

[0000-002-94-01-4846] **М. В. Хандюк**, старший викладач
Черкаський державний технологічний університет
б-р Шевченка, 460, м. Черкаси, 18006, Україна

ОЧИЩЕННЯ ЗЕРНА ЗЕЛЕНОГО ГОРОШКУ ВІД СТОРОННІХ ДОМІШОК

Досліджено процес подачі та очищення зерна зеленого горошку від сторонніх домішок. Розроблено удосконалену схему подачі та очищення зерна зеленого горошку від сторонніх домішок з новими конструктивними рішеннями, що дає можливість підвищити якість очищення зерна зеленого горошку від легких, більш летючих за сировину домішок та зменшити затрати ручної праці операторів. Виконано порівняльний аналіз існуючої та вдосконаленої схем подачі та очищення зерна зеленого горошку від сторонніх домішок. Визначено твердість зерна зеленого горошку та процент битого і пошкодженого зерна зеленого горошку в банках залежно від сорту зеленого горошку. Розраховано продуктивність кожного сорту зеленого горошку і виконано порівняльний аналіз продуктивності кожного сорту зеленого горошку на лініях до і після вдосконалення.

Ключові слова: гідравлічний транспортер, відділювач води, шнековий дозатор, вібраційний селектор, приймальний бункер, повітряний селектор, інспекційний транспортер, твердість зерен зеленого горошку, процент битого і пошкодженого зерна зеленого горошку, продуктивність.

Вступ. Харчова промисловість в Україні традиційно є однією з найважливіших галузей АПК. Серед основних задач, що стоять перед харчовою промисловістю, є створення високоефективного технологічного обладнання, яке на основі використання прогресивних технологій дасть змогу значно підвищити продуктивність праці й скоротити негативну дію на навколишнє середовище, а також сприяти економії сировини [11].

Консервна промисловість тісно пов'язана з сільським господарством і займає гідне місце у виробництві продуктів харчування.

Миття та очищення зерна зеленого горошку має важливе значення при виробництві банкових консервів, які традиційно користуються підвищеним попитом. Якість консервів залежить також від очищення зерна від різних механічних (землі, каміння, сторонніх домішок) та органічних (чашолистки, пошкоджені зерна) забруднень [1; 3; 7; 9; 14].

Процес очищення зерна і зернобобових культур від сторонніх домішок є предметом дослідження вітчизняних і зарубіжних вчених, зокрема таких науковців: М. Амінов, Алі Рейфд Шахмі, М. Антонов, А. Гладушняк, С. Голячук, О. Дашковський, М. Дікіс, В. Качанов, А. Мальський, А. Палвашова, В. Панфілов, В. Полегаєв, Н. Сабуров, Е. Ситніков, Ю. Скріпніков, Є. Широков та інших [2; 5; 6; 7; 10; 11; 12; 13; 15].

Однак, незважаючи на значну кількість напрацювань і впровадження їх у виробництво, у консервах зеленого горошку все ж трапляються механічні й органічні забруднення, що свідчить про актуальність проблеми якісного видалення сторонніх домішок.

Метою дослідження є поліпшення якості вироблених консервів зеленого горошку шляхом зменшення сторонніх домішок при очищенні зерна зеленого горошку.

Виклад основного матеріалу. Для миття і очищення в технологічній лінії по виробництву консервів з зеленого горошку встановлюється різноманітне обладнання, яке виконує певні функції для дотримання технічних вимог до сировини [4; 15].

Миття і відділення сторонніх домішок проводиться на таких етапах технологічного процесу:

– у приймальних ваннах відбувається відмочування та відділення твердих і легких домішок;

– у гідравлічних транспортерах відбувається подальше відмочування;

– в установлених послідовно флотаційних машинах для миття відбувається відділення великих (чашолистки, бадилля, бур'ян, солома та ін.) та малих (биті та незрілі зерна горошку) домішок;

– після бланшування і охолодження сировина проходить вібраційний селектор і

по гідравлічному жолобу потрапляє на повітряний селектор;

– після повітряного селектора відбувається остаточна інспекція сировини операторами на інспекційному транспортері.

Дослідивши етапи технологічного процесу видалення сторонніх домішок, нами було запропоновано вдосконалену схему подачі та очищення зерна зеленого горошку від сторонніх домішок шляхом встановлення шнекового дозатора та вібраційного селектора.

З метою виявлення ефективності цієї пропозиції на підприємстві з переробки сіль-

ськогосподарської продукції було проведено експеримент, суть якого полягає у виконанні досліджень на двох лініях по виробництву банкових консервів з зеленого горошку [4; 15]. Одну з таких ліній було модернізовано згідно з нашими пропозиціями.

Таким чином, на першій лінії залишилася існуюча схема подачі й очищення сировини, яка складається з гідравлічного транспортера, відділювача води, приймального бункера, повітряного селектора та інспекційного транспортера (рисунок 1).

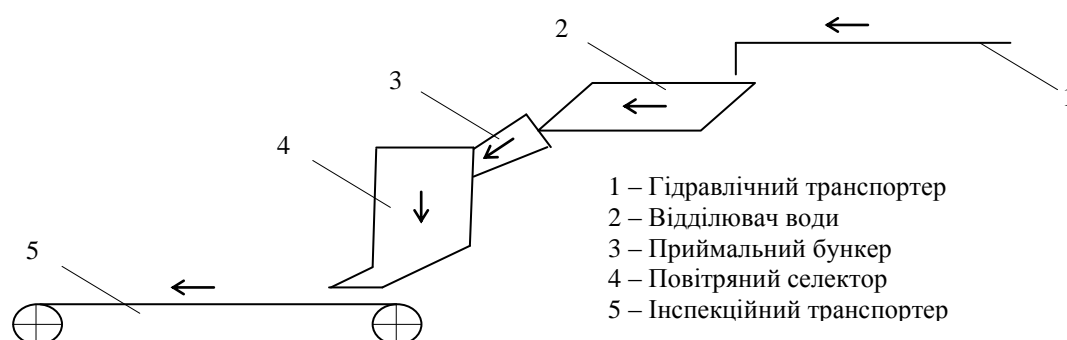


Рисунок 1 – Існуюча схема подачі та очищення зерна зеленого горошку від сторонніх домішок

Ця схема не забезпечує точне дозування та рівномірну подачу сировини по всій ширині робочої зони повітряного селектора. Нерівномірна подача сировини відбувається за рахунок того, що гідравлічний жолоб являє собою трубу круглого перерізу внутрішнім діаметром 100 мм, тому зелений горошок потрапляє в центральну частину відділювача води. Таким же чином зелений горошок потрапляє

в центральну частину робочої зони повітряного селектора. В результаті задіяна тільки центральна частина робочої зони повітряного селектора, а повітряний потік неякісно відділяє легкі домішки [8].

На другій лінії для усунення цього недоліку пропонуємо удосконалити схему подачі та очищення зерна зеленого горошку від сторонніх домішок (рисунок 2) [8].

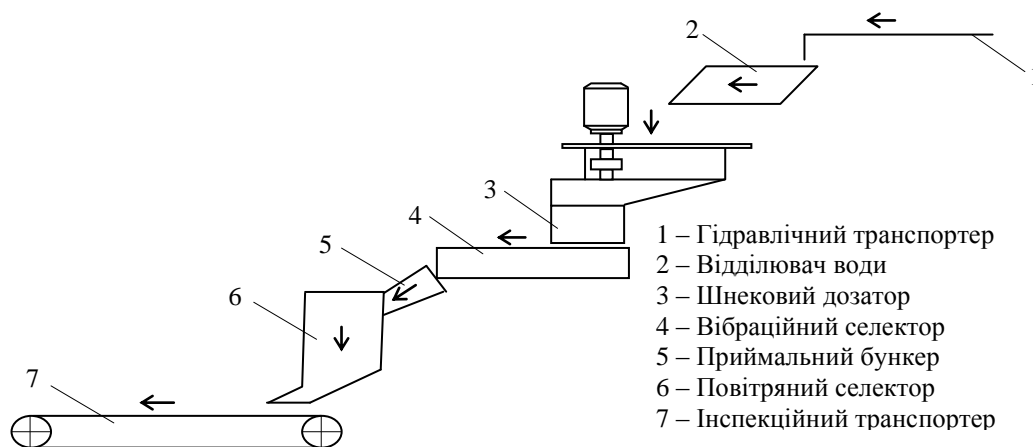


Рисунок 2 – Удосконалена схема подачі та очищення зерна зеленого горошку від сторонніх домішок

Для точного дозування в схему подачі та очищення зерна зеленого горошку запропоновано додатково встановити шнековий дозатор, а для рівномірної подачі сировини по ширині робочої зони повітряного селектора запропоновано встановити вібраційний селектор.

Таким чином, удосконалена схема подачі та очищення зерна зеленого горошку від сторонніх домішок складається з гідравлічного транспортера, відділювача води, шнекового дозатора, вібраційного селектора, приймального бункера, повітряного селектора та інспекційного транспортера.

Згідно з технічною пропозицією було модернізовано одну з двох ліній підготовки сировини до фасування. Тому було можливим проведення експерименту паралельно на лінії

до і після модернізації. Метою проведення експерименту для дослідів за сировину взято зелений горошок вищого, першого, другого та столового сорту, який надходить на підприємство протягом сезону приблизно протягом місяця.

Згідно з технологічним процесом сировина, обмолочена комбайном, доставляється на переробне підприємство самоскидами. На прийомному пункті методом взяття проб лабораторією визначається процент домішок та за допомогою фенометра визначається сорт сировини та процент битого зерна в банках.

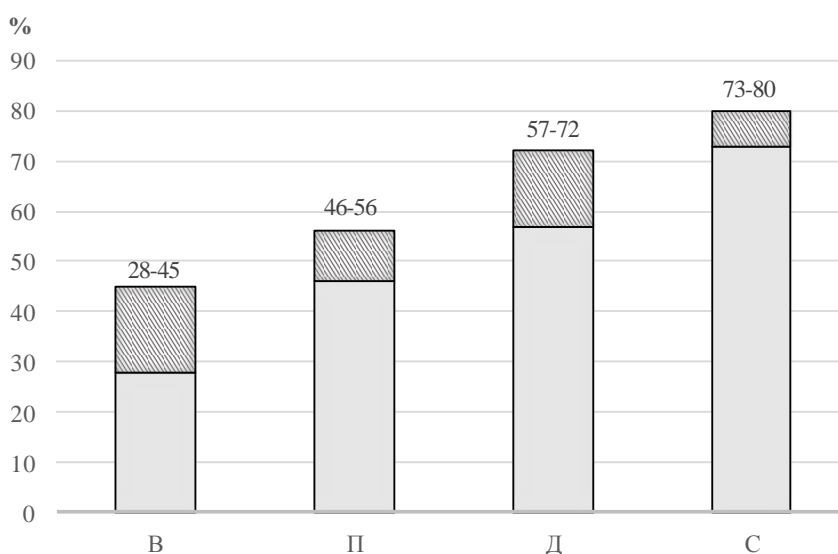
Результати досліджень твердості зерна зеленого горошку та відсотка битого і пошкодженого зерна зеленого горошку відображені у таблиці 1 [6].

Таблиця 1 – Результати досліджень зерна зеленого горошку

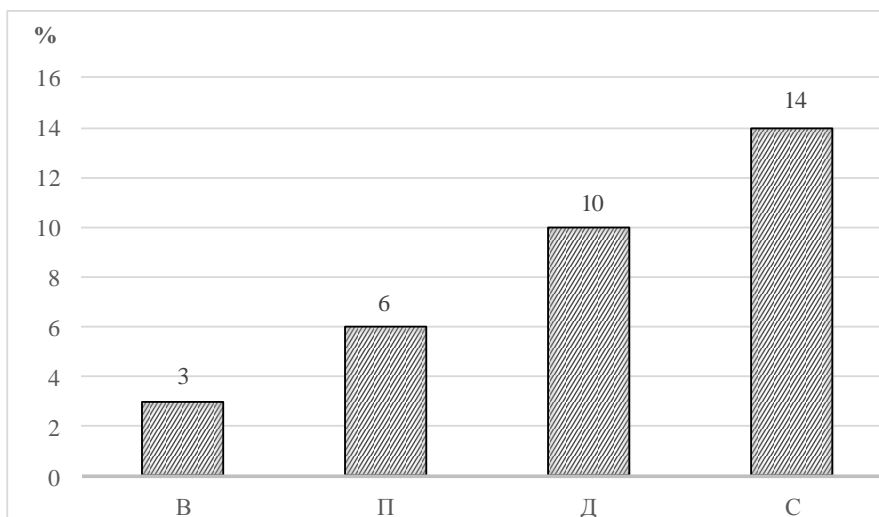
Сорт зеленого горошку	Твердість зерна зеленого горошку, %	Відсоток битого і пошкодженого зерна зеленого горошку в банках, %
Вищий сорт	28-45	3
Перший сорт	46-56	6
Другий сорт	57-72	10
Столовий сорт	73-80	14

Як свідчать результати досліджень, твердість зерна зеленого горошку вищого сорту коливається в межах 28-45 %, для першого сорту твердість зерна зеленого горошку становить 46-56 %, для другого сорту – 57-72 %, а для столового сорту – 73-80 % (рисунк 3, а) [6].

Найменший процент битого і пошкодженого зерна зеленого горошку в банках вищого сорту – 3 %, в банках першого сорту – 6 %, в банках другого сорту – 10 %, а в банках столового сорту процент битого і пошкодженого зерна зеленого горошку становить 14 % (рисунк 3, б) [6].



а) твердість зерна зеленого горошку за показаннями фенометра: В – вищого сорту; П – першого сорту; Д – другого сорту; С – столового сорту



б) процент битого і пошкодженого зерна зеленого горошку в банках: В – вищого сорту; П – першого сорту; Д – другого сорту; С – столового сорту

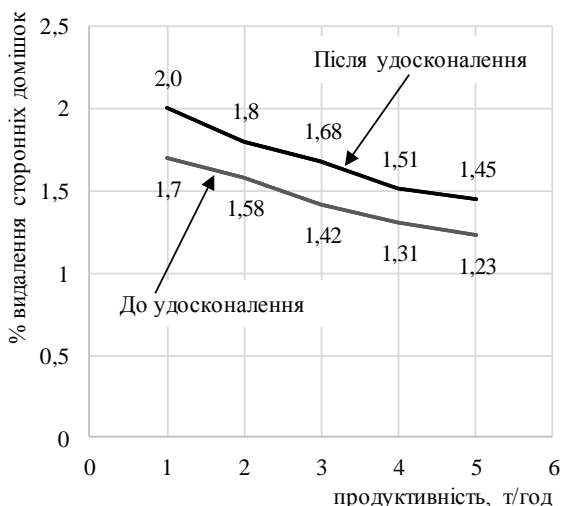
Рисунок 3 – Твердість зерна зеленого горошку та відсоток битого і пошкодженого зерна зеленого горошку в банках

Після лабораторних дослідів самоскид із зернами зеленого горошку зважується у ваговій до і після розвантаження. Таким чином визначається вага партії сировини. Кожний само-скид розвантажується в індивідуальну ванну, і таким чином фіксується точна вага кожної партії сировини, що подається на переробку.

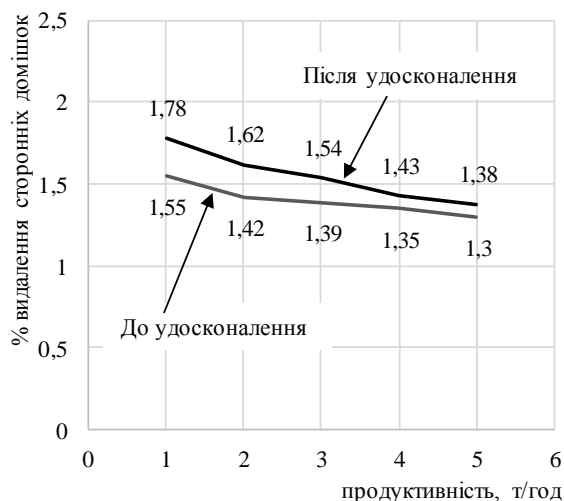
Пропускаючи по черзі кожну партію сировини відповідного сорту на лінії до і після вдосконалення і отримавши готову продукцію до стерилізації (тобто кількість банок

одного типорозміру), було визначено кількість домішок (у відсотках), відсортованих на лініях до і після вдосконалення. Також різні партії подавалися на лінії з різною продуктивністю.

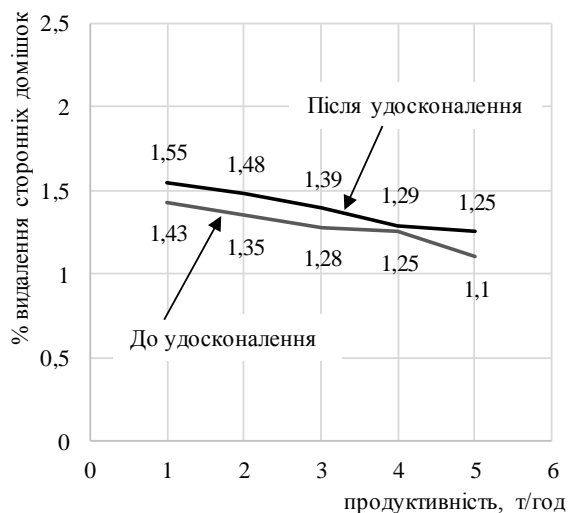
Таким чином, в результаті проведених дослідів на паралельно встановлених лініях до і після вдосконалення з достатньою вірогідністю було отримано дані, за результатами яких побудовано графіки залежності якості очищення різних сортів зеленого горошку від продуктивності (рисунок 4).



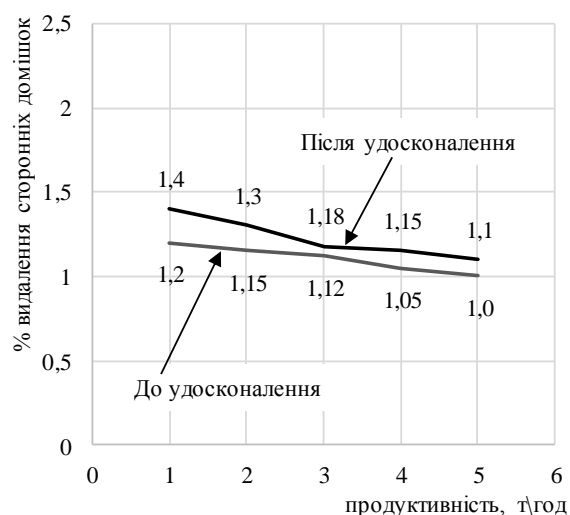
а) графік залежності якості очищення зеленого горошку вищого сорту від продуктивності



б) графік залежності якості очищення зеленого горошку першого сорту від продуктивності



в) графік залежності якості очищення зеленого горошку другого сорту від продуктивності



з) графік залежності якості очищення зеленого горошку столового сорту від продуктивності

Рисунок 4 – Графіки залежності якості очищення різних сортів зеленого горошку від продуктивності

Графіки, зображені на рисунку 4, наочно демонструють:

1) пряму залежність якості очищення зеленого горошку вищого, першого, другого та столового сортів від продуктивності лінії: чим вища продуктивність, тим менший відсоток видалених сторонніх домішок (чим більша щільність потоку продукту по перерізу робочої камери повітряного селектора, тим менший відсоток видалених сторонніх домішок);

2) пряму залежність сорту зеленого горошку від відсотка видалених сторонніх домішок: для зеленого горошку вищого сорту

відсоток видалених сторонніх домішок є вищим, ніж для зеленого горошку першого сорту; для першого сорту відсоток видалених домішок є вищим, ніж для другого, і для другого сорту – вищим, ніж для столового.

3) підвищення відсотка видалення сторонніх домішок на модернізованій лінії (після удосконалення) для вищого, першого, другого та столового сортів зеленого горошку.

Результати відхилень у вимірюваних показниках, отриманих в результаті проведених дослідів на існуючій і модернізованій лініях наведено у таблицях 2-5.

Таблиця 2 – Аналіз відхилення відсотка видалення сторонніх домішок із зеленого горошку вищого сорту

Продуктивність, т/год	Відсоток видалення сторонніх домішок, %		
	до вдосконалення	після вдосконалення	відхилення, відсоткових пунктів
1	1,7	2,0	0,3
2	1,58	1,8	0,22
3	1,42	1,68	0,26
4	1,31	1,51	0,2
5	1,23	1,45	0,22

Як свідчать наведені результати досліджень, для зеленого горошку вищого сорту відсоток видалених сторонніх домішок на модернізованій лінії покращиться на 0,2-0,3 відсоткових пунктів: при продуктивності 1 т/год відсоток видалення сторонніх домішок збіль-

шиться з 1,7 % до 2,0 %; при продуктивності 2 т/год – з 1,58 % до 1,8 %; при продуктивності 3 т/год – з 1,42 % до 1,68 %; при продуктивності 4 т/год – з 1,31 % до 1,51 %; при продуктивності 5 т/год відсоток видалення сторонніх домішок збільшиться з 1,23 % до 1,45 %.

Таблиця 3 – Аналіз відхилення відсотка видалення сторонніх домішок із зеленого горошку першого сорту

Продуктивність, т/год	Відсоток видалення сторонніх домішок, %		
	до вдосконалення	після вдосконалення	відхилення, відсоткових пунктів
1	1,55	1,78	0,23
2	1,42	1,62	0,2
3	1,39	1,54	0,15
4	1,35	1,43	0,08
5	1,3	1,38	0,08

Трохи меншим є розрив у вимірюваних показниках до і після вдосконалення лінії очищення зерна зеленого горошку від сторонніх домішок за результатами досліджень зеленого горошку першого сорту. Так, відсоток видалення сторонніх домішок збільшиться на модернізованих лініях з 0,08 (при продуктивності 5 т/год) до 0,23 відсоткових пунктів

(при продуктивності 1 т/год). При цьому відсоток видалення сторонніх домішок на лінії після вдосконалення зростає до 1,78 % (при продуктивності 1 т/год) й до 1,38 % (при продуктивності 5 т/год). Зауважимо, що на лінії до вдосконалення цей показник становив відповідно 1,55 % і 1,3 %.

Таблиця 4 – Аналіз відхилення відсотка видалення сторонніх домішок із зеленого горошку другого сорту

Продуктивність, т/год	Відсоток видалення сторонніх домішок, %		
	до вдосконалення	після вдосконалення	відхилення, відсоткових пунктів
1	1,43	1,55	0,12
2	1,35	1,48	0,13
3	1,28	1,39	0,11
4	1,25	1,29	0,04
5	1,1	1,25	0,15

Тенденція до зменшення розриву за досліджуваним показником на двох лініях з очищення зеленого горошку від сторонніх домішок залежно від сорту зеленого горошку продовжує зберігатися. Так, для зеленого горошку другого сорту при продуктивності 1 т/год відсоток видалення сторонніх домішок збільшиться з 1,43 % до 1,55 %, тобто на 0,12 відсоткових пунктів, а для продуктивності

5 т/год цей показник збільшиться з 1,1 % до 1,25 %, тобто на 0,15 відсоткових пунктів. Винятком із загальної тенденції є результат, який було отримано при продуктивності 4 т/год, коли відсоток видалення сторонніх домішок збільшився, але збільшення було зафіксовано незначне – лише на 0,04 відсоткових пунктів: з 1,25 % до 1,29 %.

Таблиця 5 – Аналіз відхилення відсотка видалення сторонніх домішок із зеленого горошку столового сорту

Продуктивність, т/год	Відсоток видалення сторонніх домішок, %		
	до вдосконалення	після вдосконалення	відхилення, відсоткових пунктів
1	1,2	1,4	0,2
2	1,15	1,3	0,15
3	1,12	1,18	0,06
4	1,05	1,15	0,1
5	1,0	1,1	0,1

Дослідження зеленого горошку столового сорту дало такі результати: коливання розриву у відхиленнях відсотка видалення сторонніх домішок становило 0,1 відсоткових пунктів для продуктивності 5 т/год (відсоток видалення сторонніх домішок на лінії до вдосконалення становив 1,0 %, а на лінії після вдосконалення – 1,1 %) і 0,2 відсоткових пунктів для продуктивності 1 т/год (відсоток видалення сторонніх домішок на лінії до вдосконалення становив 1,2 %, а на лінії після вдосконалення – 1,4 %).

Таким чином, можна констатувати, що чим нижча якість сорту зеленого горошку, тим меншою є результативність модернізованої лінії. Тобто для зеленого горошку вищого сорту застосування вдосконаленої лінії буде мати більший ефект, ніж для зеленого горошку столового сорту. Це пояснюється тим, що засміченість зеленого горошку вищого сорту більша, ніж першого, засміченість зеленого горошку першого сорту більша, ніж другого, і засміченість зеленого горошку другого сорту більша, ніж столового.

Висновок. Розроблена удосконалена схема подачі та очищення зерна зеленого горошку від сторонніх домішок поліпшить якість очищення зерна зеленого горошку від легких, більш летючих за сировину, домішок, а також зменшить затрати ручної праці операторів. Відповідно зменшиться кількість операторів, які працюють на інспекційному транспортері, а також поліпшиться якість вироблених консервів. Перспективами подальших досліджень є удосконалення обладнання в запропонованій схемі.

Список використаних джерел

- [1] М. С. Аминов, и А. Н. Мальский, *Технологическое оборудование консервных заводов*. Москва: Пищ. пром-ть, 1989.
- [2] Али Рейад Шамхи, "Новые подходы в технологии производства консервов из зеленого горошка", на *VI междунар. науч. конф. студентов и аспирантов. Техника и технология пищевых производств*, Могилев, Республика Беларусь: Могилев. гос. ун-т продовольствия, 2008. С. 46.
- [3] *Технологическое оборудование консервных заводов* / М. С. Аминов, М. Я. Дикис, А. Н. Мальский, А. К. Гладушняк, Ред. Москва: Агропромиздат, 1986.
- [4] Л. П. Ковальская, И. С. Шуб, Г. М. Мелькина и др., *Технология пищевых производств*, Л. П. Ковальская, Ред. Москва: Колос, 1997.
- [5] С. Є. Голячук, "Сепарування зернових мас з використанням сил гравітації", *Наукові нотатки: міжвуз. зб.*, № 39, с. 27-33, Луцьк, 2012.
- [6] О. О. Дашковський, "Вимоги до якості та контроль якості зеленого горошку консервованого відповідно до ДСТУ 7165:2010", *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*, т. 17, № 3 (63), с. 389-394, 2015.
- [7] М. Я. Дикис, и А. Н. Мальский, *Технологическое оборудование консервных заводов*. Москва, 1969.
- [8] М. В. Хандюк, "Удосконалення процесу подачі й очищення зерна зеленого горошку від сторонніх домішок", на *III міжнар. наук.-практ. конф. Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності*, Харків: ХДУХТ, 2019, ч. 1, с. 83-85.
- [9] Е. Д. Ситников, и В. А. Качанов, *Оборудование консервных заводов*. Москва: Лег. и пищ. пром-ть, 1981.
- [10] В. А. Панфилов, *Технологические линии пищевых производств*. Москва: Колос, 1993.
- [11] В. А. Панфилов, *Машины и аппараты пищевых производств* (т. 1). Москва: Высшая школа, 2001.
- [12] В. А. Панфилов, *Машины и аппараты пищевых производств* (т. 2). Москва: Высшая школа, 2001.
- [13] Ю. Г. Скрыпников, и Э. С. Гореньков, *Оборудование предприятий по хранению и переработке плодов и овощей*. Москва: Колос, 1996.
- [14] М. С. Аминов, и Э. М. Мурадов, *Технологическое оборудование консервных и овощесушильных заводов*. Москва: Колос, 2000.
- [15] В. А. Панфилов, и О. А. Ураков, *Технологические линии пищевых производств: создание технологического потока*. Москва: Пищ. пром-ть, 1996.

References

- [1] M. S. Aminov, and A. N. Malsky, *Technological equipment of canneries*, Moscow: Pis. prom-t, 1989 [in Russian].
- [2] Ali Reyad Shamkhi, "New approaches in the technology for the production of canned peas", in *VI Int. Sci. Conf. of Students and Graduate Students. Technique and Technology of food production*, Mogilev, Republic of Belarus: Mogilev. gos. un-t prodovolstviya, 2008, p. 46 [in Russian].
- [3] *Technological equipment of canneries*, M. S. Aminov, M. Ya. Dikis, A. N. Malsky, and A. K. Gladushnyak, Eds. Moscow: Agropromizdat, 1986 [in Russian].
- [4] L. P. Kovalskaya, I. S. Shub, G. M. Melkin et al., *Technology of food production*, L. P. Kovalskaya, Ed. Moscow: Kolos, 1997 [in Russian].
- [5] S. Ye. Golyachuk, "Separation of grain masses using gravity forces", *Naukovi notatky*: intercollegiate coll., no 39, pp. 27-33. Lutsk, 2012 [in Ukrainian].
- [6] O. O. Dashkovsky, "Quality requirements and quality control of green peas preserved in accordance with DSTU 7165:2010", *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnologii imeni S. Z. Gzhytskoho*, vol. 17, no. 3 (63), pp. 389-394, 2015 [in Ukrainian].
- [7] M. Ya. Dikis, and A. N. Malsky, *Technological equipment of canneries*, Moscow, 1969 [in Russian].
- [8] M. V. Khandiuk, "Improvement of the process of feeding and purification of green peas from impurities", in *III Int. Sci.-Pract. Conf. Innovative Aspects of Equipment Development of Food and Hotel Industry in Present Conditions*, Kharkiv: KhDUKhT, 2019, part 1, pp. 83-85 [in Ukrainian].
- [9] E. D. Sitnikov, and V. A. Kachanov, *Equipment of canneries*, Moscow: Leg. i pisch. prom-t, 1981 [in Russian].
- [10] V. A. Panfilov, *Technological lines of food production*, Moscow: Kolos, 1993 [in Russian].
- [11] V. A. Panfilov, *Machines and equipment for food production* (vol. 1). Moscow: Vysshaya shkola, 2001 [in Russian].
- [12] V. A. Panfilov, *Machines and equipment for food production* (vol. 2). Moscow: Vysshaya shkola, 2001 [in Russian].
- [13] Yu. G. Skrypnikov, and E. S. Gorenkov, *Equipment of enterprises for storage and processing of fruits and vegetables*, Moscow: Kolos, 1996 [in Russian].
- [14] M. S. Aminov, and E. M. Muradov, *Technological equipment of canneries and vegetable drying plants*, Moscow: Kolos, 2000 [in Russian].
- [15] V. A. Panfilov, and O. A. Urakov, *Technological lines of food production: creation of a technological stream*. Moscow: Pisch. prom-t, 1996 [in Russian].

M. V. Khandiuk, senior lecturer
Cherkasy State Technological University,
Shevchenko blvd, 460, Cherkasy, 18006, Ukraine

PURIFICATION OF GREEN PEA GRAINS FROM IMPURITIES

The process of feeding and purification of green peas from impurities is investigated. The existing scheme for raw material feeding and purification consists of a hydraulic conveyor, water separator, receiving hopper, air selector and inspection conveyor. It is proved that this scheme does not provide accurate dosing and uniform feeding of raw materials throughout the width of the working area of the air selector.

An advanced scheme for feeding and purifying green peas from impurities with new design solutions has been developed. The scheme for feeding and purification of green peas additionally includes a screw dispenser, and for uniform feed of the width of the working area of the air selector it is proposed to install a vibration selector. This will improve the quality of green peas purification from light, more volatile impurities, and reduce the cost of manual labor for operators.

A comparative analysis of the existing and improved schemes for feeding and purification of green pea grains from foreign impurities, which proved the effectiveness of the improved scheme, has been carried out.

The hardness of green pea grains and the percentage of broken and damaged green pea grains in jars are determined depending on the green pea grade. It has been proved that green peas of higher grade have lower hardness and lower percentage of broken and damaged grains, and those of table grade have higher hardness and higher percentage of broken and damaged grains.

The productivity of each green pea grade has been calculated and a comparative analysis of the productivity of each green pea grade on the lines before and after the improvement has been carried out. As a result of the research it is proved that: 1) there is a direct dependence of the quality of green pea purification on productivity; for green peas of the highest grade productivity is much higher than for green peas of table grade; 2) there is an increase in productivity of each grade of peas on the modernized lines (after improvement).

It has been proved that an improved scheme for feeding and purification of green peas from foreign impurities will improve the quality of cleaning green peas from light, more volatile raw materials, impurities, as well as reduce the cost of manual labor of operators. Accordingly, the number of operators working on the inspection conveyor will decrease and the quality of the canned goods will be improved.

Keywords: *hydraulic conveyor, water separator, auger dispenser, vibration selector, receiving hopper, air selector, inspection conveyor, hardness of green pea grains, percentage of broken and damaged green pea grains, productivity.*