

## РЕАЛИЗАЦИЯ МАЛОТРАВМАТИЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВЫДЕЛЕНИЯ ЗЕРНА ИЗ КОЛОСА ПШЕНИЦЫ: РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

<sup>1</sup>Пахомов В.И., <sup>2</sup>Брагинец С.В., <sup>2</sup>Бахчевников О.Н., <sup>2</sup>Рухляда А.И.

<sup>1</sup>Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация  
<sup>2</sup>Аграрный научный центр «Донской», г. Зерноград, Российская Федерация

**Аннотация.** Предложена малотравматичная технология выделения зерна из колоса. Она заключается в воздействии струи воздуха на колос, приводящему к его перекатыванию по поверхности деки молотильного устройства и вызывающему его частичное истирание, сопровождающееся выделением зерен. Процесс малотравматичного обмолота колосьев пшеницы в экспериментальном устройстве дает удовлетворительные результаты, обеспечивая снижение травмирования эндосперма зерна на 10-12% по сравнению с традиционной технологией. Травмирование зародыша зерна при этом снижается на 5%, почти исключая его. Дробление зерна составляло не более 0,5%. Применение разработанной технологии малотравматичного обмолота в перспективе позволит снизить травмирование зерна колосовых культур во время уборки, что имеет важное значение при селекционных работах.

**Ключевые слова.** Зерно, колос, обмолот, выделение зерна из колоса, травмирование зерна.

## IMPLEMENTATION OF LOW-TRAUMATIC TECHNOLOGY OF GRAIN SEPARATION FROM A WHEAT EAR: RESULTS OF THE PILOT STUDIES

<sup>1</sup>Pakhomov V.I., <sup>2</sup>Braginets S.V., <sup>2</sup>Bakhchevnikov O.N., <sup>2</sup>Rukhlyada A.I.

<sup>1</sup>Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation  
<sup>2</sup>Agricultural Research Centre Donskoy, Zernograd, Russian Federation

**Abstract.** Low-traumatic technology of grain separation from an ear is developed. It consists in influence of an air jet on an ear. It leads to rolling of an ear on a surface of the threshing device concave and causes its partial abrasion which is followed by grains separation. Process of wheat ears low-traumatic threshing in the experimental device yields satisfactory results, provides reduces grain endosperm damage on 10-12% in comparison with traditional technology. Germ of grain damage decreases by 5%. Crushing of grain made no more than 0,5%. Use of the developed technology of the low-traumatic threshing will allow to reduce grain damage of cereal crops in case of the harvesting. It is important by cereal breeding.

**Keywords.** Grain, ear, grain threshing, grain separation from an ear, grain damage.

В настоящее время существует проблема травмирования зерна в процессе обмолота колосьев зерновых культур, обусловленного механическими повреждениями в результате ударного воздействия подвижных рабочих органов молотильных устройств [1]. В результате многочисленных исследований установлено, что усовершенствование рабочих органов молотильных устройств, действие которых основано на непосредственном ударном воздействии на колос и содержащиеся в нем зерна, не позволит обеспечить значительное уменьшение травмирования зерна [2, 3]. В последние годы широкое распространение получает комбайновая уборка методом очеса, в ходе которой в молотильный аппарат комбайна поступают только колосья без стеблей [4], что приводит к травмированию зерна. Это также требует разработки нового способа малотравматичного обмолота колосьев зерновых культур. Все это вызвало необходимость разработки новых малотравматичных технологий выделения зерна из колоса, минимизирующих или исключаящих непосредственное ударное действие на него [5].

Предпосылкой к созданию новой технологии является возможность выделения зерен из колоса путем разрушения чешуй, охватывающих каждую зерновку, или ослабления их связи с ней [6, 7], которая может быть реализована без механического ударного воздействия. Перспективной технологией обмолота колосьев является способ, заключающийся в воздействии струи воздуха на колос, приводящему к его перекатыванию по поверхности деки молотильного устройства и вызывающему частичное истирание колоса, вследствие чего и происходит выделение из него зерен. Непосредственное выделение зерен происходит в результате не ударного, как в традиционных технологиях, а контактного воздействия. Для создания струи воздуха, обеспечивающей движение

колоса в необходимом направлении и контактное воздействие на него деки, предложено использовать воздушный поток, создаваемый вращающимися лопастями ротора в молотильной камере.

Цель экспериментального исследования – изучение процесса обмолота колоса пшеницы в пневматическом молотильном устройстве и оценка влияния параметров устройства на выделение и травмирование зерна.

Созданная для изучения нового способа выделения зерна из колоса экспериментальная установка (рис. 1) представляет собой молотильное устройство, в котором обмолот производится при взаимодействии колоса и деки, производимом под чередующимся действием высокого и низкого давления воздуха, создаваемого лопастями ротора, а сепарация – посредством отвода легкой незерновой фракции в камеру пониженного давления.

Молотильное устройство (Полезная модель RU 195355 «Молотильное устройство для селекционных работ») включает цилиндрический корпус, содержащий молотильную камеру и ротор с четырьмя лопастями, представляющими собой изогнутые в направлении его вращения гладкие пластиковые пластины. Внутри цилиндрического корпуса размещена пластиковая дека, профиль поверхности которой представляет собой периодическое чередование выступов и впадин. Между внутренней поверхностью корпуса и декой размещена камера пониженного давления (вакуумная рубашка). Между краем лопасти и выступами деки также имеется зазор. Камера пониженного давления соединена с осадительной камерой, которая, в свою очередь, сообщается с центробежным вентилятором.

В верхней части корпуса помещается загрузочный бункер. В нижней части цилиндрического корпуса под молотильной камерой и ротором установлено решето, под которым расположена разгрузочная камера, соединенная с емкостью для сбора обмолоченного зерна.

В ходе работы молотильного устройства колосья подхватываются вихревым потоком воздуха, создаваемым лопастями ротора, и совершают вращательное движение вдоль поверхности деки. Обмолот колосьев осуществляется при взаимодействии колоса и деки, происходящем под чередующимся действием высокого и низкого давления воздуха, создаваемого лопастями. Взаимодействие колоса с выступами и впадинами деки заключается в его истирании, в результате которого происходит разрушение связей зерновок с колосом и выделение их из него. Сепарация незерновой части колосьев осуществляется под действием пониженного давления воздуха, создаваемого в вакуумной рубашке.

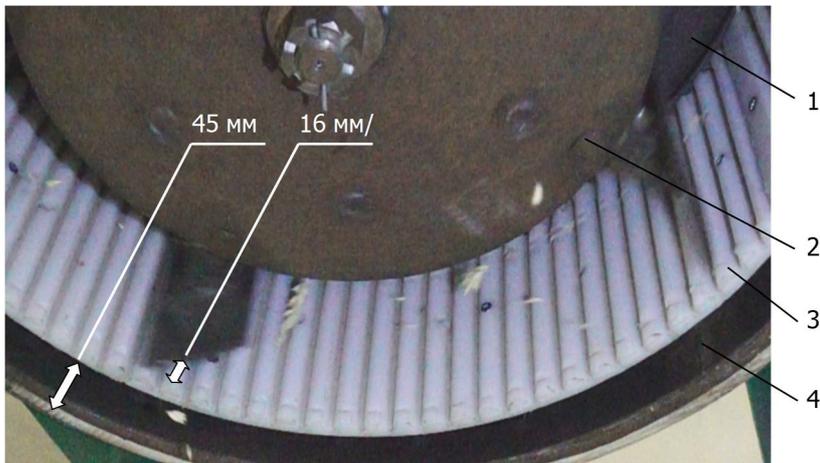


Рисунок 1 – Молотильная камера экспериментального молотильного устройства:  
1 – лопасть; 2 – ротор; 3 – дека; 4 – камера пониженного давления (вакуумная рубашка)

В результате экспериментальных исследований установлено, что процесс пневматического обмолота колосьев озимой пшеницы в экспериментальном устройстве протекает успешно и дает удовлетворительные результаты. Выделение зерен из колоса происходит при его контактом взаимодействии с волнистой поверхностью деки под действием воздушного потока, зерна при этом подвергаются меньшему механическому воздействию, чем в традиционных молотильных устройствах. В результате обмолота на экспериментальной установке происходит эффективное разделение зерновой и легкой незерновой части колосьев.

На рис. 2 представлен график зависимости доли зерна с повреждением зародыша и доли дробленого зерна от линейной скорости лопастей ротора при обмолоте колосьев озимой пшеницы.

Этот график показывает, что наибольшие значения показателей повреждения зерен имеют место при максимальной линейной скорости движения лопастей ротора равной 24,6 м/с. При снижении скорости движения лопастей снижается и степень травмирования зерна. При наименьшей скорости

движения лопасти 13,5 м/с доля зерна с повреждением зародыша и доля дробленого зерна в общем его количестве снижаются почти до нуля.

Анализируя представленные на рис. 2 графические результаты экспериментов, можно сделать вывод, что диапазон линейной скорости движения лопасти 13,5-20 м/с является наиболее благоприятным для малотравматичного обмолота зерна вследствие уменьшения травмирования его зародыша и снижения дробления зерен. Меньшие значения скорости движения лопасти использовать нерационально, так как в этом случае не будет обеспечено эффективное взаимодействие колоса и деки из-за недостаточной величины повышенного давления воздуха, создаваемого лопастями ротора.

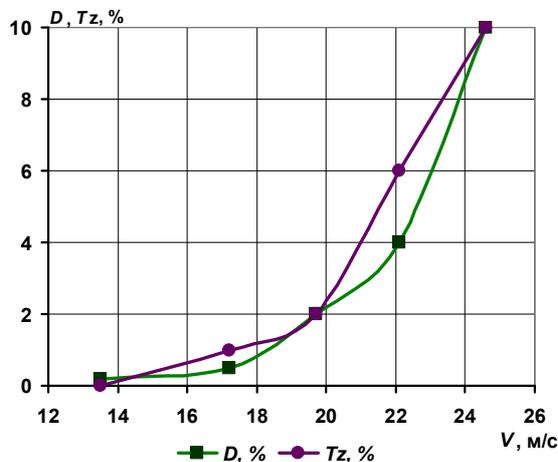


Рисунок 2 – Зависимость доли зерна с повреждением зародыша и доли дробленого зерна от линейной скорости лопасти при обмолоте колосьев озимой пшеницы в экспериментальном устройстве:  $V$  – линейная скорость лопасти ротора,  $D$  – доля дробленого зерна,  $T_z$  – доля зерна с повреждением зародыша

При обмолоте колосьев пшеницы методом истирания доля зерен с повреждением эндосперма тоже снижалась при уменьшении линейной скорости лопасти ротора (рис. 3).

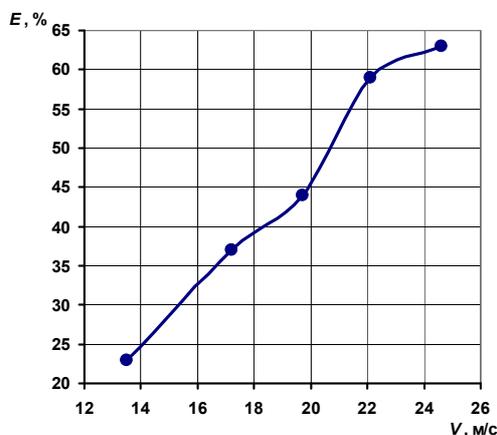


Рисунок 3 – Зависимость доли зерна с повреждением эндосперма от линейной скорости лопасти при обмолоте колосьев озимой пшеницы в экспериментальном устройстве:  $E$  – доля зерна с повреждением эндосперма;  $V$  – линейная скорость лопасти ротора

Минимальное значение доли зерна с повреждением эндосперма при наименьшей скорости лопасти 13,5 м/с составило 23%. В диапазоне скоростей движения лопасти 13,5-20 м/с величина доли зерна с повреждением эндосперма составила 23-45%.

С нашей точки зрения, значения доли зерен с повреждением эндосперма более 30% являются слишком высокими, поэтому используемый диапазон линейной скорости движения лопасти следует сузить до 13,5-15 м/с.

Сравнение доли травмированного и дробленного зерна при пневматическом обмолоте с долей такого же зерна при традиционном комбайновом обмолоте показало, что новый способ обмолота обеспечивает снижение травмирования зерен. Так, доля зерна с повреждением эндосперма при его использовании в среднем на 10...12% меньше, чем при обмолоте современным зерноуборочным комбайном. Доля дробленого зерна при новом способе обмолота соответствует его доле после обмолота современными комбайнами. Доля зерна с повреждением зародыша в среднем на 5% меньше, чем при

обмолоте молотильными устройствами комбайнов. Особенно важно то, что при наименьшей скорости движения лопастей 13,5 м/с травмирования зародыша и дробления зерна почти не наблюдается.

В результате экспериментов установлено, что процесс малотравматичного обмолота колосьев пшеницы в экспериментальном устройстве протекает успешно и дает удовлетворительные результаты, обеспечивая снижение травмирования эндосперма зерна на 10...12%. Травмирование зародыша зерна при этом снижается на 5%, почти исключая его. Дробление зерна при наименьшей скорости лопастей ротора составляло не более 0,5%.

Сопоставление доли травмированного и дробленного зерна в общем его количестве с долей поврежденного зерна при традиционном комбайновом обмолоте показало, что предлагаемый способ обмолота обеспечивает снижение травмирования зерен. Снижение травмирования достигается тем, что зерна в процессе обмолота почти не подвергаются непосредственному ударному воздействию рабочих органов молотильного устройства (лопастей ротора).

Следует отметить, что доля зерна с повреждением эндосперма при применении нового способа ниже, чем при традиционном обмолоте, но достаточно высока – 23% при наименьшей скорости лопасти 13,5 м/с. Это обуславливает необходимость совершенствования молотильного устройства для выполнения предлагаемого способа обмолота.

Применение разработанной технологии малотравматичного обмолота колосьев в перспективе позволит снизить травмирование зерна колосовых культур в ходе уборки. Это имеет особенно важное значение при селекционных работах, так как позволяет получить больше качественного семенного материала.

#### **Список использованных источников**

1. Shahbazi F. Mechanical damage to corn seeds / F. Shahbazi, R. Shahbazi // Cercetari Agronomice in Moldova. – 2018. – Т. 51.– № 3. – С. 1–12.
2. Benaseer S. Impact of harvesting and threshing methods on seed quality - A review / S. Benaseer, P. Masilamani, V.A. Albert, M. Govindaraj, P. Selvaraju, M. Bhaskaran // Agricultural Reviews. – 2018. – Т. 39. – № 3. С. 183–192.
3. Shahbazi F. A study on the seed susceptibility of wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars to impact damage / F. Shahbazi // Journal of Agricultural Science and Technology. – 2012. – Т. 14. – № 3. – С. 505–512.
4. Бурьянов М.А. Разработка и совершенствование методов обоснования технологии комбайновой уборки зерновых колосовых культур очесом / М.А. Бурьянов, А.И. Бурьянов, И.В. Червяков, Ю.О. Горячев // Вестник аграрной науки Дона. – 2017. – Т. 2. – № 38. – С. 59–72.
5. Fu J. Review of grain threshing theory and technology / J. Fu, Z. Chen, L. Han, L. Ren // International Journal of Agricultural and Biological Engineering. – 2018. – Т. 11. – № 3. – С. 12–20.
6. Ожерельев В.Н. Инновации процесса выделения зерна из колоса / В.Н. Ожерельев, В.Б. Попов // Вестник Гомельского государственного технического университета им. П.О. Сухого. – 2017. – № 4. – С. 26–35.
7. Бурьянов А.И. Методы и результаты определения естественной силы связи зерна с колосом в период созревания и полной спелости / А.И. Бурьянов, И.В. Червяков, А.А. Колинко, В.И. Пахомов, Е.В. Ионова, В.Ф. Хлыстунов // Зерновое хозяйство России. – 2018. – № 6. – С. 21–25.

Работа выполнена в соответствии с планом госбюджетной НИР.