

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА ЕКСПЕРТИЗА МЕХАНІЗОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОГО ОБРОБІТКУ ЦИБУЛІ

А. Мігальов, e-mail: aamigalev@gmail.com

<https://orcid.org/000-0002-9767-1737>

О. Лілевман,

<https://orcid.org/0000-0003-1316-1674>

Південно-Українська філія ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого»

Анотація

Мета дослідження – визначення ефективності застосування механізованих модулів для післязбирального обробітку цибулі, їх використання в складі лінії. Визначення якісних та експлуатаційно-технологічних показників окремих модулів і лінії загалом. Порівняння показників механізованої доробки цибулі з ручною.

Методи досліджень: Проведення випробувань технологічних модулів і лінії загалом для визначення показників та отримання даних для порівняння.

Результати. Збирання і післязбиральна обробка цибулі є найбільш трудомісткими технологічними процесами у заготівлі цієї продукції.

Технології, які використовувались раніше, в основному, були побудовані на використанні малопродуктивної ручної праці. Єдиною механізованою операцією було викопування цибулі. Для цього використовувалася підкопувальна скоба або машина КЦ-1. Всі інші технологічні процеси – сортування, перебирання, укладання в тару виконувались вручну. Якість цибулі, фракційний склад залежали від людського фактора. Це приводило до втрати якості продукції, погіршувало її маркетингові властивості.

Сьогодні, проблема збирання продукції вирішена завдяки машинам, які надходять на ринок України з-за кордону.

Комплекс машин для збирання цибулі включає:

- машину для обрізання листя цибулі;
- машину для викопування цибулі;
- машину для підбирання валків цибулі і завантаження їх у транспортні засоби.

Процес механізованого збирання сам по собі не дає можливості отримати стандартну продукцію. Ворох цибулі після викопування містить у ґрунт і рослинні рештки. Крім того, у більш ніж 50 % зібраних цибулин довжина висушеної шийки перевищує 5 см, коли допускається тільки 3-5 % таких цибулин у першому сорті продукції, а у вищому не допускається зовсім [8].

Щоб отримати продукцію стандартного рівня потрібне післязбиральне доведення її до кондиції.

До останнього часу в господарствах операції післязбирального доведення цибулі до кондиції виконувались тільки вручну безпосередньо в полі і включали:

- зрізання листя;
- сортування цибулі за розмірними фракціями;
- укладання цибулі в тару;
- завантаження готової продукції в транспортні засоби.

Виконання цих робіт вимагає залучення додаткової кількості сезонних робітників, значно збільшує строки збирання.

В умовах подорожчання праці, а також дефіциту сільського працездатного населення, вирішення цього завдання викликає певні труднощі і додаткові щорічні витрати. Крім того, з підвищенням вимог до якості овочевої продукції і її маркетингових властивостей ручне доопрацювання

продукції не задовольняє вимог до неї.

Для забезпечення збирання і первинної доробки в агротехнічні строки виникає необхідність у комплексній механізації технологічних процесів.

В останні три роки господарства, які займаються вирощуванням цибулі, стали застосовувати лінії післязбирального обробітку цибулі виробництва фірми «Skals Maskinfabrik» (Данія). Зараз у регіоні встановлені три такі сортувальні лінії.

Обладнання компонується в лінію з окремих модулів. Кожний модуль може працювати як самостійна виробнича одиниця. Лінія компонується залежно від об'єму виробництва та умов вирощування.

Технологічна лінія забезпечує відділення ґрунту з вороху, очищення від землі та залишків, обрізання листя, інспекцію якості, відділення нестандартних плодів за розміром, калібрування на фракції, пакування в тару.

Якість виконання технологічного процесу та ефективність роботи комплексу машин для післязбиральної переробки цибулі, також адаптація його до технологій, які застосовуються, потребує вивчення і дослідження.

Дослідженнями отримали якісні та експлуатаційно-технологічні показники роботи окремих модулів і машини загалом, що дало змогу зробити висновки про ефективність застосування технології механізованої доробки цибулі порівняно з ручною працею.

Висновки. Порівнюючи механізований післязбиральний обробітку цибулі з ручним, можна зробити висновки, що механізована технологія перед ручною має переваги:

- у продуктивності;
- у якості виконання технологічного процесу;
- можливості отримувати сортову продукцію, яка має вищу реалізаційну ціну;
- в економії трудових ресурсів;
- можливості організації багатозмінної роботи;
- інтелектуалізації сільської праці і розвитку трудових ресурсів сільських територій;

До стримувальних факторів використання лінії в технології післязбирального обробітку цибулі можна віднести:

- значні початкові капітальні вкладення;
- необхідність критого електрифікованого майданчика;
- економічна ефективність використання лінії починається з об'єму переробки не менше 3 тис. т.

Досвід європейських країн показує, що дороге обладнання сезонного використання закуповується асоціаціями фермерів для загального використання. Це значно зменшує фінансове навантаження, підвищує ефективність використання обладнання.

Ключові слова: механізована технологія, післязбиральний обробіток, ворох, цибуля, фракційний склад, домішки, продуктивність, сортування, технологічний модуль, лінія.

Постановка проблеми. В останні роки в зоні Півдня України розширюються площі посівів цибулі. Це пов'язано з підвищенням попиту на неї як з боку переробних підприємств, так і населення. Поява нових високоврожайних гібридів, можливість механізації процесів вирощування, збирання і післязбирального обробітку, роблять цю культуру в регіоні досить популярною серед сільгоспвиробників. Виробництво цибулі дає можливість отримувати прибутки.

Зважаючи на це, площі посіву цибулі в

одному господарстві можуть досягати 300 га, коли раніше середня площа під цією культурою складала 20 га.

З розширенням площі посіву і збільшенням об'ємів продукції післязбиральний обробіток з використанням ручної праці не вкладається в строки збирання, потребує значних трудових ресурсів і не забезпечує необхідної якості кінцевого продукту.

Для підвищення ефективності виробництва, зниження собівартості і забезпечення виконання всіх технологічних

операцій в агротехнічні строки виникає необхідність у комплексній механізації всіх технологічних процесів.

Механізація процесу дає змогу практично виключити ручну працю, скоротити строки збирання і реалізації продукції, досягти необхідної якості продукції, підвищити її продуктивність і конкурентоспроможність.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання механізації технологічного процесу доведення цибулі до товарної кондиції стоїть давно. За радянських часів почали впроваджуватися механізовані пункти післязбиральної обробки цибулі ПМЛ-6[3].

Пункт складався з приймальних бункерів з рухомим дном, куди завантажувалася доставлена з поля цибуля. З бункера похилим транспортером цибуля подавалася на грохот, де відсівалися дрібні домішки, які транспортером відводилися в бік. Далі цибуля потрапляла на перебірний стіл, там вручну відбиралися грудки ґрунту, крупні домішки і теж транспортером відводилися від основної маси продукту. З перебірного столу цибуля подавалася в барабанну машину, в якій частково виминалося сухе листя і відділялися легкі домішки.

Попередньо очищена цибуля подавалася на вальцьовий очищувач, де листя повністю відділялося. Потім цибуля потрапляла на сортування, де розділялася на дві фракції – крупну (діаметром більше 4 см) і дрібну (діаметром менше 4 см). Кожна фракція далі подавалася на сортувальні столи для очищення від залишків листя і видалення пошкодженої і некондиційної цибулі вручну. Готова продукція за фракціями подавалася в накопичувальні контейнери.

Механізований пункт достатньо якісно очищував ворох від ґрунту і домішок і давав змогу отримувати 96 % стандартної продукції.

Випуск цих ліній обмежився невеликою кількістю і не вирішив питання механізації галузі.

Сьогодні обладнання для первинного доопрацювання цибулі постачається з-за кордону.

Досліджуючи технології післязбирального механізованого доведення цибулі до товарної кондиції в господарствах Херсонської області аналізувалися результати випробувань технологічних модулів лінії компанії «Skals», Данія [4, 5, 6] і сумісної роботи обладнання в складі лінії [7].

Враховуючи потребу галузі овочівництва, вітчизняні підприємства почали створювати і ставити на виробництво обладнання для первинної переробки овочевої продукції. Приміром, ПрАТ «Каховський експериментальний механічний завод» («КЕМЗ») налагодив випуск приймальних бункерів і сортувальних машин [8].

Мета досліджень. Дослідження ефективності застосування лінії виробництва фірми «Skals» в технології післязбирального обробку цибулі.

Виклад основного матеріалу.

Післязбиральна обробка цибулі виконується для доведення зібраної продукції до товарної кондиції відповідно до вимог ДСТУ 3234.

У господарствах, площі посіву цибулі яких не перевищують 20 га, операції післязбиральної обробки цибулі виконуються з використанням ручної праці.

В останні роки у південному регіоні України з'являються господарства, в яких виробництво цибулі є профільним. Площі посіву цієї культури становлять до 300 га, коли ще кілька років тому площа посівів цибулі на 50 га вважалася великою.

З розширенням площі посіву і збільшенням об'ємів продукції післязбиральна обробка вручну не забезпечує строків збирання, потребує значних трудових ресурсів і не забезпечує необхідної якості кінцевого продукту. Вирішення цих питань полягає в комплексній механізації технологічних процесів не тільки вирощування але і післязбиральної обробки. Отримання кінцевого продукту із заданими властивостями досягається обробкою зібраного врожаю рядом модулів, зібраних у лінію.

Лінії складаються з окремих модулів. Кожний модуль може використовуватися окремо, як самостійна одиниця, однак практика показує, що модулі комп-

лектуються в лінію. На сьогодні, в регіоні експлуатуються три лінії, комплектація і продуктивність яких ідентичні.

Типовий набір модулів, які утворюють лінію (рис. 1), включає:

- приймальний бункер;
- машину для відокремлювання ґрунту;
- машину для обрізання листя цибулі;
- інспекційний стіл для доопрацювання продукції;
- машину для сортування продукції за розмірними фракціями;
- пакувальну машину.

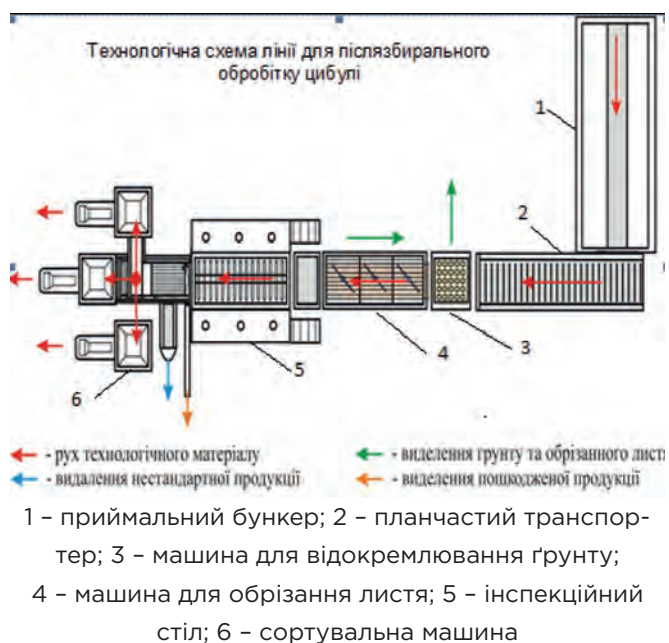


Рисунок 1 – Технологічна схема лінії для післязбиральної обробки цибулі фірми «Skals» (Данія)

Для сумісної роботи всі технологічні модулі з'єднані в лінію такими транспортерами:

- планчастий транспортер, який подає технологічний матеріал з приймального бункера на машину для відокремлювання ґрунту;
- стрічковий транспортер для видалення обрізаного листя;
- стрічковий транспортер для подачі технологічного матеріалу від машини для обрізання листя цибулі на інспекційний стіл;
- стрічковий транспортер для видалення нестандартної продукції.

Так технологічні операції з'єднані в одній лінії послідовно.

Приймальний бункер, представлений у цій комплектації моделлю АВ 660, призначений для завантаження технологічного матеріалу, який доставляється з поля після збирання.

Бункер представляє собою металевий контейнер об'ємом 10,3 м³, виконаний з листового прокату і посилений швелером. Бункер встановлений на металеві опори в піднятому над рівнем землі стані.

Поперечний профіль бункера має форму трапеції звуженої донизу.

Дно бункера утворене стрічковим транспортером, рух якого – вздовж бункера. Через дозувальний отвір у поперечному борту приймального бункера технологічний матеріал (ворох цибулі) вивантажується на транспортер, який подає його на перший модуль.

Швидкість руху стрічки транспортера може змінюватися варіатором швидкості. Швидкість переміщення транспортерної стрічки регулюється для рівномірного завантаження модулів лінії залежно від стану технологічного вороху.

Бокові стінки приймального бункера захищені гумовим покриттям для зменшення пошкодження цибулі під час завантаження з транспортних засобів.

Характеристика технологічного вороху, який завантажувався в бункер, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Характеристика технологічного вороху, завантаженого в приймальний бункер

Показник	Значення показника
Склад вороху, %	
- цибуля	92,3
- листя, стебла	4,3
- вільний ґрунт	3,4
Якість цибулі у воросі, %	
- стандартні	93,4
зокрема слабо пошкоджені	6,4
- нестандартні	6,6
зокрема гнилі, хворі, оголені	3,5
Вологість ґрунту у воросі, %	13,4
Вологість листя, %	24,2

Машина для відокремлювання ґрунту R908 (рис. 2) призначена для видалення ґрунту, каміння та інших домішок з вороху цибулі.



Рисунок 2 – Машина для видалення ґрунту R-908

Машина являє собою металевий каркас, на якому змонтовані вальці, редуктор, приводний електричний двигун. Каркас облицьований металевими листами. Вальці складають вал, на якому набрані гумові кільця на відстані 25 мм один від одного, а вали встановлені на відстані 35 мм один від одного. Таким способом, створюються поздовжні щілини шириною 25 мм і поперечні щілини шириною 35 мм, в які просипається ґрунт і вільні домішки.

Технологічний процес, який виконує машина полягає в такому:

- технологічний ворох, стрічково-планчастим транспортером. подається зверху на сепарувальну поверхню машини;

- вальці, обертаючись поступально, переміщують ворох по робочій поверхні, в процесі чого ґрунт і домішки вільно просипаються крізь щілини.

Характеристика вороху після обробки на машині для видалення ґрунту представлена в таблиці 2.

Аналізуючи склад вороху після обробки його на машині для видалення ґрунту, можна зробити висновок, що ґрунт і вільні домішки рослинного характеру, діаметр яких не перевищував 35 мм, з вороху видалені.

Наступною технологічною операці-

єю є зрізання листя цибулі. Для цього до складу лінії входить модуль EA85-3. На цій машині здійснюється обрізання листя, корінців та звислого лушпиння сухої цибулі до довжини шийки 3-5 см.

Таблиця 2 – Характеристика вороху після обробки на машині для видалення ґрунту

Показник	Значення показника
Склад вороху, %	
- цибулин	96,9
- листя, стебла	1,3
- ґрунт	1,8
зокрема за фракціями:	
- менше 35 мм	відсутні
- більше 35 мм	1,8
Характеристика цибулин та стебел:	
- середня висота цибулин, мм	53,4
- середній діаметр цибулин, мм	53,7
- середня вага цибулин, г	143,2
- середня довжина стебел, см	7,2
зокрема:	
до 5 см, %	34,8
більше 5 см, %	65,2
- середній діаметр стебел, мм	12,1
Якість цибулин у воросі, % :	
- стандартні,	93,4
- зокрема слабо пошкоджені	6,4
- нестандартні,	6,6
- зокрема гнилі, хворі, оголені	2,3

Машина EA85-3 складається з опорної рами, на якій встановлений робочий бункер. У бункері встановлені три решета. Решета розташовані ступенево. На вході в машину встановлено перше решето, друге і третє з пониженням. Отвори в решетах мають форму щілин, які направлені по поздовжній осі машини. Щілини утворені металевими стрижнями, кінці яких з'єднані пластинами в єдину конструкцію.

По краях решіт на гумових амортизаторах встановлені вібратори. На першому решеті два вібратори, а друге і третє решето приводить в дію також два вібратори, встановлені один проти одного на пластинках, які з'єднують решета. Під кожним

решетом на валу електричного двигуна встановлено дволопатевий ніж, положення якого регулюється по висоті. Нижні бокові стінки бункера утворюють уловлювач обрізаного бадилля. Для видалення з бункера обрізаного листа, по днищу бункера змонтований виносний транспортер.

Керують технологічним процесом з шафи керування, на якій задаються режими роботи машини. Конструкційна схема машини наведена на рисунку 3 а, загальний вигляд машини наведено на рисунку 3 б.

Показники технічної характеристики машини наведені в таблиці 3.

Технологічний процес, який виконується машиною полягає у такому:

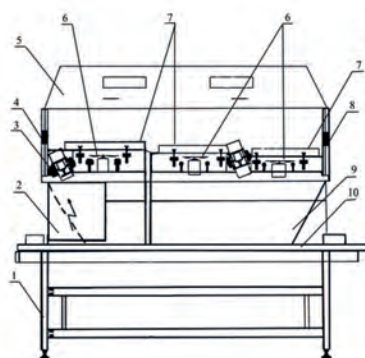
- транспортер подає ворох цибулі в приймальний канал;

- з приймального каналу ворох попадає на вібраційні решета, по яких, обертаючись, необрізане листя опиняється в щілинах решета;

- під решетами ножі обрізають листя на встановленому рівні;

- повітряний потік, який утворюється від обертання дволопатевих ножів циркулює всередині бункера і переносить обрізаний матеріал до уловлювача;

- обрізане листя і сміття вивантажується виносним стрічковим транспортером;



а)



б)

1 – опорна рама; 2 – шафа керування; 3 – гумові амортизатори з вібраторами; 4 – приймальний канал; 5 – бункер; 6 – ніж з електричним двигуном; 7 – решета; 8 – відвідний канал; 9 – уловлювач обрізаного листа; 10 – виносний транспортер

Рисунок 3 – Конструкційна схема машини для обрізання листа цибулі EA 85-3(а) і загальний вигляд (б)

Таблиця 3 – Показники технічної характеристики машини для обрізання листа цибулі EA85-3

Показник	Значення показника
Тип	стаціонарна
Привод	електричний
Кількість решіт, шт.	3
Характеристика решіт, мм	
- довжина	1600
- ширина	800
- діаметр прутків	13
- відстань між прутками	26
Кількість вібраторів, шт.	4
Кількість ножів, шт.	3
Потужність приводних електродвигунів, кВт	0,75
Діаметр кола оберту ножа, мм	920
Ширина леза, мм	200
Ширина виносного транспортера для сміття, мм	500
Потужність приводного електродвигуна, кВт	0,75
Швидкість руху транспортера, м/хв	24
Габаритні розміри, мм:	
- довжина	4370
- ширина	1950
- висота	2200
Маса, кг	3100

- обрізана від бадилля продукція вивантажується через вивантажувальний транспортер.

Характеристика вороху після обробки на машині для обрізання листя наведена в таблиці 4.

Таблиця 4 - Характеристика вороху після обробки на машині для обрізання листя ЕА85-3

Показник	Значення показника
Склад вороху, %	
- цибулин	98,9
- домішки	1,1
Склад домішок, %	
- листя, стебла, рослинні залишки	відсутні
- ґрунт	1,1
Склад цибулин, % за діаметром	
> 70 мм	20
> 50 мм	59
> 30 мм	10
дрібна	11
Характеристика цибулин та стебел, мм	
- середній діаметр цибулин, мм	59,3
- середня довжина стебел, см	4,5
- середній діаметр стебел, мм	11,6
- середня висота цибулин, мм	53,7
Якість цибулин у воросі, %	
- стандартні	92,7
- слабо пошкоджені	6,7
- сильно пошкоджені	0,6

Як видно з таблиці 4, після обробки вороху на двох машинах – (машині для видаленні ґрунту і машині для обрізання листя) склад вороху значно змінився, домішки у воросі складають тільки 1,6 %, коли як у вихідному стані їх було 7,7 %.

Домішки складаються з грудок розміром більше 35 мм в діаметрі. Вільне листя, стебла, лушпиння в домішках після сортування відсутні.

Отже, на інспекційний стіл подається ворох очищений від рослинних залишків з незначною кількістю грудок.

Машина для проведення інспекційно-

го контролю призначена для ручної обробки продукції, яка пройшла попередні етапи очищення. Інспекційний стіл є одним з технологічних модулів у лінії післязбиральної обробки цибулі.

Інспекційний стіл являє собою жорстку раму на чотирьох стійках (опорах). Основним робочим елементом конструкції є роликовий транспортер, встановлений на рамі з приводом від електричного двигуна через черв'ячний редуктор і ланцюгову передачу. Швидкість обертання роликів може змінюватися залежно від завантаження лінії.

Роликовий транспортер ділиться на дві зони для переміщення кондиційної продукції. З кожної зони є свій вихід.

Інспекційний стіл встановлюється на майданчику з доступом з двох боків для перебиральниць (рис. 4).



Рисунок 4 - Обробка вороху на інспекційному столі RB

На інспекційному столі RB ворох очищають від залишків домішок і видаляють нестандартні цибулини (пошкоджені, підгнилі, оголені та інші).

Технологічний процес інспектування проходить так:

- ворох по транспортеру подається на інспекційний стіл, де розділяється на два потоки, для розділення зон перебирання на два боки;

- перебиральники візуально виявляють пошкоджені цибулини, домішки і вилучають їх із загального потоку;

- швидкість потоку вороху змінюють залежно від стану вороху, кількості перебиральниць і кількості продукції.

Стан вороху після обробки на інспек-

ційному столі практично не містить домішок і на сортування продукції за розмірними фракціями, ворох подається практично без них.

Склад вороху, який подається на машину для сортування, наведений в таблиці 5.

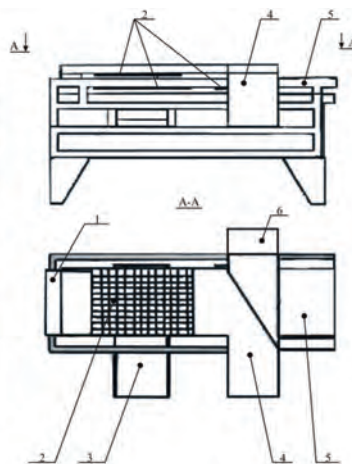
Таблиця 5 –Характеристика вороху цибулі після обробки на інспекційному столі RB

Показник	Значення показника
Склад вороху, %	
- цибулин	100
- зокрема слабо пошкоджені	7,4
- інші домішки	відсутні
Склад цибулин, % за фракціями з діаметром, мм	
> 70	20,5
> 50	64,0
> 30	13,2
<30	2,3

Після проходження через інспекційний стіл, ворох технологічного матеріалу подається на сортування за розмірними фракціями на модуль SET 903 (рис. 5).



а)



б)

а) загальний вигляд; б) конструкційна схема.

1 – канал подачі вороху; 2 – система решіт; 3 – виносний стрічковий транспортер для відходів; 4 – виносний стрічковий транспортер для крупної фракції; 5 – виносний стрічковий транспортер для середньої фракції; 6 – виносний стрічковий транспортер для дрібної фракції

Рисунок 5 – Машина для сортування продукції по розмірним фракціям SET 903

Машина для сортування продукції SET 903 призначена для розподілу технологічного матеріалу на розмірні фракції за діаметром плодів. Машина є складовим модулем лінії післязбиральної обробки цибулі.

Конструкція машини SET 903 являє собою каркас, на якому змонтовані:

- набір решіт з різним розміром отворів;
- приймальний канал;
- відвідні канали з виносними транспортерами;
- вібраційний механізм, який складається з ексцентрикового колеса, системи важелів, механізму регулювання амплітуди коливань решіт у вертикальній і горизонтальній площинах;
- привод від електричного двигуна через пасову передачу.

Технологічний процес машина виконує так:

- технологічний матеріал транспортером подається в канал подавального пристрою і на сортувальні решета;
- верхнє решето (рис. 5 б) відокремлює крупну фракцію діаметром плодів більшим 70 мм і вона подається під дією коливань на виносний транспортер крупної фракції;

- усі плоди діаметром менше 70 мм попадають на решето, розмір отворів яких 50x50 мм;

- на решеті з отворами 50x50 мм залишаються плоди з діаметром більше 50 мм і переміщуються до виносного транспортера середньої фракції, яким виносяться в збиральний бункер. Плоди діаметром менше 50 мм провалюються на решето з розміром отворів 30x30 мм;

- на решеті з розміром отворів 30x30 мм залишається цибуля розміром плодів більше 30 мм,

решта провалюється до некондиційної за розміром продукції;

- продукція дрібної фракції також відводиться своїм транспортером у підготовлений контейнер.

Відсортована продукція збирається в спеціальні накопичувальні контейнери, які входять у комплект постачання.

Рівень наповнення накопичувачів контролюється інфрачервоним датчиком.

Показники технічної характеристики машини для сортування цибулі визначені випробуваннями наведені в таблиці 6.

Машина для сортування продукції забезпечує розподілення підготовленого вроху за фракціями. За результатами агротехнічної оцінки відсортованої продукції отримані такі результати: середній діаметр плодів крупної фракції склав 7,5 см, середньої – 5,9 см, дрібної – 4,5 см. із середньоквадратичним відхиленням $\pm 0,8$ см, $\pm 0,4$ см, $\pm 0,4$ см відповідно кожній відсортованій фракції. Результати оцінки представлені таблиці 7.

З отриманих даних видно, що сортувальник SET 903 забезпечує достатню

Таблиця 6 - Технічна характеристика сортувальника SET 903

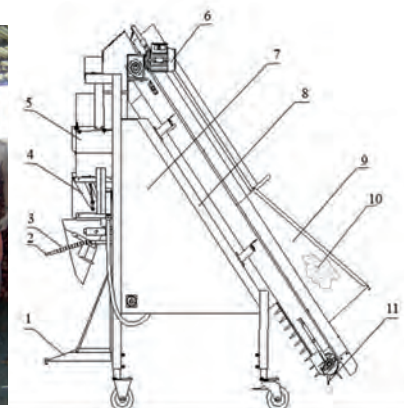
Показник	Значення показника
Тип	стаціонарний
Привод	електромеханічний
Кількість фракцій, на які розділяється продукція, шт	3
Кількість сортувальних решіт, шт.	3
Габаритні розміри решіт, мм	
а) верхнього:	
- довжина	120,0
- ширина	90,0
розмір отворів	70×70
б) середнього:	
- довжина	500
- ширина	350
- розмір отворів	50×50
в) нижнього:	
- довжина	500
- ширина	350
- розмір отворів	50×50
Кількість виносних транспортерів, шт	3
Габаритні розміри виносних транспортерів, мм	
- довжина	1650
- ширина	500
Габаритні розміри транспортера скиду некондиційної продукції і сміття, мм	
- довжина	500
- ширина	100
Споживана потужність по машині, кВт	3,3
Питома споживана потужність, кВт-год/т	0,49
Габаритні розміри машини, мм:	
- довжина	3100
- ширина	3000
- висота	2130
Маса, кг	1000

Таблиця 7 – Показники якості виконання технологічного процесу машини для сортування продукції за розмірними фракціями SET 903

Показник	Значення показника
Масова доля виходу, %	
- стандартні	92,8
- нестандартні	7,2
Склад і якість продукції за виходом	
а) стандартні:	
- стандартні цибулини діаметром більше 30 мм	90,5
- зокрема слабо пошкоджені	9,5
б) нестандартні:	
- стандартні цибулини діаметром більше 30 мм	100
- нестандартні цибулини діаметром менше 30 мм	відсутні
Точність калібрування за розміром, %	100
Середній діаметр цибулин, см	
- крупна фракція	7,5
- середня фракція	5,9
- дрібна фракція	4,5
Середньоквадратичне відхилення, ± см	
- крупна фракція	0,8
- середня фракція	10,3
- дрібна фракція	0,4
Коефіцієнт варіації за фракціями, %	
- крупна	10,3
- середня	7,6
- дрібна	10,1
Середня маса цибулин, г за фракціями:	
- крупна	173,5
- середня	132,4
- дрібна	103,8
Середньоквадратичне відхилення, ± г за фракціями:	
- крупна	3,2
- середня	3,8
- дрібна	4,7
Коефіцієнт варіації, % за фракціями:	
- крупна	1,8
- середня	3,2
- дрібна	4,6

якість сортування підготовленого вороху цибулі. Точність сортування складає 100 %. У приймальних бункерах накопичувалась цибуля потрібного розміру.

Відсортованою за фракціями цибулею, зібраною в накопичувальних бункерах, заповнюють підготовлену тару через вагову машину АМ-422 (рис. 6).



а) машина в роботі; б) конструкційна схема

1 – платформа для тари; 2 – датчик важеля; 3 – важіль вивантажувального пристрою; 4 – дозувальна панель; 5 – зважувальний бункер; 6 – двигун; 7 – захисний кожух; 8 – завантажувальний бункер; 9 – гумове полотно; 10 – транспортер

Рисунок 6 – Машина для фасування продукції в тару

Вагова машина АМ-422 призначена для заповнення підготовленої тари відсортованою продукцією.

Основою машини є каркас виконаний з труби прямокутного перерізу. На каркасі змонтовані:

- приймальний бункер;
- двосекційний стрічково-планчастий транспортер;
- дозувальний пристрій;
- платформа для тари;
- електричний привод.

Каркас машини встановлений на чотири стійки оснащені колесами, щоб легко змінювати місце використання машини.

Транспортер машини, який призначений для завантаження продукції в тару, має дві секції – основну для транспорту-

вання основної маси продукту, а допоміжну для транспортування продукції для досягнення встановленої маси.

Дозувальний пристрій накопичує задану масу продукту і вивантажує його в підготовлену тару. До складу дозувального пристрою входять електронні ваги, пульт керування.

Привод транспортерів здійснюється електричним двигуном через редуктор.

У конструкції машини використані два електричні двигуни з редукторами привода секцій транспортера.

Ще один електродвигун із системою важелів використовується для привода засувки дозувального пристрою.

Технологічний процес проходить так:

- відсортована продукція завантажується у приймальну частину транспортера;

- транспортер подає продукцію у дозувальний пристрій машини;

- накопичена до встановленої маси, продукція після натискання на важіль дозувального пристрою, вивантажується у підготовлену тару.

Показники технічної характеристики машини наведені в таблиці 8.

Конструкція і комплектація вагової машини дозволяють виконувати технологічний процес затарювання мішків за заданою вагою. Показники якості виконання технологічного процесу наведені в таблиці 9.

З отриманих результатів видно, що машина забезпечує достатню якість виконання технологічного процесу. Середня маса фасованої продукції крупної фракції склала 14,6 кг, середньої 15,6 кг, середньоквадратичне від-

Таблиця 8 – Показники технічної характеристики машини вагової АМ-422

Показник	Значення показника
Тип	стаціонарна
Привод	електричний
Межі регулювання маси однієї навіски, кг	2,5-25
Кількість транспортерів, шт	2
Довжина транспортерів, мм	2050
Ширина транспортерів, мм	
- основного	280
- допоміжного	110
Крок планок, мм	180
Кількість електричних двигунів, шт	3
Потужність електричних двигунів, кВт	
- привода транспортерів	0,55
- привода дозувального пристрою	0,18
Кількість обслуги, чел.	2
Габаритні розміри машини в робочому положенні, мм	
- довжина	2450
- ширина	850
- висота	2300
Маса, кг	325

Таблиця 9 – Показники якості виконання технологічного процесу вагової машини АМ-422

Показник	Значення показника
Якість продукції в мішку, %	
- стандартна продукція	94
- слабо пошкоджені	6
- сильно ушкоджені, гнилі, оголені	відсутні
- нестандартні за розміром	відсутні
Втрати продукції під час затарювання, %	4,9
зокрема:	
- підлягають поверненню	4,9
- непридатні	відсутні
Середня маса фасованої продукції, кг	
Крупна фракція:	
- задана	15,0
- фактично отримана	14,6
- середньоквадратичне відхилення	±0,36
Середня фракція	
- задана	15,0
- фактично отримана	15,6
середньоквадратичне відхилення	±0,11

хилення складо відповідно $\pm 0,36$ кг, та $\pm 0,11$ кг. Втрати продукції під час фасування, які підлягають поверненню, – 0,49%.

Слід відзначити, що ця машина поставлена споживачеві в основній комплектації без додаткового обладнання, в яке може входити автоматичний утримувач мішків, конвеєр для транспортування фасованої продукції, зшивна машина. Ці додаткові пристрої ще більше оптимізують процес фасування продукції.

Вищенаведені якісні показники роботи окремих модулів лінії обробки цибулі і якісні показники кінцевої продукції запаковані в тару. Однак придбання таких ліній можуть собі дозволити господарства з високим рівнем економічного забезпечення. На сьогодні основним способом підготовки продукції до реалізації і закладання на зберігання є ручний із залученням сезонних працівників.

Післязбиральна обробка цибулі полягає в ручному збиранні цибулі зі стиглого валка, обрізання листя до стандартних розмірів, укладання кондиційної цибулі в тару (як правило – це овочеві сітки).

На жаль, цибуля отримана обробкою вручну, не відповідає вимогам ДСТУ 3234 до сортової цибулі і не може відноситися до вищого, першого або другого сорту за зовнішніми ознаками і за фракційним складом. Показники якості цибулі в мішку відсортованої вручну, наведені в таблиці 10.

Як видно з таблиці 10, у підготовленій і розфасованій продукції ручної обробки стандартна складає 83,2 %, а з 16,8 % нестандартної 12,7 % - за розміром і 4.1- за виглядом, а на лінії стандартна продукція складає 94%, а відхилення за розміром і виглядом відсутні (таблиця. 9).

У таблиці 11 наведені дані за фракційним і ваговим складом продукції, підготовленої до реалізації.

Отримана продукція згідно з ДСТУ 3234 не може бути віднесена до сортової продукції, тому споживчі властивості і її ліквідність відповідають середньому рівню і реалізуватись вона може тільки на внутрішньому ринку. Тому і ціна отриманої продукції буде відрізнятися від ціни

Таблиця 10 – Якість цибулі в мішку після ручного сортування

Показник	Значення показника
Якість продукції в мішку, %	
Стандартні цибулини,	83,2
зокрема:	
- слабо пошкоджені	5,4
- сильно пошкоджені, гнилі	відсутні
Нестандартні цибулини,	16,8
зокрема:	
- за розміром	12,7
- за видом	4,1
Вміст цибулин з довжиною висушеної шийки, %	
- до 5 см	47,4
- від 5-10 см	38,7
- більше 10 см	13,9

Таблиця 11 – Розмірно-вагова характеристика цибулин у мішку після ручного сортування

Показник	Значення показника
Вміст цибулин за найбільш поперечним діаметром, %	
- не менше 5 см	48,3
- від 5 см до 4 см	37,6
- від 4 см до 3 см	10,2
- менше 3 см	3,9
Вміст цибулин за масою, %	
- не менше 150г	52,3
- від 100г до 150г	25,4
- від 100г до 75г	14,8
- менше 75г	7,5

сортової продукції.

Економічні показники ручного способу сортування продукції проводилися, виходячи з реальної продуктивності виконання технологічного процесу та витрат на оплату праці.

Розрахунок проводився на фактичну площу збирання і отриману середню врожайність цибулі. Економічні показники наведені в таблиці 12.

Таблиця 12 – Економічні показники ручного способу сортування продукції

Показник	Значення показника
Площа збирання, га	60,0
Середня врожайність, т/га	80
Валовий збір, т	4800
Кількість робочих, зайнятих сортуванням, люд.	120
Продуктивність одного робітника, т/год.	0,18
Затрати праці, люд.-год./т	5,56
Оплата праці, грн/т	125,10
Оплата праці за весь обсяг робіт, грн	600480

З продуктивністю ручного післязбирального обробітку цибулі 0,18 т/год, затрати праці склали 5,56 люд.-год./т, водночас вартість обробітку склала 125,1 грн./т. Витрати на обробіток усього об'єму продукції становлять 600480 грн.

Описані вище машини створюють технологічну лінію для післязбиральної обробки цибулі.

Кожна машина виконує свою технологічну операцію і ворох цибулі послідовно передається транспортерами з однієї машини на наступну.

Експлуатаційно-технологічні показники визначалися по всій лінії, починаючи від завантаження продукції в приймальний бункер до затарювання продукції в овочеві сітки, обліком витрат часу за складовими технологічного процесу протягом п'яти робочих змін.

Оброблені результати наведені в таблиці 13.

Експлуатаційно-технологічні показники визначені виходячи з балансу часу на елементи зміни за нормативну тривалість зміни. Баланс часу приведений в таблиці 14.

Продуктивність лінії за годину основного часу складає 7,5 т. На зниження продуктивності за годину змінного часу до рівня 5,85 т найбільше вплинули витрати часу на технологічне обслуговування та щозмінне технічне обслуговування. Ці витрати часу в сумі складають 11,7 % у ба-

Таблиця 13 – Експлуатаційно-технологічні показники роботи лінії для післязбирального обробітку цибулі

Показник	Значення показника
Вид роботи	товарна обробка цибулі
Продуктивність, т за 1 год. часу:	
- основного	7,50
- змінного	5,85
- експлуатаційного	5,78
Експлуатаційно-технологічні коефіцієнти:	
- технологічного обслуговування	0,92
- надійності технологічного процесу	0,99
- використання робочого часу зміни	0,78
- використання експлуатаційного часу	0,77
Необхідна кількість персоналу, чел.	9

Таблиця 14 – Баланс часу за нормативну тривалість зміни

Показник	Значення показника	
	год	%
Час на основну роботу	5,46	78,0
Час на технологічне обслуговування	0,50	7,1
Час на щозмінне технологічне обслуговування	0,32	4,6
Час на підготовку до роботи	0,06	0,9
Час на налагоджування і регулювання	0,02	0,3
Час на усунення технологічних відмов	0,06	0,9
Час на нормований відпочинок	0,58	8,2
Нормована тривалість зміни	7,00	100,0

лансі часу за нормативну тривалість зміни.

Інші витрати незначні, тому отримані експлуатаційно-технологічні показники мають високі значення.

Скажімо, коефіцієнт надійності технологічного процесу отриманий 0,99, налагодження та регулювання – 0,99, підготовки до роботи – 0,99.

Коефіцієнт використання змінного часу складає 0,78, використання експлуатаційного часу - 0,77.

Експлуатаційно-технологічні показники свідчать про експлуатаційну надійність лінії та стабільність виконання нею технологічного процесу післязбиральної обробки цибулі.

Висновки. Порівнюючи механізовану і ручну технологію післязбиральної обробки цибулі, можна зробити висновки, що механізована технологія має переваги:

- у продуктивності;
- у якості виконання технологічного процесу;
- у можливості отримувати сортову продукцію, яка має вищу реалізаційну ціну;
- в економії трудових ресурсів;
- у можливості організації багатозмінної роботи

До стримувальних факторів використання лінії в технології післязбиральної обробки цибулі можна віднести:

- високі початкові капітальні вкладення;
- необхідність критого електрифікованого майданчика;

Досвід європейських країн показує, що дороге обладнання сезонного використання закуповується асоціаціями фермерів для загального використання, що значно зменшує фінансове навантаження, підвищує ефективність використання обладнання.

Література

1. Технология механизированного производства репчатого лука М. И. Дианов, А. И. Дятликович, Ю. И. Сухов, В. М. Кузьмин, М 1971
2. Протокол испытаний № 33-102-85 (1162510) Государственные приемочных испытаний линии по доработке чеснока ЛДЧ-3. Південно-Українська машина випробувальна станція, Херсон 1985р.
3. Стационарна лінія післязбирального доробітку цибулі ПМЛ-6. <https://mehanik-ua.ru>
4. Протокол державних випробувань № 959-277-03-2008 Машина для сортування продукції SET 903 Південно-Українська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

5. Протокол державних випробувань № 978-245-03-2008 Машина для обрізання бадилля цибулі ЕА 85-3 Південно-Українська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

6. Протокол державних випробувань № 948-275-03-2008 Вагова машина АМ 422 Південно-Українська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

7. ЗВІТ про науково-дослідну роботу «Провести дослідження та науково-технічну експертизу ефективності застосування технології післязбирального обробітку цибулі», Південно-Українська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

8. В. Сидоренко. - Застосування інформаційних технологій у розвитку систем зрошення./Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва України: зб. наук. пр. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, Дослідницьке, 2018. - 182-192 с.

9. ДСТУ 3234-95 Цибуля ріпчаста свіжа. Технічні умови

Literature

1. Technology of mechanized production of onions. М. I. Dianov, A. I. Dyatlikovich, Yu.I. Sukhov, V. M. Kuzmin, М 1971
2. Test Report No. 33-102-85 (1162510) State acceptance testing of the line for completion of LHF-3 garlic. South-Ukrainian machine-testing station, Kherson 1985r.
3. Stationary line after harvesting of onions PLL-6. <https://mehanik-ua.ru>
4. State Protocol Statement No. 959-277-03-2008 Machine for sorting products SET 903. South-Ukrainian branch of L. Pogorilyy UkrNDIPVT
5. State Protocol Statement No. 978-245-03-2008 The car for cutting apricot onion EA 85-3. South-Ukrainian branch of L. Pogorilyy UkrNDIPVT
6. State Protocol Statement No. 948-275-03-2008 The car AM 422. South-Ukrainian branch of L. Pogorilyy UkrNDIPVT
7. REPORT on research work «To conduct research and scientific and technical expertise on the effectiveness of technology application

after-harvesting onions», South-Ukrainian branch of L. Pogorilyy UkrNDIPVT

8. V. Sidorenko. - Application of information technologies in the development of irrigation systems. / Techno-technological aspects of development and testing of new technology and technologies for agricultural production in Ukraine. Collection of scientific works. L. Pogorilyy UkrNDIPVT. Doslidnytske, 2018. - 182-192 pp

9. DSTU 3234-95 Onions are fresh. Specifications

Literatura

1. Tekhnologiya mekhanizirovannogo proizvodstva repchatogo luka M.I. Dianov, A. I. Dyatlikovich, YU. I. Sukhov, V. M. Kuz'min, Moskva, 1971,

2. Protokol ispytaniy № 33-102-85 (1162510) Gosudarstvennyye priyemochnykh ispytaniy linii po dorabotke chesnoa LDCH-

3. Pivdenno-Ukrai'ns'ka mashino viprobuvan'na stantsiya, Kherson 1985

3. Stacionarna liniya pisljazbyral'nogo do-

robitku cybuli PML-6. <https://mehanik-ua.ru>

4. Protokol derzhavnyh vyprobuvan' № 959-277-03-2008 Mashyna dlja sortuvannja produkcii' SET 903. Pivdenno-Ukrai'ns'ka filija UkrNDIPVT im. L. Pogorilogo,

5. Protokol derzhavnyh vyprobuvan' № 978-245-03-2008 Mashyna dlja obrizannja badyllja cybuli EA 85-3 Pivdenno-Ukrai'ns'ka filija UkrNDIPVT im. L. Pogorilogo

6. Protokol derzhavnyh vyprobuvan' № 948-275-03-2008 Vagova mashyna AM 422 Pivdenno-Ukrai'ns'ka filija UkrNDIPVT im. L. Pogorilogo

7. ZVIT pro naukovo-doslidnu robotu «Prov-estiy doslidzhennja ta naukovo-tehnicnu ekspertyzu efektyvnosti zastosuvannja tehnologii' pisljazbyral'nogo obrobittu cybuli», Pivdenno-Ukrai'ns'ka filija UkrNDIPVT im. L. Pogorilogo

8. V. Sydorenko. Zastosuvannja informatsiynykh tekhnolohiy u rozvytku system zroshennja. Tehniko-tehnologichni aspekty rozvytku ta oprobuvannja novoi' tehniky i tehnologij dlja sil's'kogo gospodarstva Ukrai'ny: zb. nauk. pr. UkrNDIPVT im. L. Pogorilogo. Doslidnyts'ke, 2018. - 182-192 pp

9. DSTU 3234-95 Cybulja ripchasta svizha. Tehnicni umovy

UDC 635.25/26

RESEARCH AND SCIENTIFIC AND TECHNICAL EXAMINATION OF MECHANIZED TECHNIQUES OF THE LAST PETROLEUM TREATMENT

A. Mihalev, e-mail: aamigalev@gmail.com, <https://orcid.org/000-0002-9767-1737>

O. Lilleman, <https://orcid.org/0000-0003-1316-1674>

South-Ukrainian branch of L. Pogorilyy UkrNDIPVT

Summary

The purpose of the study is to determine the effectiveness of the application of mechanized modules for postharvest processing of onions, their use as part of the line. Determination of qualitative and operational-technological indices of separate modules and lines in general. Comparison of mechanical processing indicators of onions with manual ones.

Research methods: Conduct tests of technological modules and the line as a whole to determine the indicators and obtain data for comparison.

Results. Harvesting and after-harvesting processing of onions are the most labor-intensive technological processes in the harvesting of these products.

The technologies used earlier were mainly built on the use of low-yield manual labor. The only mechanized operation was to dig onions. To do this, a root plow or a KC-1 was used. All other

technological processes - sorting, calibrating, packing in a container were carried out manually. The quality of onions and the fractional composition depended on the human factor. This led to a loss in product quality, worsened its marketing qualities.

Today this problem is solved by machines that enter the Ukrainian market from abroad.

The set of machines for harvesting onions includes:

- a machine for cutting onion leaves;*
- a machine for digging onions;*
- a car for packing onions and loading them into vehicles.*

The mechanized harvesting process itself does not allow standard products to be obtained. The heap of the onion after digging contains in the soil and plant remains. In addition, in more than 50 % of the collected bulbs, the length of the dried neck exceeds 5 cm, when only 3-5 % of such bulbs are allowed in the first variety of products, and in the highest is not allowed at all [8].

To obtain standard-level products, it needs to be brought to a condition after harvest.

Until recently, on farms, the post-harvest processing of the was performed only manually directly in the field and included:

- cutting of leaves;*
- sorting onions according to the size fractions;*
- packing of onions in a container;*
- loading of finished goods into vehicles.*

Execution of these works requires the attraction of an additional number of seasonal workers, which considerably increases the terms of harvesting.

In a context of rising labor costs, as well as a shortage of rural working-age population, the solution to this problem raises some difficulties and additional annual costs. In addition, with the increased requirements for the quality of vegetable products and its marketing properties, manual refinement of products does not meet the requirements for it.

In order to ensure the harvesting and initial processing of agronomic terms, there is a need for a comprehensive mechanization of technological processes.

In the last three years, the farms engaged in onion production began to use the lines of after-harvest processing of onions manufactured by "Skals Maskinfabrik" (Denmark). Now in the region there are three such sorting lines.

Equipment is built into a line from individual modules. Each module can work as an independent production unit. The line is based on the volume of production and growing conditions.

The technological line provides the separation of soil from the pit, clearing of the earth and residues, cutting of leaves, quality inspection, separation of non-standard fruits by size, calibration on fractions, packing in the container.

The quality of the technological process and the efficiency of the complex of machines for the post-harvest processing of onions, as well as its adaptation to the technologies used, requires study and research.

The researches obtained qualitative and operational-technological indices of the work of individual modules and the machine as a whole, which made it possible to draw conclusions about the effectiveness of using the technology of mechanized onion upgrading compared with manual labor.

Conclusions. *Comparing the mechanized after-harvest processing of onion with manual, we can conclude that mechanized technology against the manual has advantages:*

- in performance;*
- in quality of the technological process;*
- the possibility to receive high-quality products with a higher selling price;*
- in saving of labor resources;*
- the possibility of organizing a multi-shift work;*
- intellectualization of rural labor and development of labor resources of rural territories;*

Among the restraining factors of the use of the line in the technology of postharvest processing of onions are:

- significant initial capital investments;
- the necessity of a sheltered electrified ground;
- the economic efficiency of using the line begins with a volume of processing not less than 3 thousand tons.

The experience of European countries shows that expensive equipment for seasonal use is purchased by farmers' associations for general use. This significantly reduces the financial burden, increases the efficiency of the use of equipment.

Keywords: mechanized technology, post-harvest processing, lots, onions, fractional composition, impurities, productivity, sorting, technological module, line.

УДК 635.25/.26

ИССЛЕДОВАНИЯ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЛУКА

А. Мигалев, e-mail: aamigalev@gmail.com, <https://orcid.org/000-0002-9767-1737>

О. Лилевман, <https://orcid.org/0000-0003-1316-1674>

Южно-Украинская филиал ГНУ «УкрНДИПВТ им. Л. Погорелого»

Аннотация

Цель исследования - определение эффективности применения механизированных модулей для послеуборочной обработки лука, их использование в составе линии. Определение качественных и эксплуатационно-технологических показателей отдельных модулей и линии в целом. Сравнение показателей механизированной доработки лука и ручной.

Методы исследований: Проведение испытаний технологических модулей и линии в целом для определения показателей и получения данных для сравнения.

Результаты. Сбор и послеуборочная обработка лука являются наиболее трудоемкими процессами в заготовке этой продукции.

Технологии, которые использовались ранее, в основном, были построены на использовании малопроизводительного ручного труда. Единственной механизированной операцией было выкапывания лука. Для этого использовалась подкапывающая скоба или машина КЦ-1. Все остальные технологические процессы - сортировка, переборки, загрузка в тару выполнялись вручную. Качество лука, фракционный состав зависели от человеческого фактора. Это приводило к потере качества ухудшало ее маркетинговые свойства.

Сегодня, проблема сбора продукции решена благодаря машинам, которые поступают на рынок Украины из-за рубежа.

Комплекс машин для уборки лука включает:

- машину для обрезки листьев лука;
- машину для выкапывания лука;
- машину для подбора валков лука и загрузки их в транспортные средства.

Процесс механизированной уборки сам по себе не дает возможности получить стандартную продукцию. Ворох лука после выкапывания включает в почву и растительные остатки. Кроме того, в более 50 % собранных луковиц длина высушенной шейки превышает 5 см, когда допускается только 3-5 % таких луковиц в первом сорте продукции, а в высшем не допускается вовсе [8].

Чтобы получить продукцию стандартного уровня нужно послеуборочное доведение ее до кондиции.

До последнего времени в хозяйствах операции послеуборочной доведение лука до кондиции выполнялись только вручную непосредственно в поле и включали:

- срезание листьев;
- сортировка лука по размерным фракциям;
- упаковка лука в тару;
- загрузка готовой продукции в транспортные средства.

Выполнение этих работ требует привлечения дополнительного количества сезонных рабочих, значительно увеличивает сроки уборки.

В условиях удорожания труда, а также дефицита сельского трудоспособного населения, решение этой задачи вызывает определенные трудности и дополнительные ежегодные расходы. Кроме того, с повышением требований к качеству овощной продукции и ее маркетинговых свойств ручное доработки продукции не удовлетворяет требованиям к ней.

Для обеспечения сбора и первичной доработки в агротехнические сроки возникает необходимость в комплексной механизации технологических процессов.

В последние три года хозяйства, занимающиеся выращиванием лука, стали применять линии послеуборочной обработки лука производства фирмы «Skals Maskinfabrik» (Дания). Сейчас в регионе установлены три такие сортировочные линии.

Оборудование комплектуется в линию из отдельных модулей. Каждый модуль может работать как самостоятельная производственная единица. Линия комплектуется в зависимости от объема производства и условий выращивания.

Технологическая линия обеспечивает отделение почвы с вороха, очистки от земли и остатков, обрезка листьев, инспекции качества, отделения нестандартных плодов по размеру, калибровки на фракции, упаковки в тару.

Качество выполнения технологического процесса и эффективность работы комплекса машин для послеуборочной переработки лука, также адаптация его к технологиям, которые применяются, требует изучения и исследования.

Исследованиями получили качественные и эксплуатационно-технологические показатели работы отдельных модулей и машины в целом, что позволило сделать выводы об эффективности применения технологии механизированной доработки лука по сравнению с ручным трудом.

Выводы. Сравнивая механизированную послеуборочную обработку лука с ручной, можно сделать выводы, что механизированная технология имеет преимущества против ручной:

- в производительности;
- в качестве выполнения технологического процесса;
- возможности получать сортовую продукцию, имеет высшее цену реализации;
- в экономии трудовых ресурсов;
- возможности организации многосменной работы;
- интеллектуализации сельского труда и развития трудовых ресурсов сельских территорий;

К сдерживающим факторам использования линии в технологии послеуборочной обработки лука можно отнести:

- значительные начальные капитальные вложения;
- необходимость крытой электрифицированной площадки;

- экономическая эффективность использования линии начинается с объема переработки не менее 3 тыс. т.

Опыт европейских стран показывает, что дорогое оборудование сезонного использования закупается ассоциациями фермеров для общего пользования. Это значительно уменьшает финансовую нагрузку, повышает эффективность использования оборудования.

Ключевые слова: механизированная технология, послеуборочная обработка, ворох, лук, фракционный состав, примеси, производительность, сортировка, технологический модуль, линия.