

УДК 361.331.93:631.53.01

А.С. Пастушенко, лаборант

Миколаївський державний аграрний університет

Визначення конструктивно-технологічних параметрів машини давильного типу насінневих плодів овоче-баштанних культур

Приведені результати експериментальних досліджень машини давильного типу для виділення насіння овоче-баштанних культур. Отримані математичні моделі, що характеризують основні якісні показники технологічного процесу. Одержані раціональні конструктивно-технологічні параметри, що дозволяють мінімізувати втрати і засміченість виробленого насіння.

насіння, овоче-баштанні культури, експериментальні дослідження, машина давильного типу, поверхні відгуку

Постановка проблеми. Виробництво насіння овоче-баштанних культур (кавуни, дині, огірки) є однією з важливих проблем, що існує в галузі переробки сільськогосподарської продукції Півдня України. Про це говорить те, що основна маса насіння овоче-баштанних (60 ... 80%), є імпортованою з країн ближнього зарубіжжя (Росія, Угорщина, Румунія та інші). Решту потреби в насіннєвому матеріалі дрібні господарства забезпечують власноруч, витрачаючи на отримання 1 кг насіння 16...20 люд.год. Забезпечити потребу у насінні власного виробництва чотирьом основним областям (Одеська, Миколаївська, Херсонська та АР Крим), які займаються вирощуванням огірка неможливо витрачаючи таку кількість людської праці, якщо врахувати те, що за середніми статистичними показниками у 2007 році площа посівів огірка складала по Україні понад 52720 га., а для забезпечення потреби України кількість необхідного насіння складала майже 159 тонн.

Добитися суттєвого збільшення обсягів власного виробництва якісного насіння овочевих культур, які на сьогоднішній день не задовольняють потребам сільськогосподарських виробників України, неможливо без створення сучасних засобів механізації. Обладнання що існує в цієї галузі у переважній більшості призначене для використання у великих спеціалізованих сільськогосподарських підприємствах. Фермерські господарства, як правило, використовують кустарно виготовлені машини, що за своїми технологічними параметрами аналогічні виробам, які були розроблені наприкінці 60-х, початку 70-х років минулого століття.

Відповідно виникає необхідність у створенні нового обладнання для виробництва насіння огірка, що є актуальним питанням і має важливе народногосподарське значення, оскільки якісний насіннєвий матеріал – це одна з умов, що дозволить підвищити врожайність та знизити собівартість вирощуваної продукції. Проектування технологічного обладнання механізованого процесу отримання насіння огірка передбачає не тільки теоретичне обґрунтування процесу з метою раціонального вибору принципу дії, конструкції машини та її робочих органів, але і проведення експериментальних досліджень розробленого обладнання з метою апробації та підтвердження теоретичних передумов.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останні публікації присвячені проблемам експериментальних досліджень отримання насіння огірка та дині зустрічаються в науковій літературі, що опублікована у 80–90-х роках минулого століття [1,2]. Це в основі своїй публікації, що присвячені досить застарілим технологіям, які не використовуються зараз, оскільки не задовольняють сучасні агротехнічні вимоги щодо якості отриманого насіння (втрати насіння і його засміченість досягає 14%) та використовують занадто велику кількість енергії та води на одиницю виробленої продукції.

Аналіз літературних джерел довів відсутність даних щодо узагальнення теоретичних і експериментальних досліджень процесів виділення насіння овоче-баштанних культур.

Все це обумовлює актуальність досліджень направлених на поліпшення показників якості виконання технологічних операцій роздавлювання насінневих плодів і сепарації технологічної насінневої маси з метою виділення насіння, як найбільш важливих у процесі його отримання, з погляду на комплексність структури виконання та вплив на кінцеві результати ефективності виробництва.

Визначення невирішених проблем. Для вирішення поставлених проблем на факультеті механізації сільського господарства Миколаївського державного аграрного університету було виготовлено експериментальну установку для отримання насіння овоче-баштанних культур [3]. Для даної установки необхідно було провести теоретичні та експериментальні дослідження, в результаті чого повинні бути отримані основні обґрунтовані конструктивні і технологічні параметри, при яких якісні показники виконання технологічного процесу - втрати насіння (ВН) і чистота насіння (ЧН) мають оптимальні значення та задовольняють агротехнічні вимогам. Матеріалом виступили насінневі плоди огірка.

Викладення основного матеріалу. Метою досліджень було експериментальне обґрунтування основних факторів [4], що мають найбільший вплив на хід і якість технологічного процесу, а саме: частоти обертання барабана (X_1), рівня подачі технологічної маси (X_2), величини зазору “барабан-решето” (X_3), розмірів отворів решета (X_4), і кута обхвату барабана подовжувачем деки (X_5) при яких досягаються мінімальні втрати і засміченість насіння.

Після статистичної обробки експериментальних даних на ПЕОМ були складені математичні моделі (1) – (2), що описують технологічний процес виділення насіння огірка при проведенні лабораторних випробувань нової машини для отримання насіння овоче-баштанних культур, які мають вигляд:

– для втрат насіння

$$\begin{aligned}
 BH = & 5,132 + (2,855) \cdot X_1 + (3,376) \cdot X_2 + (0,958) \cdot X_3 + (0,522) \cdot X_4 + (-1,849) \cdot X_5 + \\
 & + (1,452) \cdot X_1 \cdot X_2 + (0,739) \cdot X_1 \cdot X_3 + (-0,589) \cdot X_1 \cdot X_4 + (-0,285) \cdot X_1 \cdot X_5 + \\
 & + (0,214) \cdot X_2 \cdot X_3 + (-0,089) \cdot X_2 \cdot X_4 + (-1,368) \cdot X_2 \cdot X_5 + (-0,485) \cdot X_3 \cdot X_4 + \\
 & + (0,018) \cdot X_3 \cdot X_5 + (0,722) \cdot X_4 \cdot X_5 + (0,973) \cdot X_1^2 + (0,956) \cdot X_2^2 + (0,406) \cdot X_3^2 + \\
 & + (0,423) \cdot X_4^2 + (2,023) \cdot X_5^2;
 \end{aligned} \tag{1}$$

– для чистоти насіння

$$\begin{aligned}
\text{ЧН} = & 3,609 + (1,032) \cdot X_1 + (-0,064) \cdot X_2 + (-0,240) \cdot X_3 + (-0,216) \cdot X_4 + (0,778) \cdot X_5 + \\
& + (-0,262) \cdot X_1 \cdot X_2 + (-0,116) \cdot X_1 \cdot X_3 + (0,012) \cdot X_1 \cdot X_4 + (0,804) \cdot X_1 \cdot X_5 + \\
& + (0,125) \cdot X_2 \cdot X_3 + (0,320) \cdot X_2 \cdot X_4 + (-0,187) \cdot X_2 \cdot X_5 + (-0,083) \cdot X_3 \cdot X_4 + \\
& + (0,116) \cdot X_3 \cdot X_5 + (-0,295) \cdot X_4 \cdot X_5 + (0,452) \cdot X_1^2 + (-0,614) \cdot X_2^2 + (0,102) \cdot X_3^2 + \\
& + (0,118) \cdot X_4^2 + (-0,331) \cdot X_5^2.
\end{aligned} \tag{2}$$

Аналіз отриманих після статистичної обробки рівнянь регресії проводився із закодованими величинами визначених чинників. Дослідження поведінки критеріїв оптимізації в залежності від зміни незалежних чинників було проведено з використанням методу двомірних перетинів [5].

Почергово прирівнюючи три з п'ятьох обраних факторів до нуля, лишаючи нерівними нульовому значенню будь-які два інші, отримані рівняння регресії для чистоти насіння та втрат насіння.

Так для випадку поєднання факторів частоти обертання барабану X_1 і величини зазору «барабан-решето» X_3 при $X_2=0$, $X_4=0$, $X_5=0$ рівняння регресії (3) – (4) мають наступний вигляд:

$$\text{ВН} = 5,132 + 2,855 \cdot X_1 + 0,958 \cdot X_3 + 0,739 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0,973 \cdot X_1^2 + 0,406 \cdot X_3^2, \tag{3}$$

$$\text{ЧН} = 3,609 + 1,032 \cdot X_1 - 0,240 \cdot X_3 - 0,116 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0,452 \cdot X_1^2 + 0,102 \cdot X_3^2. \tag{4}$$

При випробуваннях розробленого пристрою [6] необхідно вирішувати задачу мінімізації втрат та засміченості насіння. Зменшення цих показників забезпечить зниження навантаження на сепаруючий пристрій, що дозволить спростити його конструкцію, а зниження засміченості насіння підвищить чистоту насінневої маси. Показники значень основних конструктивно-технологічних параметрів для випробування машини по виділенню насіння овоче-баштанних культур наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 -Інтервали та рівні варіювання основних чинників процесу виділення насіння.

| Найменування рівня | Рівні варіювання | Чинники | | | | |
|--------------------|------------------|---------|-------|-------|-------|-------|
| | | X_1 | X_2 | X_3 | X_4 | X_5 |
| Нижній | -1,00 | 36 | 8 | 10 | 5x32 | 0 |
| Основний | 0,00 | 48 | 10 | 15 | 9,5 | 35 |
| Верхній | 1,00 | 87 | 12 | 20 | 7x40 | 70 |

Розв'язок системи рівнянь дав координати центрів поверхонь відгуку X_1 і X_3 , а також значення цільової функції Y_S в знайденому центрі і α - кут повороту осей в центрі координат математичної моделі у канонічній формі, які дорівнюють:

– для чистоти насіння $X_1 = -1,06$; $X_3 = 0,56$; $\alpha = -9,21^\circ$; $Y_S = 97,02$;

– для втрат насіння $X_1 = -1,55$; $X_3 = 0,23$; $\alpha = 26,27^\circ$; $Y_S = 3,02$.

Графічне зображення поєднання факторів за допомогою двомірних перетинів поверхонь відгуку наведено на рис. 1, із якого видно, що зони оптимального поєднання факторів при виділенні насіння огірка, обмежені кривими ЧН і ВН в точках А і В. При цьому значення цільової функції Y_S , наведено у відображенні, з погляду на те що чистота насіння дорівнює $\text{ЧН} = 100\%$ - ЗН (засміченість насіння), та отримано із рівняння регресії (4). Аналіз рис. 1 дозволяє зробити висновок про те що наведене поєднання факторів забезпечує значення основних критеріїв оптимізації на рівні, коли

чистота отриманого насіння складає не менше 96,98%, а його втрати не перевищують 3,1%. Такі значення основних критеріїв оптимізації відповідають частоті обертання барабану – 45...47 об/хв., та величині зазору «барабан-решето», що становить 15...17 мм.

При поєднанні факторів частоти обертання барабану X_1 і кута обхвату барабану подовжувачем деки X_5 при $X_2 = 0$, $X_3 = 0$, і $X_4 = 0$ отримані рівняння регресії (5) – (6):

$$ЧН = 3,609 \cdot 1,032 \cdot X_1 + 0,778 \cdot X_5 + 0,804 \cdot X_1 \cdot X_5 + 0,452 \cdot X_1^2 - 0,331 \cdot X_5^2, \quad (5)$$

$$ВН = 5,132 + 2,855 \cdot X_1 - 1,849 \cdot X_5 - 0,285 \cdot X_1 \cdot X_5 + 0,973 \cdot X_1^2 + 2,023 \cdot X_5^2. \quad (6)$$

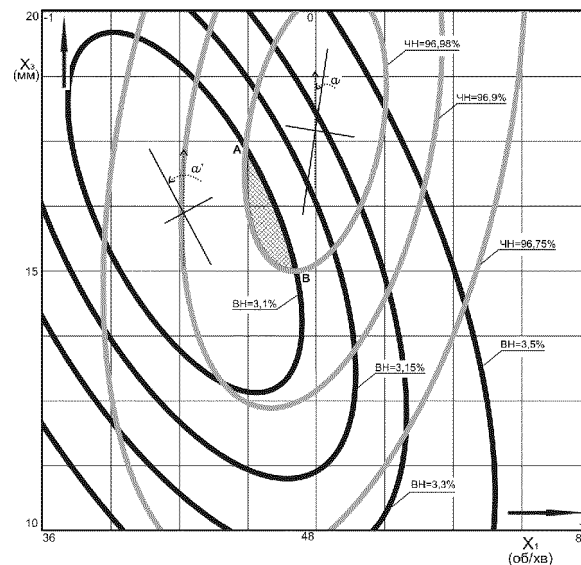


Рисунок 1 - Двовірний перетини поверхонь відгуку при поєднанні факторів X_1 і X_5 $X_2, X_3, X_4, X_5=0$

Розв'язок системи рівнянь (5) – (6) дав координати центрів поверхонь відгуку X_1 і X_5 , а також значення цільової функції Y_s в знайденому центрі і α - кут повороту осей в центрі координат математичної моделі у канонічній формі, які для випадку що розглядається мають наступні значення:

- для чистоти насіння $X_1 = -1,05$; $X_5 = -0,10$; $\alpha = 22,87^0$; $Y_s = 96,98$;
- для втрат насіння $X_1 = -1,41$; $X_5 = 0,35$; $\alpha = 7,60^0$; $Y_s = 2,78$.

Графічне зображення поєднання вказаних факторів за допомогою двовірних перетинів поверхонь відгуку наведено на рис. 2, із якого видно, що зони оптимального поєднання факторів при виділенні насіння огірка, обмежені кривими ЧН і ВН в точках А, В, С, D. При цьому чистота насіння знаходиться в межах $97,03\% < ЧН < 97,1\%$, а втрати насіння не перевищують 2,98%. Отримані показники відповідають частоті обертання барабану 40...47 об/хв., та куту обхвату барабану подовжувачем деки 42...50 град.

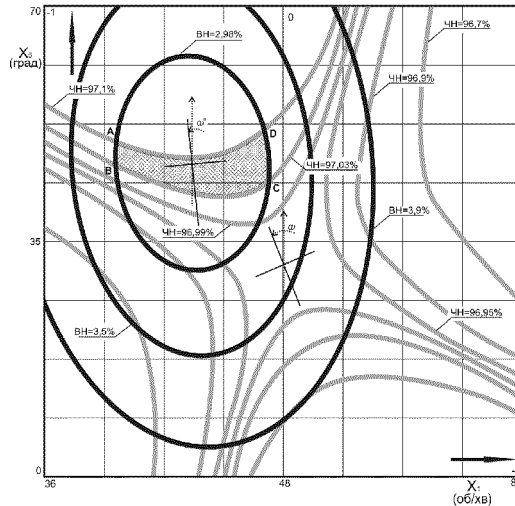


Рисунок 2 - Двовірний перетини поверхонь відгуку при поєднанні факторів X_1 і X_5 , $X_2, X_3, X_4=0$

В подальшому було визначено коефіцієнти (λ) рівнянь регресії в канонічній формі з характеристичних рівнянь (7) для кожного з критеріїв оптимізації

$$f(\lambda) = \begin{vmatrix} B_{11} - \lambda & B_{12} / 2 \\ B_{21} / 2 & B_{22} - \lambda \end{vmatrix} = 0. \quad (7)$$

Після чого рівняння приведені до вигляду (8)

$$\lambda^2 - I \cdot \lambda + D = 0. \quad (8)$$

Корені цього рівняння є коефіцієнтами математичної моделі в канонічній формі. Після проведених обчислень рівняння регресії в канонічній формі для випробувань машини в разі виділення насіння огірка отримали наступний вигляд:

$$- \text{для чистоти насіння } CH - 3,027 = 0,621 \cdot X_1^2 - 0,5 \cdot X_5^2; \quad (9)$$

$$- \text{для втрат насіння } BH - 2,781 = 2,042 \cdot X_1^2 + 0,954 \cdot X_5^2. \quad (10)$$

Експериментальні дослідження машини давильного типу для виділення насіння овоче-баштанних культур були проведенні також і для насінневих плодів дині та кавуна. Результати проведених випробувань для 3-х обраних культур дозволили визначити загальні, найбільш раціональні конструктивно-технологічні параметри пристрою, які задовольняють агротехнічним вимогам при виробництві насінневого матеріалу, щодо його втрат та засміченості.

Висновки. Аналіз графічних залежностей двовірних перетинів поверхонь відгуку отриманих внаслідок лабораторних випробувань нової машини для виділення насіння овоче-баштанних культур дає можливість стверджувати, що оптимальними конструктивно-технологічними параметрами для неї є: частота обертання барабана $X_1 = 45 \dots 52$ об/хв; рівень подачі технологічної маси $X_2 = 8 \dots 9$ кг/хв; величина зазору "барабан-решето" $X_3 = 15 \dots 19$ мм; розміри отворів решета $X_4 = 9,5$ мм і кут обхвату барабана подовжувачем деки $X_5 = 45 \dots 65$ град. При таких значеннях обраних чинників що основною мірою впливають на якість технологічного процесу виділення насіння, критерії оптимізації знаходяться в діапазоні: чистота насіння $-96,98\% < CH < 97,4\%$; втрати насіння не перевищують 3,1 %.

Список літератури

1. Анисимов И.Ф. Машины и поточные линии для производства семян оводе-бахчевых культур. – Кишинев: Штиинца, 1987. -292с.
2. Медведзв В.П., Дураков А.В. Механизация производства семян овощных и бахчевых культур. – М.:Агропромиздат, 1985. -320с.
3. Пастушенко С.І., Думенко К.М., Пастушенко А.С. Перспективи розробки обладнання для виділення гарбузових культур на півдні України. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Вип. №58. Харків, 2007. С. 75-82.
4. Пастушенко А.С. Методика проведення випробувань машини для отримання насіння овоче-баштанних культур. Вип. №8. Мелітополь, 2008. С. 40-47.
5. Мельников С.В., Алешкин В.Р., Рошин П.М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. Издание второе. Ленинград, 1980. –166с.
6. Патент №29671; Україна, МПК (2006) А23N 15/00. Машина для виділення насіння дині та огірка. / Пастушенко С.І., Думенко К.М., Пастушенко А.С. – № u200709680; Заявл. 27.08.2007; Опубл. 25.01.2008, Бюл. №2. – 4с.

А. Пастушенко

Определение конструктивно-технологических параметров машины давяльного типа семян плодов овоще-баштанних культур

Приведены результаты экспериментальных исследований машины давяльного типа для выделения семян овоще-баштанних культур. Получены математические модели, которые характеризуют основные качественные показатели технологического процесса. Получены рациональные конструктивно-технологические параметры, которые позволяют минимизировать потери и засоренность выработанных семян.

А. Pastushenko

The determination of constructive technological parameters of pressing type machine for seed crops of vegetable-bahcha plants

The results of experimental researches of pressing type machine for separation seeds of vegetable bahcha plants are given here. The mathematics models which characterize the principal quality figures of technological process are received. The rational constructive technological parameters which permit to minimize the loss and pollution of produced seed are got.

Одержано 31.08.09