

УДК 371.132

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЗБЕРІГАННЯ НАСІННЯ БАВОВНИКА

Бекіров Л.Р., інженер,

Коб'яков С.М., к.с.-г.н.

Херсонський національний технічний університет

Тел /факс (0552) 51-71-72

Анотація – у статті показана можливість оптимізації процесу зберігання насіння бавовнику з метою створення умов дозрівання і можливості застосування їх як насіннєвий фонд. Розроблена математична модель процесу, обґрунтовані оптимальні параметри.

Ключові слова – математичне моделювання, насіння бавовнику, джініровання, варіювання факторів.

Постановка проблеми. Відродження бавовництва в Україні є актуальним завданням. Виробництво і первинна переробка сирця бавовни буде стимулювати розвиток багатьох галузей: машинобудування, текстильного виробництва, фармацевтичного, хімічного та ін. Ще на початку 50 - х років минулого століття посівна площа під бавовник становила понад 400 тис. га, що дозволяло одержувати до 130 тис. тонн бавовняного волокна. У всьому світі ціняться натуральні волокна: бавовняне, лляне, шовкова та інші. Але відродження даної галузі слід починати з виробництва насіння цієї важливої культури, отже, дослідження в даному напрямку є актуальними.

Аналіз останніх досліджень. Проблемою у сільськогосподарському виробництві є створення насіннєвого фонду. Нами зроблено спробу дослідження дозрівання бавовняних насіння при їх зберіганні, що є важливим показником їх якості [1-2]. Про це йдеться і в дослідженнях Г. Я. Попової [4] та М. Ю. Ташланова [5]. Так як підготовка посівного насіння є багатофакторним експериментом, де чинники, що діють на якісні показники насіння [6] і технологічні властивості волокна [4, 7] знаходяться у взаємному зв'язку, що в кінцевому рахунку впливає і на сортність бавовнику [8].

При проведенні багатофакторного експерименту привабливим є застосування методу математичного моделювання - процесу, який

дозволяє провести експеримент з найменшим числом дослідів і вийти на оптимальні значення при пошуку рішень [9-11]. Питання відродження бавовництва в Україні є важливим стратегічним завданням [12], тому дослідження, що проводяться у цьому напрямку, є актуальними.

Постановка завдання. Метою даної наукової роботи є визначення максимальної якості для забезпечення дозрівання насіння бавовни, що дозволить по допустимим якісним показникам насінневого фонду включити додаткову партію посівного матеріалу до насінневого фонду, створеного від першого збору бавовни-сирцю 2009 року.

Основна частина. Дослідження проводимо з використанням математичного методу планування експерименту [10]. Параметрами, що характеризують процес дозрівання насіння, були схожість насіння, що зберігалися в оптимальних умовах (y_1),%, термін зберігання бавовни-сирцю, утримання в оптимальних умовах (y_2), дні.

Завданням оптимізації було створення умов зберігання якісного посівного матеріалу відповідно до вимог стандартів. Тому (y_1) є параметром оптимізації, а (y_2) - служить параметром обмеження.

Факторами, що визначають процес дозрівання є:

- x 1 - температура зберігання, ° C;
- x 2 - відносна вологість повітря в приміщенні,%;
- x 3 - пошкодження насіння;
- x 4 - енергія проростання насіння;
- x 5 - засміченість насіння;
- x 6 - однорідність насіння;
- x 7 - маса 1000 насіння;
- x 8 - залишкова волокнистість і опушеною насіння бавовнику;
- x 9 - зрілість насіння;
- x 10 - горіло насіння;
- x 11 - рухливість (швидкість руху) повітря в приміщенні;
- x 12 - теплове випромінювання.

Планування екстремальних експериментів при вирішенні задач оптимізації умов зберігання бавовняних насіння дозволить значно скоротити обсяг досліджень і при мінімальному числі дослідів отримати достовірні результати [1, 8].

З наведених вище основних факторів, що діють на параметр оптимізації необхідно вибрати найбільш значущі варійовані чинники.

Враховуючи, що на першому етапі відродження бавовництва посівний фонд бавовни буде поповнюватися за рахунок насіння ручного збирання бавовни-сирцю, де механічні пошкодження насіння відсутні, і механічні пошкодження насіння можуть бути тільки на останньому етапі - при джінірованні бавовни-сирцю і виробництві бавовняного волокна і посівних насіння. Ступінь пошкодження насіння тут обмежена стандартними та інструктивними вимогами. Отже, фактором x_3 можна знехтувати.

Енергія проростання насіння (фактор x_4) - важливий показник енергоспроможності. Тільки з здорового, цілком зрілого, нормально зберігався насіння може розвинути високопродуктивне рослина. Фактор x_4 доповнює схожість насіння.

Фактор засміченості бавовняних насіння (x_4) знаходиться в прямій залежності від засміченості бавовни-сирцю. При підготовці насіння посівних після ручного збору бавовни-сирцю засміченість бавовни мінімальна, значного впливу на параметр y_1 не має.

Фактор x_6 - однорідність насіння - при якісній калібрування посівних насіння також значного впливу мати не може.

Фактор x_7 - маса 1000 насіння - впливає на посівну норму, менший вплив робить на фактор y_1 при своєчасно проведеної калібрування насіння, її сертифікації.

Залишкова волокнистість і опушеною насіння (фактор x_8) впливає найбільше на рівномірність висіву і збереження заданої агровимогами норми висіву насіння, має непрямий вплив на схожість насіння (y_1).

Зрілість насіння (фактор x_9) - це результат кінцевий правильного зберігання та заставу дружних сходів, але вплинути на параметр зберігання не може.

Горілість насіння (фактор x_{10}) - це втрати посівних якостей насіння бавовнику в результаті самозігрівання в процесі зберігання. Горілі насіння мають низьку енергію проростання і схожість. Цей фактор слід мінімізувати за рахунок факторів x_2 - оптимальної відносної вологості повітря в приміщенні і фактора x_{11} - рухливість (швидкість руху) повітря в приміщенні.

Фактор теплового випромінювання від самозігрівання насіння (x_{12}) також залежить від факторів x_2 і y_{11} . Отже, варійований факторами в експерименті залишилися:

x_1 - температура зберігання, °C;

x_2 - відносна вологість повітря в приміщенні,%;

x_{11} - рухливість (швидкість руху) повітря в приміщенні, м / с.

Щоб вибрати інтервал варіювання кожного фактора було проведено аналіз виробничих і літературних даних, тобто аналіз існуючої апріорної інформації.

Проведені нами дослідження зі зберігання бавовни-сирцю в не опалювальному критому приміщенні з температурою повітря в холодну пору року $t = 0... +50$ °С, вологістю повітря в приміщенні, в холодну пору року = 75...80%, рухливістю повітря - 0,4...0,5 м/с показали мінімальну схожість бавовняних насіння - 33...66% лабораторної схожості, тоді як у приміщенні з умовами зберігання $t = 20$ °С, вологість до 40% схожість отримано 90%.

Отже, верхній рівень варіювання фактора $x_1 = 20$ °С, нижній рівень $g_1 = 0$ °С, основний рівень (нульова точка) - 10 °С, інтервал варіювання - 10 °С.

Фактор x_2 - вологість повітря,%; верхній рівень фактора $x_2 = 80\%$, нижній рівень $x_2 = 40\%$, основний рівень (нульова точка) - +60%, інтервал варіювання - 20%.

Фактор x_{11} - швидкість руху повітря в приміщенні зберігання по апріорної інформації, верхній рівень $x_{11} = 0,5$ м / с, основний рівень $x_{11} = 0,3$ м / с, нижній рівень $x_{11} = 0,1$ м / с, інтервал варіювання - 0,2 м/с.

Звідси маємо повний факторний експеримент ПФЕ²³ (8 повних дослідів).

На першій стадії роботи при плануванні експерименту нами розглядалися лінійна модель і невідома функція відгуку апроксимірується поліномом першого ступеня [2]:

$$y = v_0 + y_1 x_1 + y_2 x_2 + y_3 x_3 + v_{12} x_1 x_2 + v_{13} x_1 x_3 + v_{23} x_2 x_3 + v_{123} x_1 x_2 x_3 \quad (1)$$

де y - функція відгуку (критерій оптимізації);

v_0, v_1, v_2, v_3 - лінійні коефіцієнти;

v_{12}, v_{13}, v_{23} - коефіцієнти подвійного взаємодії факторів;

x_1, x_2, x_3 - варійований фактори.

Примітка: варійований фактор x_3 (по тексту) - це чинник x_{12} - рухливість повітря, м / с.

Для побудови матриці планування проводимо кодування факторів за такою формулою:

$$X_i = \frac{C_i - C_{oi}}{\varepsilon} \quad (2)$$

де X_i – кодоване значення і-го фактора;

C_i – натуральне значення і-го фактора;

C_{oi} – натуральне значення фактора на основному (нульовому) рівні;

ε – натуральне значення інтервалу - варіювання і-го фактора.

Рівні та інтервали варіювання факторів наведено в табл. 1, а матриці планування в табл. 2.

Таблиця 1 - Рівні та інтервали варіювання факторів

Фактори	Рівні варіювання			Інтервал варіювання
	-1	0	+1	
1. Температура зберігання, (x1), °C	0	10	20	10° C
2. Відносна вологість повітря становить в приміщенні, (x2), %	40	60	80	20 %
3. Швидкість (рухливість) повітря в приміщенні, (x3), м/с	0,1	0,3	0,5	0,2 м /с

Таблиця 2 - Матриця планування і робоча матриця ПФЕ 2³

№ дослідів в матриці	Випадковий порядок реалізації дослідів (рандомізація)	x_0	x_1		x_2		x_3		y_1	y_2
			код	°C	код	%	код	м/с	%	дні
1	3	+	+	20	+	80	+	0,5	78,0	155
2	7	+	+	20	+	80	-	0,1	66,0	170
3	1	+	+	20	-	40	+	0,5	90,0	180
4	5	+	+	20	-	40	-	0,1	87,0	175
5	4	+	-	0	+	80	+	0,5	33,0	780
6	6	+	-	0	+	80	-	0,1	40,0	165
7	2	+	-	0	-	40	+	0,5	47,0	90
8	8	+	-	0	-	40	-	0,1	52,0	105

З метою виключення впливу систематичних помилок, спричинених зовнішніми умовами (змінною температурою зовнішнього повітря, погожими і непогожих днями, зміною періодів року - холодного, перехідного, теплого - зміною вологості зовнішнього повітря та ін.), послідовність постановки восьми дослідів була рандомізована за часом з використанням таблиць випадкових чисел [9]. У своєму оптимальному значенні польова схожість насіння наближається до 95%, з можливістю допуску помилки 5%.

Планування повного факторного експерименту вимагала необхідність визначення цільової функції - відсотка польової схожості при різних рівнях варіювання факторів: температури повітря приміщення (t , °C), відносної вологості повітря в приміщенні (%) і швидкості руху повітря (м/с). Результати обліку наведені в табл. 3. Отримані результати (y_i , %) для кожного дослідів введені в матрицю планування.

Розрахунок коефіцієнтів лінійної моделі проводимо за наступними формулами:

$$b_0 = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i}{N}, \quad (3)$$

$$b_j = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i X_{ij}}{N}, \quad (4)$$

$$b_{ui} = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i \tilde{O}_{ij} \tilde{O}_j}{N}. \quad (5)$$

де N - номер факторів.

Отримані розрахункові значення коефіцієнтів за формулами (3, 4, 5) представлені в табл. 3.

Таблиця 3 - Значення коефіцієнтів

b_0	b_1	b_2	b_3	b_{12}	b_{13}	b_{23}	b_{123}
66,6	79,5	3470	12,5	4650	248	758,1	2232

Після розрахунку коефіцієнтів модель прийняла такий вигляд:

$$y_1 = 61,6 + 79,5 x_1 + 3470 x_2 + 12,5 x_3 + 4650 x_1 x_2 + 248 x_1 x_2 + 758 x_2 x_3 + 2232 x_1 x_2 x_3 \quad (6)$$

Щоб отриману математичну модель використовувати для пошуку оптимуму методом «крутого сходження» [9, 11], нами після обробки дослідних даних, перевірки однорідності дисперсій окремих дослідів і дисперсії відтворюваності була проведена оцінка значимості коефіцієнтів і перевірка моделі на адекватність. Всі коефіцієнти математичної моделі значущі, а перевірка показала адекватність моделі.

Висновки. Ранжування, аналіз і визначення факторів показало, що цими факторами є фактори мікроклімату виробничого приміщення, де зберігаються насіння: температура зберігання, °С; відносна вологість повітря приміщення,%; швидкість руху (рухливість) повітря в приміщенні, м / с.

Отримана математична модель процесу зберігання насіння дозволяє визначити ступінь впливу кожного варійованого чинника на якість насіння.

Плануванням повного факторного експерименту ставиться завдання визначення цільової функції - відсотка польової схожості насіння при різних рівнях факторів (t, °С; θ,%; v, м/с).

Література

1. Справочник по первичной обработке хлопка / Под общ. ред. И. Т. Максудова.– Ташкент : Мехнат, 1994.
2. *Усманходжаев Х.Х.* Достижения Узбекистана в производстве и первичной переработке хлопка-сырца / Х.Х. Усманходжаев, Д. Якубов, Т.С. Муратов. – Ташкент : УзНИИНТИ, 1987.
3. Энциклопедия хлопководства: В 2 т.– Ташкент, 1985.
4. *Попова Г.Я.* Биология развития хлопкового волокна и его технологические свойства / Г.Я. Попова. – Ташкент: Мехнат, 1975. – 432 с.
5. *Ташланов Н.Ю.* Совершенствование технологи подготовки посевных семян / Н.Ю. Ташланов. – Ташкент : Мехнат, 1984.– 379 с.
6. Рекомендации по севу и выращиванию семян хлопчатника под плёнкой. – Министерство сельского хозяйства Республики Узбекистан. – Ташкент, 1997.
7. *Кукин Г. Н.* Текстильное материаловедение Т. 1, 2 / Г.Н. Кукин, А.Н. Соловьев.– М. : Легкая промышленность, 1967. – 289 с.

8. Сорта хлопчатника Узбекистана.– Ташкент : УзИНКомцентр, 2001. – 108 с.
9. Адлер Ю.П. Введение в планирование эксперимента / Ю.П. Адлер. – М. : Металлургия, 1969. – 267 с.
10. Адлер Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер.– М. : Наука, 1971.– 311 с.
11. Тихомиров В.Е. Планирование и анализ эксперимента / В.Е. Тихомиров. – М. : Лёгкая индустрия, 1974.– 315 с.
12. Сніговий В.С. Відродження бавовництва в Україні / В.С. Сніговий. – Херсон : Айпант, 2003. – 173 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССУ ХРАНЕНИЕ СЕМЯН ХЛОПЧАТНИКА

Бекиров Л.Р., Коб'яков С.М.

Аннотация – у статьи показана возможность оптимизации процесса хранения семян хлопчатнику с целью создания условий созревания и возможности применения их как семенной фонд. Разработана математическая модель процесса, обґрунтовані оптимальные параметры.

MATHEMATICAL MODELLING OF PROCESS OF STORAGE OF SEEDS OF THE COTTON

L.Bekirov, S.Kobjakov

Summary

In article is shown an opportunity of optimization of process of storage of seeds of a cotton with the purpose of creation of conditions of maturing and an opportunity of their application as seed fund. The mathematical model of process is developed, optimum parameters are proved.