

УДК 631.361.85

**РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЩОДО
ВИЗНАЧЕННЯ ЧИННИ КІВ ВПЛИВУ НА ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС
ПЕРЕРОБКИ ТОМАТІВ**

О.А. Горбенко, кандидат технічних наук, доцент

О.Я. Чебан, асистент

Миколаївський державний аграрний університет

В статті описано конструктивне рішення машини, яка може входити в комплекс технологічного обладнання для переробки томатної сировини. Використано теорії планування експерименту, що дозволило визначити основні чинники, що мають вплив на оптимізацію технологічного процесу подрібнення і протирання плодоовочевої сировини.

Ключові слова: технологічна лінія, подрібнення, протирання, оптимізація, пульпа, бич — решето, технологічний процес, вологість маси.

Постановка проблеми. Кліматичні умови Півдня України є сприятливими для вирощування овочевих культур, найпоширеніша - томати.

Останні роки спостерігається збільшення площ під цією культурою, а за інформацією “Проекту аграрного маркетингу” урожайність її має знаходитись в межах 50-80 т/га [1]. Для висіву найчастіше використовують закордонне насіння гібридів.

Необхідність розвитку можливостей щодо створення власної насінневої продукції обумовлює необхідність розробки сучасних машин та обладнання для комплексної переробки томатів, яка передбачала б отримання якісного насіння сортів найбільш придатних для вирощування в умовах Півдня України.

В радянські часи питаннями переробки томатів, в тому числі, і з метою отримання районованого насіння, займалися спеціалізовані господарства. В складні часи перебудови відбулося їх розформування, а технологічне обладнання ліній по переробці томатів практично було втрачено.

В умовах сучасного господарювання, як правило, переробку томатної сировини здійснюють з використанням закордонних зразків комплектного обладнання на спеціалізованих підприємствах переробної галузі.

Аналіз останніх досліджень і публікації. В господарствах з невеликими обсягами виробництва томатів, в тому числі, і фермерських, використовують машини виготовлені кустарним способом. За базові моделі приймаються відомі конструкції машин, такі як машина для виділення насіння томатів ВСТ-1,5, найбільш раціональне використання якої досягається при роботі її в комплексі з машиною для мийки плодів МПП-1,5.

Процес переробки томатів з метою виділення і доробки їх насіння, що оснований на використанні вище зазначеного комплекту обладнання не відповідає якісним показникам роботи.

Більш вдосконаленим комплектом обладнання можна назвати те, що використовувалося в складі технологічних ліній ЛСТ-10 для виділення насіння томатів, ПФГ-20 для післязбиральної обробки томатів [2].

Відоме комплектне технологічне обладнання ліній має велику металоємність, енергоємність і застосування такого варіанту в умовах сільськогосподарських підприємств є недоцільним. Впровадження компактного, енергоефективного обладнання сприятиме розв'язанню проблеми отримання якісної томатопродукції та забезпечення власного виробника насіннєвим матеріалом. Аналіз функції технологічного обладнання, що входить в склад комплекту, дав можливість виділити основні машини, що визначають продуктивність і економічність лінії.

Таким чином, в комплект технологічного обладнання, що можна запропонувати для впровадження в умовах сільськогосподарських виробництв, необхідно включити приймальник плодів та машину для подрібнення і протирання мезги.

Постановка завдання. Дослідження закономірностей, які визначають вплив конструктивно-технологічних параметрів машини для подрібнення та протирання сировини на показники технологічного процесу переробки томатів,

робить можливим здійснення оптимізації виробничого процесу за рахунок поєднання двох технологічних операцій.

Для вирішення цієї задачі пропонується конструктивне рішення машини, що виконує багатоступеневе подрібнення, і дозволяє поступову зміну фізичного стану сировини в процесі подрібнення. Такий підхід дозволить здійснити інтенсифікацію процесу і досягти ефективного розділення на фракції за рахунок використання попереднього подрібнення в зоні приймання продукції та додаткового – під час транспортування маси в зону протирання.

Виклад основного матеріалу. В ході виконання науково-дослідної роботи було розроблено конструкцію лабораторної установки і проведено дослідження процесу з метою оптимізації конструктивно-технологічних параметрів.

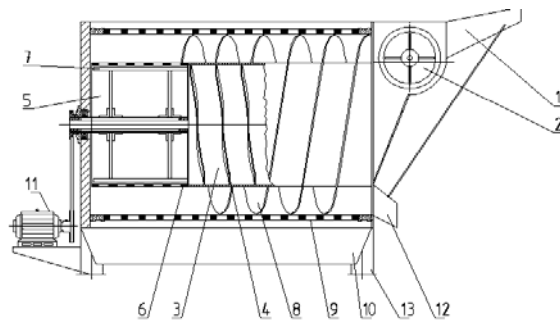


Рис.1. Лабораторна установка для розділення сировини на фракції

Конструкція лабораторної установки (рис.1) складається з приймальної горловини 1 та робочого органу первинного подрібнення 2, внутрішнього барабану 3, в середині якого розміщено витки шнеку 4, що виконують функцію додаткового подрібнення та транспортування маси, до протиральної камери 5. В камері 5 виконується процес протирання подрібненої маси в склад якої входить сік та мезга, крізь отвори решітного барабану, що обертається назустріч лопатям протирального органу. Система віджиму рідкої фракції і видалення відходів виконана в вигляді зовнішнього шнека 8 розміщеного на зовнішній поверхні внутрішнього барабану 6 в зоні що не має перфорації та зовнішнього перфорованого барабану 9, піддон 10 служить длябору соку. Обертання робочого органу первинного подрібнення 2, та зовнішнього перфорованого решітного барабану 9 і внутрішнього барабану 6 забезпечує електропривод, обертання протиральних пластин 7 здійснюється від приводу

11. Вивантаження відходів здійснюється крізь лоток 12. Монтаж машини виконується на рамі 13.

Робочий процес відбувається наступним чином. Сировина крізь завантажувальний бункер 1 направляється на первинне подрібнення подрібнювальним пристроєм 2. Під час транспортування до протиральної камери 5 витками шнеку 3 виконується додаткове подрібнення, а підготовлена технологічна маса поступає в протиральну камеру, де здійснюється протирання пластинами 4. Відокремлена рідка фракція проходить крізь отвори зовнішнього перфорованого барабану 9.

Витки шнека 8 можуть бути виконані конічними зі зменшенням їх діаметру в напрямі руху технологічної маси, що забезпечує збільшення зазору між перфорованою поверхнею барабана 9 і витками 8. Це запобігає забиванню і заклинюванню шнека. Пластини протиральної камери можуть бути закріплені під кутом до його повздовжньої осі, що полегшує процес протирання і прохід оброблюваного матеріалу у внутрішню порожнину. Відходи витками шнеку 8 направляються до вивантажувального лотка 12 [3].

Визначення якісних показників технологічного процесу проведено за трьома критеріями оптимізації:

- вихід чистого соку (BC);
- енергоємність (EP);
- продуктивність машини (ПП).

Метою проведення експериментальних досліджень було:

- виявлення чинників, що найбільшою мірою впливають на якість виконання технологічного процесу і піддаються регулюванню;
- дослідження залежності виходу соку (G), енергоємності (P) і продуктивності установки (Q). Експерименти проводилися з використанням трирівневих планів Боксу другого порядку;
- за наслідками оптимізації і виявлення оптимального поєднання чинників здійснили розробку рекомендацій щодо вдосконалення конструкції подрібнювача-протиральника;

- визначення закономірностей протікання технологічного процесу подрібнення і протирання сировини.

В ході проведення експериментальних досліджень аналізувались наступні технологічні параметри:

- розподіл подрібненої маси (пульпи) по довжині решета протирального барабану 5 залежно від лінійної швидкості руху витків шнеку 7 (бичів), зазору бич — решето, числа бичів барабану, діаметру отворів решета протирального барабану 6;
- величина втрат пульпи у виході «шкірка» залежно від лінійної швидкості протиральних бичів і їх числа, величина зазору бич — решето, діаметри отворів решета;
- енергоємність установки залежно від режимних параметрів.

При статистичній обробці результатів обчислювався коефіцієнт конкордації W . Значення коефіцієнта конкордації змінюється в інтервалі від 0 до 1 і, чим більше його значення, тим більше узгодженість думок у фахівців [4]. Перелік незалежних чинників і діапазони їх варіювання приведені в табл.1.

Після обчислення коефіцієнта конкордації визначено його значущість по критерію Пірсона (критерій - розподілу) з числом степені свободи $f = k-1$. Розрахункове значення розподілу визначається по формулі:

$$\chi^2 = m \cdot W \cdot (k - 1) \quad (1)$$

Оскільки розрахункове значення критерію χ^2 - розподіл для рівня значущості 0,99 і при числі степені свободи $f = 11$ у нашому випадку більше табличного ($\chi^2_{\text{расч}} = 65,25 > \chi^2_{\text{табл}} = 24,725$), то коефіцієнт конкордації значущо відрізняється від нуля і можна стверджувати, що узгодженість дослідників не є випадковою. За результатами побудовано діаграму рангів чинників (рис. 2).

У досліджуваному випадку оцінки чинників, що впливають на технологічний процес, діаграма має стрибки. Для визначення чинників, які не впливають на технологічний процес використовувався критерій Стьюдента.

Зважаючи на розрахункові значення критерія Стьюдента, можна зробити висновок про відсутність впливу чинників X_6 ; X_3 і X_5 на якість технологічного

процесу. При аналізі проведеної експертної оцінки, коли гіпотеза про значущість чинників не приймається, вони виключаються з подальшого розгляду [5].

Таблиця 1

Основні фактори, які впливають на якість виконання технологічного процесу подрібнювача-протиральника (ВС), (ЕП) і (ПП), їх умовні позначення і рівні варіювання

Позначення	Назва фактору	Рівень варіювання		
		(-1)	0	(+1)
X1	Рівень надходження подрібненої маси	3,0	5,0	7,0
X2	Кількість бичів, шт	2	4	5
X3	Матеріал решета барабану (коефіцієнт тертя подрібненої маси на решеті)	2,0	6,0	1,0
X4	Діаметр отворів решета, мм	3	4	5
X5	Вологість подрібненої маси, %	75,0	85,0	95,0
X6	Розміри частинок, що проходять крізь отвори, мм	3,0	5,0	7,0
X7	Площа живого перерізу барабану, м ²	0,2	0,4	0,6
X8	Довжина барабану, мм	330	495	990
X9	Зазор бич-решето, мм	1,5	2	2,5
X10	Форма отворів решетного барабану (кругла)			
X11	Лінійна швидкість обертання барабану, м/хв	3,56	10,7	21,4
X12	Швидкість обертання барабану, м/хв	200	600	1200

Дійсно, розміри частинок маси, що поступає на протирку (X6) не залежать від конструкції пристрою і регламентовані початковими вимогами до розробки. Матеріал решета (X3) і вологість маси, що протирається, неможливо змінювати в процесі експериментальних досліджень і експлуатації технологічного устаткування. Перший показник закладений в конструкцію подрібнювача-протирщика, а другий залежить від стану плодів перед подрібненням.

Після аналізу значущості і відкидання незначущих чинників побудовано класичну діаграму рангів з убунням їх величини по ступеню впливу того або іншого чинника на якість виконання технологічного процесу (рис.2)

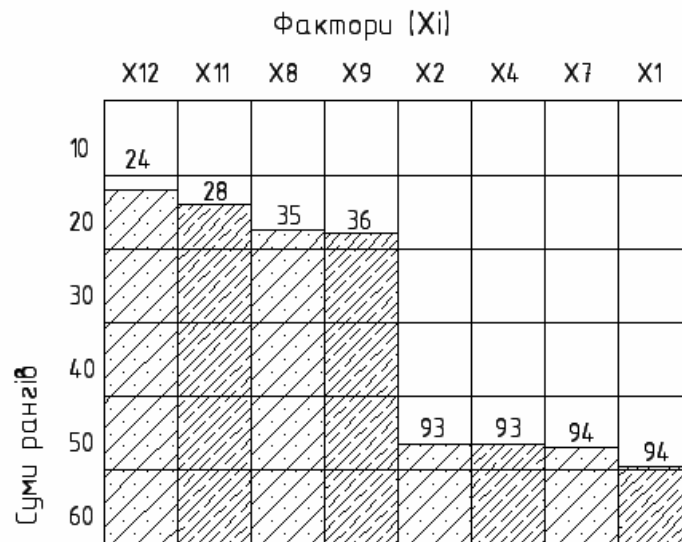


Рис. 2. Діаграма ранжування факторів, що впливають на якість роботи, після ранжування і визначення не значимих факторів.

X₁ – рівень надходження подрібненої маси; X₂ – кількість бичів, шт; X₃ – матеріал решета барабану; X₄ – діаметр отворів решета, мм; X₅ – вологість подрібненої маси, X₆ – розміри частинок, що протираються, мм; X₇ – площа живого перерізу барабана; X₈ – довжина протирачного барабану, мм; X₉ – зазор бич-решето, мм; X₁₀ – форма отворів решітного барабану (кругла); X₁₁ – лінійна швидкість обертання барабану, м/хв; X₁₂ – швидкість обертання барабана, м/хв.

Аналіз результатів експертної оцінки і їх статистичної обробки дозволяє зробити висновок про найбільший вплив на хід і якість виконання технологічного процесу таких чинників як: X₂ та X₈-X₁₂. Чинники X₁ і X₃-X₇ можна відкинути і виключити при проведенні подальших досліджень з використанням теорії планування експерименту.

Висновки

1. Зростання обсягів виробництва томатної сировини в господарствах різних форм власності диктує необхідність впровадження в умовах таких господарств технологічних ліній переробки. Це, в свою чергу, потребує розробки і виготовлення сучасного комплексу машин та обладнання, що

матимуть низьку енергоємність, металоємність при високих якісних показниках технологічного процесу.

2. Використання теорії планування експерименту дозволило визначити основні чинники, що мають вплив на оптимізацію технологічного процесу переробки томатів і сировини інших овочевих та ягідних культур, що мають подібні фізико-механічні характеристики.

Література

1. Ярмук А. Томатная индустрия Украины: прогноз производства, торговли и цен // "АПК-Информ: овощи & фрукты". www.lol.org.ua.
2. Анисимов И. Ф. Машины и поточные линии для производства семян овощебахчевых культур // Штиинца.- Кишинев, 1987. - 292с.
3. Пат. № 32413 Украина, МПК А23N 15/00 Машина для відокремлення плодоовочевого та ягідного соку з м'якоттю.
4. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул // - М.: Высшая школа , 1988.- 238с.
5. Мельников С.В., Алешкин В.Р., Рошин П.М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов // Ленинград: - Колос, 1980.- С. 106-130.

Аннотация

Результаты экспериментальных исследований относительно определения факторов влияния на технологический процесс переработки томатов

Горбенко Е.А., Чебан А.Я.

В статье описаны конструктивное решение машины, которая может входить в комплекс технологического оборудования для переработки томатного сырья. Используются теории планирования эксперимента, которое разрешило определить основные факторы, которые имеют влияние на оптимизацию технологического процесса измельчения и протирание овощного сырья.