

Н.В. Сарафаннікова

## ПЛАНУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ

*Анотація. Розвиток виробництва молочної продукції із значним збільшенням сортаменту готової продукції технологічної модернізації підприємств, підвищення науково-технічного забезпечення і застосування сучасних систем керування виробництвом. Для забезпечення ефективного виробництва молочної продукції необхідно з ряду задач вирішувати задачу оптимізації планування технічного завдання виробництва. Планування технічного завдання представлено задачею лінійного програмування і розв'язано за допомогою симплекс-методу. Оптимізація проводилась за параметром максимального прибутку підприємства.*

*Ключові слова: підприємство, виробництво молочної продукції; планування технічного завдання, функціонал цілі, управління виробництвом, параметри готової продукції.*

### Постановка проблеми

За останні десятиріччя спостерігається розвиток виробництва молочної продукції зі значним збільшенням сортаменту виробів. Значне відставання вітчизняних технологій харчової промисловості від рівня іноземних виробництв призводить до неможливості випуску якісної конкурентноспроможної продукції через недостатній рівень техніки і технологій, підвищену енергоємність та трудомісткість виробництва і його незадовільну організацію. Підвищення якості продукції і її конкурентноспроможності може бути досягнуто шляхом технологічної модернізації підприємств, підвищенням рівня науково-технічного та кадрового забезпечення галузі, а також застосуванням сучасних систем керування виробництвом – інтегрованих автоматизованих систем управління. Тому постає гостра необхідність переглянути концепцію організації та управління виробництвом молочної продукції в цілому [1-3].

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Для забезпечення ефективного виробництва молочної продукції необхідно розв'язувати такі задачі:

- послідовність аналізування і прогнозування процесів;
- підвищення ефективності виробництва задля скорочення витрат;
- забезпечення стабільності показників якості продукції;
- прийняття оптимальних рішень на основі аналізу даних;
- організації управління корпоративними джерелами інформації [4-5].

Отож управління виробництвом молочної продукції є задачею комбінованою з рядом пунктів: задача планування виробництвом (оптимальний розмір партії); задача розподілу ресурсів (по окремим типам обладнання); календарне планування (послідовність виконання операцій виробництва). Перераховані три задачі неможливо виконувати ізольовано одну від одної, тому їх розв'язують відповідно послідовно одну за одною, причому оптимальний параметр завдання вибирається на базі оптимального параметра попередньої задачі. Але така послідовна оптимізація окремих підзадач не завжди призводить до оптимального розв'язання задачі в цілому. Тому для розв'язання комбінованих задач необхідно використовувати відповідні стандартні методи оптимізації, які дадуть можливість наблизитися до шуканого рішення комбінованої задачі як найближче, а остаточне рішення буде прийматися на верхньому рівні управління керівником підприємства.

### **Постановка завдання**

Необхідно здійснити оптимізацію випуску готової продукції із заздалегідь відомими параметрами якості для здобуття більшого прибутку підприємством.

### **Основна частина**

Технологія виробництва молочної продукції є розгалуженою і складною системою. Для раціонального планування технічного завдання виробництва необхідно дослідити технологічний процес. Більшість операцій на сучасних молочних заводах цілком механізовано. Функціональну схему виробництва найбільш поширеної молочної продукції (питне молоко, кефір і сметана) відображено на рисунку 1.

Метою планування оптимального складу молочної продукції є встановлення функціональної залежності між властивостями сировини і властивостями готових виробів. Адже необхідно зважати на те, що споживчі властивості молочної продукції різного призначення мають певні розходження. Технологія процесу змішування повинна здійснюватися на підставі науково обґрунтованих методів, а розрахунок складу продукції має виконуватися окремо для кожного виду продукції.

Оптимальний склад продукції і планування технічного завдання доцільно проводити методами лінійного програмування [6].

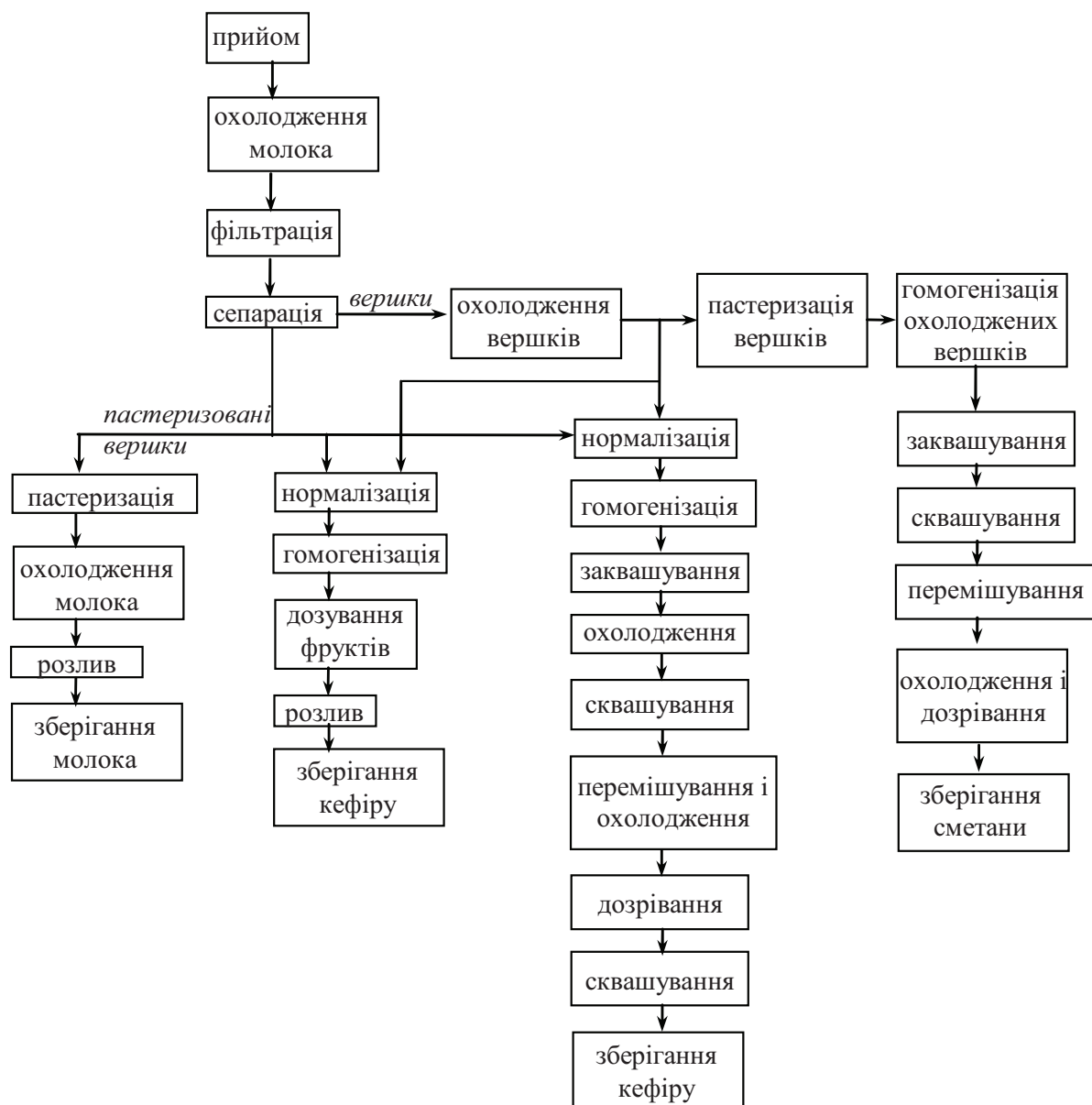


Рисунок 1 - Функціональна схема виробництва молочної продукції

Методами сучасної математичної статистики визначають залежність між показниками, які характеризують ту або іншу якість сировини у складі суміші, якщо відомо суму якісних показників що складаються і доля їхньої участі в суміші. Визначивши показники кожного з компонентів, підбирають таку характеристику властивостей суміші, що потрібна для одержання окремої властивості в готовій продукції.

Таким чином технологічні показники суміші, що складають з  $n$ -го числа компонентів мають вид:

$$Y_i = A_1 X_1 K_1 + A_2 X_2 K_2 + \dots + \sum_{i=1}^n A_i X_i K_i, \quad (1)$$

де  $Y_i$  - показник якості готової продукції;  $A_i$  - показник певної властивості компонентів суміші;  $K_i$  - коефіцієнти, що враховують зміну властивостей одних компонентів під впливом інших.

При цьому вважається, що кожен компонент вносить у суміш властивість пропорційну участі на паях у суміші:

$$Y_i = A_1 X_1 + A_2 X_2 + \dots + A_n X_n \quad (2)$$

Витрати сировини при виробництві різних видів молочної продукції зведено у таблицю 1.

Таблиця 1

Витрати сировини на виробництво молочної продукції

Вид сировини	Види молочної продукції							Запас сировини
	Молоко 2,5%»	Молоко 3,2%	Сметана 15%	Сметана 20%	Сметана 30%	кефір	йогурт	
1.молоко	$A_{11}$	$A_{12}$	$A_{13}$	$A_{14}$	$A_{15}$	$A_{16}$	$A_{17}$	$Q_1$
2.вершки	$A_{21}$	$A_{22}$	$A_{23}$	$A_{24}$	$A_{25}$	$A_{26}$	$A_{27}$	$Q_2$
3.добавки	$A_{31}$	$A_{32}$	$A_{33}$	$A_{34}$	$A_{35}$	$A_{36}$	$A_{37}$	$Q_3$

Залежно від кількості проєктованих властивостей багатокомпонентної суміші складається система лінійних рівнянь з формули (2), що і являє собою математичну модель багатокомпонентної суміші для вироблення молочної продукції із заданими показниками властивостей продукції.

$$\begin{cases} Y_1 = A_{11}X_1 + A_{12}X_2 + A_{13}X_3 + A_{14}X_4 + A_{15}X_5 + A_{16}X_6 + A_{17}X_7 \leq Q_1 \\ Y_2 = A_{21}X_1 + A_{22}X_2 + A_{23}X_3 + A_{24}X_4 + A_{25}X_5 + A_{26}X_6 + A_{27}X_7 \leq Q_2 \\ Y_3 = A_{31}X_1 + A_{32}X_2 + A_{33}X_3 + A_{34}X_4 + A_{35}X_5 + A_{36}X_6 + A_{37}X_7 \leq Q_3 \end{cases} \quad (3)$$

Ця система ураховує всі показники властивостей готових виробів і являє приклад розрахунку суміші, що складається з трьох компонентів для вироблення молочної продукції. Таким чином необхідно знайти значення, при яких дотримуються задані вимоги до продукції і забезпечується мінімум її вартості й максимум резерву здатності:

$$F_{\min} = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + C_4X_4 + C_5X_5 + C_6X_6 + C_7X_7 \quad (4)$$

де  $F_{\min}$  - цільова функція;  $C_1..C_7$  - оптова ціна і-го продукту за 1 кг, грн.

Для розв'язання задачі лінійного програмування доцільно застосувати симплекс – метод, який дозволить здійснити цільовий перебор допустимих планів у такий спосіб, що на кожному кроці здійснюється перехід від одного опорного плану до наступного, який за значенням цільової функції був би хоча б не гіршим чим попередній. Значення функціонала при переході змінюється в потрібному напрямку: збільшується (для задачі на максимум) чи зменшується (для задачі на мінімум).

Визначення нових опорних планів полягає у виборі вектора, який слід ввести в базис, і вектора, який необхідно вивести з базису. Така процедура відповідає переходу від одного базису до іншого за допомогою методу Жордана – Гаусса.

Отже після визначення змісту компонентів у суміші можна приступати до розв'язання основної задачі, до проектування багатокомпонентних сумішей із заданими споживчими властивостями молочних виробів відповідно до вище викладеної послідовності.

Приклад витрат сировини при виробництві різних видів молочної продукції наведено у таблиці 2.

## Витрати сировини на виробництво молочної продукції

Вид сировини	Види молочної продукції							Запас сировини
	Мо-локо 2,5» %	Мо-локо 3,2%	Сме-тана 15%	Сме-тана 20%	Смета-на 30%	кефір	йо-гурт	
1.молоко	0.8805	0.841	0.4712	0.33	0.115	0.7948	0.9061	Q <sub>1</sub>
2.вершки	0.1195	0.159	0.4718	0.355	0.835	0.849	0.0069	Q <sub>2</sub>
3.добавки	0	0	0.5	0.25	0.05	0.5	0.087	Q <sub>3</sub>
Вартість	3.8	4.3	5.8	6.3	6.9	5.4	7.9	

За даними система рівнянь (3) буде мати вигляд

$$\begin{cases} 0.8805X_1 + 0.841X_2 + 0.4712X_3 + 0.33X_4 + 0.115X_5 + 0.7948X_6 + 0.9061X_7 \leq Q_1 \\ 0.1195X_1 + 0.159X_2 + 0.4718X_3 + 0.355X_4 + 0.835X_5 + 0.849X_6 + 0.0069X_7 \leq Q_2 \\ 0X_1 + 0X_2 + 0.5X_3 + 0.25X_4 + 0.05X_5 + 0.5X_6 + 0.087X_7 \leq Q_3 \end{cases}$$

Якщо уточнити, що поступило сировини 1000 кг в результаті процесу сепарації отримуємо 79,46% молока = 794,6 кг, вершки 195,4 кг, втрати складають 1% = 10 кг. Тоді обмеження для виробництва молочної продукції із заданими показниками властивостей продукції мають вид:

$$\begin{cases} 0.8805X_1 + 0.841X_2 + 0.4712X_3 + 0.33X_4 + 0.115X_5 + 0.7948X_6 + 0.9061X_7 \leq 794.6 \\ 0.1195X_1 + 0.159X_2 + 0.4718X_3 + 0.355X_4 + 0.835X_5 + 0.849X_6 + 0.0069X_7 \leq 195.4 \\ 0X_1 + 0X_2 + 0.5X_3 + 0.25X_4 + 0.05X_5 + 0.5X_6 + 0.087X_7 \leq 70 \end{cases}$$

Розв'язання системи здійснюється методами лінійної математики з використанням сучасних комп'ютерних технологій.

Оптимальний розподіл неоднорідних ресурсів після оптимізації фіксується у векторі (x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>, x<sub>3</sub>, x<sub>4</sub>, x<sub>5</sub>, x<sub>6</sub>, x<sub>7</sub>) і дорівнює (0, 148.48, 0, 0, 146.194, 0, 720.578). За отриманим вектором витікає, що вироби x<sub>1</sub>, x<sub>3</sub>, x<sub>4</sub>, x<sub>6</sub> виготовляти не вигідно, а потрібно виробляти другий виріб – молоко 3.2%, п'ятий – сметану 30% і сьомий – йогурт. Такий оптимальний розподіл ресурсів забезпечить здобуття максимального прибутку підприємства.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.**

Таким чином визначено параметри сировини для виробництва якісної молочної продукції, визначено функціонал цілі максимального прибутку підприємства і здійснено оптимізацію технічного завдання на виробництво молочної продукції.

Результати оптимізації планування технічного завдання виробництва можна використати для задачі розподілу ресурсів за типами обладнання і в календарному плануванні підприємства. Алгоритм оптимізації планування виробництва необхідно включати у функціонування автоматизованої системи управління технологічними процесами молокозаводу для оперативного управління сортаментом продукції.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Храмцов, А. Г. Безотходная технология в молочной промышленности / В. В. Храмцов, П. Г. Нестеренко. – М. : Агропромиздат, 1989. – 279 с.
2. Голубева, Л. В. Современные технологии молока пастеризованного/ Л. В. Голубева, А. Н. Панамарёва, К. К. Полянский. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2001. – 104с.
3. Технология и системы контроля качества, применяемые при производстве продуктов детского питания / ред. Г. Ю. Сажина. – М.: Министерство сельского хозяйства РФ, Изд-во «РИА РАЙ СТИЛЬ», 2002. – 732с.
4. Крусъ Г.Н. Технология молока и молочных продуктов/ Г.Н. Крусъ, А.Г. Храмцов, З.В. Волокитина, С.В. Карпычев; Под. Ред. А.М. Шалыгиной. – М.: Колос, 2006. – 455с.
5. Організація та планування виробництв харчової промисловості. Власенко Н.А. – Херсон: ХДТУ, 2003 – 176с.
6. Зайченко Ю.П. Исследование операций: учебник. – 6 изд., перераб. и доп.-Киев: Издательский Дом «Слово», 2003. – 688с.