

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЧИМИ РИЗИКАМИ ХМЕЛЕГОСПОДАРСТВ

Обґрунтовано доцільність застосування стохастичного моделювання при управлінні виробничими ризиками хмелегосподарств. Розроблено економіко-математичну модель, яка дозволяє оптимізувати площі насаджень сортів хмелю з різними строками визрівання із врахуванням невизначеності врожайності та вмісту α -кислот. Представлено результати оптимізації площ хмеленасаджень у приватній агрофірмі “Дружба” Житомирської області.

Постановка проблеми

Необхідність адаптації аграрного сектору економіки України до умов функціонування ринку призвела до появи нових підприємницьких ризиків у сільськогосподарському виробництві. Водночас визначальна роль галузі хмелярства у зменшенні рівня безробіття сільського населення поліського регіону та перспектива виходу виробників хмелесировини на світовий ринок визначають стратегічне значення хмелярства для вітчизняної економіки. За результатами соціометричного опитування керівників та спеціалістів 52% хмелярських господарств визначено, що найбільш значущими для виробників хмелю є виробничі

ризиками, а саме ризиками коливання рівня урожайності та вмісту α -кислот у хмелю. При цьому вплив погодних умов виробники вважають визначальним у процесі формування рівня ризиковості вирощування хмелю. Це зумовлює необхідність розробки та впровадження інструментів управління зазначеними видами ризиків з урахуванням невизначеності дії природо-кліматичних факторів. Серед методів зменшення негативної дії коливань урожайності та якості хмелесировини варто виділити контроль за рівнем ризику шляхом розподілу площ насаджень між сортами хмелю з різними строками визрівання.

Аналіз останніх досліджень

Основоположниками вітчизняної ризикології в аграрній сфері є В. Андрійчук, Л. Бауер, О. Ковтун, О. Ничипорук, А. Минка, Н. Рокочинська, С. Савіна, В. Чепурко, Р. Шинкаренко та ін. Системні дослідження з питань економіко-математичного моделювання при управлінні сільськогосподарським виробництвом знайшли відображення у працях В. Андрійчука, С. Наконечного, М. Браславца, Р. Кравченка, М. Тунєєва та ін. [2, 3, 7, 9]. Однак, незважаючи на значущість проведених досліджень, у контексті управління ризиками виробників хмелю необхідним є врахування невизначеності економічних процесів при оптимізації хмеленасаджень. При цьому важливо визначити та взяти до уваги особливості, притаманні саме галузі хмелярства.

Об'єкт та методика досліджень

Об'єктом дослідження є процес моделювання управління виробничими ризиками хмелегосподарств. Методологічною та теоретичною основою дисертаційного дослідження є системний підхід до вивчення фундаментальних положень стосовно управління підприємницькими ризиками виробників хмелю, який ґрунтується на принципах комплексності, послідовності та невизначеності. У ході наукового дослідження використано абстрактно-логічний метод (зокрема індукції та дедукції, аналізу і синтезу), за допомогою якого обґрунтовано необхідність оптимізації площ насаджень сортів хмелю на основі принципів стохастичного моделювання. Шляхом використання методів лінійного та стохастичного моделювання обчислено оптимальні площі хмеленасаджень в окремому господарстві. Використання статистико-економічних методів дало змогу встановити залежність між стійкістю випадкових показників у динаміці й оптимальними площами насаджень окремого сорту хмелю.

Результати досліджень

Щільне розміщення плантацій хмелю відносно населених пунктів зумовлює обмеженість господарств у сезонних та тимчасових робітниках. Оскільки переважна більшість хмеленасаджень зайнята середньостиглими сортами, паралельно виникає проблема перевищення попиту на робочу силу в період збирання, який обмежується максимум одним місяцем, існуючої пропозиції.

Наслідком такого дефіциту є прострочення періоду збирання хмелю, що призводить до втрат врожаю, які складають 20–25 кг сухих шишок на 1 га за кожний день після закінчення оптимальних строків збирання [4]. Тому шляхом вирощування ранньо- та пізньостиглих сортів та оптимізації площ їх насаджень пропонується подовжити терміни збирання хмелесировини.

Існує й інший негативний момент вирощування сортів однієї групи стиглості. В разі несприятливих погодних умов у періоди цвітіння та формування шишок хмелю, які практично повністю співпадають у сортів однієї групи, існує суттєва ймовірність значного зменшення врожайності та вмісту α -кислот на всіх плантаціях. Вирощування сортів хмелю різної групи стиглості в цьому випадку дасть змогу зменшити зазначені виробничі ризики.

Для оптимізації площ з різними сортами хмелю варто застосовувати метод економіко-математичного моделювання. У разі переважання ручних робіт зі збирання хмелю особливістю, яку обов'язково слід враховувати в процесі моделювання, є обмежена кількість трудових ресурсів у цей період. Через те, що нормативи використання виробничих ресурсів однакові для всіх сортів, з метою спрощення розробки та розв'язання моделі, в якості критерію оптимальності пропонується використовувати максимум прибутку.

Економіко-математичну задачу сформульовано таким чином: визначити оптимальне співвідношення площ ($x_i \geq 0$) під різними сортами хмелю, яке б забезпечувало отримання максимального прибутку, виходячи з обсягу наявних ресурсів, планових рівнів урожайності, вмісту α -кислот, собівартості та ціни реалізації хмелю:

$$Z = \sum_{i \in I, j \in J} p_{ij} \cdot (y_{ij} \cdot \alpha_{ij}) \cdot x_{ij} - \sum c_{p_{ij}} \cdot x_{ij} + \sum c_{c_{ij}} \cdot x_{ij} \cdot y_{ij} \rightarrow \max, \quad (1)$$

при обмеженнях:

– щодо площі

$$\sum x_{ij} = S, (i \in I); \quad (2)$$

– щодо грошових ресурсів

$$\sum c_{p_{ij}} \cdot x_{ij} + \sum c_{c_{ij}} \cdot x_{ij} \cdot y_{ij} \leq C; \quad (3)$$

– щодо трудових ресурсів

а) всього, окрім періоду збирання:

$$\sum a_{p_{ij}} \cdot x_{ij} \leq L + A; \quad (4)$$

б) у період збирання:

$$a'_{c_{ij}} \cdot x_{ij} \cdot y_{ij} \leq L + A'_{ij}; \quad (5)$$

– щодо обмежень за окремими сортами:

$$S'_{ij} \leq x_{ij} \quad (6)$$

Введемо такі позначення:

I – множина груп сортів хмелю з різними строками визрівання;
 J – множина, елементи якої є номерами сортів хмелю;
 N – кількість років.

Змінні величини:

x_{ij} – шукане значення площі хмелю i -ї групи j -го сорту.

Постійні величини:

y_{ij} – урожайність хмелю i -ї групи j -го сорту;

α_{ij} – вміст α -кислот в 1 ц хмелю i -ї групи j -го сорту, виражений у частках одиниці;

p_{ij} – ціна реалізації 1 ц α -кислот i -ї групи j -го сорту;

$c_{p_{ij}}$ – постійні матеріальні затрати на 1 га хмелю i -ї групи j -го сорту;

$c_{c_{ij}}$ – змінні матеріальні затрати на 1 ц хмелю i -ї групи j -го сорту;

$a_{p_{ij}}$ – постійні затрати праці на 1 га хмелешпалери у період поза весняними роботами і збиранням урожаю i -ї групи j -го сорту;

$a'_{c_{ij}}$ – змінні затрати праці на збирання хмелю (у витрати не включаються прямі витрати праці механізаторів);

S – площа, відведена під хмеленасадження;

S'_{ij} – нижня межа площі насаджень під j -го сорту i -ї групи;

C – затрати фінансово-кредитних ресурсів;

L – максимально можливий рівень прямих витрат праці (за рахунок штатних робітників);

A – максимально можливий рівень прямих витрат праці (за рахунок сезонних робітників) у час поза періодом збирання хмелю i -ї групи j -го сорту;

A'_{ij} – максимально можливий рівень прямих витрат праці (за рахунок сезонних робітників) на збирання хмелю i -ї групи j -го сорту.

З огляду на невизначеність показників рівня урожайності та вмісту α -кислот наведену детерміновану модель пропонується перетворити на стохастичну. При цьому можна розв'язувати дві задачі, які передбачають: 1) максимізацію математичного очікування прибутку виробників хмелю за стохастичних обмежень, що виконуються зі заздалегідь визначеною ймовірністю (М-задача); 2) максимізацію ймовірності отримання значення цільової функції, вищого за наперед визначений рівень при стохастичних обмеженнях, що виконуються зі заздалегідь заданою ймовірністю (Р-задача). Кожна зі задач має певні особливості.

М-задача в загальному має такий вигляд:

$$Z = M \{ \sum v_{ij}(\omega) x_{ij} \} \rightarrow \max, \quad (7)$$

за обмежень:

$$P \{ \sum a_{cij}(\omega) x_{ij} - a_{p_{ij}} x_{ij} \leq B \} \geq p, \quad (8)$$

$$x_{ij} \geq 0, \quad \omega \in \Omega.$$

Модель передбачає максимізацію математичного очікування випадкової величини $V(\omega) = \sum v_{ij} x_{ij}$ за умови неперевихнення значення різниці між випадковою величиною $A(\omega) = \sum a_{ij}(\omega) x_{ij}$ (з математичним сподіванням $\sum \bar{a}_{cij}(\omega) x_{ij}$ та дисперсією $\sum \sigma_{A_{ij}}^2 x_{ij}^2$) та сталим значенням $a_{p_{ij}} x_{ij}$ заздалегідь визначеного числа B з ймовірністю не менше p . Припускаючи, що випадкова величина $A(\omega)$ розподілена за нормальним законом розподілу, стохастичне обмеження, на основі положень теорії ймовірності та методики, викладеної в [8, с. 391–400; 6], можна перетворити на детерміноване:

$$\Phi^{-1}(p) \sqrt{\sum \sigma_{A_{ij}}^2 x_{ij}^2} \geq B - \sum \bar{a}_{cij}(\omega) x_{ij} - \sum a_{p_{ij}} x_{ij}. \quad (9)$$

Отже, М-задача в загальному матиме такий вигляд:

$$Z = M \{ \sum v_{ij}(\omega) x_{ij} \} \rightarrow \max,$$

за обмежень:

$$\Phi^{-1}(p) \sqrt{\sum \sigma_{A_{ij}}^2 x_{ij}^2} \geq B - \sum \bar{a}_{cij}(\omega) x_{ij} - a_{p_{ij}} x_{ij},$$

$$x_{ij} \geq 0, \quad \omega \in \Omega.$$

Зважаючи на те, що, окрім рівня урожайності, нестійкістю через зміни погодних умов характеризується вміст α -кислот, значення якого є основним ціноутворюючим фактором на продукцію хмелярства, важливим вбачається врахування закону розподілу цього показника в цільовій функції. Тоді М-задача з лінійною цільовою функцією перетворюється на Р-задачу зі стохастичною функцією цілі:

$$Z = P \{ \sum v_{ij}(\omega) x_{ij} \geq Z_{\min} \} \rightarrow \max,$$

за обмежень:

$$P \{ \sum a_{cij}(\omega) x_{ij} - a_{p_{ij}} x_{ij} \leq B \} \geq p,$$

$$x_{ij} \geq 0, \quad \omega \in \Omega.$$

Критерієм у Р-задачі є максимізація ймовірності отримання прибутку $\sum v_{ij}(\omega) x_{ij}$, більшого за мінімально запланований рівень Z_{\min} . Перетворення стохастичної задачі, здійснене за методикою В.В. Глушечського [5, с. 147–153], дало змогу отримати такий нелінійний детермінований еквівалент цільової функції:

$$Z = \frac{\sum \bar{v}_{ij}(\omega)x_{ij} - Z_{\min}}{\sqrt{\sum \sigma_{v_{ij}}^2 x_{ij}^2}} \rightarrow \max, \quad (10)$$

де $\sum \bar{v}_{ij}(\omega)x_{ij}$ – математичне сподівання випадкової величини $\sum v_{ij}(\omega)x_{ij}$;
 $\sum \sigma_{v_{ij}}^2 x_{ij}^2$ – середньоквадратичне відхилення випадкової величини $\sum v_{ij}(\omega)x_{ij}$;
 Z_{\min} – мінімальне значення випадкової величини $\sum v_{ij}(\omega)x_{ij}$.

Тоді Р-модель у детермінованому вигляді описується так:

$$Z = \frac{\sum \bar{v}_{ij}(\omega)x_{ij} - Z_{\min}}{\sqrt{\sum \sigma_{v_{ij}}^2 x_{ij}^2}} \rightarrow \max,$$

за обмежень:

$$\Phi^{-1}(p)\sqrt{\sum \sigma_{A_{ij}}^2 x_{ij}^2} \geq B - \sum \bar{a}_{c_{ij}}(\omega)x_{ij} - a_{p_{ij}}x_{ij},$$

$$x_{ij} \geq 0, \quad \omega \in \Omega.$$

Оскільки в традиційній моделі, наведеній раніше, випадковими є урожайність та вміст α -кислот, цільова функція (1) перетвориться на (7 та 10), а обмеження (3 та 5) – на (9). Отже, стохастична Р-модель оптимізації площ насаджень сортів хмелю різними строками визрівання в детермінованому еквіваленті матиме вигляд:

$$\text{Р-модель: } Z = \frac{\sum \bar{v}_{ij}(\omega)x_{ij} - Z_{\min}}{\sqrt{\sum \sigma_{v_{ij}}^2 x_{ij}^2}} \rightarrow \max \quad \left(\sum v_{ij} = V(\omega), \quad \omega \in \Omega\right),$$

за обмежень:

– щодо площі

$$\sum x_{ij} = S, \quad (i \in I);$$

– щодо грошових ресурсів

$$\Phi^{-1}(p_c)\sqrt{\sum \sigma_{c_{ij}}^2 x_{ij}^2} \geq C - \sum \bar{c}_{ij}(\omega)x_{ij} - \sum c_{p_{ij}} \quad \left(\sum c_{ij} = C(\omega), \quad \omega \in \Omega\right),$$

– щодо трудових ресурсів

а) всього, окрім періоду збирання

$$\sum a_{p_{ij}} \cdot x_{ij} \leq L + A;$$

б) у період збирання

$$\Phi^{-1}(p_{A'})\sqrt{\sigma_{A'_{ij}}^2 x_{ij}^2} \geq (L + A'_{ij}) - \bar{a}'_{ij}(\omega)x_{ij} \quad \left(a'_{ij} = A(\omega), \quad \omega \in \Omega\right),$$

– щодо обмежень за окремими сортами

$$S'_{ij} \leq x_{ij}.$$

Введемо позначення:

I – множина груп сортів хмелю з різними строками визрівання;

J – множина, елементи якої є номерами сортів хмелю.

Змінні величини:

x_{ij} – шукане значення площі хмелю i -ї групи j -го сорту.

Постійні величини:

$\bar{v}_{ij}(\omega)$ – середнє значення прибутку на 1 га хмелешпалери під j -го сортом i -ї групи;

σ_{vij}^2 – дисперсія прибутку на 1 га хмелешпалери під j -го сортом i -ї групи;

c_{pij} – постійні витрати грошових ресурсів на 1 га хмеленасаджень j -го сорту i -ї групи;

$\bar{c}_{ij}(\omega)$ – середнє значення матеріальних витрат на 1 га хмелю i -ї групи j -го сорту;

σ_{cij}^2 – дисперсія матеріальних витрат на 1 га хмелю i -ї групи j -го сорту;

a_{pij} – постійні затрати праці на 1 га хмелешпалери в період поза весняними роботами і збиранням урожаю i -ї групи j -го сорту;

\bar{a}'_{ij} – середнє значення витрат на збирання хмелю i -ї групи j -го сорту з 1 га хмелешпалери;

$\sigma_{a'ij}^2$ – дисперсія витрат на збирання хмелю i -ї групи j -го сорту з 1 га хмелешпалери;

S – площа, відведена під хмеленасадження;

S'_{ij} – нижня межа площі насаджень під j -го сорту i -ї групи;

$p_{A'}$ – необхідна ймовірність виконання умови обмеження;

C – затрати фінансово-кредитних ресурсів;

L – максимально можливий рівень прямих витрат праці (за рахунок штатних робітників);

A – максимально можливий рівень прямих витрат праці (за рахунок сезонних та тимчасових робітників) у час поза періодом збирання хмелю i -ї групи j -го сорту;

A'_{ij} – максимально можливий рівень прямих витрат праці (за рахунок сезонних та тимчасових робітників) на збирання хмелю i -ї групи j -го сорту;

Z_{\min} – мінімальне значення прибутку, яке влаштовує господарство.

Зважаючи на те, що вітчизняні хмелярі прагнуть до збільшення рівня механізації виробництва хмелесировини, у перспективі проблема нестачі кваліфікованих кадрів у процесі збирання врожаю має зникнути. Тоді критеріями вибору сортів стануть, по-перше, забезпечення мінімальних партій для завантаження гранулятора та реалізації гранул пивзаводам і, по-друге, варіація урожайності та вмісту α -кислот у розрізі сортів. При цьому виробник буде вибирати ті сорти хмелю, що є найбільш продуктивними та стійкими до змін природо-кліматичних умов його регіону. Однак слід зазначити, що диверсифікацією виробництва шляхом вирощування сортів з різними строками визрівання також не можна нехтувати, оскільки вона є своєрідним превентивним заходом втрати всього врожаю через несприятливі погодні умови в окремий період, визначальний для сортів лише однієї групи.

Розроблену модель перевірено на прикладі приватної агрофірми (ПАФ) „Дружба” Черняхівського району Житомирської області, яке має в розпорядженні 22,8 га хмелешпалери. У господарстві вирощують 5 сортів хмелю, а саме: Альту, Заграву, Злато Полісся, Клон-18, Гайдамацький. Згідно з висновками науковців [1, с. 276–277], урожайність сільськогосподарських культур розподілена за нормальним законом. Справедливим вважається і положення про те, що відсоток вмісту α -кислот також коливається у певних межах відносно середнього значення цього показника. Для підтвердження зазначеного розподіл рівнів урожайності та вмісту α -кислот перевірено на відповідність нормальному закону. Результати аналізу підтверджують наведені гіпотези і дають підстави використовувати наведені раніше детерміновані аналоги цільової функції та стохастичних обмежень.

Оптимізаційну модель розроблено на основі даних про наявні в господарстві ресурси. Статистичні характеристики випадкових показників розраховано на базі даних про рівень урожайності та вмісту α -кислот у кожному сорті хмелю за останні 5 років. При цьому, на думку спеціалістів господарства, ймовірність виконання умов обмежень має бути не меншою 0,85, а обсяг мінімально необхідного прибутку складає 84 тис. грн.

Для наочної ілюстрації використання стохастичної моделі здійснено аналіз результатів рішення традиційної моделі та М- і Р-моделей. Визначено, що розв'язання стохастичних аналогів моделі передбачає скорочення оптимальних площ насаджень найбільш продуктивного сорту – Заграви – порівняно з результатами традиційної постановки задачі. Це пояснюється нестійкістю врожайності цього сорту в динаміці. Високий рівень середньоквадратичного відхилення урожайності сорту Альта скорочує можливість вчасного збирання очікуваного врожаю із ймовірністю, не меншою 0,85. Оскільки сорти Заграва, Гайдамацький та Злато Полісся характеризуються меншими коливаннями виходу хмелесировини з 1 га, звільнені площі варто відвести саме під ці сорти. Врахування ризику зміни врожайності хмелю призводить до зменшення очікуваного прибутку на 32,86 тис. грн порівняно з традиційною. Однак значення

цього показника все одно вище, ніж при фактичному розподілі площ, на 196 тис. грн (табл. 1).

У процесі дослідження з'ясовано, що результати розв'язання М- та Р-моделей є однаковими. При цьому врахування невизначеності врожайності та вмісту α -кислот передбачає скорочення оптимальних площ насаджень найбільш продуктивних сортів – Альти, Заграви та Гайдамацького – порівняно з результатами традиційної постановки задачі, що пояснюється нестійкістю урожайності цих сортів у динаміці. Для досягнення максимального рівня ймовірності отримання прибутку, більшого за 84 тис. грн, необхідним є одночасне забезпечення мінімального значення знаменника цільової функції, тобто середньоквадратичного відхилення загального прибутку, та максимального – чисельника. Високий рівень середньоквадратичного відхилення урожайності сортів Альта, Заграда й Гайдамацький скорочує можливість вчасного збирання очікуваного врожаю із ймовірністю, не меншою 0,85. Оскільки сорт Злато Полісся характеризується найменшим коливанням виходу хмелесировини з 1 га, звільнені площі варто відвести саме під цей сорт.

Таблиця 1. Результати оптимізації площ хмеленасаджень в ПАФ „Дружба”

Показники	Сорти хмелю					Всього
	ранньо-стигли	середньостиглі			пізньо-стигли	
	Альта	Клон-18	Злато Полісся	Заграда	Гайдамацький	
Оптимальна площа насаджень, га	7,33	0,00	4,60	4,69	6,18	22,80
Прямі затрати праці (за винятком періоду збирання), тис. люд.-год	14,99	0,00	9,40	9,59	12,64	46,62
Прямі затрати праці у період збирання урожаю, тис. люд.-год, у т.ч.: ранньостиглих сортів	8,40	–	–	–	–	8,40
середньостиглих сортів	–	0,00	3,03	5,25	–	8,28
пізньостиглих сортів	–	–	–	–	8,82	8,82
Собівартість виробництва хмелю, тис. грн	309,57	0,00	109,83	195,17	317,82	932,39
Очікуваний прибуток (традиційна модель), тис. грн	132,53	0,00	-31,45	89,24	-53,24	137,08
Очікуваний прибуток (М- та Р-моделі), тис. грн	119,63	0,00	-43,03	79,28	-51,66	104,22
Фактичний прибуток, тис. грн	68,30	-93,64	-31,45	36,89	-71,88	-91,78

Джерело: власні дослідження.

Слід, однак, зазначити, що ситуація, яка склалася в ПАФ „Дружба”, є скоріше винятком, оскільки рівень урожайності та вмісту α -кислот, особливо в сорті Альта, в цьому господарстві є одним з найвищих у країні. При цьому в більшості господарств урожайність та вміст α -кислот по сортах не настільки різняться між собою, проте коливання цих показників є істотними. Тому, на нашу думку, використання Р-моделі є більш прийнятною для хмелегосподарств, ніж умови М-моделі.

Виходячи з наведеного, можна зробити певні припущення. По-перше, врахування невизначеності продуктивності сортів хмелю при оптимізації площ насаджень зумовлює скорочення обсягу очікуваного прибутку. Проте, оскільки при стохастичному моделюванні враховуються можливі відхилення рівнів урожайності та вмісту α -кислот, воно дає більш реалістичні результати порівняно із традиційними лінійними моделями. По-друге, вигідніше вирощувати ті сорти, які характеризуються меншим рівнем коливання показників урожайності та вмісту α -кислот (табл. 2).

Таблиця 2. Взаємозв'язок структури хмеленасаджень та рівня стійкості ймовірнісних параметрів стохастичних моделей у ПАФ „Дружба”

Сорт	Оптимальна площа насаджень, га	Частка сорту в загальній площі, %	Коефіцієнт варіації, %	
			урожайності, ц/га	вмісту α -кислот, %
Альта	7,33	32,15	8,26	21,22
Клон-18	0,00	0,00	18,21	33,21
Злато Полісся	3,05	13,37	23,89	11,08
Заграва	4,62	20,25	5,89	19,71
Гайдамацький	7,80	34,22	24,51	32,52
Всього	22,80	100,00	–	–
Коефіцієнт кореляції площі та середньоквадратичного відхилення	–	–	-0,15	-0,02

Джерело: власні дослідження.

Від'ємні значення коефіцієнтів кореляції площ насаджень хмелю й коефіцієнтів варіації урожайності та вмісту α -кислот в 1 ц хмелесировини підтверджують перевагу вирощування сортів, врожайність та вміст α -кислот яких є більш стійкими в динаміці. Іншими словами, хмелегосподарствам рекомендується віддавати перевагу сортам хмелю, які характеризуються меншим рівнем виробничих ризиків.

Висновки

В цілому, використання методу стохастичного економіко-математичного моделювання в процесі прийняття рішення щодо розподілу площ хмеленасаджень, залежно від наявних трудових ресурсів, дає змогу підвищити ефективність вирощування хмелю в умовах невизначеності. При цьому виробникам хмелю варто вирощувати сорти, середньоквадратичні відхилення врожайності та вмісту α -кислот яких є меншими. Вирощування ж сортів хмелю з різними строками визрівання дасть змогу запобігти втраті всього обсягу врожаю.

Перспективи подальших досліджень

Зважаючи на стратегічний характер дії запропонованого методу ризик-менеджменту, необхідним також вважається виявлення особливостей інструментів управління ризиком у хмелярстві, використання яких дасть змогу відносно оперативно реагувати на постійні зміни зовнішнього та внутрішнього середовища. В цьому аспекті варто виділити оптимізацію інтенсивності проведення робіт і страхування врожаю хмелю, які розробляються та провадяться строком на рік.

Література

1. *Андрійчук В.Г.* Менеджмент: прийняття рішень і ризик: навч. посіб. / В.Г. Андрійчук, Л. Бауер. – К.: КНЕУ, 1998. – 316 с.
2. *Андрійчук В.Г.* Математическое моделирование экономических процессов сельскохозяйственного производства: учеб. пособ. / В.Г. Андрийчук, С.И. Наконечный. – К.: КИНХ, 1980. – 99 с.
3. *Браславец М.Е.* Экономико-математические методы в организации и планировании сельскохозяйственного производства: учеб. [для экон. с.-х. вузов] / М.Е. Браславец. – М.: Экономика, 1971. – 358 с.
4. Хміль України. Втрати від порушення термінів збирання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://hop.com.ua/dovidnik/dov_08.htm.
5. *Глуцєвський В.В.* Рішення задачі адаптивного планування розвитку та розміщення виробництва з оптимальним розподілом інвестиційних ресурсів методами стохастичного програмування / В.В. Глуцєвський // Моделювання та інформаційні системи в економіці. – 2008. – Вип. 78. – С. 145–160.
6. Економіко-математичне моделювання процесів відтворення у сільському господарстві: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук: 08.03.02 [Електронний ресурс] / *В.М. Кравченко*; Дніпропетр. нац. ун-т. – Дніпропетровськ, 2003. – 18 с. – Режим доступу: <http://www.nbu.gov.ua/eb/ep.html>.
7. *Кравченко Р.Г.* Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве / Р.Г. Кравченко. – М.: Колос, 1978. – 424 с.
8. *Наконечный С.И.* Математичне програмування: навч. посіб. / С.І. Наконечний, С.С. Савіна. – К.: КНЕУ, 2003. – 452 с.

13. *Тунеев М.М.* Экономико-математические методы в организации и планировании сельскохозяйственного производства / М.М. Тунеев, В.Ф. Сухоруков. – М.: Колос, 1986. – 144 с.