

## ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГРИБІВ

Маджар А. І., email [nastya27082@gmail.com](mailto:nastya27082@gmail.com)

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

При підготовці фахівців для професійної діяльності у сфері виробництва та управління якістю і безпечністю харчових продуктів основною задачею є формування професійних компетентностей, які дозволяють здійснювати комплекс організаційних і технологічних заходів для підвищення ефективності функціонування підприємств і закладів харчової промисловості. Фахівці даної сфери повинні засвоїти основні поняття і принципи проектування та функціонування підприємств харчової промисловості і закладів ресторанного господарства, системи управління якістю та безпечністю харчових продуктів, сутність та параметри технологічних процесів виробництва харчових продуктів, принципи розроблення нових та удосконалення існуючих харчових технологій, правила застосування чинної законодавчої і нормативної бази, системи аналізу маркетингової діяльності у виробничих умовах, методики і методи контролю якості та безпечності харчових продуктів, планування і розрахунок потреби у матеріальних, фінансових і трудових ресурсах.

Освітня професійна програма підготовки спеціалістів харчової галузі визначає інтегральну компетентність як здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми технічного і технологічного характеру, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов у виробничих умовах підприємств харчової промисловості та ресторанного господарства та у процесі навчання, що передбачає застосування теоретичних основ та методів харчових технологій.

Серед фахових компетенцій є такі як здатність розробляти нові та удосконалювати існуючі харчові технології з врахуванням принципів раціонального харчування, ресурсозаощадження та інтенсифікації технологічних процесів; здатність проектувати нові або модернізувати діючі виробництва.

Для виконання поставлених задач необхідний міцний фундамент теоретичної та практичної підготовки здобувачів вищої освіти. Першою ланкою у процесі формування низки професійних компетенцій спеціалістів харчової сфери є забезпечення свідомого оволодіння системою математичних знань, умінь і навичок, які необхідні для подальшого глибокого засвоєння багатьох базових та професійно-орієнтованих дисциплін, а також застосування їх у практичній діяльності.

**Мета дослідження** – показати шляхи оволодіння теоретичними засадами, основними принципами та інструментарієм математичного апарату, який використовується при вирішенні практичних задач у сфері харчових технологій на прикладі застосування методів лінійного програмування для оптимізації суміші для вирощування грибів, розвиток навичок творчого дослідження та математичного моделювання технологічного процесу виробництва печериць.

Білі круглі печериці (рис.1) охрестили як «лісове м'ясо», оскільки в них міститься багато білка. Головна привабливість і користь грибів перебуває в їх збалансованому складі всіх цінних для організму людини компонентів. В грибах міститься цілих 18 амінокислот: і лейцин, і глютамін, аргінін та інші корисні амінокислоти, які надають сприятливу дію на людський організм. Так, в 100 грамах грибів міститься 4 г білка, 3 г вуглеводів і всього 1 г жиру. Кожен з цих компонентів повністю буде засвоюватися організмом. У складі грибів, крім того, є корисні органічні кислоти: масляна кислота, пальмітинова і стеаринова. Також вони містять величезну кількість вітаміну А, всю групу вітаміну В, вітаміни РР, Е і D. При цьому, гриби досить низькокалорійний і дієтичний продукт, адже на 90% складаються з води. Гриби сприятливо впливають на нервову систему, роблять шкіру здоровою, покращують стан нігтів і волосся.



Рисунок 1 - Гриби печериці

Для того щоб цілий рік готувати з грибів різні страви, можна виростити печериці самостійно. Не потрібно бути професіоналом, головне - вивчити технологію вирощування печериць і дотримуватися деяких правил. Правило перше - вирощувати гриби потрібно тільки в сирому і темному місці. Метод вирощування грибів, коли компост закладають не в ящики або стелажі (рис.2), а укладають в поліетиленові мішки і підвішують в приміщенні. Такий метод більше підходить для малих підприємств і приватних осіб, які не мають змоги обробляти компост паром. Вражений мішок можна прибрати з приміщення в будь-який момент без втрати і зараження решти міцелію. Крім цього, вирощування грибів в мішках дозволяє економити місце в приміщенні і використовувати його максимально ефективно.

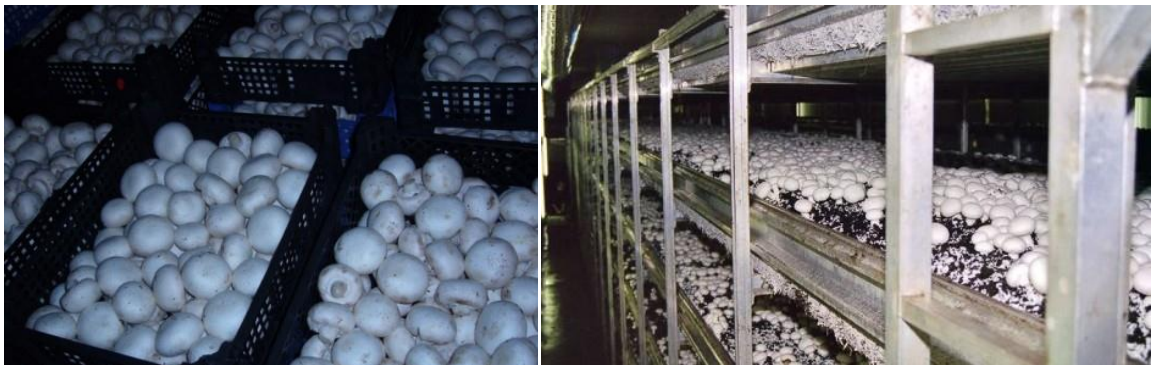


Рисунок 2 – Грибні компостні блоки

Розглянемо задачу складання суміші для виробництва грибів, при цьому вартість отриманого продукту була мінімальною при заданих цінах на складові компоненти. Знайти оптимальне сполучення компонентів субстрату для приготування компосту масою 300 кг поживної суміші для закладки грибниці печериць площею до 3м<sup>2</sup>. Норми витрат компонент кожного виду суміші на виготовлення 1 кг поживної суміші, величина затрат для кожного виду компонент, загальна кількість субстрату двох видів надані в таблиці 1.

Таблиця 1 – Норми витрат та загальна кількість компонент субстрату

Види субстрату	Норми витрат компонент на одиницю маси суміші						Загальна кількість субстрату
	A	B	C	D	E	K	
I	3	3	0,02	0,023	0,027	0,017	607
II	1,5	1,5	4,5	0,105	0,12	0,075	250
Затрати (грн.)	825	7,65	15,87	0,8	2,88	1,07	

Розглядається два види компосту для приготування одного з популярних видів грибів в з різними інгредієнтами. В якості компосту використовують солому, кінський або курячий гній, воду, гіпс. Це основні компоненти, які додають в певній послідовності та перемішують.

Крім того, використовують мінеральні добавки у вигляді, сечовини, суперфосфату та інші для підвищення якості субстрату. В залежності від використання цих складових змінюється склад суміші, а, значить, якість та вміст поживних речовин грибів. Для складання математичної моделі двох сумішей обрано шість компонентів зі значеннями маси кожної складової. Основним компонентом першої суміші є гній, який використовується разом з соломною, сечовиною, гіпсом, суперфосфатом та крейдою. У випадку використання пташиного посліду пропорції змінюються: на 100 кг посліду треба брати соломи такої ж маси, 300 л води, 7 кг гіпсу, 8 кг суперфосфату і 5 кг алебастру.

Першим етапом є аналіз процесу та побудова його математичної моделі. Введемо позначення:  $x_1$  – кількість компоненту А суміші (у кг);  $x_2$  - кількість компоненту В суміші (у кг);  $x_3$  - кількість компоненту С суміші (у л);  $x_4$  - кількість компоненту D суміші (у кг);  $x_5$  - кількість компоненту Е суміші (у г);  $x_6$  - кількість компоненту К суміші (у г). Тоді компоненти А при складанні суміші треба взяти р  $x_1$ ; компоненти В - взяти р  $x_2$ ; компоненти С - р  $x_3$ ; компоненти D - взяти р  $x_4$ ; компоненти Е - взяти р  $x_5$ ; компоненти К - взяти р  $x_6$ .

Складемо обмеження:

по масі  $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 = 300$ ;

по складовим першого виду суміші

$200 \cdot 3 \cdot x_1 + 1,7 \cdot 3 \cdot x_2 + 6,25 \cdot 0,02 \cdot x_3 + 6,25 \cdot 0,023 \cdot x_4 + 19,6 \cdot 0,027 \cdot x_5 + 10 \cdot 0,017 \cdot x_6 \leq 607$ ;

по складовим другого виду суміші

$150 \cdot 1,5 \cdot x_1 + 1,7 \cdot 1,5 \cdot x_2 + 35 \cdot 0,45 \cdot x_3 + 6,25 \cdot 0,105 \cdot x_4 + 19,6 \cdot 0,12 \cdot x_5 + 12 \cdot 0,075 \cdot x_6 \leq 250$ ;

Крім того, за змістом змінні не можуть бути від'ємними:  $x_1 \geq 0$ ,  $x_2 \geq 0$ ,  $x_3 \geq 0$ .

Складаємо функцію:  $F = 825 \cdot x_1 + 7,65 \cdot x_2 + 15,87 \cdot x_3 + 0,8x_4 + 2,88x_5 + 1,07 x_6 \rightarrow \min$ .

Отримана функція F при заданих обмеженнях є математичною моделлю даної задачі.

**Висновки.** Розглянуто питання моделювання (побудови моделі) процесу виробництва грибів. Проведено аналіз основних етапів технологічної схеми виготовлення суміші, різних технологій виготовлення компосту, норм витрат складових компонентів субстрату. При дослідженні даного процесу показано, що математична підготовка є необхідною складовою формування професійних компетентностей висококваліфікованих спеціалістів харчової промисловості. Математичне моделювання зводиться не тільки до виявлення закономірностей, але й всієї різноманітності їх кількісних розв'язків.

#### Список використаних джерел:

1. Жалдак М.І., Триус Ю.В. Основи теорії і методів оптимізації. Черкаси: Брама Україна, 2005. 608 с.

2. Іщенко О. А. Роль вищої математики у формуванні загальних компетентностей здобувачів вищої освіти. Проблеми вищої математичної освіти: виклики сучасності. *Збірник матеріалів Міжнародної науково-методичної інтернет-конференції ВНТУ*. Вінниця: ВНТУ, 2020. URL:

[https://scholar.google.com.ua/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=ru&user=NicNC9gAAA&AJ&sortby=pubdate&citation\\_for\\_view=NicNC9gAAAAJ:hC7cP41nSMkC](https://scholar.google.com.ua/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=NicNC9gAAA&AJ&sortby=pubdate&citation_for_view=NicNC9gAAAAJ:hC7cP41nSMkC) (дата звернення 10.09.2021)

3. Іщенко О.А., Назарова О.П. Деякі аспекти формування компетенцій при викладанні дисциплін математичного профіля. Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації: *збірник наукових праць Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції*, 29 січня 2021 р. Переяслав: ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет ім. Г. Сковороди, 2021. Вип. 67. С. 323-326. URL:

[https://scholar.google.com.ua/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=ru&user=NicNC9gAAA&AJ&sortby=pubdate&citation\\_for\\_view=NicNC9gAAAAJ:ZH01McVdvXMC](https://scholar.google.com.ua/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=NicNC9gAAA&AJ&sortby=pubdate&citation_for_view=NicNC9gAAAAJ:ZH01McVdvXMC) (дата звернення 15.10.2021)

**Науковий керівник:** Іщенко О.А., к.т.н., ст. викладач кафедри вищої математики і фізики, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного