



UDC 631.354:633.1

THE IMPACT OF TRANSPORTING TECHNICAL MEANS  
ON GRAIN CROPS DAMAGING AND QUALITY

D. Derevianko<sup>1</sup>, E. Sukmaniuk<sup>1</sup>, S. Chychylyuk<sup>1</sup>, O. Derevianko<sup>1</sup>, V. Polischuk<sup>2</sup>

Article info

Received  
20.03.2020  
Accepted  
30.04.2020

*Derevianko, D., Sukmaniuk, E., Chychylyuk, S., Derevianko, O., Polischuk, V. (2020). The impact of transporting technical means on grain crops damaging and quality. Scientific Horizons, 04 (89), 47–54. doi: 10.33249/2663-2144-2020-89-4-47-54.*

<sup>1</sup> Zhytomyr  
National  
Agroecological  
University  
7, Staryi Blvd,  
Zhytomyr,  
10008, Ukraine

<sup>2</sup> National  
University of  
Life and  
Environmental  
Sciences of  
Ukraine  
15, Heroiv  
Oborony Str.,  
Kyiv,  
03041, Ukraine

E-mail:  
[derevyanko.dmutro@gmail.com](mailto:derevyanko.dmutro@gmail.com);  
[sukmanyukolena@gmail.com](mailto:sukmanyukolena@gmail.com);  
[101072@ukr.net](mailto:101072@ukr.net);  
[polischuk.v.m@gmail.com](mailto:polischuk.v.m@gmail.com)

*In the production of grain crops, scattering fields with low quality seed in most cases is exceeded by a higher seeding rate that causes significant material and financial losses. The improvement in seed quality, especially in field germination rate, mass, nature and seed purity caused by lowering its micro- and macro- damaging by means of improving and modernizing the engineering tools performance as well as by designing the equipment for introducing these processes into the production, are the define objectives of a research work. The main task lies in substantiating and making theoretical calculations as well as experimental research on the impact of operating parts during the technological processes on grain deformation, micro-damaging and quality. The tasks for achieving the goal of the research were as follows: to substantiate and to calculate the effects of the working organs of transportation means on distortion, macro- and micro- damage of grain crops seed. During the technological process of seed transportation, when filling up the grain buckets with grain, emptying them and under the motion speed of a strip, the grain seeds usually damage. The theoretical and experimental research testify that the amount of seeds in a grain bucket, seeds bumping, their striking against the inner walls, their squeezing in between the working organs, elevation angle and grain buckets spacing, etc. result in grain seed micro-damaging. The research analyses testify to the fact that the constructive parameters of working organs, biological, physical and mechanical characteristics of grain as well as the materials and covering from which the working organs are made of, namely –metal, wood, plastic materials, nylon, etc. influence the seeds damage and their quality. The experimental, productive and laboratory research testify to the fact that the rate of autumn-sown rye micro-damaging after the technological process increased up to 57.45 and 59.45 %, and the rate of non-damaged seed was 42.55 and 40.05 % correspondingly. That is, it is more than half of a total amount, which will surely influence its quality degradation, and especially its germination. As a result, it will reduce the grain crops harvest. The effects of working organs of the technical means during seed preparation on crack formation, deformation and especially micro-damaging in coordination with micro-organisms significantly lowers the qualitative indices especially those of germination.*

**Key words:** seeds, grain, technological process, quality, macro- and micro-damaging, technical means, motion speed.

## **ВПЛИВ ТРАНСПОРТУВАЛЬНИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ НА ТРАВМУВАННЯ І ЯКІСТЬ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР**

**Д. А. Дерев'янюк<sup>1</sup>, О. М. Сукманюк<sup>1</sup>, С. Б. Чичилюк<sup>1</sup>, О. Д. Дерев'янюк<sup>1</sup>, В. М. Поліщук<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Житомирський національний агроєкологічний університет  
бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

<sup>2</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України  
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

*В умовах виробництва сівба зернових культур неякісним насінням у переважній більшості випадків перебивається підвищеними нормами висіву, що створює суттєві матеріальні та фінансові перевитрати. Підвищення якісних показників насіння, особливо польової схожості, маси, натури, чистоти внаслідок зниження його макро- і мікротравмування шляхом вдосконалення і модернізації роботи технічних засобів та розроблення обладнання для реалізації цих процесів у виробництво є визначальною метою наукової роботи. Головне завдання полягає в обґрунтуванні та виконанні теоретичних розрахунків і експериментальних досліджень впливу робочих органів під час технологічних процесів на деформацію, мікротравмування і якість зернівок.*

*Під час проходження технологічного процесу транспортування насіння відбувається травмування зернівок при заповненні ковшів, зворотньому висипанні та швидкості руху смуги. Теоретичні та експериментальні дослідження свідчать, що на мікротравмування значно впливає кількість насіння у ковші, взаємоударяння та зіткнення із внутрішніми частинами, затиснення між робочими органами, кут нахилу і крок розміщення ковшів, тощо. Аналіз досліджень свідчить, що на травмування і якість насіння впливають конструкційні параметри робочих органів, біологічні та фізико-механічні властивості зернівок, а також матеріали виготовлення або покриття робочих елементів, а саме метал, дерево, пластмаса, нейлон, тощо.*

*Експериментальні, виробничі та лабораторні дослідження свідчать, що мікротравмування озимого жита збільшилося після технологічного процесу до 57,45 і 59,45 %, а нетравмованого насіння відповідно становило 42,55 і 40,55 %. Тобто менше половини від загальної кількості, що безумовно вплине на зниження його якості, особливо схожості, а значить на зменшення урожайності зернової культури. Подальші дослідження щодо підвищення якісних показників насіння зернових культур, зменшення шкідливої дії мікроорганізмів на зернівки та зниження макро- і мікротравмування необхідно проводити у взаємозв'язку та комплексі біологічних і фізико-механічних особливостей під час всього технологічного процесу.*

**Ключові слова:** насіння, зернівка, технологічний процес, якість, мікро- і макротравмування, технічні засоби, швидкість руху.

### **Вступ**

Головним завданням агропромислового комплексу України є забезпечення населення продуктами харчування, серед яких зерно відіграє дуже важливу роль. Для цього необхідно підвищити урожайність та збільшити валове виробництво зерна до 100 мільйонів тонн, що можливо при підготовленні більше двох мільйонів тонн високоякісного насіння. Пошкодження його під час технологічних процесів підготовки, особливо мікро травмування, в деякі роки за певних погодних-кліматичних, ґрунтових, біологічних, сортових і механіко-технологічних особливостей сягає 55-65 % і навіть більше.

Для теорії та практики важливим є наукове обґрунтування теоретичних і експериментальних

даних досліджень, що у вітчизняній агроінженерії є до цього часу обмеженим, а виробничі, лабораторні та експериментальні дослідження мікротравмування насіння різних сортів зернових культур за технологічних процесів його підготовки майже зовсім відсутні.

Дуже важливу базу наукових основ теоретичних досліджень взаємодії та впливу робочих органів технічних засобів та матеріалів і в цьому зв'язку зернового вороху і насіння виконали відомі вчені (*Vasilenko, 1996; Zaika, 2006; Tishchenko et al., 2011*). Особливий наголос вони робили на застосуванні м'яких режимів роботи молотильних апаратів барабанного і роторного типів та покриття робочих поверхонь гумовими або іншими пом'якшувачами матеріалами під час підготовки насіння.

В зв'язку з тим, що для теорії та практики важливим значенням є наукове обґрунтування теоретичних та експериментальних досліджень впливу різних технічних засобів на травмування і якість насіння, що у вітчизняній агроінженерії в даний час досить обмежені, тому проведення комплексних таких досліджень на всіх стадіях технологічних процесів є актуальною науково-прикладною проблемою.

Результати досліджень показують, що під час технологічних процесів підготовки насіння та сівби зернових культур травмування зернівок сягає 65-75 %, а інколи навіть і більше (*Zayets et al.*, 2017; *Orobinsky et al.*, 2018). Зокрема, при транспортуванні насіння гвинтовими транспортерами і контактуванні зернівок із внутрішніми поверхнями кожуха та витками гвинта в залежності від їх підняття і кута нахилу, що викликає притиснення, а відповідно мікротравмування, то найменша його інтенсивність знаходиться в при значенні  $\alpha$  менше  $15^\circ$ . Якщо кут підняття буде зростати більше цієї величини, то інтенсивність травмування пропорційна куту підняття (*Pascoe et al.*, 2015; *Derevjnko et al.*, 2019).

Під час оброблення насіння при підсушуванні згідно даних (*Mellmann et al.*, 2019) найкраще забезпечують мінімальне пошкодження і високу якість режими оптимального використання енергії та найменших механічних навантажень. Вплив стресових умов температури, світла, окислення та вологи, за даними (*Suzuki et al.*, 2012) негативно діють на якісні показники насіння, особливо його схожість, енергію росту, тощо. За даними досліджень (*Derevjnko et al.*, 2019) механічні навантаження і деформація за технологічних процесів оброблення зернового вороху впливають негативно на якість насіння зернових і овочевих культур.

Виробничі, лабораторні та експериментальні дослідження (*Derevjnko et al.*, 2017), показують, що під час підготовки насіння, зернівки масою 0,006 г при потраплянні на лопатки розподільника вібросепаратора під час його обертання з кутовою швидкістю  $\omega$  6 рад·с<sup>-1</sup> і створюють умови виникнення тангенціальної деформації зернівок у площинні  $O_1\xi\eta$ , яка становить до 0,023 мм. А при ударянні з поверхнями робочих органів транспортувальних технічних засобів, що рухаються із швидкістю більше  $\omega$  9-11 рад·с<sup>-1</sup> і більше деформація і мікротравмування збільшуватимуться, а якість насіння буде знижуватися.

Знання біологічних властивостей, фізичних і механіко технологічних особливостей у поєднанні з технологічними процесами на всіх стадіях підготовки насіння, дозволить знизити вплив на деформації зернівок, утворення травм і тріщин, що безумовно сприятиме покращенню якості насіння. Тому подальші комплексні вивчення і вдосконалення цих процесів допоможе вирішенню цього важливого завдання.

### **Матеріали та методи**

Завдання, для досягнення мети підвищення якісних показників насіння зернових культур під час технологічних процесів його підготовки від збирання до сівби полягає у наступному: обґрунтувати дію контактуючої сили в залежності від маси, швидкості руху, пружності тіл, що співударяються, а також зовнішні фактори контактування на травмування насіння; визначити вплив напруження, що виникає від механічної дії на зернівку та сили тиску при зіткненні її з робочими органами, тобто смугою та поверхнями ковшів; розглянути схеми заповнення ковшів насінням та площ контактування з робочими поверхнями і їх впливу на мікро травмування насіння; запропонувати оптимальні режими роботи транспортувальних технічних засобів та їх впливу на макро– і мікротравмування та якість насіння зернових культур.

Для виконання виробничих та лабораторних досліджень впливу окремих робочих органів технічних засобів на макро-і мікро травмування зернівок, їх деформацію, масу, натуру, та інші якісні показники, було запроваджено нові конструкції і модернізацію нового робочого органу та внутрішньої частини вібросепаратора, що підтверджено державними патентами.

На основі використання основних законів механіки, сучасних методів комп'ютерних розрахунків побудовано систему диференціальних рівнянь, графічних визначень, інтегрувань, перетворень тощо.

Дані досліджень показали, що від величини контактуючої сили в залежності від швидкості, маси, а також інших факторів впливу відбувається руйнування зернівок.

### **Результати досліджень та обговорення**

Аналіз робіт по виявленню причин та факторів, що впливали на травмування і якість насіння при його збиранні, обробленні транспортуванні, завантаженнях та сівбі

технічними засобами і технологічними лініями показав, що існують різні погляди по зниженню їх негативного впливу.

Більшість дослідників відмічають, що для більш об'єктивного та глибокого наукового обґрунтування заходів зниження травмування насіння робочими органами необхідно проводити теоретичні розробки процесів макро- і мікротравмування, знаходити і досліджувати головні фактори, що впливають на нього, а також обов'язково враховувати стан зернового вороху, біологічні та фізіологічні властивості зернівки та

$$F = \left[ \frac{e_1 e_2}{e_1(1-M_2^2) + e_2(1-M_1^2)} (\sum \Phi)^{\frac{1}{2}} \right] \left( \frac{5mv^2}{4} \right) + \sqrt{\frac{mv^2}{x_1}} \quad (1)$$

В цьому взаємозв'язку для визначення напруження, що виникає від механічної дії на зернівку можна провести такий розрахунок:

$$\sigma_n = \sqrt[3]{\frac{2m_3 F_y^2 k e_n^2 e}{\pi a b (\ln e_3 + k e_n)^2}} \quad (2)$$

де:  $m$  – маса зернівки;  $F$  – сила зіткнення;  $e$  – модулі пружності робочої поверхні та зернівки;  $k$  – коефіцієнт що залежить від радіуса зіткнення;  $a$  – ширина зернівки;  $b$  – товщина зернівки;  $l$  – довжина зернівки.

Із виразу 2 видно, що напруження яке виникає від механічного впливу на зернівку під час технологічного процесу транспортування і зіткнення з робочими поверхнями ковша та смуги залежить від маси зернівки, сили зіткнення і модуля пружності робочої поверхні технічного засобу і зернівки.

Із розглянутих виразів видно, що травмування зернівки залежить від величини тиску в зоні зіткнення, а тому напрямок, що виникає у зернівці залежатиме від модуля пружності робочого елемента і швидкості співударяння його із зернівкою, тобто взаємодіють два фактори.

Для визначення тиску при зіткненні зернівки з робочими органами а також взаємозіткненні можна зробити наступний розрахунок:

$$T = k_3 \sqrt[3]{\frac{F(e_1 e_2)^2}{b^2(e_1 + e_2)^2}} \quad (3)$$

де:  $k_3$  – коефіцієнт, що залежить від радіуса зіткнення;  $e_1$  і  $e_2$  – модулі пружності робочої

матеріали виготовлення робочих органів, або їх покриття гумою, пластмасою, нейлоном, під час технологічного процесу.

Дослідження свідчать, що руйнування матеріалу відбувається, якщо при механічній дії сили, що виникають більші за міцність матеріалу, на який діють, тому розрахунковим шляхом визначено величину контактуючої сили в залежності від маси, швидкості, пружності тіл, що співударяються, а також зовнішніх факторів контактування.

поверхні та зернівки;  $F$  – сила зіткнення;  $b$  – товщина зернівки.

Із розглянутих виразів видно, що знизити травмування зернівки можливо за рахунок зниження сили зіткнення, модуля пружності робочої поверхні та маси зернівки, швидкості руху смуги.

Необхідно зазначити, що в основу наукових рекомендацій зниження травмування зернівок деякі дослідники брали теорію контактуючих деформацій для однорідних матеріалів, але зернівка, а тим більше зерновий ворох не відносяться до однорідних ні по структурі, будові, а тим більше по біологічному і хімічному складу. Обов'язково необхідно в дослідженнях враховувати конструктивні параметри, матеріали, режими роботи та інші технічні особливості машин. При транспортуванні та завантаженні насіння ковшовими транспортерами відбувається взаємодія зернівок з робочими поверхнями при завантаженні ковшів, зворотного висипання, співударяння, розвантаження та ударів з кожухом головки елеватора, що в сукупності впливає на травмування, деформацію і особливо мікротравмування зернівок.

Безумовно, дуже важливий вплив на макро- і мікротравмування зернівок відіграє кількість насіння, що розміщується у ковші під час його транспортування.

Надана схема заповнення насінням ковша, рис 1 показує, що поверхня наявності насіння має форму логарифмічного витка під кутом зрізу 25-30 °.

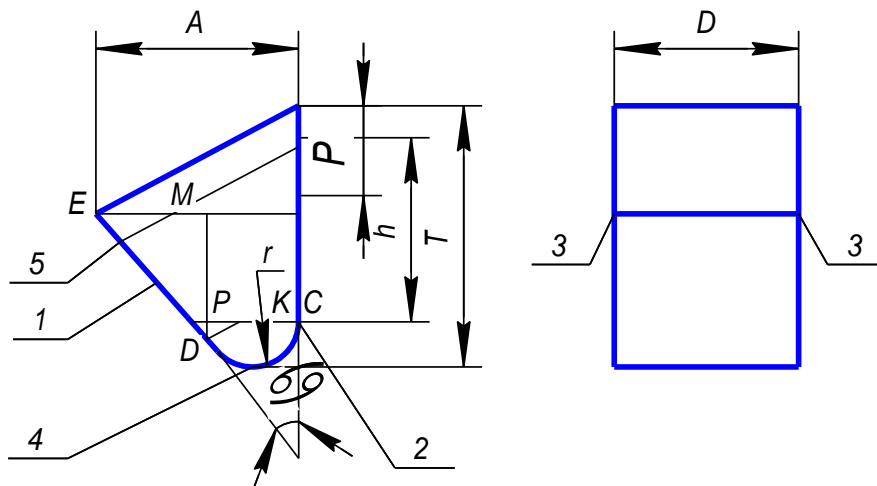


Рис. 1. Схема заповнення ковша насінням  
 1 – передня частина; 2 – задня частина; 3 – бокові частини;  
 4 – дно ковша; 5 – верхнє розміщення насіння

Відповідно цього рисунка площі контактування насіння з внутрішньою поверхнею ковша можна визначити розглянувши трикутники ЕМД і ДРК з урахуванням довжини передньої частини ковша, його ширини, площі дна та площі контактування із поверхнею задньої частини ковша.

При наповненні насінням ковша відбувається його зіткнення з внутрішньою поверхнею, з

$$I = (I_{ЗПБП} - I_{ЗСЗЧ} - I_{ЗНЗВ}) + I_{ПЗВП} (1 - I_{ЗПБП} + I_{ЗСЗЧ} + I_{ЗНЗВ}) = 1 - (1 - I_{ЗВП}) \cdot (1 - I_{ЗПБП} - I_{ЗСЗЧ} - I_{ЗНЗВ}) \quad (4)$$

Імовірність потрапляння не травмованого насіння у контактуючий шар можна надати виразом:

$$I_{КНН} = [1 - (1 - I_{КВН})(1 - I_{КЗ} - I_{ККС} - I_{КЗВ})] \cdot m_0 \quad (5)$$

Переважає більшість зернівок травмується при технологічних процесах транспортування, під

імовірністю  $I_{ЗВП}$ , а при цьому із зовнішньої поверхні існує імовірність потрапляння з передньої і бокової сторони  $I_{ЗПБП}$ , потрапляння насіння між смугою та задньою частиною ковша  $I_{ЗСЗЧ}$ , а також потрапляння насіння від «зворотнього висипання» при обробленні  $I_{ЗСЗЧ}$ .

В цьому зв'язку процес імовірності травмування насіння визначаємо:

час зворотнього висипання, зіткнення з робочими поверхнями, взаємодаряння, стиснення та защемлення. Таке травмоване насіння має знижену дію на міцність, тому будь-які наступні зіткнення з робочими поверхнями машин збільшує імовірність травмування і особливо мікротравмування.

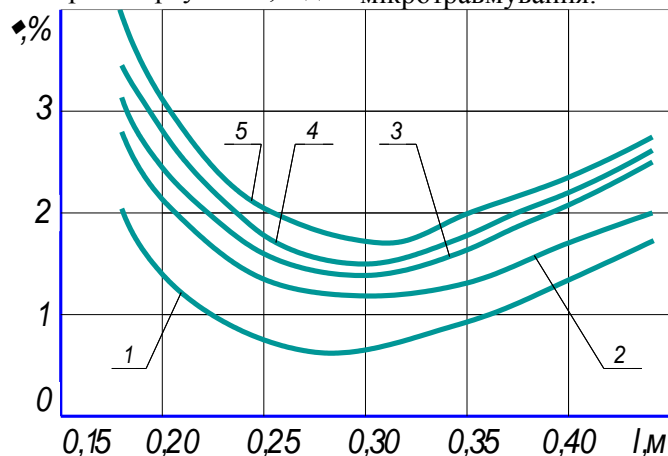


Рис. 2. Залежність «зворотнього висипання» насіння від кроку розміщення ковшів на смузі

Коефіцієнт заповнення ковшів 0,5 – 1, 0,6 – 2, виразити через площу контактування та розміру насіння, перпендикулярної поверхні контактування; 0,7 – 3, 0,8 – 4, 0,9 – 5.

Можливість зіткнення насіння можна виразити так:

$$Z_{квн} = \Pi_{квн} \cdot K; \quad Z_{кзз} = \Pi_{кзз} \cdot K; \quad Z_{ікс} = \Pi_{ікс} \cdot K \cdot e, \quad (6)$$

де:  $\Pi$  – площа контактування насіння із внутрішнього і зовнішнього поверхнями ковша і між ним та смугою;  $K$  – розмір насіння, перпендикулярної поверхні контактування;  $e$  – значення коефіцієнта кількості насіння в ковші.

Під час зворотнього висипання і зіткнення можна надати виразом:

$$K_{зв} = \frac{m \cdot V_{нк}}{100} \quad (7)$$

де  $m$  – кількість насіння при «зворотньому висипанні» у відсотках.

Під час знаходження у ковші насіння контактує із передньою, задньою, боковими частинами і дном. Кількість контактуючого насіння залежить від заповнення, а тому внутрішньою площею можна розрахувати за сумою:

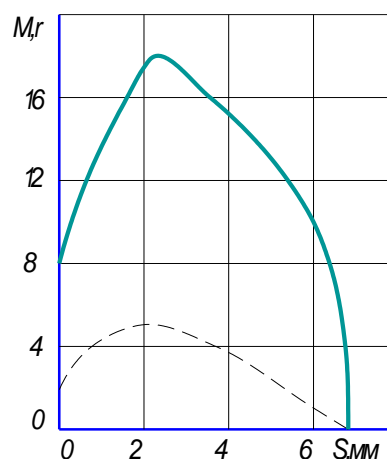
$$\Pi_{квн} = \Pi_n + \Pi_z + \Pi_b + \Pi_d \quad (8)$$

де  $\Pi$  – площі зіткнення насіння із передньою, задньою, боковими внутрішніми частинами та дном ковша.

Дані рис. 1-3 показують, що швидкість руху, радіус барабана, радіус округлення дна ковша, кут захвачування насіння та затиснення зернівок між ковшом і смугою від щілини між ними, кроку розміщення ковшів, зворотнього зсипання та кількість насіння має вплив на його травмування, а відповідно на зниження його якісних показників.

Таблиця 1. Травмування насіння озимого жита під час транспортування ковшовими транспортерами

Підприємство, Сорт	Назва процесу	Макротравми	Мікротравми			
			зародок	оболонка	всього травм	без травм
ПП «Галекс-Агро», Житомирська область, с. Верхняцьке-34	до завантаження ковша	6.15	6.25	8.45	28.15	71.85
	після розвантаження ковша	9.85	11.15	13.35	57.45	42.55
СФГ «Дніпро» Черкаська область, с. Верхняцьке-34	до завантаження ковша	6.55	7.10	8.95	28.85	71.15
	після завантаження ковша	10.05	11.65	14.15	59.45	40.55



— загальне переміщення насіння;  
- - - в тому числі затисненого

Рис. 3. Залежність переміщення та затиснення зернівок між ковшом і смугою та від щілини між ними

Дані результатів експериментальних досліджень показують, що після травмування ковшовим транспортером, кількість макротравмування насіння жита зросла до 9,85 і 10,05 %, тобто більше ніж до технологічної операції на 3,70 і 3,60 % (табл. 1).

Також збільшилися пошкодження зародка, що в значній мірі впливає на польову схожість, адже до транспортування воно становило 6,25 і 7,10 %, а після розвантаження з ковшів відповідно 11,15 і 11,65 %, тобто більше на 3,40 і 4,55 %.

Дані таблиці 1 свідчать, що особливо суттєво зросли макротравми із 28,15 та 28,85 % до 57,45 і 59,45 %. Таким чином після вивантаження насіння із ковшів, нетравмованого насіння залишилося 42,55 і 40,55 %. Обговорення результатів дослідження впливу робочих елементів ковшових транспортерів на макро- та особливо мікротравмування насіння зернових культур і його якісні показники свідчить, що під час технологічного процесу підготовки насіння, транспортувальні ковші транспортери сприяють зростанню пошкодження і зусилля руйнуванню, збільшення деформації, знищення міцності та травмування зернівок і погіршення їх якості.

Головні причини мікротравмування і руйнування це зіткнення із зовнішніми та внутрішніми поверхнями, швидкість руху смуги, крок розміщення ковшів, зворотне зсипання, віддаль переміщення, заповнення ковшів, затиснення між робочими органами, тощо. Фізичні особливості руйнування зернівок, полягають у отриманні макро- і мікротравм, поширення їх розвитку, а також впливу всіх робочих елементів на процеси пошкодження.

Експериментальні, виробничі та лабораторні дослідження показали, що під час підготовки насіння озимого жита і транспортування його ковшовими транспортерами, макротравмування після вивантаження зросло на 3,70 і 3,50 %, а мікротравмування зародка відповідно на 4,90 і 4,55 %. значно збільшилося мікротравмування оболонки, на 4,90 і 5,20 %, табл. 1. Всього травмованого насіння після завершення технологічного процесу становило 57,45 і 59,45 %, тобто більше половини насіння озимого жита.

Як уже відмічалось, що крім значного впливу робочих органів при зіткненнях, взаємодаряннях, затисненнях, зсипаннях, кутах нахилу, швидкості руху, матеріалів виготовлення, важливу роль відіграють біологічні особливості будови зернівки жита, будови клітин борошністої клітини та параметри розміщення зародка на відміну від пшениці ще більше піддаються зусиллям, навантаженням і в результаті травмуванням.

Результатами досліджень показують, що під

час виконання технологічних операцій підготовки насіння озимого жита, внаслідок контактування і зіткнення з робочими поверхнями зернівки жита травмуються ще сильніше, ніж озимої пшениці. Це також пояснюється тим, що зародок зернівок жита виходить за зовнішні параметри поверхні, а при переміщенні та зіткненнях насіння орієнтується в першу чергу зародком, від чого першим і зазнає більше травм.

Все це в сукупності сприяє збільшенню травмування насіння озимого жита під час технологічних процесів його підготовки. В зв'язку з цим необхідно підбирати м'які режими, систематично слідкувати і підтримувати регульовальні роботи, щодо роботи робочих агрегатів, та використовувати пом'якшувальні матеріали при їх виготовленні, або покритті, такі як дерево, пластмаса, капрон, нейлон, тощо.

Адже будь-яке травмування та руйнування сприяє зниженню якості насіння, особливо його схожості, що безумовно суттєво впливає на урожайність зернової культури.

### **Висновки**

У результаті теоретичних досліджень впливу транспортувальних технічних засобів на зернівки виявлено, що при механічній дії сил, що виникають, більших за її міцність, то величина контактувальної сили залежить від швидкості руху, маси, пружності зернівок і тіл, що співударяються, а також від впливу зовнішніх факторів у взаємозв'язку і суттєво впливають на мікро- і макротравмування насіння.

Напруження, що виникає від механічної дії та тиск на зернівку при зіткненні з робочими поверхнями і взаємодаряннях сприяють мікротравмуванню.

Швидкість руху смуги, заповнення ковшів насінням, зворотне висипання, площі поверхонь робочих органів, затиснення зернівок між щілинами (рис. 1, рис. 2, рис. 3, табл. 1) та інші фактори у сукупності і взаємозв'язку з біологічними та механіко-технологічними властивостями насіння зернових культур впливають на травмування зернівок і їх якісні показники.

Експериментальні дані показали, що мікротравмування зернівок озимого жита до транспортування знаходилося в межах 28,15–28,85 %, а після завершення технологічного процесу становило 57,45–59,45 %, тобто збільшилося у два рази.



Результати теоретичних та експериментальних досліджень свідчать, що під час транспортування і контактування зернівок з робочими поверхнями ковшів, зворотнього зсипання, швидкості руху, затиснення і зіткнення відбувається суттєве збільшення макро- та мікротравмування насіння, що в кінцевому результаті негативно впливає на його якісні показники (табл. 1). Особливо це стосується зниження польової схожості насіння, що вплине на зменшення урожайності будь – якої зернової культури.

### References

- Vasilenko, P. M. (1996). Teoriya dvizheniya chastitsy po sherokhovatym poverkhnostyam selskokhozyaystvennykh mashin [The theory of particle motion over rough surfaces of agricultural machines]. Kiyev: USKhA [in Russian].
- Derevianko, D. A., Sukmaniuk, O. M., Chychylyuk, S. B. & Derevianko, O. D. (2019). Vplyv tekhnichnykh zasobiv na mitsnist, travmuвання i yakist nasinnia zernovykh kultur [Technical means influence on density, injury and quality of grain seeds]. *Scientific horizons*, 10 (83), 64–67. doi: 10.33249/2663-2144-2019-83-10-64-71 [in Ukrainian].
- Derevjnko, D., Sukmaniuk, E. & Derevjnko, O. (2017). Grain crops injuries and drying modes while seeds preparation. *INMATEH – Agricultural Engineering*, 53 (3), 89–94.
- Zaika, P. M. (2006). Teoriia silskohospodarskykh mashyn [The theory of agricultural machines] (Vol. 3). Kharkiv : Oko [in Ukrainian].
- Zayets, M., Sukmaniuk, E. & Grudovyi, R. (2017). Theoretical grounding of seeds valve opener settings for subsoil-spreading sowing method. *INMATEH – Agricultural Engineering*, 52 (2), 13–18.
- Orobinsky, V. I., Gievsky, A. M., Schwartz, A. A., Baskakov, I. V. & Chernyshov, A. V. (2018). Improving the efficiency of apparatus of exact seeding of small-seeded crops. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 10 (5S), 1226–1241.
- Suzuki, N., Miller, G., Sejima, H., Harper, J. & Mittler, R. (2012). Enhanced seed production under prolonged heat stress conditions in Arabidopsis thaliana plants deficient in cytosolic ascorbate peroxidase 2. *Journal of Experimental Botany*, 1, 253–263.
- Mellmann, J., Weigler, F. & Scaar, H. (2019). Research on procedural optimization and development of agricultural drying processes. *Drying technology*, 5, 569–578. doi: 10.1080/07373937.2018.1494186.
- Xianrong, Zh., Chunyu, X., Bo, J., Changman, L. & Xiuling, L. (2015). Allelopathic Effects of Water Extracts of Brassica juncea var. tumida Leaf on Seed Germination of Three Species of Crops. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 10, 117–121.
- Pascoe, R. D., Fitzpatrick, R. & Garratt, J. R. (2015). Prediction of automated sorter performance utilising a Monte Carlo simulation of feed characteristics. *Minerals Engineering*, 72, 101–107. doi: 10.1016/j.mineng.2014.12.026.
- Tishchenko, L. N., Olshanskiy, V. P. & Olshanskiy, S. V. (2011). Vibroreshetnaya separatsiya zernovykh smesey [Vibrosilicate separation of grain mixtures]. Kharkov : Miskdruk [in Russian].