + x_9); \quad x_{2F} = 0,015x_{10}; \quad x_2 = x_{2M} + x_{2P}; \\
 & x_{3P} = 0,439(x_8 + x_9); \quad x_{3F} = 0,114x_{10}; \quad x_3 = x_{3M} + x_{3P}; \\
 & x_{4P} = 0,066(x_8 + x_9); \quad x_{4F} = 0,017x_{10}; \quad x_4 = x_{4M} + x_{4P}; \\
 & x_{5P} = 0,088(x_8 + x_9); \quad x_{5F} = 0,023x_{10}; \quad x_5 = x_{5M} + x_{5P}; \\
 & x_{7P} = 0,032(x_8 + x_9); \quad x_{7F} = 0,008x_{10}; \quad x_7 = x_{7M} + x_{7P}; \\
 & x = 10; \quad j = 12
 \end{aligned}$$

(76)

Отриманий результат показує, що максимальний прибуток обсягом 8396,0 тис. грн можна отримати шляхом виробництва озимої пшениці ( $x_1$ ) у кількості 18644 ц, ярої пшениці ( $x_2$ ) – 4045 ц, ярого ячменю ( $x_3$ ) – 22601 ц, кукурудзи на зерно ( $x_4$ ) – 4687 ц, вівса ( $x_5$ ) – 6232 ц, гречки ( $x_6$ ) – 684 ц, соняшнику ( $x_7$ ) – 2283 ц, м'яса ВРХ ( $x_8$ ) – 9739 ц, м'яса свиней ( $x_9$ ) – 434 ц, молока ( $x_{10}$ ) – 127275 ц.

Для цього потрібні посівні площі в такому обсязі: площа озимої пшениці ( $s_1$ ) – 608,7 га, площа ярої пшениці ( $s_2$ ) – 144,6 га, площа ярого ячменю ( $s_3$ ) – 769,8 га, площа кукурудзи на зерно ( $s_4$ ) – 87,4 га, площа вівса ( $s_5$ ) – 179,2 га, площа гречки ( $s_6$ ) – 57,2 га, площа соняшнику ( $s_7$ ) – 100,9 га, площа кормових культур ( $s_{FC}$ ) – 3495 га; площа сидеральних культур ( $s_{SC}$ ) – 1195,2 га; загальна посівна площа ( $S$ ) – 6638 га, тобто наявна площа ріллі використана на 100 %.

Оптимальна кількість поголів'я: ВРХ м'ясного стада ( $l_1$ ) – 3936 голів, свиней ( $l_2$ ) – 576 голів, ВРХ молочного стада ( $l_3$ ) – 2065 голів. Вихід гною ( $x_P$ ) становить 957500 ц, що в сукупності з біомасою сидеральних культур ( $x_S = 413840$  ц) дає 1578260 ц органічних добрив ( $x_{OP}$ ) та забезпечує внесення органічних добрив на достатньому рівні – 237,8 ц/га.

Отже, за даних обсягів використання ресурсів на 1 ц продукції, фактичного рівня прибутковості на 1 ц, фактичних рівнів урожайності та продуктивності найбільш оптимальною є така модель виробництва органічної продукції (табл. 4).

**Таблиця 4.**  
**Оптимізаційна модель виробництва органічної продукції**

Показник	Площа, га	Частка в загальній площі, %	Вироблено продукції, ц	Рівень товарності, %	Прибуток, грн/ц	Прибуток, тис. грн	Питома вага в структурі прибутку, %
Озима пшениця	608,7	9,2	18644	0,0	12,3	0,0	0,0
Яра пшениця	144,6	2,2	4045	35,6	130,4	187,9	2,2
Ярий ячмінь	769,8	11,6	22601	11,7	37,0	97,7	1,2
Кукурудза на зерно	87,4	1,3	4687	35,6	39,9	66,6	0,8
Овес	179,2	2,7	6232	35,6	66,7	148,1	1,8
Гречка	57,2	0,9	684	100,0	122,2	83,6	1,0
Соняшник	100,9	1,5	2283	35,6	161,1	131,0	1,6
Кормові культури	3495,0	52,7	–	–	–	–	–
Сидеральні культури	1195,2	18,0	–	–	–	–	–
<i>всього по рослинництву</i>	<i>6638</i>	<i>100,0</i>	<i>–</i>	<i>16,0</i>	<i>23,3</i>	<i>714,9</i>	<i>8,5</i>
М'ясо ВРХ у живій вазі	–	–	9739	100,0	352,8	3436,0	40,9
М'ясо свиней у живій вазі	–	–	434	100,0	377,8	163,8	2,0
Молоко	–	–	127275	91,1	35,2	4081,3	48,6
<i>всього по тваринництву</i>	<i>–</i>	<i>–</i>	<i>–</i>	<i>91,8</i>	<i>–</i>	<i>7681,1</i>	<i>91,5</i>
<b>всього</b>	<b>6638</b>	<b>100,0</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>8396,0</b>	<b>100,0</b>

Оптимізація виробництва органічної продукції на ПП „Агроєкологія” дозволяє отримати на 262,4 тис. грн прибутку більше, ніж фактичний. При цьому змінюється структура товарної продукції: якщо фактична питома вага продукції рослинництва в реалізованій продукції становить 21,5 %, а продукції тваринництва – 78,5 %, то в результаті оптимізації – 8,5 % та 91,5 % відповідно.

Для максимізації прибутку потрібно збільшити виробництво ярої пшениці на 85,3 % (1862 ц), вівса – на 79,2 % (2754 ц), м'яса свиней у живій вазі – на 60,2 % (163 ц), м'яса ВРХ у живій вазі – на 33,9 % (2465 ц), молока – на 9,9 % (11417 ц). Водночас необхідно скоротити виробництво соняшнику на 66,4 % (4503 ц), гречки – на 56,0 % (869 ц), кукурудзи на зерно – на 41,7 % (3355 ц), озимої пшениці – на 36,3 % (10606 ц) та ярого ячменю – на 7,6 % (1854 ц). Виробництво інших зернових та зернобобових є недоцільним.

Знає змін структура посівних площ: площу ярої пшениці потрібно розширити на 66,7 га, вівса – на 79,2 га, площу кормових культур – на 811 га (до 3495 га), що становить 52,7 % площі ріллі. Скорочення вимагають посівні площі соняшнику – на 199,1 га, кукурудзи на зерно – до 62,6 га, гречки – на 72,8 га, озимої пшениці – на 346,3 га, сидеральних культур – на 132,8 га, ярого ячменю – на 63,2 га.



Для отримання розрахованих обсягів виробництва продукції тваринництва поголів'я: ВРХ м'ясного стада – на 996 голів, ВРХ молочного стада – на 185 голів, свиней – на 216 голів. Дане поголів'я з урахуванням біомаси сидеральних культур забезпечує достатній рівень внесення органічних добрив (табл. 5.).

**Таблиця 5.**  
**Рівень забезпечення ПП „Агроекологія” органічними добривами в результаті оптимізації**

Показник	Фактичні дані	Результат оптимізації	план до факту, +/-	план до факту, %
Умове поголів'я ВРХ, гол	5331	6383	+1052	119,7
Площа сидеральних культур, га	1328	1195	-133	90,0
Вихід гною, ц	799650	957497	+157847	119,7
Вихід біомаси у перерахунку на гній, ц	730180	657250	-72930	90,0
Вихід органічних добрив всього, ц	1529830	1614747	+84917	105,6
Забезпечення посівної площі органічними добривами, ц/га	230	243	+13	105,6

Хоча площа сидеральних культур, і відповідно, вихід біомаси зменшилися на 10 %, однак зростання виходу гною на 19,7 % дозволяє у підсумку отримати на 5,6 % більше органічних добрив, що становить 243 ц у розрахунку на 1 га посівної площі.

Збільшення обсягів виробництва та реалізації продукції тваринництва органічного виробництва зумовлено її вищою прибутковістю порівняно з продукцією рослинництва. Водночас, скорочення посівних площ під товарними сільськогосподарськими культурами обумовлено розширенням площ під кормовими культурами та спрямуванням більшої частки врожаю на кормові цілі, мінімізують рівень товарності продукції рослинництва.

**Висновки.** На рівні підприємства-виробника органічної продукції є доцільним оптимізувати виробництво органічної продукції з метою максимізації прибутку. Результат моделювання виробництва на прикладі ПП „Агроекологія” виявляє резерв збільшення прибутку підприємства на 262,4 тис. грн шляхом ефективного використання ресурсного потенціалу та зміни структури галузевої спеціалізації в напрямку збільшення обсягів виробництва продукції тваринництва. Однак слід визнати, що значної максимізації прибутку, як за традиційного виробництва, очікувати не варто. Необхідність врахування низки додаткових обмежень, притаманних органічній технології виробництва, є стримуючим фактором нарощення обсягів виробництва найбільш прибуткових видів продукції.

Дана модель оптимізації виробництва органічної продукції може застосовуватись на інших підприємствах, що виробляють органічну продукцію, або тільки планують переходити на органічну технологію. Виробництво органічної продукції буде ефективним і на менших господарствах, але потрібно дотримуватись оптимальних співвідношень між рослинництвом та тваринництвом, та не відходити від науково обґрунтованих сівозмін органічного землеробства.

#### Література.

1. Івашук О.Т. Економіко-математичне моделювання: Навчальний посібник / О.Т. Івашук – Тернопіль: ТНЕУ «Економічна думка», 2008. – 704 с.
2. Кісіль М.Ю. Особливості використання методів економіко-математичного моделювання в стратегічному менеджменті сільськогосподарських підприємств / М.Ю. Кісіль // Ефективна економіка – 2010. – № 11. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=377>
3. Методичні рекомендації з основ органічного землеробства для фермерів (Досвід ПП Агроекологія) / П.В. Писаренко, А.С. Антоненко, В.М. Писаренко та ін. Полтава, 2013. – 60 с.
4. Наконечний С.І. До питання математичного моделювання техніко-економічних процесів АПК / С.І. Наконечний, С.С. Савіна, Т.С. Наконечний // Економіка АПК. – 2009. -№1 (171). – С.16-21
5. Стецишин П.О. Основи органічного виробництва : навч. посіб. / П.О. Стецишин, В.В. Рекуненко, В.В. Пиндус та ін. – Вінниця: Нова книга, 2008. – 234 с.
6. Фарафонова Н.В. Оптимізація використання виробничих ресурсів сільськогосподарськими підприємствами / Н.В. Фарафонова // Економічний часопис-XXI. — 2012. — № 1-2. — С. 36-39.
7. Шмиголь Ю.М. Оптимізація поєднання галузей в умовах екобезпечного виробництва / Ю.М. Шмиголь, В.О. Красильний, О.М. Кошенко // Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. - 2008. – Випуск №16. Том №3. – С. 392-395.

#### References.

1. Ivaschuk, O.T. (2008), *Ekonomiko-matematychnye modelivannia* [Economic-mathematical modeling], Ekonomichna dumka, Ternopil, Ukraine
2. Kysil' M.Yu. "Features of the methods of economic-mathematical modeling in strategic management of agricultural enterprises". *Efektivna ekonomika*, [Online], vol. 11, available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=377> (Accessed 17 Feb 2014).
3. Pysarenko, P.V. and Antonets', A.S. (2013), *Metodychni rekomendatsii z osnov orhanichnoho zemlerobstva dlia fermeriv (Dosvid PP Ahroekolohiia)* [Guidelines on the basics of organic farming for farmers (Experience of PP Agroecology)], Poltava, Ukraine.
4. Nakonechnyj, S.I. (2009), "On the problem of mathematical modeling of technical and economic processes APC". *Ekonomika APK*, vol. 1, pp. 16-21.
5. Stetsyshyn, P.O., Rekenenko, V.V. and Pyndus, V.V. (2008), *Osnovy orhanichnoho vyrobnytsva* [Fundamentals of organic production], Nova knyha, Vinnytsia, Ukraine.
6. Farafonova, N.V. (2012), "Optimizing the use of inputs by farms", *Ekonomichnyj chasopys-XXI*, vol. 1-2., pp. 36-39.
7. Shmyhol' Yu.M., Krasyl'nyj, V.O. and Koschenko O.M. (2008) "The optimum combination of industry in terms of production ecosafety" // *Zbirnyk naukovykh prats' Podil's'koho derzhavnoho ahrarno-tekhnichnoho universytetu*, - vol. 16. vol. 3. , pp. 392-395.

Стаття надійшла до редакції 28.02.2014 р.



ТОВ "ДКС Центр"