
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ И ПОСЕВНЫХ КАЧЕСТВ СЕМЯН ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ФРАКЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

**Владимир Иванович Оробинский
Алексей Михайлович Гиевский
Александр Павлович Тарасенко
Алексей Викторович Чернышов**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Целью послеуборочной обработки зернового вороха, поступающего на ток от зерноуборочных комбайнов, является выделение засорителей, а также биологически неполноценного зерна. Получить высококачественные семена невозможно без незамедлительного выделения из вороха примесей, являющихся благоприятной средой для обитания и размножения микроорганизмов, которые поражают семена при хранении и снижают их посевные качества. Выделить фракции зерна, которые не представляют интереса в качестве семенного материала, на первой стадии обработки можно в том случае, когда зерновки отличаются от остальных по одному из таких признаков, как размеры, аэродинамические свойства и др. Исследованиями установлено, что при разделении зернового вороха по аэродинамическим свойствам с увеличением скорости воздушного потока количество выделенного зерна возрастает, при этом наблюдается выделение как мелкого, так и крупного зерна. Зерновки, выделяемые воздушным потоком, имеют меньшую плотность, рыхлую структуру, более склонны к разрушению и больше травмируются при послеуборочной обработке. С увеличением размера отверстий решет возрастают такие показатели, как масса 1000 зерен и лабораторная всхожесть, максимальные значения которых отмечены у зерновок фракций 2,6...3,4 мм. С изменением ширины отверстий решет с 1,6 до 3,4 мм усилие разрушения возрастает с 6,54 до 12,5 кг, а деформация разрушения снижается с 0,366 до 0,108 мм. В большей степени травмируются поврежденные при уборке зерновки мелких фракций (меньше 2,4 мм), поэтому их необходимо выделять в товарную фракцию и использовать на продовольственные цели. С увеличением скорости воздушного потока в канале второй аспирации с 4,9 до 10,5 м/с и отверстий сортировального решета с 1,4 до 3,6 мм масса семян увеличилась с 7,3 до 55,2 г. Установлено, что лучшими посевными качествами обладают зерновки фракций 2,4...3,4 мм, выделенные при скорости воздушного потока 8,5...10,3 м/с.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: зерновой ворох, послеуборочная обработка зерна, семена, лабораторная всхожесть, травмирование зерновок, скорость витания.

MECHANICAL STRENGTH PROPERTIES AND SOWING QUALITIES OF WINTER WHEAT SEEDS AT FRACTIONAL TECHNOLOGY OF GRAIN POSTHARVEST TREATMENT

**Vladimir I. Orobinsky
Aleksey M. Gievsky
Aleksandr P. Tarasenko
Aleksey V. Chernyshov**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

Removing of both impurities and biologically deficient grain is one of the main targets of postharvest treatment of the heap going from combine harvesters into the threshing floor (elevator). It is impossible to obtain high-quality seeds without speedy removing of impurities because they create favorable environment for habitation and reproduction of microorganisms affecting the seeds during their storage, and thus reducing their sowing qualities. It is possible to isolate grain fractions that are of no interest as market seed material at the first stage of postharvest treatment, if deficient grains differ from the rest in one of the signs, such as size, aerodynamic properties, etc. The results of research showed that during the separation of a heap by aerodynamic properties with an increase in the speed of the air flow the amount of the separated grain (both small and large) increased. Herewith, it should be noted that the grains separated by the air flow are characterized by lower density, loose structure; they are prone to destruction and

are more injured during postharvest treatment. When the size of sieve holes increased such indicators of the process as thousand grain weight and laboratory germination also increased: the values of these indicators were the highest in the grains belonging to the fractions of 2.6...3.4 mm. When the width of the sieve holes increased from 1.6 to 3.4 mm the values of fracture force increased from 6.54 to 12.5 kg, and the values of fracture strain decreased from 0.366 to 0.108 mm. The grains of small fractions (less than 2.4 mm) damaged during harvesting are injured to a far greater degree, so they should be separated into the commercial fraction and used for food consumption. It was found that the seed weight increased from 7.3 to 55.2 g with an increase in the air flow rate in the second aspiration channel from 4.9 to 10.5 m/s and in the size of the holes of the sorting sieve from 1.4 to 3.6 mm. The best sowing qualities were defined in grains of fractions 2.4...3.4 mm isolated at an air flow rate of 8.5...10.3 m/s.

KEYWORDS: grain heap, postharvest treatment, seeds, laboratory germination, injuries of grain, hovering velocity.

Введение
Целью послеуборочной обработки зернового вороха, поступающего на ток от зерноуборочных комбайнов, является выделение мелких и крупных засорителей, а также биологически неполноценного зерна. Получить высококачественные семена невозможно без незамедлительного выделения из вороха примесей, являющихся благоприятной средой для обитания и размножения микроорганизмов, которые поражают семена при хранении и снижают их посевные качества. Выделить фракции зерна, которые не представляют интереса в качестве семенного материала, на первой стадии обработки можно в том случае, когда зерновки отличаются от остальных по одному из таких признаков, как цвет, шероховатость поверхности, размеры, аэродинамические свойства и др. [1, 3, 4, 5].

Использование сельскохозяйственными предприятиями зерноочистительной техники позволяет производить разделение зернового вороха, поступающего от зерноуборочных комбайнов, по размерам, плотности, аэродинамическим свойствам [7, 9]. Последовательность выделения засорителей, биологически неполноценного зерна должна обеспечивать качество посевного материала в соответствии с действующими ГОСТами [2]. Минимальная протяженность технологической линии зерноочистительных агрегатов позволит снизить количество механических воздействий на зерно, тем самым уменьшить травмирование семян и повысить их качество [6, 8, 10, 11].

Цель исследования – исследовать прочностные и посевные качества семян озимой пшеницы при фракционной технологии послеуборочной обработки зерна.

Объект исследования – зерновой ворох озимой пшеницы, поступающий от зерноуборочных комбайнов.

Предмет исследования – качественные показатели зерновок озимой пшеницы.

Материалы и методы

Исследования проводили на зерновом ворохе озимой пшеницы сорта Северодонецкая юбилейная. Образцы зернового вороха разделяли на фракции, используя решетный классификатор У1-ЕРЛ-2-1 с интервалом изменения размера отверстий решета 0,2 мм.

Влажность зерна определяли с помощью электровлагомера ВЗПК-1, массу 1000 зерен – на электронных весах.

Макро- и микротравмирование, посевные качества семян определяли в соответствии с действующими методиками и ГОСТами. Учитывая тот факт, что посевные качества семян зависят от степени их повреждения и вида травм, все виды микротравм в экспериментах приведены к повреждению зародыша.

Для исследования влияния скорости воздушного потока и размеров зерновок на качество семян использовали пневмо- и решетный классификаторы. С помощью микроанометра ММН-240-151-10, трубки Пито-Прандтля и термоанемометра ТТМ-2 измеряли скорость воздушного потока.

Результаты и их обсуждение

В более ранних исследованиях, проведенных авторами [12, 13], установлено, что с увеличением скорости воздушного потока при разделении зернового вороха по аэродинамическим свойствам количество выделенного зерна возрастает. Наблюдается выделение как мелкого, так и крупного зерна. По нашему мнению, зерновки, выделяемые

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

воздушным потоком, имеют меньшую плотность, рыхлую структуру, более склонны к разрушению и больше травмируются при послеуборочной обработке.

В зависимости от размера семян меняются показатели их прочности и качества. К показателям прочности можно отнести усилие и деформацию разрушения, а к показателям качества – массу 1000 зерен и лабораторную всхожесть.

Результаты исследований по определению влияния размеров зерновок озимой пшеницы на их прочность и качество семян приведены в таблице 1.

Таблица 1. Влияние размеров зерновок на их прочность и качество семян (озимая пшеница Северодонецкая юбилейная, ручной обмолот)

Размер отверстий сортировальных решет, мм	Масса 1000 зерен, г	Усилие разрушения, Р, кг	Деформация разрушения, δ, мм	Отношение деформации разрушения зерновок к их толщине, мм/мм	Лабораторная всхожесть, %
3,4	53,2	12,54	0,108	0,032	96,2
3,2	52,6	11,68	0,109	0,033	95,8
3,0	49,2	11,42	0,109	0,036	95,6
2,8	46,4	10,92	0,134	0,049	96,3
2,6	42,1	10,41	0,138	0,053	94,4
2,4	34,2	9,68	0,242	0,101	93,1
2,2	26,4	9,42	0,251	0,114	92,2
2,0	20,2	8,45	0,272	0,136	89,4
1,8	18,1	7,31	0,341	0,189	86,1
1,6	16,4	6,54	0,366	0,229	77,2

Данные экспериментальных исследований, приведенные в таблице 1, подтверждают высказанное предположение: масса 1000 зерен и лабораторная всхожесть возрастают с увеличением размера отверстий сортировального решета. Максимальное значение этих показателей имеют зерновки фракций 2,6...3,4 мм. С изменением ширины отверстий решета с 1,6 до 3,4 мм усилие разрушения возрастает с 6,54 до 12,5 кг, деформация разрушения снижается с 0,366 до 0,108 мм.

Результаты исследований по определению влияния размера зерновок и скорости воздушного потока на травмирование семян приведены в таблице 2.

Таблица 2. Влияние размера зерновок и скорости воздушного потока на уровень травмирования семян озимой пшеницы, %

Скорость воздушного потока, м/с	Микротравмирование зерна, выделенного на решетках (%), в зависимости от размера зерновок, мм									
	3,4	3,2	3,0	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6
8,0	6,20	6,15	10,21	10,85	17,65	20,81	23,82	25,14	25,61	25,81
8,5	7,22	7,13	10,85	9,61	15,61	18,42	22,74	23,58	24,28	24,72
9,0	8,15	7,84	9,67	8,76	11,31	16,21	18,51	19,61	18,75	19,13
9,8	10,25	7,88	8,15	6,28	8,65	13,75	13,62	15,25	16,10	15,75
10,5	10,41	8,50	6,92	7,46	8,21	8,13	8,56	9,13	9,22	9,45

Из данных таблицы 2 видно, что уровень травмирования выше у зерновок, имеющих меньший размер и меньшую скорость витания. Так, уровень травмирования семян, относящихся к фракциям менее 2,4 мм и выделяемых при скорости воздушного потока до 8,0 м/с, составляет 20,81...25,81%. При повышении скорости воздушного потока с 8,5 до 10,5 м/с наблюдается снижение травмирования семян тех же фракций соответственно с 18,42...24,72% до 8,13...9,45%. Однако уровень травмирования повы-

шался у зерновок крупных фракций (3,2...3,4 мм) при увеличении скорости витания с 8,0 до 10,5 м/с – соответственно с 6,15...8,50% до 6,20...10,41%. Полученные экспериментальные данные подтверждают тот факт, что крупные и мелкие зерновки в большей степени повреждаются при уборке, поэтому их необходимо выделять в товарную фракцию и использовать на продовольственные цели. Лучшие семена, имеющие большую массу 1000 зерен, выделенные как по размерным характеристикам, так и по аэродинамическим свойствам, обладают самыми высокими посевными качествами.

Данные лабораторных исследований по влиянию скорости витания и размеров зерновок на их массу представлены на рисунке 1.

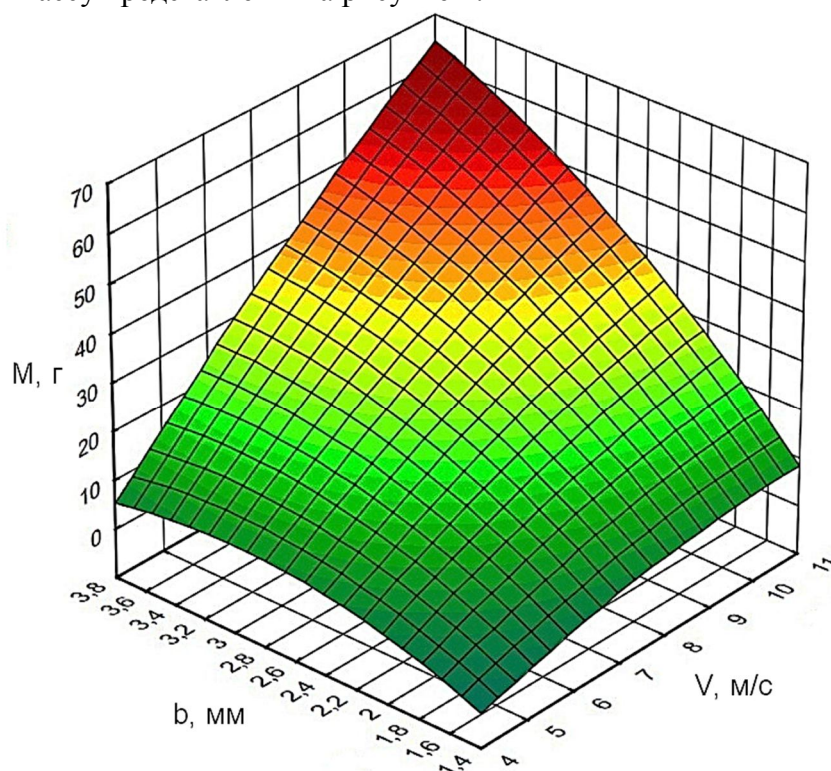


Рис. 1. Влияние размера зерновок (b) и скорости витания (V) на их массу (M)

Из графической зависимости видно, что масса 1000 зерен возрастает с увеличением размеров зерновок, выделенных на сортировальных решетках, а также с увеличением скорости воздушного потока во втором аспирационном канале.

Обработка экспериментальных данных с отсевом незначительных факторов показала, что выявленная зависимость с достаточной точностью описывается уравнением

$$M = 30,33 + 15,78 \cdot b + 1,95 \cdot b \cdot V^2 - 3,22 \cdot b^2, \quad (1)$$

где M – масса 1000 зерен, г;

b – размер зерновки, мм;

V – скорость воздушного потока, м/с.

В диапазоне исследованных скоростей воздушного потока наблюдается выделение как крупных, так и мелких зерновок, имеющих соответствующую массу.

Исследованиями установлено, что с увеличением скорости воздушного потока в канале второй аспирации с 4,9 до 10,5 м/с и отверстий сортировального решета с 1,4 до 3,6 мм масса семян выросла с 7,3 до 55,2 г. Максимальное значение массы 1000 семян отмечено у зерен фракций 2,6...3,6 мм при скоростях воздушного потока в диапазоне 8,0...10,3 м/с.

Экспериментальные данные по влиянию скорости воздушного потока и размера зерновок на их посевные качества представлены на рисунке 2.

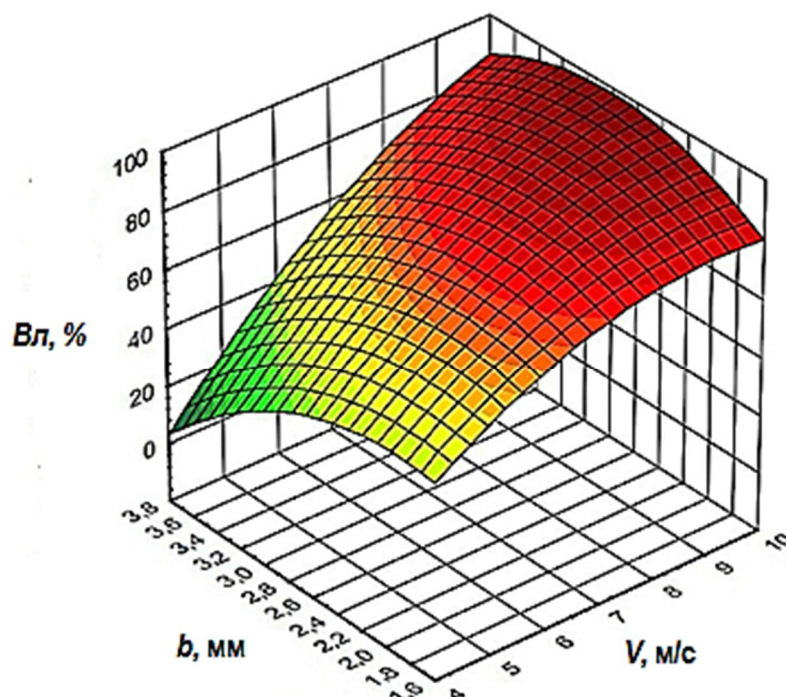


Рис. 2. Влияние размера зерновок (b) и скорости витания (V) на их посевные качества ($Вл$)

Зависимость, представленная на рисунке 2, с достаточной точностью аппроксимируется уравнением

$$Вл = 16,54 + 19,52 \cdot V - 0,82 \cdot V^2 - 0,13 \cdot b^2. \quad (2)$$

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что лучшими посевными качествами обладают зерновки фракций 2,4...3,4 мм, выделенные во втором аспирационном канале при скорости воздушного потока 8,5...10,3 м/с. Это объясняется тем, что самые крупные и мелкие семена больше травмируются при уборке зерноуборочными комбайнами и имеют низкие посевные качества.

Выводы

Результаты проведенных лабораторных исследований дают основание говорить о том, что применение фракционной технологии для послеуборочной обработки зернового вороха, поступающего от зерноуборочных комбайнов, позволит выделить большую часть крупных и мелких засорителей, мелкое и биологически неполноценное зерно и, как следствие, повысить посевные качества семян.

При этом сельхозтоваропроизводителям можно дать рекомендации: для получения качественных семян мелкие и щуплые зерновки следует выделять по размерным характеристикам на решетках в фуражную фракцию, а биологически неполноценные – по аэродинамическим свойствам с помощью воздушного потока.

Библиографический список

1. Гарипов Н.Э. Полевая всхожесть семян сортов яровой пшеницы в зависимости от способов сортировки семян / Н.Э. Гарипов // Научное обеспечение устойчивого ведения сельскохозяйственного производства в условиях глобального изменения климата : матер. международной науч.-практ. конф. – Казань : Фолиантъ, 2010. – С. 85–88.

2. ГОСТ Р 52325-2005. Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия. – Введ. 2014–01–01. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 21 с.
3. Дринча В.М. Исследование сепарации семян и разработка машинных технологий их подготовки / В.М. Дринча. – Воронеж : НПО «МОДЭК», 2006. – 384 с.
4. Еров Ю.В. Совершенствование и пути повышения эффективности системы семеноводства зерновых культур в Республике Татарстан : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / Ю.В. Еров. – Немчиновка, 2004. – 19 с.
5. Зарипов С.Н. Пути повышения эффективности системы семеноводства зерновых культур и развития технической базы послеуборочной обработки зерна и семян / С.Н. Зарипов, Д.З. Салахиев, Ю.В. Еров // Сб. статей ГНУ «Калужский НИПТИ АПК», РАСХН. – Калуга : ООО «Меркон», 2007. – С. 197–202.
6. Зюлин А.Н. Современные линии для получения высококачественных семян / А.Н. Зюлин // Нива Татарстана. – Казань, 2006. – № 3–4. – С. 52–54.
7. Малис А.Я. Машины для очистки зерна воздушным потоком / А.Я. Малис, А.Р. Демидов. – Москва : Машгиз, 1962. – 176 с.
8. Опыт организации промышленного семеноводства зерновых культур в современных условиях / Ю.В. Еров, С.Н. Зарипов, Х.Х. Каримов, Д.З. Салахиев // Достижения науки и техники АПК. – 2005. – № 8. – С. 8–11.
9. Опыт организации технологического и технического обеспечения послеуборочной обработки зерна и семян в хозяйствах ассоциации «Элитные семена Татарстана» / Ю.В. Еров, С.Н. Зарипов, Х.Х. Каримов, Д.З. Салахиев // Научно-производственный журнал «Нива Татарстана». – Казань, 2005. – № 3. – С. 19–20.
10. Сайтов В.Е. Совершенствование технологического процесса воздушно-решетных зерно- и семяочистительных машин (рекомендации) / В.Е. Сайтов. – Киров : Вятская ГСХА, 2008. – 89 с.
11. Сычугов Н.П. Механизация послеуборочной обработки зерна и семян трав : монография / Н.П. Сычугов, Ю.В. Сычугов, В.И. Исупов. – Киров : ФГУИПП «Вятка», 2003. – 367 с.
12. Тарасенко А.П. Совершенствование технологии получения качественных семян и продовольственного зерна / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, М.Э. Мерчалова, Н.Н. Сорокин // Лесотехнический журнал. – 2014. – Т. 4, № 1 (13). – С. 36–40.
13. Substantiation of basic scheme of grain cleaning machine for preparation of agricultural crops seeds / A.M. Gievskiy, V.I. Orobinsky, A.P. Tarasenko, A.V. Chernyshov, D.O. Kurilov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering [Electronic Resource]. – Tomsk, 2018. – Vol. 327 (4). – № 042035.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Владимир Иванович Оробинский – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей, декан агроинженерного факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: main@agroeng.vsau.ru.

Александр Павлович Тарасенко – доктор технических наук, профессор кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: smachin@agroeng.vsau.ru.

Алексей Михайлович Гиевский – доктор технических наук, профессор кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: aleksej.gievskij@mail.ru.

Алексей Викторович Чернышов – кандидат технических наук, доцент кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: lexa-c@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию 19.08.2019

Дата принятия к печати 23.09.2019

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Vladimir I. Orobinsky, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Dean of the Faculty of Rural Engineering, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: main@agroeng.vsau.ru.

Aleksandr P. Tarasenko, Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: smachin @agroeng.vsau.ru.

Aleksey M. Gievsky, Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: aleksej.gievskij@mail.ru.

Aleksey V. Chernyshov, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: lexa-c@yandex.ru.

Received August 19, 2019

Accepted September 23, 2019