УДК 631.354:633.1.

Дерев'янко Д.А.
к.с.-г.н., доцент, кафедра процесів, машин і обладнання в агроінженерії
Факультет інженерії та енергетики
Житомирський національний агроекологічний університет
E-mail: *DEREVYNKO-DA@i.ua*
Сукманюк О.М.
к.і.н., доцент кафедри процесів, машин і обладнання в агроінженерії
Факультет інженерії та енергетики
Житомирський національний агроекологічний університет
E-mail: *sukmanyukolena@gmail.com*
Дерев'янко О.Д.
магістр
Житомирський національний агроекологічний університет
Житомир, Україна
E-mail: *DEREVYNKO-OD@i.ua*

ТРАВМУВАННЯ ЗЕРНІВОК ТА РЕЖИМИ ПІДСУШУВАННЯ ПРИ ПІДГОТОВЛЕННІ НАСІННЯ

Анотація

Певна частина змін, що плануються з впровадження нововведень зниження травмування зернівок та вдосконалення режимів підсушування при підготовленні високоякісного насіння в більшості випадків не доходить до практичної реалізації із-за небажання нести ризики фінансових витрат.

Дослідження спирається на правила і процедури, що містять відповідні методи, які дозволяють уніфікувати процес зниження травмування та вдосконалити режими підсушування при підготовленні насіння зернових культур.

У статті використано метод математичного моделювання роботи машин, робочих елементів і технологічних процесів, застосовано розрахункові диференціальні рівняння, перетворення та графічні визначення на основі використання законів механіки та розглянуті процеси транспортування та завантаження гвинтовими, скребковими, стрічковими транспортерами та іншими технічними засобами що призводить до травмування зернівок і зниження їх якості.

Встановлено оптимальні та правильні режими підсушування для насіння різних культур, які є головним чинником отримання високоякісного насіння, особливо високої енергії та схожості.

У статті розглянуто технологічний процес підсушування насіння і показано схеми впливу сил на зернівку при переміщенні вздовж витків гвинта шнека. Досліджено частоту обертів гвинта, притиснення насіння до корпусу та кут нахилу спіралі гвинта, які впливають на травмування насіння.

Запропоновано експериментальні дані, щодо температурних режимів підсушування для отримання якісного насіння. Результатом запропонованих заходів є конкретні пропозиції, щодо зниження травмування зернівок, вдосконалення режимів підсушування, що в кінцевому результаті забезпечить підвищення якості насіння і урожайності зернових культур.

Ключові слова: *насіння, режими, травмування, якість, волога, температура.*

Вступ. Відомо, що озима пшениця, жито та інші дуже важливі цінні зернові культури, що займають великі площі посіву і відіграють велику роль насамперед у продовольчій безпеці, тому виникає нагальна потреба у високоякісному насінні.

У другій половині минулого століття науковці-дослідники, селекціонери та виробники довели і обґрунтували, що тільки високоякісне насіння за всіх інших однакових можливостей забезпечує формування значної частини майбутнього врожаю. Поряд з цим важливим є той факт, що існує до певної міри відставання із удосконаленням, виробництвом і запровадженням новітніх технічних засобів та

© Дерев'янко Д.А., Сукманюк О.М., Дерев'янко О.Д., 2017

технологій збирання, післязбирального дороблення зернового вороху, підготовлення, транспортування, завантаження, протруювання насіння та сівби.

Дослідження показують, що вдосконалення впливу робочих елементів технічних засобів при технологічних процесах на зниження травмування зернівок, сприяє суттєвому покращенню якісних показників насіння та зростанню урожайності зернових культур.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Травмування, пошкодження і повне руйнування зернівок є наслідком впливу механічних навантажень багатьох елементів технологічного процесу від збирання до сівби.

Дослідження Головач І.В., Дерев'янка Д.А., Пугачова М.А., Строни І.Г., Тарасенка О.П., Оробінського В.І., Фадеева Л. В., Чазова С.А. [4, 5, 9, 10, 11, 13, 15, 16] та ін. свідчать, що травмування зернівок під час обмолочування сягає 20% і більше, а при дороблені зернового вороху і підготовленні насіння та сівби їх кількість значно зростає, інколи сягає 60-80%.

За даними В.М.Дрінча [6, 7] травмування зернівок під час обмолочування інколи сягає 30–35%, а за підготовки насіння навіть більше 50%, залежно від вологості та структури зернового вороху.

Протягом останніх років значну роботу проведено Л.В.Фадєєвим [14] з розроблення та впровадження у виробництво принципово нових очисно-калібрувальних технічних засобів і технічних ліній.

У створенні фундаменту наукових основ теорії взаємовпливу робочих поверхонь механізмів та різних матеріалів, в тому числі зернової маси, значний внесок зробили такі визначні вчені, як Адамчук В.В., Василенко П.М., Гончаров Е.С. Дринча В.М., Заїка П.М., Строна І.Г., Тарасенко О.П., Тіщенко Л.М. [1, 2, 3, 6, 10, 11, 12] та ін.

Таким чином глибоке і всебічне вивчення фізико-механічних та біологічних особливостей насіння і розроблення нових технологій та модернізацію робочих органів, що забезпечуватимуть мінімальну кількість травмування зернівок, є запорукою отримання високоякісного насіння відповідно агротехнічних вимог і державних стандартів.

Мета. Дослідити дію робочих органів при обробленні та підготовленні насіння і можливість травмування зернівок при проходженні технологічних процесів. Виявити вплив вологи, температури та руху насіння, взаємодії зернівок з поверхнею робочих органів і між собою на їх травмування і якість насіння, як одного з головних резервів підвищення урожайності зернових культур.

Методологія дослідження. Використано метод математичного моделювання впливу робочих органів на різних стадіях підсушування насіння на протязі всього технологічного процесу.

Застосовано розрахункові диференціальні рівняння, інтегрування, чисельні методи комп’ютерних розрахунків, перетворення та графічні визначення на основі використання законів механіки.

Експериментальні, виробничі та лабораторні дослідження проводилися у виробничих умовах різних ґрунтово-кліматичних зон та державних лабораторіях насіннєвих станцій, хлібокомбінату і вищих учбових закладів з використанням натурних зразків, технічних засобів, приладів та знарядь згідно з наявними державними стандартними методиками. Зокрема травмування зернівок встановлювалося за методом визначення макро- і мікротравм при особистому розгляді кожної зернівки під лупою 10-разового збільшення після оброблення 100 зернівок кожного натурного зразка 0,5% розчином індіго-карміну.

Результати. При підсушуванні насіння різних культур, відбуваються процеси його транспортування та завантаження гвинтовими, скребковими, стрічковими транспортерами або іншими технічними засобами що призводить до травмування зернівок і зниження їх якості.

На травмування насіння при виконанні технологічних процесів шнековими транспортерами при похилому або вертикальному їх розміщенні впливають такі фактори: кут нахилу спіралі гвинта, зусилля притиснення насіння до корпусу, критична частота обертів гвинта та ін.

Якщо показати сили дії на зернівку (рис. 1), як добуток тиску на площу, то отримаємо рівняння загального випадку, що описує рух шару насіння у вертикальному гвинтовому транспортері з урахуванням кутової швидкості.

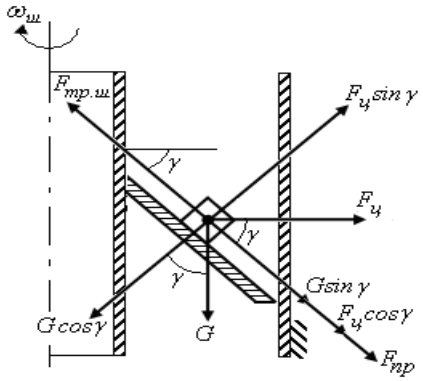

Рис. 1. **Схема сил, що діють на зернівку на нахиленому витку гвинта**

Під критичною частотою обертання розуміють таку частоту обертання вертикального шнека, при якій транспортування-завантаження насіння не відбувається, тому такий розрахунок подамо виразом:

$$n_{кр} \geq \frac{30}{\pi}\sqrt{\frac{g(\sin\alpha + f_ш \cdot \cos\alpha)}{R \cdot f_к (\cos\alpha - f_ш \cdot \sin\alpha)}}. \qquad (1)$$

Розглянемо також формулу для розрахунку критичної частоти обертання вертикального шнека, витки якого розміщені під кутом:

$$n_{кр} \geq \frac{30}{\pi}\sqrt{\frac{g\left[(\sin\alpha + \cos\alpha \cdot f_ш) - f_к (\sin\gamma + \cos\gamma \cdot f_ш)\cos\alpha\right]}{Rf_к (\cos\gamma + \sin\gamma \cdot f_ш)\cos\alpha}}. \qquad (2)$$

Аналіз виразу (2) показує, що в цьому випадку, порівняно з попереднім, критична частота обертання вертикального шнеку значно менша, а через те, що зменшення цього показника впливає на зниження травмування насіння при цьому процесі, саме це і є свідченням необхідності такої конструкції (рис. 2).

Вивчаючи умови захоплення насіння шнеком, виявляємо, що для підвищення ефективності цього процесу та зниження травмування насіння необхідно розмістити у нижній частині короткий наконечник з двома лопатями, покритими пом'якшувальною гумою або пластиковим матеріалом, бажано, щоб одна лопать була коротшою.

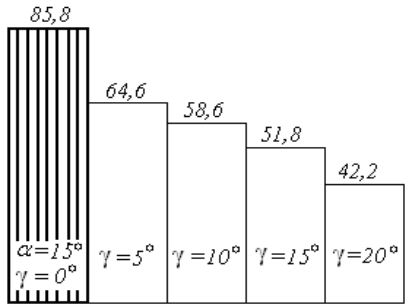

Рис. 2. **Гістограми розподілення критичної частоти обертання гвинта шнека**

За різної вологості насіння підсушують протягом одного періоду, без зайвих перекидань і додаткових травмувань, а також тут можливе просушування без попереднього очищення зерна. Процес підсушування розпочинається спочатку в місці надходження повітря у зерновий шар, тобто з нижньої його частини. Проходить швидкий процес насичення повітря вологою, яку воно забирає від зерна, таким чином нижні шари висихають першими. При подальшому пересуванні повітря його здатність збагачуватися вологою зменшується, відносна вологість поступово збільшується, а при досягненні рівновагової із зерном вологості проходить через решту зернової маси і зовсім не підсушує її, а в більш верхніх шарах можливе навіть залишення вологи. Різниця вологості зерна у верхньому і нижньому шарах може досягати 15 %.

Нерівномірне висушування шарів протягом тривалого часу операції є основною причиною утворення тріщин та погіршення якісних показників насіння, що у різних культур проявляється по-різному. Таким чином пересушування у нижніх шарах може призводити до виникнення тріщин, а у верхніх шарах насіння буде пліснявіти та відбуватиметься його самозігрівання, пошкодження мікроорганізмами і зниження якості.

Підсушування зернового шару невеликої висоти забезпечується підігріванням зовнішнього повітря з доведенням температури теплоносія до 30-35 °С. Подальше підвищення температури повітря може бути небезпечним, так як можуть виникнути тріщини. Отже, для отримання високоякісного насіння недопустимо одержання тріщин зернівок, а значить перегрівання при висушуванні неможливо досягти при підтриманні необхідних температурних параметрів повітря. Гранично допустимі температури нагрівання повітря при активному вентилюванні наведені в табл. 1.

Даний температурний режим у поєднанні з нормою витрачання повітря до 1000 - 1500 м^3/год. на тонну зерна при товщинні шару 0,6-08 м для зернових культур, 0,5-0,6 м – для зернобобових культур та 0,3-0,5 м – для зерна кукурудзи повинен становити основу технології висушування насіння активним вентилюванням. Такі параметри підтверджені як найбільш оптимальні при застосуванні їх на виробничих технологічних лініях, так як за даним процесом, згідно часу і показами приладів, необхідно уважно спостерігати.

Таблиця1. Гранично допустимі температури повітря при підсушуванні насіння

Культура	Температура повітря при вологості насіння,%	
	18	24
Пшениця озима та яра	46	42
Жито озиме	51	47
Ячмінь, овес	56	52
Горох	36	32

Подавання нагрітого повітря зупиняють при досягненні середньої вологості насіння 12-14 %, в цьому випадку вологість верхньої частини шару, який висушується досягає 16-18 % , нижньої – 10-12 %.

Подальше вентилювання шару зернової маси, що ненагріте атмосферним повітрям, з метою його охолодження, сприятиме деякому вирівнюванню вологості верхніх і нижніх шарів.

Для оперативного встановлення потрібного режиму висушування необхідно врахувати, що при нормальних погодних умовах нагрівання повітря на 1 °С призводить до зниження відносної вологості в межах до 5 %, але разом із позитивним впливом має негативні наслідки, адже при перегріванні зернівок можливе їх травмування через утворення тріщин.

Висновки і перспективи. Для отримання високоякісного насіння необхідно досягати рівномірного підсушування шарів насіннєвої маси протягом всього технологічного процесу. Порушення цієї вимоги сприятиме утворенню тріщин, руйнуванню та погіршенню якісних показників. Частота обертів гвинта, притиснення насіння до корпусу та кут нахилу спіралі гвинта також впливають на травмування насіння.

Для встановлення оптимальних режимів підсушування, необхідно правильно визначити висоту насіннєвого шару, швидкість надходження і температуру повітря та відповідну кількість насіння за певний період часу.

При застосуванні спеціальних режимів підсушування, навіть більш тривалих у часі, при зниженні вологості насіння менше 6 %, що негативно вплине на якість насіння, особливо на його схожість.

Список використаних джерел

1. Адамчук В.В. Теория центробежных робочих органов машин для внесения минеральных удобрений. Київ : Аграр.наука, 2010. 177 с.

2. Василенко П.М. Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин. Київ : УАСХ. 1960. 284 с.

3. Гончаров Е.С. Исследования процесса сепарации зерновых материалов центробежно-вибрационными решетами: автореф. дис. на соискание уч. ст. канд. техн. наук. Київ, 1963. 40 с.

4. Головач І.В., Дерев'янко Д.А., Дерев'янко О.Д. Травмування насіння при підсушуванні технічними засобами. *Всеукр. наук.-технічний журнал ВНАУ*. 2017. №1(96). С. 78–82.

5. Дерев'янко Д.А., Тарасенко О.П., Оробінський В.І. Вплив травмування на якість насіння зернових культур. Житомир, 2012. 438с.

6. Дринча В.М. Исследования сепарации семян и разработка машинных технологий их подготовки. Воронеж, 2006. 382 с.

7. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Харків : ОКО, 2006, Т. 3. 408 с.

8. Пугачов М.А. Повреждение зерна машинами. Москва, 1976. 320 с.

9. Строна И.Г. Травмирование семян зерновых культур и урожай. *Биология и технология семян*. Харьков, 1974. С.122–129.

10. Тищенко Л.Н., Ольшанский В.П., Ольшанский С.В. Виброрешетная сепарация зерновых смесей. Харьков : Миськдрук, 2011. 280 с.

11. Фадеев Л.В. Зерно нельзя бить – оно основа жизни человека. Харьков : СПЕЦ ЭММ, 2015. 96 с.

12. Чазов С.А., Шелепень П., Воцкий З. Травмирование семян и пути снижения при механизированной обработке, обмолоте, сортировании. Украинские нивы, 1981. № 8. С. 41–43.

Дата надходження статті до редакції: 15.10.2017
1 рецензування 29.10.2017 Прийняття в друк: 14.12.2017

Derevianko D.A.
PhD (Agriculture), Associtate Professor
Processes, Machines and Equipment Engineering and Energy Faculty
Zhytomyr National Agroecological University
Sukmaniuk O.M.
PhD (Historical Sciences), senior lecturer
Processes, Machines and Equipment Engineering and Energy Faculty
Zhytomyr National Agroecological University
Derevianko O.D.
Master
Zhytomyr National Agroecological University
Zhytomyr, Ukraine
E-mail: *sukmanyukolena@gmail.com*

GRAINS INJURY AND DRYING MODES WHILE SEEDS PREPARATION

Abstract

Some of the changes that are planned to introduce innovations in reducing grain trains and improving drying modes in the preparation of high-quality seeds in most cases does not reach the practical implementation due to reluctance to bear the risks of financial costs.

The study is based on the rules and procedures contain appropriate methods that allow to unify the process of reducing injuries and improve drying modes while seed grains preparing.

In the article the method of mathematical machines modeling, working elements and technological processes is used, the calculated differential equations, transformations and graphic determinations are based on the use of the mechanics laws and the processes of transportation and loading by screw, scraper, tape conveyors and other technical means are considered, which leads to grains trauma and their quality lowering.

Optimal and proper drying conditions for seeds of different crops are established, which are the main factor in obtaining high quality seeds, especially of high energy and similarity.

The article discusses the technological process of drying the seeds and shows the impact forces on the grains while moving along turns of the screw auger. Speed investigated the screw pressing seeds to the body and the angle of the spiral screw that affect the seeds injury.

Experimental data on temperature conditions of drying for obtaining high quality seeds are proposed. The result of the proposed measures is concrete proposals for reducing the grains traumas, improving the drying modes, which will ultimately ensure the quality of seeds and the productivity of grain crops.

Key words: *damaging, moisture content, temperature, seeds quality.*

References

1. Adamchuk, V.V. (2010). *Teoryia tsentrobezhnykh robochykh orhanov mashyn dlia vnesenyia myneral'nykh udobrenyj* [Theory of centrifugal robotic organs of machines for applying mineral fertilizers]. Kyiv : Ahrarna nauka [in. Ukr.].

2. Vasylenko, P.M. (1960). *Teoryia dvyzhenyia chastytsy po sherokhovatym poverkhnostiam sel'skokhoziajstvennykh mashyn* [The theory of particle motion over rough surfaces of agricultural machines]. Kyiv: UASKh. [in. Ukr.].

3. Goncharov, E.S. (1963). *Yssledovanyia protsessa separatsyy zernovykh materyalov tsentrobezhno-vybratsyonnymy reshetamy* [Investigations of the process of separation of grain materials by centrifugal-vibrating sieves] (Abstract dissertation doctoral or master's thesis. Kyiv [in. Ukr.].

4. Golovach, I.V., Derevyanko, D.A., & Derevyanko, O.D. (2017). *Travmuvannia nasinnia pry pidsushuvanni tekhnichnymy zasobamy* [Injury of seeds during drying by technical means] *Vseukr. nauk.-tekhnichnyj zhurnal, Vinnyts'koho natsional'noho ahrarnoho universytetu* [Allukr Scientific-Technical Journal, Vinnitsa National Agrarian University], *1(96)*, 78–82.

5. Derevyanko, D. A., Tarasenko, O.P., & Orobinsky, V.I. (2012). *Vplyv travmuvannia na iakist' nasinnia zernovykh kul'tur* [Influence of Injuries on the Quality of Seeds of Cereal Crops]. Zhytomyr [in

Ukr.].

6. Drincha, V.M. (2006). *Yssledovanyia separatsyy semian y razrabotka mashynnykh tekhnolohyj ykh podhotovky* [Seed separation studies and development of machine technologies for their preparation]. Voronezh [in Rus.].

7. Zaika, P.M. (2006). *Teoriia sil's'kohospodars'kykh mashyn* [The theory of agricultural machines], *3*, Kharkiv : OCO [in Ukr.].

8. Pugachev, A.N. (1976). *Povrezhdenye zerna mashynamy* [Damage to the grain by machines]. Moscow [in Rus.].

9. Strona, I.G. (1974). *Travmyrovanye semian zernovykh kul'tur y urozhaj* [Injury of grain crops seeds and harvest]. *Byolohyia y tekhnolohyia semian* [Biology and technology of seeds]. Kharkiv [in Ukr.].

10. Tishchenko, L.N., Olshansky, V.P., & Olshansky, S.V. (2011). *Vybroreshetnaia separatsyia zernovykh smesej*. [Vibrosilicate separation of grain mixtures]. Kharkiv : Myskdruk [in Ukr.].

11. Fadeev, L.V. (2015). *Zerno nel'zia byt' – ono osnova zhyzny cheloveka* [Grain can not be beaten - it is the basis of human life]. Kharkiv : SPEC JeMM [in Ukr.].

12. Chazov, S.A., Shelepen, P., & Votsky, Z. (1981). Travmyrovanye semian y puty snyzhenyia pry mekhanyzyrovannoj obrabotke, obmolote, sortyrovanyy [Injury of seeds and ways of reduction in mechanized processing, threshing, sorting]. *Ukraynskye nyvy* [Ukrainian fields], *8*, 41-43. [in Ukr.].

Received: October 15, 2017
Revision: October 29, 2017 Accepted: December 14, 2017