

В. В. Огліх, Н. В. Левченко

Дніпропетровський національний університет імені О. Гончара

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА НА ЗАСАДАХ ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗПОДІЛУ ЗЕМЕЛЬНОГО ФОНДУ

У статті проаналізовано існуючий стан та розподіл земельного фонду України. Розглянуті декілька підходів щодо вирішення проблем аграрного сектора. Розроблено методологію визначення оптимальних пропорцій сільськогосподарського виробництва в умовах невизначеності.

Ключові слова: сівозмінна, сільське господарство, оптимальні пропорції.

В статье проанализировано текущее состояние и распределение земельного фонда Украины. Рассмотрено несколько подходов решения проблем аграрного сектора. Разработано методологию определения оптимальных пропорций сельскохозяйственного производства в условиях неопределенности.

Ключевые слова: севооборот, сельское хозяйство, оптимальные пропорции.

The article analyzes current situation and distribution of land resources in Ukraine. It describes some approaches of solving agrarian sector problems. Methodology for determining the optimal proportions of agricultural production in uncertain conditions is offered.

Keywords: crop rotation, agriculture, optimal proportions.

Агропродовольчий сектор України займає одне з провідних місць у системі національної економіки. Як справедливо відзначив міністр аграрної політики України М. Присяжнюк, питома вага його вкладу у валовий внутрішній продукт країни, формування державного бюджету, експортний потенціал держави постійно зростає. Вітчизняний агропродовольчий сектор намагається стати конкурентоспроможним на аграрних ринках, збільшується його частка у загальносвітових обсягах виробництва стратегічно важливих видів сільськогосподарської продукції та продовольчих товарів. Зростає споживання основних продуктів харчування населенням України. Практикою доведено, що зростання ВВП за рахунок агропродовольчого сектора ефективніше сприяє зменшенню бідності населення, ніж зростання ВВП за рахунок інших галузей економіки, що має особливо важливе значення у періоди кризових економічних явищ [1, с. 2].

Україна має високий аграрний ресурс. Однак отримувати конкурентоспроможну продукцію не дозволяє використання застарілих ресурсо-, енергоємних технологій, техніко-технологічна відсталість вітчизняного аграрного виробництва. Технологічний розрив, який стосується агропромислового комплексу, між Україною і промислово розвинутими країнами, невпинно збільшується. Під загрозою опинилися економічний суверенітет і продовольча безпека країни. Розподіл земельного фонду як територіального ресурсу, за цільовим призначенням не базується на економічній доцільності та екологічній обґрунтованості. Сільськогосподарська освоєність земельного фонду України досягла 70%, чого не дозволяє собі жодна з розвинутих країн світу (у Франції сягає 41,9%, ФРН – 32,5%, США – 26,5%). Розширення орних земель до розмірів, неприпустимих для розвинутих країн світу, погіршило її якісний стан, збільшило енергоспоживання, яке не відповідає підвищенню продуктивності галузі, порушило екологічну рівновагу навколишнього середовища. Загальні щорічні збитки від ерозії ґрунтів перевищують 5 млрд. дол., а втрати чистого прибутку наближаються до 3 млрд. дол. [2].

У сучасному землеробстві з поглибленням процесів спеціалізації та концентрації виробництва зростає роль сівозмін. При вирощуванні сільськогосподарських культур застосування лише добрив, зрошень та пестицидів не дає можливості повністю позбутись бур'янів, шкідників та хвороб. Результати досліджень Інституту земле-

робства та інших науково-дослідних установ Української академії аграрних наук доводять, що науково обґрунтована сівозміна є основою землеробства, запорукою його стабільності, оскільки істотно впливає на водний, поживний, біологічний режими ґрунту, швидкість детоксикації шкідливих речовин, які надходять у ґрунт у процесі сільськогосподарського виробництва [3, с. 1–2].

Можна зробити висновок про те, що в Україні значно знизилася ефективність використання землі як основи сільськогосподарського виробництва. Галузевий розподіл земель, структурна і екологічна незбалансованість земельного фонду значно знижують ефективність використання земель та їх охорону. Існуючі системи землеробства не відповідають змінам у виробничих відносинах, соціальній, економічній, енергетичній та екологічній дійсності.

Вийти із такого складного становища, в яке потрапила Україна, можливо лише через реалізацію на національному рівні комплексу невідкладних заходів щодо структурної перебудови землекористування, родючості та охорони земель на основі виваженої програми дій, опираючись на узагальнені результати наукових досліджень у галузі агрохімії, ґрунтознавства, економіки, екології, права тощо.

Відтворення ресурсів в аграрному виробництві, зокрема рослинництві, при реалізації виробничих процесів є досить специфічним у порівнянні з іншими галузями народного господарства. Процес відтворення носить не тільки фінансовий (матеріальний), але й екологічний характер, адже основним ресурсом аграрного виробництва в рослинництві є земельні ресурси [5, с. 3–6]. У книзі [5] запропоновано інноваційні високопродуктивні технології аграрного виробництва для чотирьох рівнів ресурсного забезпечення агропідприємств: від варіанта мінімально необхідного переліку агротехнічних операцій при мінімальному застосуванні добрив та з використанням традиційних найпоширеніших зразків вітчизняної техніки до варіанта використання інноваційних високих технологій із застосуванням усього необхідного комплексу добрив і засобів захисту рослин та високопродуктивної новітньої техніки як вітчизняного виробництва, так і виробництва провідних фірм світу. Враховано особливості ґрунтів та науково обґрунтовано найкращі попередники для зернових, зернобобових, круп'яних та технічних культур.

У [3] розроблено і рекомендовано системи сівозмін, що ґрунтуються на зональному принципі розвитку землеробства в Україні. Методичні рекомендації щодо оптимального співвідношення сільськогосподарських культур у сівозмінах різних ґрунтово-кліматичних зон були підготовлені з метою надання допомоги суб'єктам господарювання різних форм власності, які займаються вирощуванням сільськогосподарських культур, в організації виробничої діяльності, яка може забезпечити збереження продуктивності сільськогосподарських угідь, підвищити їх екологічну стійкість та родючість ґрунтів.

Деякі шляхи вирішення проблеми галузевого розподілу земель, структурної і екологічної незбалансованості земельного фонду України, що значно знижують ефективність використання та охорони земель відображено в [4]. Було визначено структуру посівних площ по основних природно-сільськогосподарських регіонах, а також допустимі нормативи періодичності вирощування основних сільськогосподарських культур на одному й тому ж полі.

Наприкінці ХХ і на початку ХХІ ст. набуло широкого розповсюдження використання економіко-математичних методів та моделей у дослідженні економічних процесів, у тому числі і сільськогосподарського виробництва. Найбільшого розповсюдження дістали лінійні оптимізаційні моделі. Одна з таких моделей наведена у [6, с. 161–164]. Як критерій оптимальності пропонується максимізація чистого прибутку всіх галузей сільського господарства. В якості обмежень моделі виступають три групи виробничих обмежень. Перша група враховує обмеження щодо ресурсів

ріллі, сіножаті, трудових ресурсів. Друга – обмеження щодо гарантованого (державне замовлення або внутрішньогосподарські потреби) обсягу виробництва найважливіших видів продукції. Третя – обмеження щодо раціонів годівлі худоби і птиці, дотримання сівозмін. Незважаючи на врахування в моделі великої кількості факторів та обмежень сільськогосподарського виробництва, в модель не включені обмеження щодо використання основних видів добрив, виділення коштів на матеріально-технічне переоснащення, а також мінливість погоди та невизначеність ринкового середовища. Але ці фактори дуже важливі і таке спрощення моделі приводить до отримання неадекватних та невідповідних дійсності результатів, які не можуть бути використані на практиці.

У [7] пропонується підхід, який дає можливість врахувати невизначеність. Розглядається завдання знаходження оптимальних обсягів реалізації сільськогосподарської продукції, які забезпечать максимальний прибуток. При цьому оптимізується структура посівних площ під пшеницею та цукровими буряками. Для моделювання погодної невизначеності із сукупності можливих станів середовища виділяються п'ять станів, кожному з яких відповідають певні погодні умови та зіставляється результат сільськогосподарської діяльності. Зазначимо, що з усіх об'єктивних обмежень аграрного виробництва враховані лише обмеження щодо використання площі, а також зроблено акцент лише на погодні невизначеності функціонування сільськогосподарського виробництва. Для отримання більш точних результатів доцільно включити в процес моделювання й інші невизначені та слабопрогнозовані фактори, які суттєво впливають на результати сільськогосподарського виробництва. Це стосується ринкових чинників впливу, маневрування ресурсами та ін.

Актуальність дослідження, а також відсутність підходу, що надає комплексне вирішення існуючих проблем сільського господарства, обумовлюють мету дослідження – розробка інструментарію визначення оптимальних пропорцій аграрного сектора України для підвищення його ефективності за умов нечіткої вхідної інформації.

У [8] була запропонована дискретна нелінійна динамічна модель умовної оптимізації пропорцій аграрного сектора. В наведеній моделі цільова функція

$$\sum_{t=1}^n \sum_{j \in S} \sum_{i \in G} c(x_{ij}(t)) \cdot x_{ij}(t) - \text{максимізація валового прибутку всіх галузей сільського}$$

господарства. При цьому враховується вплив ринкової ситуації на ціни сільськогосподарської продукції $c(x_{ij}(t))$, які є не сталими параметрами, а функціями від обсягу виробництва.

Обмеження завдання враховують:

- використання земельних угідь повинно не перевищувати їх наявність ($b_i(t)$);
- використання праці (a_{ji}) в сільському господарстві має не перевищувати її прогнозу величину ($B_i T_i$);
- використання коштів на відновлення основних засобів (b_{ij}^l) має не перевищувати заплановані бюджетні кошти на задоволення потреб в ОВФ (c^l);
- використання мінеральних та органічних добрив ($c_{ji}^m(t)$) повинно не перевищувати їх заплановану кількість ($d_i^m(t)$);
- повинна бути забезпечена потреба сільськогосподарських тварин та птиці у кормах різноманітних зоотехнічних груп (h'_{ij}) при дотриманні визначених пропорцій між ними та в перетравлюваному протеїні (h_{ij});
- виробництво сільськогосподарської продукції повинно забезпечувати повну потребу населення у продуктах харчування по раціональних нормах ($N_j(t)$).

Однак у такому підході до моделювання не враховуються слабоформалізовані і неформалізовані аспекти проблемних ситуацій процесу відтворення в сільському господарстві, пов'язаних з відсутністю інформації про ймовірності стану зовнішніх

умов господарювання, нечіткою природою аграрного сектора, наявністю великої кількості якісних чинників, невизначеністю ринкових цін на продукцію та ін. Тому доцільно розглянути нечіткий варіант завдання визначення оптимальної територіально-галузевої структури сільськогосподарського виробництва.

Нечітка модель будується на таких припущеннях:

1) валовий прибуток Z всіх галузей сільського господарства має досягти бажаного значення, скоригованого на невизначеність ринкового середовища, мінливість природи та ін.;

2) обмеження на використання земельних угідь, використання праці в сільському господарстві, використання коштів на відновлення основних засобів, використання мінеральних та органічних добрив, забезпечення потреб сільськогосподарських тварин у кормах різноманітних зоотехнічних груп та в перетравлюваному протеїні, виробництво сільськогосподарської продукції для забезпечення повної потреби населення у продуктах харчування по раціональних нормах можуть бути недотримані в тій чи іншій мірі.

Таким чином, маємо нечітко сформульовану мету й обмеження, тому для моделювання завдання доцільно використовувати підхід Белмана-Заде.

Нехай, z_0 – задана бажана величина цільової функції Z , v_0 – граничне відхилення від цього значення, зокрема якщо $z(x) < z_0 - v_0$ ми маємо сильне порушення нерівності $z(x) \geq z_0$. Введемо нечіткі множини цілі та обмежень.

Функцію належності для нечіткої функції цілі можна визначити таким чином:

$$\mu_z(x) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } z(x) \leq z_0 - v_0 \\ \mu_{z_0}(x), & \text{якщо } z_0 - v_0 < z(x) < z_0 \\ 1, & \text{якщо } z(x) \geq z_0 \end{cases} \quad (1)$$

Якщо виявиться, що за нестабільних умов реалізації продукції прибуток менший від різниці між встановленим рівнем z_0 та його граничною величиною $z_0 - v_0$, то знайдені пропорції виробництва не відповідають оптимальним умовам і належність такого розв'язку множині можливих рішень мінімальна і відповідає нульовому значенню функції належності. Коли ж одержаний прибуток від реалізації обраного об'єму продукції більший від заданої величини можливих прибутків аграрного сектора, що, в свою чергу, означає найбільшу вірогідність належності розв'язку множині допустимих значень розв'язків, функція належності вважається рівною 1. У разі, коли значення очікуваних прибутків є меншим від заданої величини прибутку проте більшим, ніж різниця між заданою величиною прибутку та його граничним значенням, функція належності приймає значення, що лінійно залежить від очікуваного прибутку і лежить на відрізку від 0 до 1 залежно від досягнення бажаного рівня z_0 . Тоді функція належності $\mu_z(x)$ буде мати вигляд (2):

$$\mu_z(x) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } z(x) \leq z_0 - v_0 \\ \frac{z(x) - (z_0 - v_0)}{v_0}, & \text{якщо } z_0 - v_0 < z(x) < z_0 \\ 1, & \text{якщо } z(x) \geq z_0 \end{cases} \quad (2)$$

Аналогічно визначимо функцію належності для нечітких обмежень $g_i(x)$. Нехай w_i – запас ресурсу i , а v_i – пороговий рівень його поповнення. $g_i(x)$ – нечітка множина, яка характеризується за допомогою функції належності $\mu_i(g_i) : R \rightarrow [0, 1]$. Зокрема,

$$\mu_i(g_i(x)) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } g_i(x) > w_i + v_i \\ \in [0, 1], & \text{якщо } w_i < g_i(x) \leq w_i + v_i \\ 1, & \text{якщо } g_i(x) \leq w_i \end{cases} \quad (3)$$

Якщо виявиться, що використання деякого ресурсу більше, ніж його запас w_i та можливий розмір його поповнення v_i , то знайдені пропорції виробництва не відповідають обмеженню задачі і належність такого розв'язку множині можливих рішень мінімальна та відповідає нульовому значенню функції належності. Коли ж рівень використання ресурсу менший від його запасу w_i , що, в свою чергу, означає найбільшу вірогідність належності розв'язку множині допустимих значень розв'язків, функція належності вважається рівною 1. У разі, коли значення використання ресурсу є менший від заданої величини запасу проте більший, ніж сума запасу граничного рівня поповнення, функція належності μ_i монотонно спадає на відрізьку $[w_i, w_i+v_i]$ і приймає значення від 0 до 1 залежно від досягнення рівня w_i . Тоді функція належності $\mu_i(x)$ буде мати вигляд (4):

$$\mu_i(x) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } g_i(x) \leq w_i \\ 1 - \frac{g_i(x) - w_i}{v_i}, & \text{якщо } w_i < g_i(x) \leq w_i + v_i \\ 0, & \text{якщо } w_i + v_i \leq g_i(x) \end{cases} \quad (4)$$

Введемо λ – ступінь досягнення цілі при виборі альтернативи $x \in X$.

Якщо цільова функція або будь-яке обмеження задовольняються в меншій мірі, то і вся ціль виконується з цією ж мірою. Очевидно, що ми бажаємо максимізувати досягнення цієї цілі. Тоді детермінована задача трансформується у таку нечітку задачу:

Цільова функція:

$$\lambda = \min(\mu_z, \mu_i \dots) \rightarrow \max, 0 \leq \lambda \leq 1 \quad (5)$$

Обмеження моделі:

$$\lambda \cdot v_0 - \left[\sum_{t=1}^n \sum_{j \in S} \sum_{i \in G} c(x_{ij}(t)) \cdot x_{ij}(t) \right] \leq -(z_0 - v_0) \quad (6)$$

$$\lambda \cdot v_i^1 + \sum_{j \in R} x_{ji}(t) + \sum_{j \in K} x_{ji}(t) \leq b_i(t) + v_i^1, \quad i=1:s1, t=1,2, \quad (7)$$

$$\sum_{j \in R} x_{ji}(t) + \sum_{j \in K} x_{ji}(t) \leq b_i(t) \quad i=s1+1:S, t=1,2, \quad (8)$$

$$\lambda \cdot v_i^2 + \sum_{j \in Z} a_{ji} x_{ji}(t) + \sum_{j \in R} a_{ji} x_{ji}(t) + \sum_{j \in K} a_{ji} x_{ji}(t) \leq B_i T_i + v_i^2 \quad i=1:s1, t=1,2, \quad (9)$$

$$\sum_{j \in Z} a_{ji} x_{ji}(t) + \sum_{j \in R} a_{ji} x_{ji}(t) + \sum_{j \in K} a_{ji} x_{ji}(t) \leq B_i T_i \quad i=s1+1:S, t=1,2, \quad (10)$$

$$\lambda \cdot v_l^3 + \sum_{\substack{j \in G \\ i \in S}} b_{ij}^l x_{ij}(t) \leq c^l + v_l^3 \quad l=1:l1, t=1,2, \quad (11)$$

$$\sum_{\substack{j \in G \\ i \in S}} b_{ij}^l x_{ij}(t) \leq c^l \quad l=1+1:l, t=1,2, \quad (12)$$

$$\lambda \cdot v_m^4 + \sum_{\substack{j \in R \\ i \in S}} c_{ji}^m(t) x_{ji}(t) + \sum_{\substack{j \in K \\ i \in S}} c_{ji}^m(t) x_{ji}(t) \leq d_i^m(t) + v_m^4, \quad (13)$$

$$m=1:m1, t=1,2, \quad (13)$$

$$\sum_{\substack{j \in R \\ i \in S}} c_{ji}^m(t) x_{ji}(t) + \sum_{\substack{j \in K \\ i \in S}} c_{ji}^m(t) x_{ji}(t) \leq d_i^m(t), \quad m=m1:M, t=1,2, \quad (14)$$

$$\lambda \cdot v^5 - \sum_{\substack{j \in K \\ i \in S}} h'_{ij} u_{ij}(t) x_{ij}(t) - h'_{ij'} u_{ij'}(t) x_{ij'}(t) \leq - \sum_{\substack{j \in Z \\ i \in S}} l_{ij} x_{ij}(t) + v^5 \quad (15)$$

$$t=1,2, \quad (15)$$

$$\lambda \cdot v^6 - \sum_{\substack{j \in K \\ i \in S}} h_{ij} u_{ij}(t) x_{ij}(t) - h_{ij'} u_{ij'}(t) x_{ij'}(t) \leq - \sum_{\substack{j \in Z \\ i \in S}} l'_{ij} x_{ij}(t) + v^6$$

$$t=1,2, \tag{16}$$

$$\lambda \cdot v^7 - \sum_{i \in S} u_{ij}(t) x_{ij}(t) \leq -N_j(t) + v^7 \quad j=1:j1, t=1,2, \tag{17}$$

$$\sum_{i \in S} u_{ij}(t) x_{ij}(t) \geq N_j(t) \quad j=j1:G, t=1,2, \tag{18}$$

$$x_{\min} \leq x_{ij}(t) \leq x_{\max}, \quad i=1:S; j=1:G. \tag{19}$$

Обмеження (6) дає нам збалансування величини прибутку за таким принципом: граничне значення прибутку зменшене на величину нечітких показників впливу за вирахуванням отриманого чистого прибутку від реалізації продукції повинна завжди бути меншою або рівною нечіткій множині допустимих альтернативних станів функції прибутку.

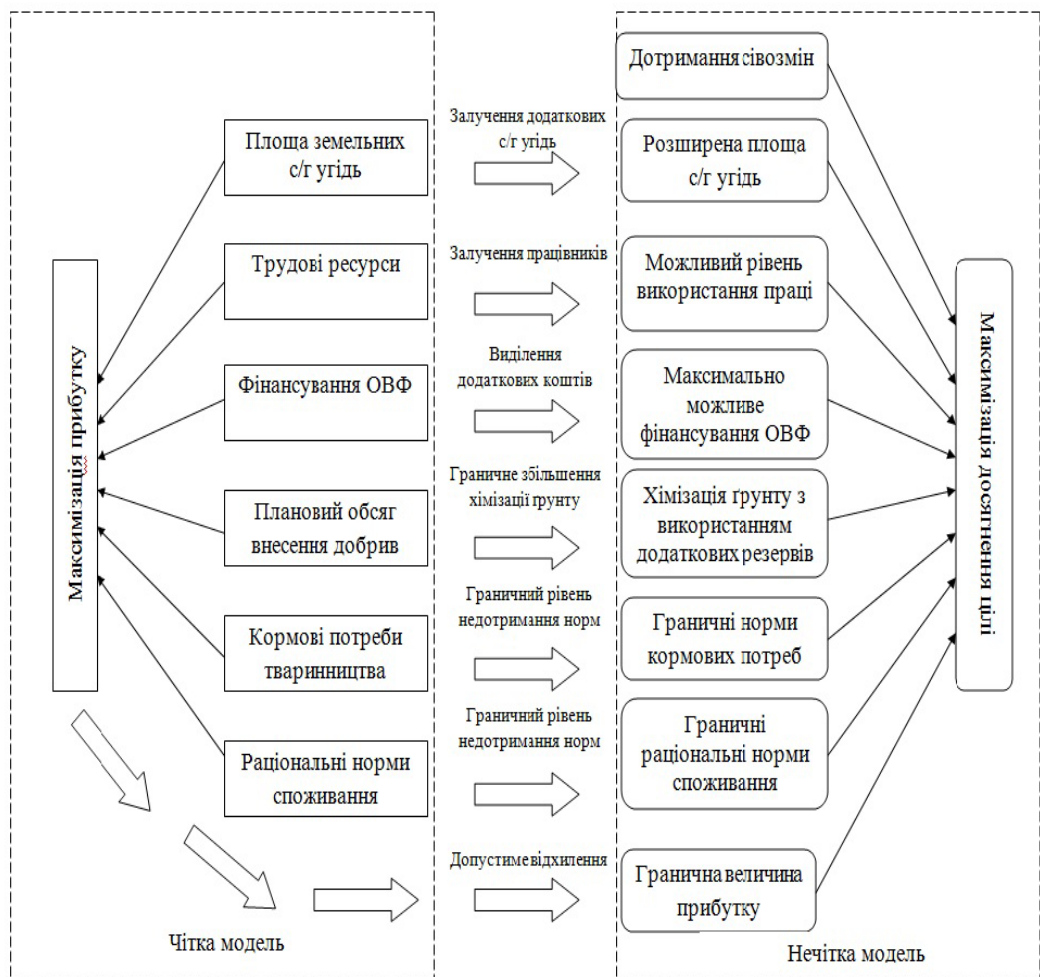


Рис. 1. Схема переходу від чіткої до нечіткої моделі оптимізації

Обмеження (7), (9), (11), (13), (15), (16) та (17) задають баланс між використанням ресурсів та їх наявністю з урахуванням нечіткої обмеженості, тобто із мож-

ливим деяким відхиленням між наявними ресурсами та частиною ресурсів, що використовуються.

Обмеження (8), (10), (12), (14) та (18) аналогічні моделі в детермінованому випадку і вводяться в разі жорсткого обмеження у певному регіоні або галузі.

Обмеження (19) задає мінімальне та максимальне значення щодо пропорції кожної галузі аграрного сектора, з урахуванням сівозмін, що рекомендовані.

Схематично перехід від чіткої до нечіткої моделі оптимізація пропорцій аграрного виробництва зображено на рис. 1.

Розроблена нечітка економічна модель дає можливість отримати пропорції сільськогосподарського виробництва, які б враховували нечітку природу аграрного сектора, можливість маневрування існуючими ресурсами, а також відповідали б оптимальній системі сівозмін.

Перспективним напрямом вдосконалення даного підходу є розробка моделі і створення на її основі експертної системи для прогнозування найбільш нечіткого параметра аграрного виробництва – урожайності сільськогосподарських культур.

Бібліографічні посилання і примітки

1. Панорама аграрного сектора України // М-во аграр. політики України. – 2009. – 80 с.
2. Городній М.М. Використання агропроблемного потенціалу земель та забезпечення сталого розвитку агроекосистем [Електронний ресурс] / М.М. Городній // Наукове забезпечення сталого розвитку сільського господарства. – Видання національного аграрного університету, 2004. – Режим доступу: <http://www.nauu.kiev.ua/?id=3386>
3. Методичні рекомендації щодо оптимального співвідношення сільськогосподарських культур у сівозмінах різних ґрунтово-кліматичних зон України / М-во аграр. політики України, УААН. – К., 2008. – 47 с.
4. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження нормативів оптимального співвідношення культур у сівозмінах в різних природно-сільськогосподарських регіонах» №164 // Офіційний вісник України. – 2010. – №13. – С. 33.
5. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур з різним ресурсним забезпеченням / За ред. Д.І. Мазоренка, Г.Є. Мазнева. – Х.: ХНТУСГ, 2006. – 725 с.
6. Нелеп В.М. Планування на аграрному підприємстві: підручник. – 2-ге вид., перероб. та доп. – К.: КНЕУ, 2004. – 495 с.
7. Наконечний С.І. Оптимізація виробництва в умовах погодної невизначеності / С.І. Наконечний, С.С. Савіна // Економіка АПК. – 1998. – №3. – С. 19–25.
8. Огліх В.В. Визначення оптимальної структури аграрного сектору / В.В. Огліх, Н.В. Левченко // Вісник Дніпропетровського університету. – 2009. – Т. 17, вип. 3/1. – №10/1. – С. 10–15.

Надійшла до редколегії 27.10.2010.