

*С. М. Концеба*, к.е.н., ст. викладач  
кафедри економічної кібернетики та інформаційних систем  
Уманського національного університету садівництва

## **ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗВИТКУ РІПАКІВНИЦТВА В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВАХ З РІЗНИМ РІВНЕМ РЕСУРСНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

*АНОТАЦІЯ.* Розглянуто використання економіко-математичних моделей з метою оптимізації виробництва насіння ріпаку в регіоні у сільсько-господарських підприємствах з різним рівнем ресурсного забезпечення.

*КЛЮЧОВІ СЛОВА:* економіко-математична модель, оптимізація, ріпак, ресурсне забезпечення.

*АННОТАЦИЯ.* Рассмотрено использование экономико-математических моделей с целью оптимизации производства семян рапса в регионе в сельскохозяйственных предприятиях с разным уровнем ресурсного обеспечения.

*КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:* экономико-математическая модель, оптимизация, рапс, ресурсное обеспечение.

*ANNOTATION.* The use of economic and mathematical models to optimize the production of rapeseed in the area in agricultural enterprises with different levels of resource provision.

*KEYWORDS:* economic and mathematical model, optimization, rape, resource provision.

**Постановка проблеми.** Для сільського господарства на сучасному етапі стабільного розвитку характерні розширення міжгалузевих зв'язків, поглиблення спеціалізації і концентрації виробництва, розвиток інтеграції, залучення інтенсивних технологій. Динамічність розвитку виробництва і підвищення його ефективності вимагає раціонального використання сукупних виробничих ресурсів. Можливості кожного сільськогосподарського підприємства об'єктивно оцінюються наявністю та станом земельних, трудових, матеріальних і фінансових ресурсів. Ці сукупні виробничі ресурси обумовлюють тісний взаємозв'язок між усіма галузями сільськогосподарського виробництва. Тобто, розвиток однієї з галузей, наприклад ріпаківництва, тим чи тим чином впливає на інші галузі, при цьому існує безліч варіантів використання кожного ресурсу. Крім того, для сільського господарства характерна взаємозамінність деяких видів продукції, що виробляється. Наприклад, баланс кормів може бути забезпечений при різноманітних варіантах набору кормових культур і їх спів-

відношенні. Це важливо при розвитку ріпаківництва, як галузі, тому що ріпаківний шрот є цінним кормовим продуктом і може повною мірою бути включеним до відповідного балансу кормів.

Таким чином, найефективніше задача розміщення і спеціалізації виробництва насіння ріпаку може бути вирішена при комплексному розгляді всіх галузей сільського господарства, в усіх можливих районах їх розміщення, з урахуванням взаємообумовленості і взаємозв'язку наявних сукупних виробничих ресурсів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблеми теоретичного обґрунтування оптимізації розвитку і планування сільськогосподарської галузі за допомогою економіко-математичних моделей і їх практичного застосування досліджувались у працях вітчизняних і зарубіжних учених: М. Є. Брасльця, Р. Г. Кравченка, О. Т. Івашука, І. Г. Попова, С. З. Толпекіна, С. І. Наконечного, С. С. Савіної, Т. С. Наконечного, М. М. Тунєєва, В. Ф. Сухорукова та ін.

**Формулювання цілей статті.** Метою статті є обґрунтування пропозицій щодо оптимального розвитку ріпаківництва в сільськогосподарських підприємствах з різним рівнем ресурсного забезпечення.

**Викладення основного матеріалу.** Проблема забезпечення продовольством країни вимагає проведення процесу оптимізації структури виробництва сільськогосподарської продукції в окремих регіонах: приведення до норм частки посівів олійних культур, збільшення виробництва продукції овочівництва тощо.

Для визначення повною мірою потенціалу, який має регіон для виробництва насіння ріпаку, необхідно скористатись економічно-математичною моделлю оптимального виробництва сільськогосподарської продукції у відповідному регіоні. При цьому необхідно врахувати особливості вирощування цієї культури в окремих районах і ввести обмеження, що забезпечують розміщення виробництва продукції необхідного об'єму і відповідного асортименту.

Умови, що гарантують необхідний об'єм і асортимент виробництва продукції, введено в модель у такої системи [5, с. 219]:

$$\sum_{k=1}^r x_{jk} \geq Q_j, \quad (1)$$

де  $Q_j$  — необхідний об'єм виробництва продукції  $j$ ;

$r$  — кількість районів;

$x_{jk}$  — об'єм виробництва продукції  $j$  у районі  $k$ .

Після введення цих обмежень у базову модель оптимального виробництва умова планування виробництва насіння ріпаку в регіоні прийме вигляд:  
знайти мінімум

$$C = \sum_{j=1}^l \sum_{k=1}^r c_{jk} x_{jk} \rightarrow \min, \quad (2)$$

при цьому необхідно врахувати:

$$\sum_{j=1}^l a_{ijk} x_{jk} \leq b_{ik}, \quad i = 1, \dots, m, k = 1, \dots, r; \quad (3)$$

$$\sum_{k=1}^r x_{jk} \geq Q_j, \quad j = 1, \dots, l; \quad (4)$$

$$x_{jk} \geq 0; j = 1, \dots, l; k = 1, \dots, r, \quad (5)$$

де  $C$  — сукупні затрати виробничих ресурсів;

$a_{ijk}$  — норма витрат ресурсу  $i$  на виробництво одиниці продукції  $j$  у районі  $k$ ;

$b_{ik}$  — об'єм ресурсів  $i$  в районі  $k$ ;

$Q_j$  — гарантований об'єм виробництва продукції  $j$ ;

$l$  — загальна кількість видів сільськогосподарських культур, що виробляється;

$r$  — кількість районів;

$c_{jk}$  — витрати на одиницю продукції  $j$  у районі  $k$ ;

$x_{jk}$  — об'єм виробництва продукції  $j$  у районі  $k$ .

У цій моделі система нерівностей, яка характеризує виробничі витрати і виробничі ресурси, побудована в розрізі районів, що є умовою визначення оптимальної концентрації виробництва в регіоні.

Це, в свою чергу, вимагає від сільськогосподарських підприємств відповідної концентрації і спеціалізації при виробництві ріпаку, що супроводжується раціональним плануванням оптимального виробництва.

Спеціалізація сільськогосподарських підприємств на виробництво насіння ріпаку вимагає використання оптимальної структури виробництва, яка за даних умов господарювання при раціональному, найефективнішому використанні земельних, трудових, матеріальних і фінансових ресурсів дозволила б отримати максимум продукції при наявності цих ресурсів і забезпечила б мінімум витрат на одиницю продукції.

Економіко-математичні моделі різних авторів [1, 2, 4—7] для розрахунку оптимального поєднання галузей виробництва розроблені для сільськогосподарських підприємств, у яких гармонійно розвиваються галузі як рослинництва, так і тваринництва. В сучасних економічних умовах поряд з підприємствами, що спеціалізуються на виробництві продукції обох галузей, існують підприємства, в яких тваринництво взагалі відсутнє, тому такі моделі можна використовувати тільки для певної групи підприємств.

Погоджуємось з економіко-математичною моделлю, яку запропонував І. Г. Попов [5]. По-перше, окремі доданки рівнянь враховують виробництво продукції рослинництва і тваринництва. Тому при відсутності на підприємствах тваринництва відповідні члени рівнянь дорівнюють нулю і модель повною мірою можна використовувати для підприємств, що спеціалізуються виключно на виробництві продукції рослинництва. По-друге, на відміну від моделей інших авторів у даній моделі враховано обмеження з фінансових ресурсів, які, на думку Д. І. Мазоренка, є головною лімітуючою групою ресурсів сільськогосподарського виробництва. Саме фінансові ресурси є основними ресурсами, які визначають успіх діяльності аграрного підприємства за сучасних умов [3].

Отже, для підприємств, що спеціалізуються на вирощуванні ріпаку з метою оптимального планування структури виробництва, можливе використання такої економіко-математичної моделі [5, с. 212—213]:

$$P = \sum_{j=1}^{l'} \sum_{k=1}^r c_j x_{jk} + \sum_{j=l'+1}^l c_j x_j - \sum_{i \in M_3} x_i \rightarrow \max \quad (6)$$

при умовах обмеження:

1) використання земельних ресурсів

$$\sum_{j=1}^{l'} a_{jk} x_{jk} \leq S_k, \quad k = 1, \dots, r; \quad (7)$$

2) використання кормів

$$\sum_{j=l'+1}^l a_{ijh} x_j - \sum_{j=1}^{l'} \sum_{k=1}^r v_{ijk} x_{jk} \leq b_{ih}, \quad h = 1, \dots, H; \quad i \in M_l \quad (8)$$

3) використання трудових ресурсів

$$\sum_{j=1}^{l'} \sum_{k=1}^r a_{ijk} x_{jk} + \sum_{j=l'+1}^l a_{ijt} x_j \leq b_{it}, \quad t = 1, \dots, T; \quad i \in M_2; \quad (9)$$

4) використання фінансових ресурсів

$$\sum_{j=1}^{l'} \sum_{k=1}^r a_{ijk} x_{jk} + \sum_{j=l'+1}^l a_{ij} x_j - x_i = 0, \quad i \in M_3; \quad (10)$$

5) використання органічних та мінеральних добрив

$$\sum_{j=1}^{l'} \sum_{k=1}^r a_{ijk} x_{jk} - \sum_{j=l'+1}^l v_{ij} x_j \leq \sum_{s=1}^u g_{is} b_s, \quad i \in M_4; \quad \text{ë}(11)$$

6) використання інших виробничих ресурсів

$$\sum_{j=1}^{l'} \sum_{k=1}^r a_{ijk} x_{jk} + \sum_{j=l'+1}^l a_{ij} x_j \leq b_i, \quad i \in M_0; \quad (12)$$

7) додаткові обмеження

$$\sum_{k=1}^{l'} x_{jk} \geq Q_j; \quad \sum_{k=1}^r x_{jk} \leq Q'_j, \\ j = 1, \dots, l'; \quad x_j \geq Q_j; \quad x_j \leq Q'_j; \quad j = l'+1, \dots, l; \quad (13)$$

8) невід'ємність змінних

$$x_{jk} \geq 0, \quad j = 1, \dots, l'; \quad x_j \geq 0, \quad j = l'+1, \dots, l; \quad x_i \geq 0, \quad i \in M_3. \quad (14)$$

У цих виразах:

$a_{ijk}$  — норма витрат ресурсу  $i$  на виробництво одиниці продукції  $j$  на ділянці землі  $k$ ;

$a_{jk}$  — зворотний показник урожайності культури  $j$  на ділянці  $k$ ;

$a_{ij}$  — норма витрат ресурсу  $i$  на виробництва одиниці продукції тваринництва  $j$ ;

$a_{ijh}$  — норма витрат корму  $i$  з групи кормів  $h$  на виробництво одиниці продукції тваринництва  $j$ ;

$a_{ijt}$  — норма витрат трудових ресурсів виду  $i$  на виробництво одиниці продукції  $j$  протягом періоду  $t$ ;

$b_i$  — кількість ресурсу виду  $i$ ;

$b_{ih}$  — наявність кормів  $i$  з групи кормів  $h$ ;

$b_{it}$  — наявність трудових ресурсів виду  $i$  в період  $t$ ;

$b_s$  — наявність добрив виду  $s$  у натуральних вимірниках;

$v_{ihkj}$  — виробництво кормів виду  $i$  на ділянці  $k$  у розрахунку на одиницю рослинництва  $j$  з групи кормів  $h$ ;

$v_{ij}$  — виробництво органічних добрив в одиницях діючої речовини виду  $i$  в розрахунку на одиницю продукції тваринництва  $j$ ;

$g_{is}$  — вміст діючої речовини  $i$  в одиниці добрив виду  $s$ ;

$S_k$  — площа ділянки ріллі  $k$ ;

$l$  — множина видів продукції, що виробляє підприємство;

$l'$  — множина видів продукції рослинництва;

$(l-l')$  — множина видів продукції тваринництва;

$M_1$  — множина видів кормів;

$H$  — кількість груп кормів (грубі; соковиті; зелені і т. д.);

$M_2$  — множина видів трудових витрат (механізований, кінноручний і т. д.);

$T$  — кількість напружених періодів у році;

$M_3$  — множина складових виробничих витрат у грошовому вимірі;

$M_4$  — множина складових діючої речовини добрив;

$u$  — кількість видів добрив у натуральних вимірниках;

$M_0$  — множина інших виробничих ресурсів;

$r$  — кількість ділянок землі;

$P$  — прибуток;

$x_{jk}$  — об'єм виробництва продукції рослинництва  $j$  на ділянці поля  $k$ ;

$x_j$  — об'єм виробництва продукції тваринництва  $j$ ;

$x_i$  — сума виробничих витрат виду  $i$  в грошовому вимірі;

$c_j$  — оцінка одиниці продукції виду  $j$ .

У регіонах, де вирощується ріпак, функціонують підприємства з різним рівнем ресурсного забезпечення.

У табл. 1, відповідно до запропонованої економіко-математичної моделі, наведено розрахунок економічної ефективності використання п'ятипільної сівозміни у підприємствах з різним рівнем ресурсного забезпечення, а також розраховано необхідну кількість трудових і механічних ресурсів і мінеральних добрив, які необхідно затратити для обробітки площі 1000 га.

Використання запропонованої системи сівозмін у підприємствах з високим рівнем ресурсного забезпечення сприятиме досягненню рівень рентабельності близько 116,0%, при цьому затрати праці становитимуть 4055,4 люд.-год., механічних — 4654,3 ум. га. Досягнення відповідної урожайності культур можливе при використанні 600 ц азотних, 1601 ц фосфорних, 580 ц калійних добрив і 2235 ц нітроамофоски.

Таблиця 1

**РЕЗУЛЬТАТИ ОПТИМІЗАЦІ ВИРОБНИЦТВА НАСІННЯ РІПАКУ  
В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВАХ  
З РІЗНИМ РІВНЕМ РЕСУРСНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

Показники	Рівень ресурсного забезпечення			
	високий	достатній	задовільний	низький
Структура посівів, %	100,0	100,0	100,0	100,0
— пшениця озима	20,0	20,0	20,0	20,0
— кукурудза на зерно	20,0	20,0	20,0	20,1
— гречка	5,6	5,9	6,0	7,8
— ячмінь	14,4	14,1	14,0	12,1
— горох	20,0	20,0	20,0	20,0
— ріпак озимий	20,0	20,0	20,0	20,0
Технічні ресурси, ум. га	4654,3	8269,1	6954,5	6150,4
Трудові ресурси, люд.-год.	4055,4	7312,1	7418,4	11842,0
Використання добрив, ц				
— азотних	600,0	270,0	386,0	60,0
— фосфорних	1601,0	1500,0	200,0	200,0
— калійних	580,0	500,0	80,0	80,0
— нітроамофоска	2235,0	2265,0	1361,0	764,0
Собівартість продукції, тис. грн	2192,7	2323,4	1739,0	1138,0
Рівень рентабельності, %	115,8	81,4	45,2	36,8

*Джерело:* розраховано автором.

У підприємств з достатнім рівнем ресурсного забезпечення рівень рентабельності становитиме 81,4 %. Затрати трудових і механічних ресурсів зростуть у 1,8 разу, при цьому має бути використано 270 ц азотних, 1500 ц фосфорних, 500 ц калійних добрив і 2265 ц нітроамофоски.

У підприємств із задовільним рівнем ресурсного забезпечення рівень рентабельності становитиме 45,2 %. За рахунок виконання технологічних операцій зношеною технікою і зменшення обсягів виконання окремих робіт (наприклад, внесення добрив) рівень використання трудових ресурсів зросте на 1,5 %, а механічних ресурсів зменшиться на 15,9 %, ніж у підприємств із достатнім рівнем ресурсного забезпечення. Витрати мінеральних добрив будуть меншими, ніж у підприємств попередньої групи: 386 ц азотних, 200 ц фосфорних, 80 ц калійних добрив і 1362 ц нітроамофоски.

У підприємств із низьким рівнем ресурсного забезпечення рівень рентабельності виробництва становитиме 36,8 %. При цьому, за рахунок виконання робіт малоефективною технікою використання трудових ресурсів зростає у 2,9 разу порівняно з підприємствами з високим рівнем наявних ресурсів і в 1,6 разу порівняно з підприємствами із задовільним рівнем ресурсного забезпечення. Витрати механічних ресурсів зменшаться на 11,6 %.

**Висновки.** Отже, розв'язок економіко-математичної моделі оптимального виробництва насіння ріпаку з використання п'яти-пільної системи сівозмін у підприємств з різним рівнем ресурсного забезпечення показав можливість планового стабільного економічного розвитку аграрних підприємств регіону, що спеціалізуються на виробництві насіння ріпаку.

### **Література**

1. *Браславец М. Е.* Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве / М. Е. Браславец, Р. Г. Кравченко. — М. : Колос, 1972. — 589 с.
2. *Іващук О. Т.* Економіко-математичне моделювання: Навчальний посібник. / О. Т. Іващук. — Тернопіль: ТНЕУ «Економічна думка», 2008. — 704 с.
3. Інноваційні ресурсозберігаючі технології вирощування ріпаку / за ред. Д. І. Мазоренка, Г. Є. Мазнева. — Харків : Майдан, 2008. — 143 с.
4. *Кравченко Р. Г.* Экономико-математические методы в организации и планировании сельскохозяйственного производства / Р. Г. Кравченко, И. Г. Попов, С. З. Толпекин. — М. : Колос, 1973. — 527 с.
5. Математические методы в планировании отраслей и предприятий : учеб. пособ. [для экон. вузов и фак.] / под. ред. Попова И. Г. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Экономика, 1981. — 336 с.
6. *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.
7. *Тунеев М. М.* Экономико-математические методы в организации и планировании сельскохозяйственного производства / М. М. Тунеев, В. Ф. Сухоруков. — М. : Колос, 1977. — 244 с.

Стаття надійшла до редакції 24.05.2013 р.