

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КОМБАЙНА ДЛЯ УБОРКИ СЕМЕННЫХ ПОСЕВОВ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

**Владимир Иванович Оробинский
Александр Павлович Тарасенко
Наталья Митрофановна Дерканосова
Андрей Сергеевич Корнев
Даниил Алексеевич Подорванов**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Развитие агропромышленного комплекса требует постоянного увеличения показателей зернового производства, которые зависят от своевременного внедрения современных инновационных технологических и технических решений при уборке сельскохозяйственных культур и послеуборочной обработке. Известно, что при укладке поступающего от комбайнов зернового вороха на ток он подвергается воздействию различных метеоусловий и микроорганизмов, при этом имеет место дополнительное травмирование зерна на 4...6% зернопогрузчиками при его последующей погрузке или каждом перебросе зернометателями. В результате повышаются энерго- и ресурсозатраты на производство кондиционного зерна, а полученные семена не отвечают требованиям ГОСТа. Чтобы не допустить этого, сельхозтоваропроизводителям (особенно в семеноводческих хозяйствах) следует применять поточную обработку поступающего от комбайнов зернового вороха, которая позволяет уменьшить как суммарное травмирование зерна, так и наличие наиболее опасных видов травм. Исследования качества зерна озимой пшеницы проводили на материале, полученном при уборке озимой пшеницы барабанными комбайнами «John Deere 9660», «New Holland CS 660», «Полесье GS-12» и роторными – «New Holland CR 9080», «John Deere 9880» и «Тогум 740». Установлено, что применение роторных комбайнов позволяет существенно уменьшить травмирование зерна при уборке, что особенно важно для семенных посевов. При уборке озимой пшеницы роторными комбайнами «New Holland CR 9080», «John Deere 9880» и «Тогум 740» качественные показатели обмолота превышают показатели барабанного комбайна «New Holland CS 660»: отмечено снижение как дробленого (в 21,4; 13,4; 1,5 раза), так и травмированного зерна (в 1,24; 1,12 и 1,05 раза). Таким образом, использование при уборке урожая роторных комбайнов позволит уменьшить травмирование зерна и, как следствие, повысить качество подготавливаемых семян, снизить норму высева и повысить урожайность.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: барабанные и роторные комбайны, травмирование зерна, фракционная обработка вороха, упрощение семяочистительного агрегата, снижение энерго- и материалозатрат.

RATIONALE FOR CHOOSING PROPER COMBINE TYPE FOR HARVESTING SEED-PRODUCING GRAIN CROPS

**Vladimir I. Orobinsky
Aleksandr P. Tarasenko
Natalia M. Derkanosova
Andrey S. Kornev
Daniil A. Podorvanov**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

Sustainable development of Agro-Industrial Complex requires a constant increase in grain production indicators, which depend on timely implementation of modern innovative technical and technological solutions for harvesting and postharvest processing of crops. It is known that when unloading grain heap from combine harvesters on a field floor it is exposed to impact of various weather conditions and microorganisms. More over, there occur additional (by 4–6%) injuries of grain caused by grain loaders at further grain loading or each displacement by grain throwers. As a result, the energy and resource costs of grain production are increasing and the obtained seeds often fail to meet the requirements of GOST. In order to prevent this, the producers of agricultural goods (especially in seed farms) should apply the in-line processing of grain heap coming from the combines, which allows reducing both total impact of injuries of grain and the occurrence of the most critical types of injuries. Studies of quality of winter wheat grain were performed using the

material obtained from John Deere 9660, New Holland CS 660, and Palesse GS-12 drum harvesters, and New Holland CR 9080, John Deere 9880, and Torum 740 rotary harvesters. It was established that the use of rotary combines can significantly reduce the damage to grain during harvesting, which is especially important when harvesting seed crops. When harvesting winter wheat with New Holland CR 9080, John Deere 9880 and Torum 740 rotary combines the threshing quality parameters exceeded those of New Holland CS 660 drum combine, i.e. there was a decrease in the amount of both crushed (by 21.4, 13.4, and 1.5 times) and damaged grain (by 1.24, 1.12, and 1.05 times). Thus, the use of rotary combines for harvesting will reduce the damage to the grain during harvesting, which will allow improving the quality of seeds being prepared, reduce the seeding rate and increase the yield.

KEYWORDS: drum and rotary combine harvesters, grain damage, fractional processing of heap, simplification of seed cleaning unit, reduction of energy and material costs.

Первостепенной задачей, стоящей перед агропромышленным комплексом Российской Федерации, является стабильный рост производства зерна. Безопасность государства в части продовольственной независимости обеспечивается прежде всего валовым сбором зерна, значительные объемы которого необходимы для создания оптимального уровня семенных фондов, а также удовлетворения потребностей населения в высококачественных продуктах питания, а отрасли животноводства – в кормовой базе, особенно в зернофураже. Успешное решение задачи увеличения производства качественного зерна и семян зависит от своевременного внедрения современных инновационных технологических и технических решений при уборке и послеуборочной обработке [7, 14].

Основным фактором снижения всхожести семян считается большая степень их травмированности, возникающая в процессе уборки и послеуборочной обработки [1, 6, 12, 13]. Негативное воздействие на качество семенного материала оказывает длительное пребывание необработанного продукта в крупных «завалах», что обусловлено недостаточной производительностью зерноперерабатывающей техники, входящей в технологическую линию.

Известно, что при укладке поступающего от комбайнов зернового вороха на ток он подвергается воздействию различных метеоусловий и микроорганизмов [9], при этом имеет место дополнительное травмирование зерна на 4...6% зернопогрузчиками при его последующей погрузке или каждом перебросе зернометателями. В результате повышаются энерго- и ресурсозатраты на производство кондиционного зерна, а полученные семена нередко не отвечают требованиям ГОСТа [11]. Чтобы не допустить этого, сельхозтоваропроизводителям (особенно в семеноводческих хозяйствах) следует применять поточную обработку поступающего от комбайнов зернового вороха, которая позволяет уменьшить как суммарное травмирование зерна, так и наличие наиболее опасных видов травм.

С целью объективной оценки воздействия травмирования зерна на посевные свойства семенного материала пользуются формулой

$$T_{\text{пр}} = G_2 + G_1 \cdot \frac{b_1}{b_2} + G_3 \cdot \frac{b_3}{b_2} + G_4 \cdot \frac{b_4}{b_2} + G_5 \cdot \frac{b_5}{b_2} + G_6 \cdot \frac{b_6}{b_2},$$

где $T_{\text{пр}}$ – приведенный показатель травмирования, в результате которого повреждается зародыш зерновки;

$G_1...G_6$ – процентное содержание зерна: 1) с выбитым зародышем; 2) с поврежденным зародышем; 3) с поврежденной оболочкой зародыша; 4) с поврежденной оболочкой зародыша и эндосперма; 5) с поврежденным эндоспермом; 6) с поврежденной оболочкой эндосперма;

$b_1...b_6$ – коэффициенты, определить которые можно, используя формулу

$$b_i = 0,01 \cdot (B_7 - B_i),$$

где B_7 – процент всхожести зерна без травм;

B_i – процент всхожести семян с травмами рассматриваемых видов.

Как показывают результаты большого объема экспериментальных исследований [6], лабораторная всхожесть семян озимой пшеницы без повреждений составляет в среднем 99%, различные повреждения снижают показатель всхожести по-разному. Так,

при повреждении зародыша всхожесть составляет 50,8%, эндосперма – 60,6%, оболочки зародыша – 85,6%, оболочки зародыша и эндосперма – 83,4%, оболочки эндосперма – 94,4% [14].

В настоящее время отечественные и зарубежные фирмы выпускают зерноуборочные комбайны с барабанным или роторным молотильно-сепарирующим устройством. Многие зарубежные фирмы перешли на выпуск зерноуборочных комбайнов только с роторным молотильно-сепарирующим устройством.

В Центрально-Черноземном регионе РФ используют как роторные, так и барабанные зерноуборочные комбайны, но в настоящее время преобладающими пока являются барабанные.

Содержание травмированного зерна в поступающем на послеуборочную обработку зерновом ворохе существенно затрудняет получение кондиционных семян, а нередко и качественного продовольственного зерна. Установлено, что каждые 10% травмированного семенного материала приводят к снижению урожайности зерновых культур на 1,0...2,5 ц/га, зависимость уровня травмирования семян обратно пропорциональна урожайности. Только из-за высокого уровня травмирования зерна ежегодно недобор урожая составляет 10...15 млн тонн [5]. Поэтому изыскание путей снижения травмирования зерна при уборке является важной научно-производственной задачей.

В Центрально-Черноземном регионе РФ применяли в основном барабанные зерноуборочные комбайны отечественных и зарубежных фирм. В последние годы на полях все чаще стали появляться роторные комбайны как зарубежных фирм («New Holland», «John Deere», «Case IH», «Massey Ferguson», «Challenger», «Fendt» и др.), так и отечественного производства («Тогум 740») [8, 15].

Результаты исследования качества зерна озимой пшеницы по фракциям, полученным при использовании барабанных комбайнов «John Deere 9660», «New Holland CS 660», «Полесье GS-12» и роторных «New Holland CR 9080», «John Deere 9880» и «Тогум 740», приведены в таблице 1.

Таблица 1. Качество зерна озимой пшеницы по фракциям в зависимости от типа молотильно-сепарирующего устройства комбайна

Фракция зерна	Тип МСУ	Содержание зерна, %			Засоренность, %	Масса 1000 зерен, г	Лабораторная всхожесть семян, %	Стекловидность, %	Содержание клейковины, %
		дробленого	травмированного	в пленке					
Основная	Роторный	0,03	26,95	3,21	0,04	42,01	98,87	70,9	36,2
	Барабанный	0,35	29,00	1,37	0,16	42,12	96,75	65,3	35,9
Фуражная	Роторный	1,14	29,93	1,25	0,23	26,43	94,82	40,8	31,0
	Барабанный	6,63	31,96	0,60	1,25	24,03	91,86	33,3	30,1

Анализ данных таблицы 1 показал, что на самой ранней стадии послеуборочной обработки зернового вороха необходимо, не прибегая к укладке зернового вороха на ток, осуществить процесс выделения и очистки основной фракции, что будет способствовать существенному сокращению степени поражения семян микроорганизмами. Снижение в основной фракции травмированного зерна на 1,26% обеспечено большим уровнем его выделения в фуражную фракцию. Исключение из технологической линии обработки зернового материала погрузочно-разгрузочных операций с зерном непосред-

ственно на току ведет к снижению степени травмирования зерна и экономических затрат на осуществление его послеуборочной обработки.

Качество зерна, полученного при уборке, зависит в основном от особенностей конструкции молотильно-сепарирующего устройства (МСУ) и режимов его работы, т. е. от количества и интенсивности механических воздействий на зерно при уборке. Использование фракционных воздушно-решетных машин серии ОЗФ позволит наиболее эффективно осуществлять разделение зернового вороха на фракции.

Результаты исследования качества зерна озимой пшеницы, полученного при использовании барабанных комбайнов «John Deere 9660», «New Holland CS 660», «Полесье GS-12» и роторных – «New Holland CR 9080», «John Deere 9880» и «Торум 740», представлены в таблице 2.

Таблица 2. Качество зерна, полученного при использовании барабанных и роторных комбайнов при уборке озимой пшеницы

Комбайн	Тип МСУ	Частота вращения ротора (барабана) мин ⁻¹	Содержание в полученном ворохе зерна, %				Масса 1000 зерен, г
			целого	дробленого	в пленке	травмированного	
«John Deere 9880»	Роторный	600	96,68	0,04	3,04	24,71	38,6
		700	96,81	0,08	2,41	23,82	38,6
		800	96,52	0,13	2,14	25,61	38,6
«John Deere 9660»	Барабанный	600	97,58	0,82	1,51	25,41	38,6
		700	97,45	1,41	1,42	25,62	38,6
		800	97,28	1,48	0,91	27,92	38,6
«New Holland CR 9080»	Роторный	600	96,74	0,07	3,11	21,38	37,4
		700	96,82	0,04	3,15	22,00	37,4
		800	96,68	0,03	3,24	22,81	37,4
«New Holland CS 660»	Барабанный	600	96,51	0,84	2,21	26,41	37,4
		700	96,84	0,81	1,22	27,94	37,4
		800	96,32	1,57	1,11	28,21	37,4
«Торум 740»	Роторный	600	69,21	0,69	30,83	25,29	26,3
		700	70,64	0,72	28,12	27,11	25,8
		800	92,41	0,92	10,31	26,54	25,7
«Полесье GS-12»	Барабанный	600	92,85	2,84	3,01	38,41	35,4
		700	93,74	3,21	2,88	40,71	25,6
		800	94,21	3,45	2,84	41,91	25,8

Из таблицы 2 следует, что в зерновом ворохе, полученном от роторных комбайнов, содержится меньше как дробленого, так и травмированного зерна. При уборке озимой пшеницы роторными комбайнами «New Holland CR 9080» отмечены наименьшие значения показателей дробления и микротравмирования зерна, наибольшие значения – при использовании барабанного комбайна «Полесье GS-12».

Значительное влияние на содержание в зерновом ворохе зерна в пленке оказывает частота вращения ротора. Для снижения количества зерна в пленке в зерновом ворохе необходимо увеличить частоту вращения ротора. Данный показатель легко контролируется в полевых условиях. С увеличением частоты вращения ротора наблюдается повышение дробления и микротравмирования зерна. Следует отметить, что в образцах, полученных при использовании роторных комбайнов, при частоте вращения ротора 800 мин⁻¹ практически отсутствуют зерновки с выбитыми зародышами.

Анализ полученных данных показывает, что уровень дробления и травмирования зерна, убранного роторными комбайнами «John Deere», выше из-за наличия в конструкции приемного битера акселератора для подачи хлебной массы в молотильно-сепарирующее устройство и транспортирующих шнеков для подачи зернового вороха

на очистку, которые увеличивают интенсивность механических воздействий на зерновки. При уборке озимой пшеницы роторными комбайнами «Тогум 740» отмечено увеличение дробления и микротравмирования (по сравнению с роторными комбайнами «New Holland CR 9080») вследствие увеличения количества и интенсивности воздействий на зерно в наклонной камере.

Применение роторных комбайнов при уборке озимой пшеницы позволяет существенно снизить как дробление, так и микротравмирование зерна, что особенно важно для семенных посевов. Так, при уборке озимой пшеницы роторными комбайнами «New Holland CR 9080», «John Deere 9880» и «Тогум 740» качественные показатели обмолота превышают показатели барабанного комбайна «New Holland CS 660»: отмечено снижение как дробленого (в 21,4; 13,4; 1,5 раза), так и травмированного зерна (в 1,24; 1,12 и 1,05 раза).

Выводы

На основании результатов проведенных исследований сельхозтоваропроизводителям рекомендуется использовать для уборки семенных посевов зерноуборочные комбайны роторного типа, так как они позволяют существенно снизить дробление и микротравмирование зерна при уборке и, как следствие, повысить качественные показатели семенного материала, что, в свою очередь, приведет к снижению нормы высева и повышению урожайности возделываемой культуры.

При послеуборочной обработке зернового вороха, поступающего на зерноочистительные агрегаты, применив поточную фракционную технологию на универсальной высокопроизводительной машине, можно выделить в фуражную фракцию зерновки размером менее 2,6 мм и тем самым исключить из технологической линии зерноочистительного агрегата воздушно-решетную машину для вторичной очистки и триерный блок, а также две норы для транспортирования зерна. Рекомендуемая комплектация технологической линии машинами для послеуборочной обработки позволяет уменьшить ее протяженность, сократить количество и интенсивность механических воздействий на зерно и, как следствие, повысить посевные качества семян. Крупные примеси, необмолоченное зерно будут выделены на пневмосортировальном столе [2, 3, 4, 10].

Использование предложенных конструктивных изменений при комплектации технологической линии зерноочистительного агрегата машинами для послеуборочной обработки позволит существенно сократить энерго- и материалозатраты на обработку зернового вороха и подготовку высококачественных семян.

Таким образом, широкое применение роторных комбайнов при уборке зерновых культур будет не только способствовать существенному снижению дробления и микротравмирования семенного материала, но и упростит конструкцию семяочистительного агрегата, что, в свою очередь, снизит затраты на послеуборочную обработку товарного зерна и семян.

Библиографический список

1. Анискин В.И. Повреждение семян зерновых культур при машинной обработке / В.И. Анискин, В.М. Дринча, И.А. Пехальский // Аграрная наука. – 1992. – № 1. – С. 97–105.
2. Гиевский А.М. Повышение эффективности работы универсальных воздушно-решетных зерноочистительных машин : дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.01 / А.М. Гиевский. – Воронеж, 2016. – 364 с.
3. Гиевский А.М. Снижение энергозатрат на работу двухаспираторной пневмосистемы / А.М. Гиевский // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2016. – № 1. – С. 2–4.
4. Дринча В.М. Исследование сепарации семян и разработка машинных технологий их подготовки / В.М. Дринча. – Воронеж : Изд-во НПО «МОДЭК», 2006. – 384 с.
5. Инновации в послеуборочной обработке зерна и семян / Ю.В. Еров, Э.Г. Нуруллин, Х.З. Каримов, Д.З. Салахив. – Казань : Изд-во «Слово», 2009. – 103 с.
6. Косилов Н.И. Фракционные технологии для сепарирования зернового вороха / Н.И. Косилов, А.В. Фоминых. – Куртамыш : Куртамышская типография, 2006. – 152 с.

7. Лачуга Ю.Ф. Высокоэффективные ресурсо- и энергосберегающие технологии и технические средства послеуборочной обработки зерна и семян / Ю.Ф. Лачуга, А.Ю. Измайлов, А.Н. Зюлин // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2009. – № 1. – С. 2–9.
8. Ожерельев В.Н. Современные зерноуборочные комбайны / В.Н. Ожерельев. – Москва : Колос, 2009. – 175 с.
9. Оробинский В.И. Влияние микроорганизмов и срока хранения на посевные качества семян / В.И. Оробинский // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2006. – № 11. – С. 5–6.
10. Оробинский В.И. Влияние схемы размещения решет в решетном стане на фракционирование зернового вороха / В.И. Оробинский // Техника в сельском хозяйстве. – 2006. – № 3. – С. 32–34.
11. Пилипюк В.Л. Технология хранения зерна и семян : учеб. пособие / В.Л. Пилипюк. – Москва : Вузовский учебник, 2009. – 457 с.
12. Пьяных В.П. Снижение травмирования зерна при обмолоте / В.П. Пьяных, С.А. Родимцев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2000. – № 12. – С. 4–6.
13. Совершенствование механизации производства семян зерновых культур : рекомендации. – Москва : ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. – 60 с.
14. Тарасенко А.П. Инновационные направления совершенствования послеуборочной обработки зерна / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, М.Э. Мерчалова // Лесотехнический журнал. – 2013. – № 1. – С. 83–85.
15. Чернышов А.В. Повышение эффективности подготовки товарного и семенного зерна на решетных станах зерноочистительных машин : монография / А.В. Чернышов, А.М. Гиевский. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 159 с.

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.

Наталья Митрофановна Дерканосова – доктор технических наук, профессор, проректор по учебной работе, зав. кафедрой товароведения и экспертизы товаров ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: kommerce05@list.ru.

Андрей Сергеевич Корнев – кандидат технических наук, доцент кафедры технологического оборудования, процессов перерабатывающих производств, механизации сельского хозяйства и безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: kornev.andr@mail.ru.

Даниил Алексеевич Подорванов – лаборант 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.

Дата поступления в редакцию 24.10.2018

Дата принятия к печати 20.11.2018

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.

Natalia M. Derkanosova – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Pro-Rector for Academic Affairs, Head of the Dept. of Merchandizing and Expert Examination of Goods, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: kommerce05@list.ru.

Andrey S. Kornev – Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Technological Equipment, Processing Plants' Processes, Agricultural Engineering, Health and Safety, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: kornev.andr@mail.ru.

Daniil A. Podorvanov – Laboratory Assistant, 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.

Received October 24, 2018

Accepted November 20, 2018