

*Абильмажинов Е.Т.*

**ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ХРАНЕНИЯ  
МЯСОПРОДУКТОВ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ**

*E.T. Abylmazhinov*

**OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF MEAT PRODUCTS  
STORAGE DURING TRANSPORTATION**

УДК: 621.565.92

*Параметры хранения мясопродуктов при транспортировке были оптимизированы с помощью метода математического планирования.*

*There were optimized parameters of meat products storage during transportation by means of mathematic planning.*

Оптимизацию технологических режимов хранения мясопродуктов производили по известной методике, которая основана на ограничениях значений известных параметров и начальных условий процесса хранения. Суть заключается в нахождении такого управления входными параметрами, чтобы к концу процесса выбранный критерий достиг экстремального значения.

Основным параметром процесса хранения мясопродуктов является температура самого продукта. По условию технологии хранения мясопродуктов температура продукта должна находиться в установленном диапазоне за время транспортировки. В связи с этим температуру мясопродуктов рассмотрим как функцию от переменных величин:

$$t_m = f(t_e, \varphi_e, a_w, pH, \tau, \Delta G, K_{ny}) \leq t_{кр} \quad (1)$$

Оптимизацию режима хранения мясопродуктов при транспортировке осуществляем на основе целевой функции:

$$Y_1 = \frac{\Delta G \cdot \varphi}{K_{ny} \cdot t_e} \rightarrow \min \quad (2)$$

Исследования процесса хранения при транспортировке показали, что в качестве управляемых параметров можно выбрать: температуру воздуха ( $t_e$ ), влажность воздуха ( $\varphi$ ) и коэффициент плотности укладки ( $K_{ny}$ ).

Оптимизацию параметров режима хранения мясопродуктов при транспортировке проводили методом математического планирования [1, 2], путем варьирования значений следующих факторов управления:

X1 -  $t_e$  – температура воздуха в помещении транспортного средства, °С;

X2 -  $\varphi$  – влажность воздуха в помещении транспортного средства, %;

X3 -  $K_{ny}$  – коэффициент плотности укладки продуктов.

1. Для получения достоверных результатов эксперименты проводили с трехкратной повторностью и последующей обработкой полученных данных. Для исключения грубой ошибки был применен критерий проверки на грубую ошибку по следующей зависимости:

$$r = \frac{|x_{nod} - \bar{x}|}{R \sqrt{\frac{n-1}{n}}} \quad (3)$$

Ниже приведена таблица варьируемых факторов.

**Таблица – Варьируемые факторы оптимизации параметров режима хранения мясопродуктов при транспортировке**

Номер уровня	Номер фактора		
	1 – фактор температура воздуха, °С	2 – фактор влажность воздуха, %	3 – фактор коэффициент плотности укладки
1	10	1,0	0,9
2	15	2,0	0,8
3	20	3,0	0,7
4	25	4,0	0,6
5	30	5,0	0,5

2. Формализованную математическую зависимость получаем в виде суммы нелинейных функций:

$$Y = \sum_1^n F_i(C_i) \quad (4)$$

3. Определяем среднее значение искомой нелинейной функции

$$\bar{Y} = \frac{1}{N} \sum_1^N \bar{Y}_n \quad (5)$$

4. Определяем среднее значение искомой нелинейной функции  $i$  – го фактора на  $j$  – ом уровне:

$$\bar{Y}_{ij} = \frac{K}{N} \sum_1^{N/K} (\bar{Y}_n)_{ij} \quad (6)$$

где  $N$  – количество опытов в плане;

$K$  – количество факторов.

5. Устанавливаем эффект  $i$  – го фактора на  $j$  – ом уровне для каждого фактора по числу уровней ( $\Delta_{ij}$ )

$$\Delta_{ij} = \bar{Y}_{ij} - \bar{Y}_{i.} \quad (7)$$

При этом должно соблюдаться условие: сумма эффектов на каждом уровне равна нулю ( $\sum \Delta_{ij} = 0$ ).

Результаты реализации полнофакторного эксперимента представлены в таблице

Таблица – Влияние управляемых факторов на целевую функцию для хранения мясопродуктов при транспортировке

Управляемые факторы	Показатели	Уровни целевых функций				
		1	2	3	4	5
Температура воздуха	$t_в, ^\circ\text{C}$	-10	-5	0	+5	+10
	$\Delta_{ij}$	0,19	0,18	0,195	0,22	0,384
Влажность воздуха	$\varphi, \%$	70	80	90	95	99
	$\Delta_{ij}$	0,11	0,02	-0,073	-0,15	-0,234
Коэффициент плотности укладки	$K_{пy}$	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
	$\Delta_{ij}$	-0,3	-0,2	-0,122	-0,07	-0,15

6. Строим график зависимости от  $i$  – го фактора.

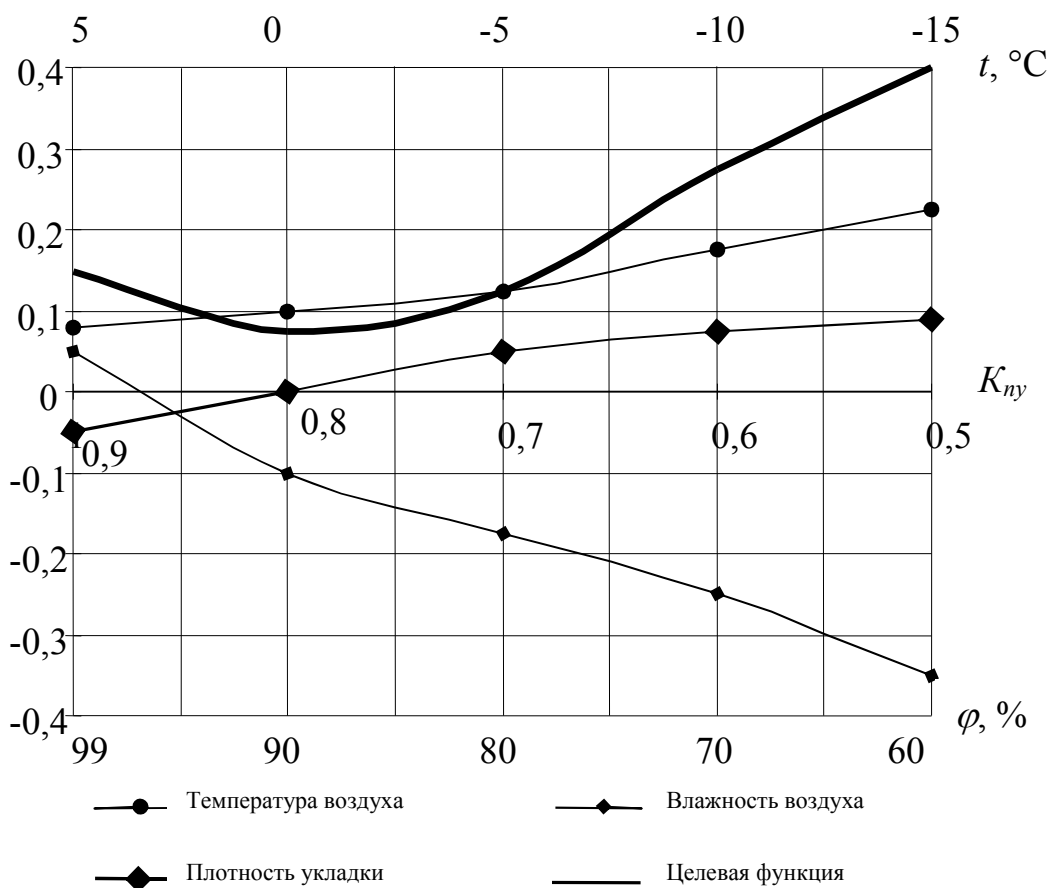


Рисунок – Зависимость суммарного эффекта от варьируемых факторов хранения мясопродуктов при транспортировке

7. Аппроксимируем полученные кривые при помощи ЭВМ  
Формализованная математическая зависимость, наилучшим образом описывающая процесс, имеет вид:  
для хранения мясопродуктов при транспортировке

$$Y = 0,041x^4 - 0,0168x^3 - 0,0712x^2 + 0,288x + 0,122$$

**Литература:**

1. Грачев Ю.П. Математические методы планирования экспериментов. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 200 с.
2. Корн Г. Справочник по математике./ Г.Корн, Т.Корн - М.: Наука, 1974. –832 с.

**Рецензент: д.тех.н., профессор Мусульманова М.М.**

---