

УДК 631.334

**К.М. Думенко, доц., д-р техн. наук, І.В. Думенко, канд. екон. наук,
І.С. Павлюченко, асист., Д.С. Нагерняк, інж.**

Миколаївський національний аграрний університет

М.О. Свірень, проф., д-р техн. наук

Кіровоградський національний технічний університет

Фактори, що впливають на оптимальні параметри роботи машини транспортерного типу для подрібнення насінника гарбуза

Наведено проблему виділення насіння із насінника гарбуза з метою отримання насіннєвого матеріалу. Обрано фактори впливу на процес подрібнення насінника гарбуза розробленою машиною транспортерного типу. Описано конструкцію та принцип роботи даної машини. Викладено результати її лабораторних досліджень, за якими отримано графічні зображення двовірних перетинів поверхонь відгуку, як залежностей засміченості насіння і втрат від зміни трьох факторів. Встановлено основні параметри роботи машини транспортерного типу при виділенні насіння.

насінник, ранжирування, роздавлювання, транспортер, обжимання, експеримент, фактор, поверхня відгуку, засміченість насіння, втрати насіння

К.Н. Думенко, доц., д-р техн. наук, І.В. Думенко, канд. екон. наук, І.С. Павлюченко, асист., Д.С. Нагерняк, інж.

Николаевский национальный аграрный университет

Н.А. Свирень, проф. д-р техн. наук

Кировоградский национальный технический университет

Факторы, которые воздействуют на оптимальные параметры работы машины транспортной типа для измельчения семенников тыквы

Приведено проблему выделения семян из семенника тыквы с целью получения семенного материала. Выбрано факторы влияния на процесс измельчения семенника тыквы разработанной машиной транспортерного типа. Описано конструкцию и принцип работы данной машины. Изложены результаты ее лабораторных исследований. По результатам получено графические изображения двухмерных сечений поверхностей отклика, как зависимостей засоренности семян и потерь от изменения трех факторов. Определены основные параметры работы машины транспортерного типа при выделении семян.

семенник, ранжирование, раздавливание, транспортер, обжатие, эксперимент, фактор, поверхность отклика, засоренность семян, потери семян

Постановка проблеми. Однією з самих цінних і широко культивованих баштанних культур є гарбуз. Сік і м'якоть його плодів в значній мірі містить необхідні людині вуглеводи, вітаміни, мінеральні солі. Крім того, гарбуз – цінна кормова культура, вона високоврожайна (до 300-400 ц/га) і добре силосується.

Велику цінність представляє і насіння гарбуза. Воно багате на жири (які складають до 40% ваги ядра насінини), які використовуються як сировина для парфумерної промисловості, а також у виробництві високоякісних харчових масел. Крім того, із насіння гарбуза виробляють лікарські препарати, які застосовують при лікуванні захворювань печінки і жовчного міхура.

Таким чином, виробництво гарбузових культур і насіння з них має дуже важливе значення [1].

На сьогоднішній день на території України із всіх галузей агропромислового комплексу насінництво овоче-баштанних культур залишається найменш механізованим, через відсутність спеціальної техніки в трудомістких процесах виділення і доробки насіння.

Насінницькі господарства вимушені пристосовувати для виділення насіння машини, які не призначені для цих цілей або використовувати морально та фізично застаріле обладнання [2, 3, 4, 5]. Таке обладнання має ряд експлуатаційних недоліків:

- низьку технологічну надійність;
- складність переналадки машин при переході від переробки однієї культури до іншої;
- низьку корозійну стійкість металоконструкцій машин;
- мале річне завантаження устаткування ліній.

Оскільки на сьогодні вирощування гарбуза все більше спрямоване на використання його в медицині, то змінюються вимоги до виділення насіння і його подальшої доробки:

- виділення насіння окремого сорту;
- невід’ємність процесу виділення, промивання, сушіння та фасування насіння для збереження максимальної кількості природних корисних речовин.

Це спричинює необхідність виділення насіння гарбуза не в польових умовах, а невід’ємно від подальших процесів його обробки.

Науково-прикладною задачею виробництва насіння овоче-баштанних культур для України є створення високопродуктивного обладнання, яке б за своїм технічним рівнем відповідало сучасним вимогам і дало можливість забезпечити країну насінням власного виробництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню механізації виділення насіння овоче-баштанних культур присвячені роботи науковців [6, 7, 8, 9, 10, 11]. Але виділенням насіння гарбуза механізованим шляхом до цього часу ніхто не займався.

На сьогодні розроблено стаціонарну «Машину для виділення насіння дині та огірка» [12, 13], яка забезпечує інтенсивне виділення насіння плодів дині та огірка способом роздавлювання із одночасною подачею води під тиском через форсунки, що дозволяє зменшити витрати робочого часу при одержанні насіння з плодів овоче-баштанних культур та забезпечує сепарацію насіння від подрібненої маси та знижує травмування насіння.

Але відома машина не досить якісно забезпечує відділення насіння від роздавленої маси враховуючи розміри та високу твердість кірки насінника гарбуза, унеможливорює подрібнення та подальше проходження плодової маси і виділення насіння.

Постановка завдання. Аналіз літературних джерел та патентно-інформаційних матеріалів щодо розробки обладнання для виділення насіння гарбуза свідчить про необхідність проведення досліджень в напрямку механізації процесу отримання насіння гарбузових культур, теоретичного і експериментального обґрунтування процесу, розробки конструкції машини, за допомогою якої надавалася б можливість попереднього подрібнення насінника гарбуза та часткового відділення насіння від корки плоду в непольових умовах.

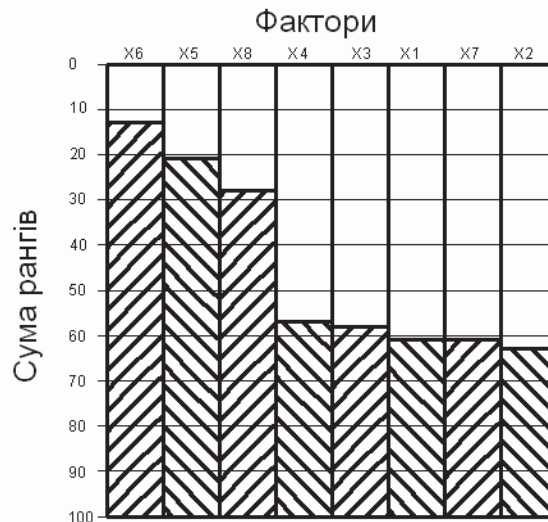
Виклад основного матеріалу. Для вирішення поставленого завдання, перед початком експериментальних досліджень необхідно обрати ряд факторів, що впливають на процес, і вказати межі їх варіювання [14].

На початковій стадії вивчення будь-якого об’єкту з використанням теорії планування експерименту, необхідно провести апріорне ранжирування факторів, яке виконується методом експертної оцінки. Суть цього методу зводиться до того, що дослідникам, які належать до різних шкіл, пропонується розташувати фактори, що

впливають на хід виконання процесу в послідовності зниження впливу на критерій оптимізації.

Ранжирування факторів або «психологічний експеримент» необхідно провести для того, щоб скоротити об'єм експериментальної роботи, оскільки несуттєві фактори можна швидко виключити з подальшого розгляду. Процес ранжирування здійснюється таким чином. Кожному спеціалісту при опитуванні пропонується заповнити анкету, в якій вказані фактори, їх розмірність і передбачувані інтервали варіювання факторів. Спеціаліст повинен призначити місце кожному фактору, а також доповнити анкету іншими, не включеними в розгляд факторами. За результатами опитування будується діаграма рангів факторів (рис. 1). При її побудові по осі абсцис нанесено фактори у порядку зменшення їх рангу, а по осі ординат – суми рангів для відповідних факторів.

За допомогою одержаної діаграми було проведено оцінку значущості факторів. Із діаграми рангів (рис. 1.) слідує, що більше інших впливають на досліджуваний параметр, за думкою опитаних спеціалістів, фактори X_6 , X_5 та X_8 . Всі інші фактори впливають значно менше, та їх можна виключити із подальшого розгляду.



- X_1 – кут нахилу подрібнювального транспортеру, град.; X_2 – форма шліців ведучого транспортеру;
 X_3 – форма шліців подрібнювального транспортеру; X_4 – висота шліців транспортерів, мм;
 X_5 – різниця швидкостей руху транспортерів, м/с; X_6 – величина зазору на виході між стрічками транспортерів, мм; X_7 – матеріал поверхні стрічки транспортеру;
 X_8 – маса подачі насінників на переробку, кг/с.

Рисунок 1 – Діаграма рангів факторів

На основі результатів теоретичних досліджень та аналізу апріорного ранжирування факторів впливу на процес подрібнення насінників гарбуза проблемною науково-дослідницькою лабораторією конструювання енергоефективної сільськогосподарської техніки і технологій Миколаївського НАУ створено нову машину транспортерного типу (рис. 2, 3) для подрібнення насінника гарбуза [15]. Вона має два транспортери, встановлені в корпусі під кутом один відносно іншого та рухаються з різними швидкостями, відповідно до рисунка 3.

Машина складається з корпусу 1, який має завантажувальну горловину 2 та вивантажувальну горловину 5 (рис. 3). Під завантажувальною горловиною 2 знаходиться ведучий транспортер 4 із прямолінійними шліцами 15. Над робочою поверхнею під кутом встановлюється подрібнювальний транспортер 3, який має хвилястоподібні шліци 16. Для регулювання кута нахилу подрібнювального транспортеру 3 до ведучого транспортера 4 використовується регулювальний пристрій 20.

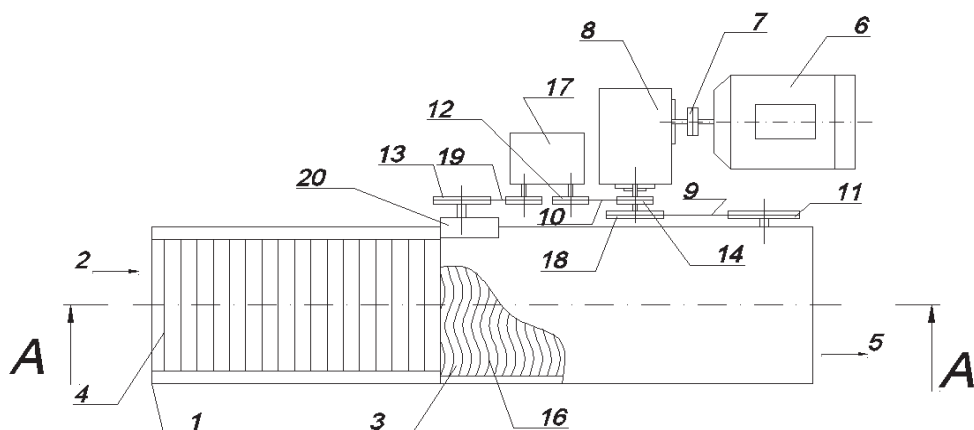


Рисунок 2 – Машина транспортерного типу для подрібнення насінників гарбуза

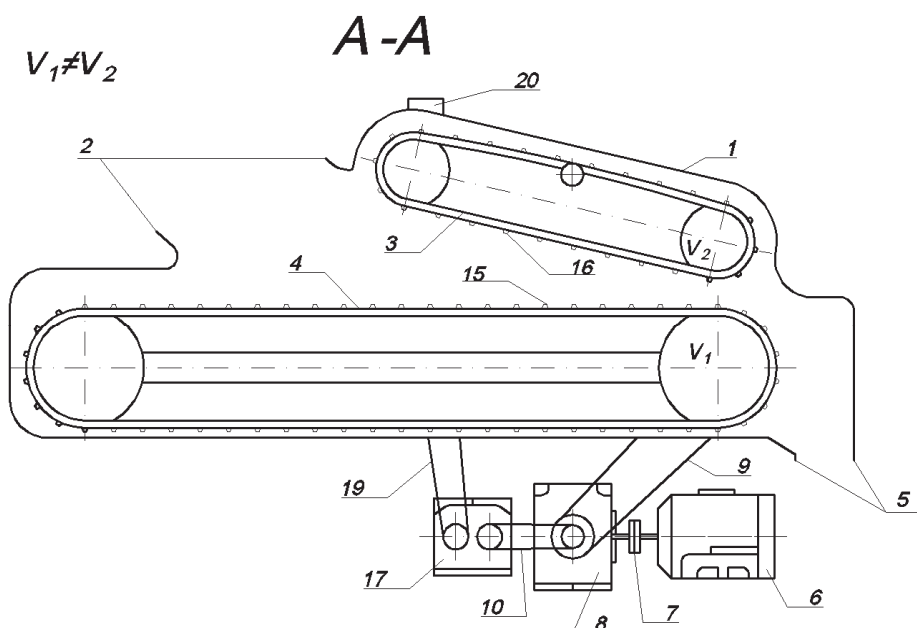


Рисунок 3 – Машина транспортерного типу для подрібнення насінників гарбуза (розріз А-А)

Двигун 6 передає обертальний момент через муфту 7, редуктор 8, шестерню 18, ланцюгову передачу 9 шестерні 11 подрібнювального транспортера 3 (рис. 2). Редуктор 8 дає можливість змінювати частоту обертання (швидкість руху) шестерні 14. З останньої, за допомогою ланцюгової передачі 10, обертальний момент передається через шестерню 12 на редуктор 17 і через ланцюгову передачу 19 на шестерню 13 ведучому транспортеру 4.

Машина працює таким чином. Плоди потрапляють через завантажувальну горловину 2 на ведучий транспортер 4. Завдяки шліцам 15 на поверхні ведучого транспортеру 4 плоди, рухаючись до вивантажувальної горловини 5, потрапляють в зону подрібнення, де за рахунок відносного зміщення в зазорі між шліцами 16 подрібнювального транспортеру 3 та шліцами 15 ведучого транспортеру 4 відбувається подрібнення насінневих плодів. У подальшому подрібнена маса потрапляє до вивантажувальної горловини 5 і подається на подальшу доробку.

Застосування машини дозволяє зменшити витрати робочого часу при виділенні насіння з насінників гарбуза та частково відділяти насіння від корки плоду. Машина характеризується безударним характером роботи, що виключає шум, а також зменшує вірогідність утворення дрібної фракції, що відіграє суттєве значення в подальшій

сепарації. При роботі відсутні ударні навантаження. Може використовувати для переробки плодів, насінники яких мають різні фізико-механічні властивості.

Протягом 2011-2013 років були проведені лабораторні випробування машини, з метою отримання дослідних даних про її працездатність. Досліди проводились з використанням теорії планування експерименту. Враховуючи результати ранжирування факторів (X_1 – величина зазору на виході між стрічками транспортеру, яка знаходиться в середній частині варіаційної зони експерименту; X_2 – різниця швидкостей руху транспортерів; X_3 – маса подачі насінників на переробку), було обрано 3-х факторний, 3-х рівневий план Бокса-Бенкіна другого порядку для проведення експерименту [16].

Після статистичної обробки експериментальних даних на ПЕОМ отримані математичні моделі для засміченості (ЗН) та втрат (ВН) насіння, які описують технологічний процес виділення насіння на розробленій машині. Вони мають вигляд:

$$\begin{aligned} ZH &= 5,1942 - 1,1862 \cdot X_1 + 1,091 \cdot X_2 + \\ &+ 0,9226 \cdot X_3 + 2,6833 \cdot X_1 X_2 + 0,0417 \cdot X_1 X_3 + \\ &+ 2,75 \cdot X_2 X_3 + 0,113 \cdot X_1^2 - 0,0599 \cdot X_2^2 - 0,4411 \cdot X_3^2 \\ ZH &= 6,6988 + 1,5498 \cdot X_1 - 1,4986 \cdot X_2 + \\ &+ 1,4058 \cdot X_3 + 4,1292 \cdot X_1 X_2 + 3,5 \cdot X_1 X_3 + \\ &+ 0,85 \cdot X_2 X_3 + 0,4631 \cdot X_1^2 + 0,0902 \cdot X_2^2 - 0,5723 \cdot X_3^2. \end{aligned}$$

Після статистичної обробки аналіз отриманих рівнянь регресії проводили із закодованими величинами факторів.

Подальший аналіз приведено у вигляді двовірних перетинів поверхонь відгуку, як залежність засміченості насіння і втрат від трьох факторів. Графічні зображення поверхонь відгуку при виділенні насіння машиною транспортерного типу наведено на рис. 4, 5).

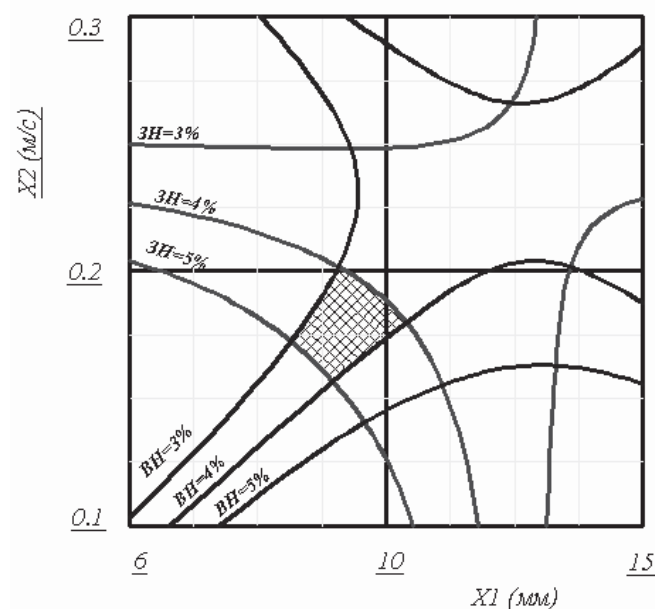


Рисунок 4 – Двовірні перетини поверхонь відгуку (при $X_3=0$)

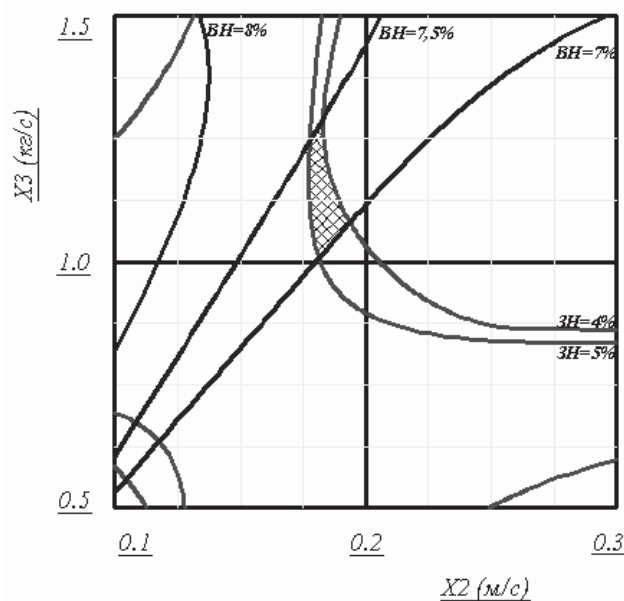


Рисунок 5 – Двовірні перетини поверхонь відгуку (при $X1=0$)

Висновки. На підставі проведених досліджень можна зробити наступні висновки.

Визначено перелік факторів, що впливають на якість виконання технологічного процесу подрібнення насінника гарбуза.

Розроблено машину транспортерного типу для подрібнення насінників гарбуза, що працює без відриву від подальшого процесу виділення насіння, його промивання, сушіння, фасування або холодного віджимання на олію, що значно підвищує якість обробки і дозволяє максимально зберегти природні корисні речовини;

За результатом експериментальних досліджень визначено раціональні конструктивно-технологічні параметри та проведено оцінку ефективності використання розробленої машини транспортерного типу, яка є структурною складовою експериментальної лінії для виконання технологічного процесу одержання насіння гарбуза;

Отримані результати дають можливість стверджувати, що оптимальними технологічними параметрами нової машини є:

- величина зазору на виході між стрічками транспортеру, яка знаходиться в середній частині варіаційної зони експерименту, тобто $X1 = 9...10$ мм;
- різниця швидкостей руху транспортерів $X2 = 0,18...0,2$ м/с;
- маса подачі насінників на переробку $X3 = 1,0...1,25$ кг/с.

Їх оптимальне поєднання формує якість виконання технологічного процесу виділення насіння на машині транспортерного типу в показниках:

- втрати насіння $BH = 7...7,5\%$;
- засміченість насіння $ZH = 4...5\%$.

Результати лабораторних випробовувань довели адекватність проведеного математичного моделювання, що дозволяє рекомендувати розроблені моделі для використання при проектуванні технічних засобів галузі механізації виділення насіння.

Список літератури

1. Лимар А. О. Баштанництво України / А. О. Лимар. – Миколаїв : МДАУ, 2007. – 260 с.
2. Анисимов И. Ф. Машины и поточные линии для производства семян овощебахчевых культур / И. Ф. Анисимов. – Кишинева : Штиинца, 1987. – 92 с.
3. Медведев В. П. Механизация производства семян овощных и бахчевых культур / В. П. Медведев, А. В. Дураков – М. : Агропромиздат, 1985. – 239 с.

4. Каратаев Е. С. Настольная книга овощевода : справочник / Е. С. Каратаев, Б. Г. Русанов, А. В. Бешанов и др. – Москва : ВО Агропромиздат, 1990. – 287 с.
5. Думенко К. М. Аналіз і перспективи розробки обладнання для виділення насіння гарбуза / К. М. Думенко, І. С. Павлюченко // Перспективна техніка і технології – 2012: матеріали VIII-ї Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів: 19-21 вересня 2012 р. – Миколаїв : МНАУ, 2012. – С. 89-95.
6. Пастушенко С. І. Технологічна лінія для отримання насіння овоче-баштанних культур / С. І. Пастушенко, К. М. Думенко // MOTROL, 2007, 9А.
7. S. Pastushenko. Engineering of obtaining vegetable pepper seed / S. Pastushenko, K. Dumenko // ТЕКА. Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture Polish Academy of Sciences Branch in Lublin. – Lublin, 2007. – Vol. VII. – P. 163–174.
8. Думенко К. Н. Комплексная энергосберегающая технология выделения семян пасленовых культур / К. Н. Думенко, Е. С. Шевченко, И. С. Павлюченко // Нучно-технічний прогрес в сільськогосподарському виробництві: матеріали Міжнародної науково-технічної конференції: 10-11 жовтня 2012 г. – Мінськ : ННЦ НАН Білорусі по механізації сільського господарства, 2012. – Т. 2. – С. 248-253.
9. Думенко К. М. Особливості конструювання планетарної машини для подрібнення насінників баклажанів / К. М. Думенко, К. С. Шевченко, І. С. Павлюченко та ін. // Праці ТДАТУ, вип. №13. – Т1. – Мелітополь, 2012. – С. 63–67.
10. Огієнко М. М. Обґрунтування технологічного процесу і параметрів комплексу машин для доробки насіннєвої маси овочебаштанних культур / М. М. Огієнко. – К. : НУБПУ, 2012. – 21 с.
11. Пастушенко А. С. Обґрунтування технологічного процесу, параметрів та режимів роботи машини для виділення насіння огірка і дині / А. С. Пастушенко. – Мелітополь : ТДАТУ, 2012. – 21 с.
12. Патент № 29522 Україна / Машина для виділення насіння дині та огірка / С. І. Пастушенко, К. М. Думенко, А. С. Пастушенко – МПК А23N 15/00; Заявл. 27.08.2007; Опубл. 25.01.2008, Бюл. №1. – 4 с.
13. Патент № 34921 Україна / Лінія для виділення насіння овоче-баштанних культур / С. І. Пастушенко, К. М. Думенко, М. М. Огієнко, О. А. Горбенко, Г. О. Іванов – МПК А23N 15/00; Заявл. 04.04.2008; Опубл. 26.08.2008, Бюл. №16. – 4 с.
14. Львовский Е. Н. Статистические методы построения эмпирических формул / Е. Н. Львовский – М.: Высшая школа, 1988. – 239 с.
15. Думенко К. М. Розробка машини транспортерного типу для подрібнення насінників гарбуза / К. М. Думенко, І. С. Павлюченко, П. М. Полянський та ін. // Праці ТДАТУ, вип. №12. – Т2. – Мелітополь, 2012. – С. 104–108.

Kostiantin Dumenko, Irina Dumenko, Irina Pavlyuchenko, Dmitro Nagernyak

Nikolaev National Agrarian University

Mikola Sviren

Kirovograd national technical university

Factors impact on optimal parameters of machine conveyor type for grinding testis pumpkins

Allocation problem are the seeds of a pumpkin. Chosen impacts on pumpkin seed crushing process developed machine conveyor type.

We describe the design and principle of operation of the machine. The results of laboratory machines. According to the results obtained two-measured crossings of surfaces of reaction as dependencies debris seeds and losses from changes in the three factors, indentified key parametric specifications in the allocation of conveyor seeds.

seed, ranking, crushing, conveyor, compression, experiment, factors, surfaces of reaction, grade seed, seed loss

Одержано 21.11.14