

---

## ВЛИЯНИЕ ОЗОННОЙ ОБРАБОТКИ ПРИ ХРАНЕНИИ СЕМЯН КУКУРУЗЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУРЫ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА

---

**Иван Васильевич Баскаков**  
**Владимир Иванович Оробинский**  
**Владимир Васильевич Василенко**  
**Алексей Михайлович Гиевский**  
**Алексей Викторович Чернышов**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Представлены результаты экспериментальных исследований, проведённых с целью подтверждения теоретических предпосылок положительного влияния озонной обработки посевного зернового материала в период его хранения. Для этого были изготовлены три металлических силосных зернохранилища. Периодически, когда складывались наиболее неблагоприятные погодные условия, в первом хранилище посевной материал обдували воздушной смесью, во втором – озоновоздушной, а третье служило контролем, в котором посевной материал хранился без обработок. Как только погода стабилизировалась, обработку прекращали во всех вариантах опыта. При наступлении благоприятных почвенно-климатических условий посевной материал извлекали из зернохранилищ и высевали в поле. При этом у части семян из всех хранилищ проводили замеры влажности и определяли такие посевные качества, как энергия прорастания и лабораторная всхожесть (для последующего расчёта полевой всхожести). Установлено, что озонирование семян кукурузы в силосном зернохранилище способствует увеличению их лабораторной и полевой всхожести соответственно на 4 и 10% относительно контрольного варианта. Растения, выращенные из озонированного при хранении посевного материала, были более мощными, что сказалось на увеличении биологической массы кукурузы при уборке на 28,4%. Зерно, собранное с растений, выращенных из семян, которые хранились в условиях озоновоздушной аэрации, более выровненное. В среднем показатели массы 1000 семян этого варианта находятся между соответствующими показателями семян контрольного варианта и опыта с вентилированием посевного материала воздухом. Озонная обработка посевного материала при хранении позволила увеличить на 9,3 ц/га урожайность зерна в пересчёте на гектар посевов при норме высева 6 шт./м. При этом доля крупных фракций (с диаметром более 7 мм) в зерновом ворохе, полученном от растений, выращенных из озонированных при хранении семян, превышает соответствующий показатель контрольного варианта на 7,3%.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** озонирование, кукуруза, хранение семян, лабораторная и полевая всхожесть семян, урожайность.

## EFFECT OF OZONATION DURING STORAGE OF CORN SEEDS ON THE YIELD AND QUALITY OF CORN GRAIN

**Ivan V. Baskakov**  
**Vladimir I. Orobinsky**  
**Vladimir V. Vasilenko**  
**Aleksey M. Gievsky**  
**Aleksey V. Chernyshov**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The authors present the results of experimental studies performed in order to confirm the theoretical assumptions of positive effect of ozonation of seeding grain material during its storage. For this purpose three metal grain silos were built. At times, when the most unfavorable weather conditions developed, the seeding material was blown with air mixture in the first silo and with ozone-air mixture in the second silo, while the third silo served as control, where the seeding material was stored without any treatment. As soon as the weather was stabilized, the treatment in all experimental variants was stopped. When favorable weather and soil conditions occurred, the seeding material was extracted from the silos and sown in the field. At that time, part of the seeds from all silos was examined to measure

moisture content and determine such sowing qualities as germination energy and laboratory germination (for subsequent calculation of field germination). It was established that ozonation of corn seeds in a grain silo contributed to an increase in their laboratory and field germination by 4 and 10%, respectively, compared to the control variant. Plants grown from seed material ozonized during storage were stronger, which resulted in an increase in the biological mass of corn by 28.4% at harvesting. Grain harvested from plants grown from ozonized seeds was smoother. The average figures of thousand-seed weight in this variant are between the corresponding figures of the control variant and experimental variant with air ventilation of seeding material. Ozone treatment of seeding material during its storage allowed increasing grain yield by 9.3 c/ha calculated per hectare of crops sown at the rate of 6 pcs/m. Therein the share of large fractions (over 7 mm in diameter) in the grain heap obtained from plants grown from ozonized seeds exceeds the corresponding figure of the control variant by 7.3%.

KEYWORDS: ozonation, corn, seed storage, laboratory and field seed germination, yield.

**В**ведение  
Установлено, что качественные показатели посевного материала зерновых культур ухудшаются при длительном хранении. В зависимости от срока хранения, культуры, сорта и других факторов изменения происходят с разной динамикой. На некотором этапе хранения, который чаще всего соответствует периоду дозревания, возможно определённое улучшение качественных показателей зерна. Однако в большинстве случаев от длительности срока хранения снижаются такие показатели, как масса 1000 семян, их лабораторная всхожесть, содержание микроэлементов и других полезных компонентов [11, 12, 20]. При этом одновременно возрастает заражённость зерна, развиваются различные болезни и плесневые грибы [7, 8, 9, 22]. В конечном итоге длительное хранение посевного материала приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур, поэтому, чтобы предотвратить недобор урожая, необходимо при его хранении применять различные мероприятия, позволяющие поддержать его качество.

Одним из наиболее перспективных способов повышения сохранности качественных показателей семян является использование процесса озонирования [3, 13, 14, 17, 19, 21, 23]. Озон обладает бактерицидными, стимулирующими, обеззараживающими, saniрующими и многими другими свойствами, поэтому озонная обработка позволяет продезинфицировать зерновой материал и провести санацию микроповреждений, что способствует росту урожайности зерновых культур за счёт повышения полевой всхожести семян, ускорения ростовых процессов, увеличения размера и количества зёрен [1, 2, 6, 15, 16]. Несмотря на существенное положительное влияние процесса озонирования, в опубликованных литературных источниках содержатся весьма скудные данные по изучению влияния процесса озонирования при хранении посевного материала на урожайность зерна кукурузы [10].

### Материалы и методы

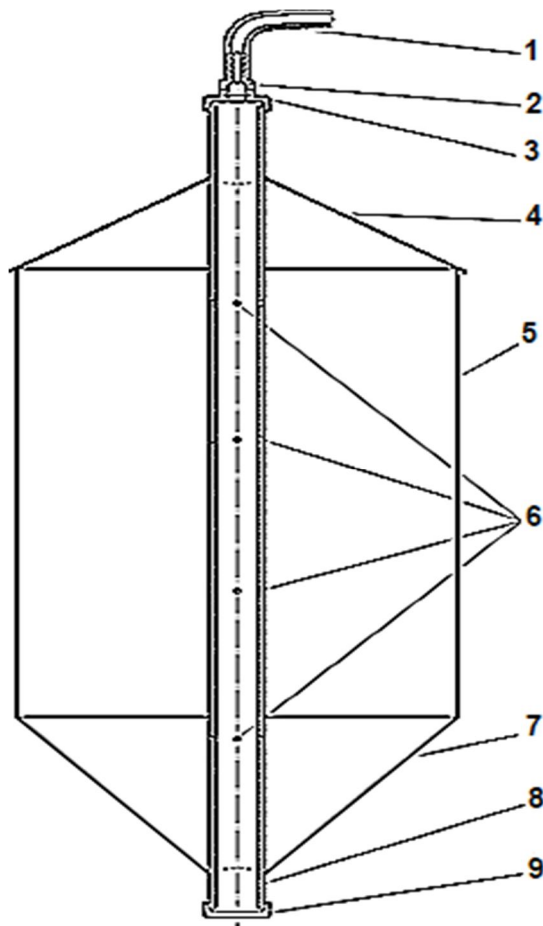
С целью подтверждения теоретических предпосылок положительного влияния озонной обработки семян в период их хранения на урожайность кукурузы сотрудниками кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей агроинженерного факультета Воронежского государственного аграрного университета проведены экспериментальные исследования [23]. Для этого были изготовлены три металлических силосных зернохранилища, которые в соответствии с программой исследований размещались на площадке под открытым небом, то есть непосредственно под воздействием факторов окружающей среды.

Каждое экспериментальное металлическое силосное зернохранилище (рис. 1) состоит из корпуса 5, крыши 4, конического дна 7, газохода 8 с отверстиями 6.

В первом хранилище посевной материал периодически обдували воздушной смесью. Для этого ёмкость посредством переходника 3, штуцера 2 и гибкого газохода 1 была подсоединена к системе аэрации, которая позволяла обдувать семена воздухом для поддержания заданных параметров хранения.

Во втором хранилище посевной материал периодически обдували озоновоздушной смесью. Для этого ёмкость по схеме, идентичной первому варианту, была подсоединена к комплексу озонирования.

Третье силосное зернохранилище являлось контрольным вариантом, поэтому посевной материал во время хранения не подвергался никаким обработкам.



**Рис. 1. Схема экспериментального силосного зернохранилища с коническим дном:**  
1 – подводящий газопровод; 2 – штуцер; 3 – переходник; 4 – коническая крыша;  
5 – корпус; 6 – отверстия; 7 – коническое дно; 8 – газопровод; 9 – заглушка

В ходе эксперимента равные партии семян кукурузы загружали внутрь трёх ёмкостей, которые находились на площадке под открытым небом. Обработки воздушной и озоновоздушной смесями проводили периодически, когда складывались наиболее неблагоприятные погодные условия. Через несколько дней после обработки часть посевного материала извлекали из всех зернохранилищ для проведения замеров его влажности и определения посевных качеств семян (энергии прорастания и лабораторной всхожести). Как только погода стабилизировалась, обработку прекращали во всех вариантах опыта. При наступлении благоприятных почвенно-климатических условий посевной материал извлекали из зернохранилищ и высевали в поле. При этом у части семян из всех хранилищ определяли лабораторную всхожесть для расчёта полевой всхожести.

Глубина посева в полевых условиях составляла 5–6 см, расстояние между соседними семенами внутри рядка – 4–5 см, междурядье – 45 см.

Согласно трём способам хранения посевного материала были заложены три варианта полевых опытов. Как только полевая всхожесть семян была определена, всходы прореживали до нормы высева 6 шт./м.

Растения всех вариантов опыта выращивали по одинаковой агротехнике.

После периода вегетации при достижении полной спелости зерна проводили уборку выращенного урожая. При этом определяли биологическую массу растений и их составных частей, количество початков и другие показатели. Обмолот выполняли вручную. Урожайность зерна определяли в перерасчёте на гектар посевов.

Полученное в результате уборки зерно было высушено в естественных условиях. Затем зерновой ворох очищали на воздушном классификаторе, после чего посредством лабораторного отсева марки РЛ-1 определяли размерные характеристики семян. При этом использовали решёта с круглыми отверстиями диаметром 3–8 мм с интервалом между ярусами 0,5 мм. Зёрна из каждой фракции взвешивали на лабораторных весах, имеющих точность 0,1 г. На конечном этапе определяли массу 1000 семян и их лабораторную всхожесть в зависимости от размерных характеристик.

### **Результаты и их обсуждение**

По данным полевого опыта выявлено, что озонная обработка в период хранения посевного материала положительно сказывается на его качестве (табл. 1).

**Таблица 1. Всхожесть семян кукурузы в лабораторных и полевых условиях в зависимости от способа обработки посевного материала в экспериментальных силосных зернохранилищах**

Дата	Всхожесть семян, %				
	Хранение без обработки (контроль)	Хранение с обработкой озоном	Отклонение от контроля (+ / -)	Хранение с аэрацией воздухом	Отклонение от контроля (+ / -)
14.05.2019*	-	-	-	-	-
21.05.2019**	90,5	94,5	+4,0	92,5	+2,0
31.05.2019***	67,0	77,0	+10,0	72,0	+5,0

Примечание: \* – дата посева; \*\* – дата определения лабораторной всхожести семян; \*\*\* – дата определения полевой всхожести семян.

Как следует из данных таблицы 1, полевая всхожесть семян значительно ниже лабораторной, определённой согласно ГОСТ 12038-84 [4]. Это можно объяснить тем, что внешние факторы, которые наблюдаются в реальных условиях, оказывают существенное влияние на развитие растений. На 17-й день наблюдений полевая всхожесть семян стабилизировалась, и в контрольном варианте составила 67,0%, что на 23,5% меньше, чем в лабораторных условиях. На делянке, где были высеяны семена, которые в процессе хранения обдували воздушной смесью, полевая всхожесть составила 72,0%, что на 20,5% меньше лабораторного параметра.

Лучший результат отмечен на делянке, где были высеяны семена, которые в процессе хранения обрабатывали озоновоздушной смесью. Полевая всхожесть таких семян составила 77,0%, что на 17,5% меньше лабораторного параметра. Следовательно, озонная обработка силосных зернохранилищ способствует повышению качества хранящегося посевного материала. Озонирование при хранении имеет преимущество как перед вентиляцией хранилища воздухом, так и перед контрольным вариантом, в котором аэрация не проводилась. Полевая всхожесть озонированных семян была выше показателей вариантов хранения с аэрацией воздухом и без обработок соответственно на 4,0 и 10,0%.

## ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

Несмотря на то что агротехника во всех вариантах опыта была одинаковой, растения, выращенные из озонированных семян, визуальнo были более мощными.

При наступлении полной спелости зерна проводили ручную уборку кукурузы. Определяли урожайность биологической массы и зерна кукурузы. Результаты, полученные в полевом опыте, приведены в таблице 2.

**Таблица 2. Влияние способа хранения семян в силосных хранилищах на урожайность биологической массы и зерна кукурузы**

Показатель	Способы обработки семян в силосных зернохранилищах				
	Контроль (без обработки)	Аэрация озоно-воздушной смесью		Вентилирование воздухом	
		Значение	Отклонение от контроля, %	Значение	Отклонение от контроля, %
Число растений, шт.	60	60	0	60	0
Число початков, шт.:	72	77	6,94	73	1,38
из них: недоразвитых, шт.	10	10	0	10	0
полноценных, шт.	62	67	8,06	63	1,62
Среднее число початков на одном растении, шт.	1,20	1,28	6,66	1,22	1,66
Среднее число недоразвитых (без зерна) початков, шт.	13,90	13,00	-6,47	13,70	-1,44
Биологическая масса всех растений, кг	12,584	16,160	28,42	12,480	-0,83
Масса стеблей, кг	5,158	7,270	40,95	5,082	-1,47
Масса початков в листовой обвёртке, кг	7,426	8,890	19,72	7,398	-0,38
Масса листовой обвёртки, кг	1,148	1,363	18,73	1,382	20,38
Масса початков без листовой обвёртки, кг	6,278	7,527	19,89	6,016	-4,17
Масса зерна, кг	4,844	5,491	13,36	4,399	-9,18
Масса стержней початков, кг	1,434	2,036	42,98	1,618	12,83
Масса 1000 семян, г	315,82	356,10	12,75	305,82	-3,16
Расчётная урожайность зерна при норме высева 6 шт./га, ц/га	69,43	78,70	13,35	63,05	-9,78

Анализ данных таблицы 2 показал, что хранение семян с аэрацией воздухом не влияет на их качество, а лишь позволяет предотвратить порчу зернового материала. Показатели, полученные в контрольном варианте опыта, не уступают варианту аэрации воздушным потоком, а нередко даже превосходят их. Что касается варианта хранения семян с обработкой ёмкости хранилища озоново-воздушной смесью, то, как следует из данных таблицы 2, такой способ хранения позволяет повысить качество посевного материала, что способствует увеличению урожайности зерна кукурузы при норме высева 6 шт./м на 9,27 ц/га, или 13,35%. Дополнительная продукция получена за счёт снижения доли недоразвитых початков на 6,47%, увеличения числа початков и массы 1000 зёрен соответственно на 6,66 и 12,75%. Следует также отметить, что биологическая масса растений, выращенных из озонированных в период хранения семян, превышает аналогичный параметр контрольного варианта на 28,42%. Причём зафиксировано повышение как массы стеблей на 40,95%, так и массы початков в листовой обвёртке – на 19,72%. Следовательно, при возделывании кукурузы на силос озонирование семян при хранении даёт положительный эффект.

## ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

Данные разделения полученного в результате полевого опыта зерна на фракции по размерным характеристикам представлены в таблице 3.

**Таблица 3. Состав зерна кукурузы по фракциям в зависимости от размерных характеристик и способа хранения посевного материала в силосном зернохранилище**

Показатель	Фракционный состав зерна, %				
	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5
Средний диаметр зерна кукурузы во фракции, мм	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5
Зерно, собранное с растений, выращенных из семян, которые хранились без обработки	0,46	2,26	17,45	43,65	36,17
Зерно, собранное с растений, выращенных из семян, которые хранились в условиях воздушной аэрации	0,01	1,73	11,58	42,08	44,51
Зерно, собранное с растений, выращенных из семян, которые хранились в условиях аэрации озоновоздушной смесью	0,27	1,33	11,28	42,56	44,56

Анализ данных таблицы 3 показывает, что зёрна, собранные с растений, выращенных из семян, обработанных как озоновоздушной смесью, так и воздушной смесью, имеют больший размер, чем зёрна контрольного варианта. На семенные и товарные цели отбирают фракции с диаметром зерновки более 6,5 мм, поэтому в контрольном варианте суммарно на фураж выделили 20,17% зерна, что больше, чем в опыте с аэрацией семян воздухом и озоновоздушной смесью, соответственно на 6,85 и 7,29%.

Суммарная доля крупных фракций в контрольном варианте составляла 79,82%. В опыте с аэрацией хранящихся семян воздухом данный показатель достиг отметки 86,59%, а с обработкой озоновоздушной смесью – 87,12%. Следовательно, озонирование семян в силосных зернохранилищах позволяет увеличивать долю крупных фракции на 7,3% в урожае будущего года, что, в свою очередь, приводит к повышению урожайности возделываемой культуры.

В ходе исследований определяли массу 1000 зёрен кукурузы в зависимости от фракционного состава и способа обработки силосного зернохранилища, результаты определений представлены в таблице 4 и на рисунке 2.

**Таблица 4. Масса 1000 семян кукурузы в зависимости от фракционного состава и способа хранения посевного материала**

Показатель	Масса 1000 семян, г							
	4,25	4,75	5,25	5,75	6,25	6,75	7,5	8,5
Средний диаметр зерна кукурузы во фракции, мм	4,25	4,75	5,25	5,75	6,25	6,75	7,5	8,5
Зерно, собранное с растений, выращенных из семян, которые хранились без обработки	17,7	36,6	43,6	85,0	132,5	178,1	221,7	273,6
Зерно, собранное с растений, выращенных из семян, которые хранились в условиях воздушной аэрации	21,3	30,2	39,8	68,6	106,1	169,2	236,9	279,6
Зерно, собранное с растений, выращенных из семян, которые хранились в условиях аэрации озоновоздушной смесью	22,5	33,7	44,3	72,5	121,2	169,4	228,2	277,2

Анализ данных, представленных в таблице 4 и на рисунке 2, показывает, что более выровненным является зерно, собранное с растений, выращенных из семян, которые хранились в условиях озоновоздушной аэрации. В среднем показатели массы 1000 семян этого варианта находятся между соответствующими показателями контрольного варианта и опыта с вентилированием посевного материала воздухом, что говорит о более стабильном формировании урожая в случае использования озонной обработки при хранении посевного материала.

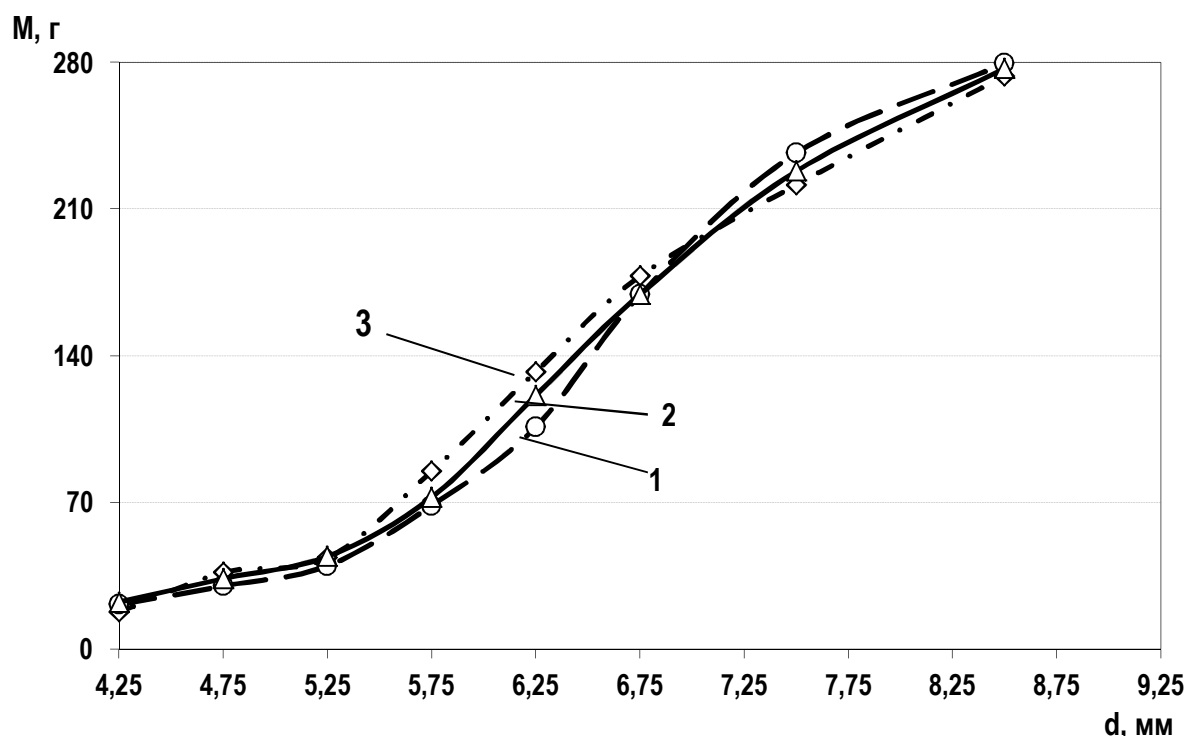


Рис. 2. Масса 1000 зёрен кукурузы (M) в зависимости от фракционного состава (d) и способа обработки силосного зернохранилища: 1 – в период хранения зернохранилище вентилировалось воздухом; 2 – в период хранения зернохранилище вентилировалось озоновоздушной смесью; 3 – в период хранения обработка зернохранилища не проводилась (контроль)

В дальнейшем согласно ГОСТ 12038-84 [4] определяли посевные качества семян кукурузы в зависимости от фракционного состава и способа обработки силосного зернохранилища. Результаты определений представлены в таблице 5 и на рисунке 3. Поскольку вымолот зерна из початков проводили вручную, то показатели лабораторной всхожести семян перерасчитывали с учётом их травмирования рабочими органами комбайна при механизированном способе уборки.

В ходе ранее проведённых исследований было установлено, что обмолот зерна посредством применения зерноуборочных комбайнов снижает лабораторную всхожесть семян на 3–7% в зависимости от типа молотильно-сепарирующего устройства и других факторов [18, 22, 24].

Таблица 5. Посевные качества семян кукурузы в зависимости от фракционного состава зерна

Показатель	Масса 1000 зёрен, г							
	4,25	4,75	5,25	5,75	6,25	6,75	7,5	8,5
Средний диаметр зерна во фракции, мм	4,25	4,75	5,25	5,75	6,25	6,75	7,5	8,5
Энергия прорастания, %	51	67	76	86	90	94	98,0	99
Лабораторная всхожесть семян при ручном обмолоте зерна, %	64	78	86	89	94	96	98,5	99
Лабораторная всхожесть семян с учётом механизированного обмолота зерна (минус 5%), %	59	73	81	84	89	91	93,5	94

Согласно ГОСТ Р 52325-2005 лабораторная всхожесть семян кукурузы, которые в дальнейшем будут использоваться для выращивания товарной продукции, должна быть не ниже 90% [5].

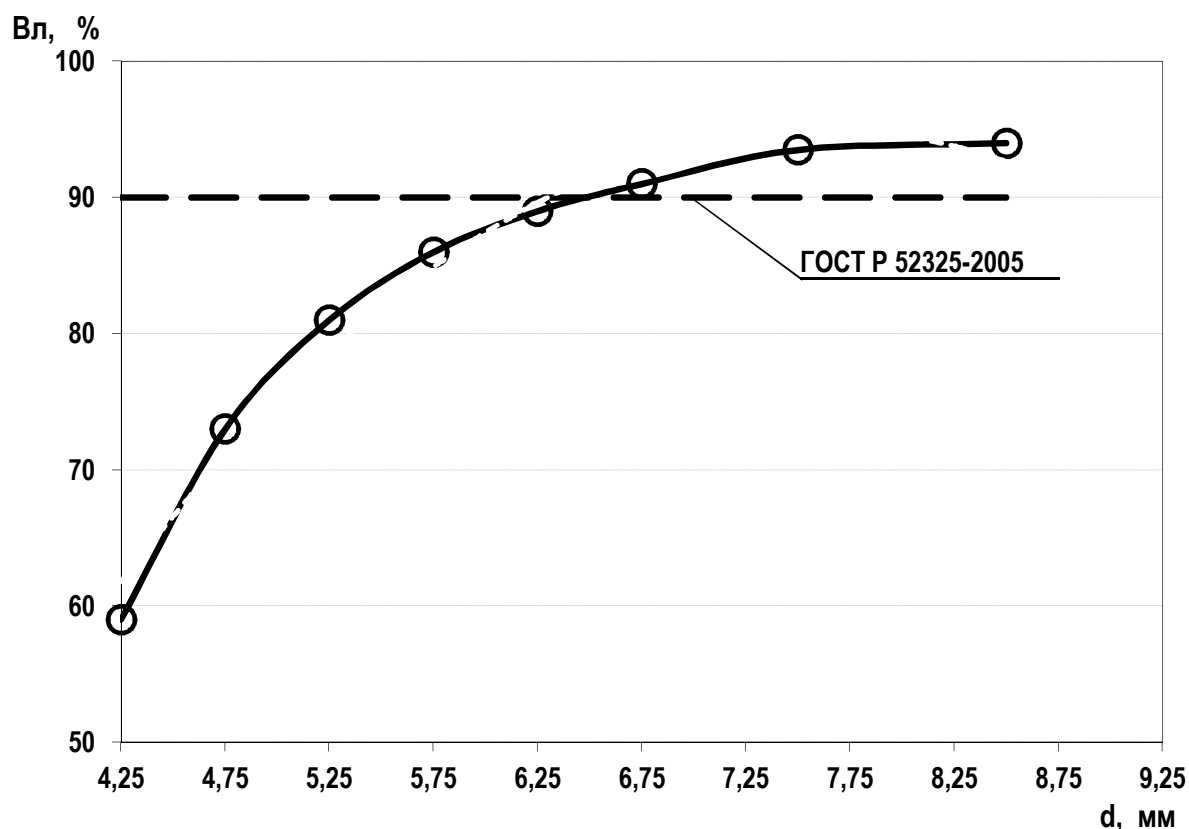


Рис. 3. Зависимость лабораторной всхожести семян (Вл) от фракционного состава зерна кукурузы (d):  $Vл = -2,8342 \cdot d^2 + 43,447 \cdot d - 71,675$ ;  $R^2 = 0,975$

Анализ данных таблицы 5 и рисунка 3 показывает, что для посевных целей необходимо отбирать зёрна кукурузы с размером более 6,5 мм. Более мелкие фракции имеют низкие посевные качества, поэтому их необходимо использовать в качестве товарного или фуражного материала. Данные рекомендации следует использовать при настройке специализированных сепараторов в процессе послеуборочной обработки зерна кукурузы.

#### Выводы

Экспериментальные исследования свидетельствуют о том, что озонирование посевного материала во время его хранения в силосных зернохранилищах позволяет повысить урожайность зерновых культур.

Повышение урожайности зерна кукурузы при норме высева 6 шт./м составляет 9,37 ц/га, или 13,35%, что обусловлено снижением доли недоразвитых початков на 6,47%, увеличением числа початков и массы 1000 зёрен соответственно на 6,66 и 12,75%, снижением процентного содержания мелких фракций на 7,29%. При этом растения развиваются быстрее, они более мощные, что отражается на повышении биологической массы на 28,42% относительно контрольного варианта, в котором семена при хранении не обрабатывались.

Кроме того, озонирование способствует более стабильному формированию урожая, так как зёрна более выровнены по массе. При этом для семенных целей необходимо использовать семена, имеющие диаметр более 6,5 мм, так как только они соответствуют требованиям ГОСТ Р 52325-2005 по всхожести.

Следовательно, применение процесса озонирования при хранении посевного материала оказывает целый спектр благоприятных воздействий, что позволяет дать рекомендации по внедрению озонной технологии в производство высококачественных семян.



### Библиографический список

1. Авдеева В.Н. Предпосевная обработка семян пшеницы озоном / В.Н. Авдеева, Г.П. Стародубцева, С.И. Любая // *Аграрная наука*. – 2008. – № 5. – С. 19–20.
2. Влияние предпосевого озонирования семян на урожайность сельскохозяйственных культур / И.В. Баскаков, В.И. Оробинский, А.М. Гиевский, А.В. Чернышов, А.П. Тарасенко // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. – 2019. – Т. 12, № 4 (63). – С. 13–20.
3. Горский И.В. Обработка семян пшеницы озонированным воздухом : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.02 / И.В. Горский. – Москва, 2004. – 202 с.
4. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. – Введ. 1986–07–01. – Москва : Стандартинформ, 2011. – 64 с.
5. ГОСТ Р 52325-2005. Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия. – Введ. 2006–01–01. – Москва : Изд-во стандартов, 2005. – 16 с.
6. Долговых О.Г. Экологически безопасная предпосевная обработка семян пшеницы / О.Г. Долговых, В.Н. Огнев // *Инженерный вестник Дона*. – 2014. – № 4–1 (31). – С. 7.
7. Закладной Г.А. Биологическая активность озона в отношении вредителей зерна – рисового долгоносика и амбарного долгоносика / Г.А. Закладной, Е.К.М. Саеед, Е.Ф. Когтева // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2003. – № 4. – С. 59–64.
8. Закладной Г.А. Сколько зерна пшеницы кушают насекомые / Г.А. Закладной // *Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд*. – 2017. – № 8 (8). – С. 160–166.
9. Защита зерновых культур от болезней : монография / А.Ю. Кекало, В.В. Немченко, Н.Ю. Заргарян, М.Ю. Цыпышева. – Куртамыш : ООО «Куртамышская типография», 2017. – 172 с.
10. Изменение концентрации озона в ворохе зерна кукурузы / И.В. Баскаков, В.И. Оробинский, А.М. Гиевский, А.В. Чернышов, А.П. Тарасенко // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. – 2018. – Т. 11, № 4 (59). – С. 134–140.
11. Исследование повреждаемости и всхожести белого люпина в лабораторных условиях / Н.В. Алдошин, А.А. Золотов, Н.А. Аладьев, Н.А. Лылин // *Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина»*. – 2016. – № 4 (74). – С. 21–28.
12. Мироненко Н.Н. Качество зерна озимого тритикале в процессе длительного хранения и его долговечность в условиях Центрально-Чернозёмного региона РФ : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.09; 05.18.01 / Н.Н. Мироненко. – Воронеж, 2005. – 152 с.
13. Нормов Д.А. Озон в отраслях АПК / Д.А. Нормов // *Научное обеспечение агропромышленного комплекса* : сб. науч. тр. – Краснодар : КубГАУ, 2002. – С. 252–253.
14. Огнев В.Н. Применение экологически безопасных способов предпосевной обработки семян для защиты ярового ячменя против корневых гнилей / В.Н. Огнев, Л.В. Корепанова // *Научный потенциал – аграрному производству* : матер. Всерос. науч.-практ. конф. (Россия, г. Ижевск, 26–29 февраля 2008 г.). – Ижевск : ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2008. – Т. I. – С. 172–176.
15. Сигачёва М.А. Влияние предпосевого озонирования семян на урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы в Кузнецкой лесостепи : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / М.А. Сигачёва. – Красноярск, 2015. – 152 с.
16. Шестерин И.В. Влияние озона и протравителей на посевные качества и оздоровление яровой пшеницы : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05; 06.01.11 / И.В. Шестерин. – Саратов, 2004. – 148 с.
17. Энергосбережение в электрифицированных технологиях на основе активации взаимодействующих сред / Н.В. Ксенз, Н.И. Шабанов, И.Г. Сидорцов, А.В. Белоусов // *Вестник аграрной науки Дона*. – 2018. – № 4 (44). – С. 16–20.
18. Aldoshin N. Harvesting *Lupinus albus* axial rotary combine harvesters / N. Aldoshin, O. Didmanidze // *Research in Agricultural Engineering*. – 2018. – Vol. 64, No. 4. – Pp. 209–214.
19. Aplicação de ozônio contra *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum* em milho armazenado / A.F. Rozado, L.R.D. Faroni, W.M.I. Urruchi, R.N.C. Guedes, J.L. Paes // *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. – 2008. – Vol. 12. – Pp. 282–285. DOI: 10.1590/s1415-43662008000300009.

20. Comparison of the effects of ozone UV and combined ozone/UV treatment on the color and microbial counts of wheat flour / Z. László, et al // *Ozone: Science and Engineering*. – 2008. – Vol. 30, No. 6. – Pp. 413–417. DOI: 10.1080/01919510802474607.

21. Medvedeva L.M. Safe treatment technology for seeds of grain crops / L.M. Medvedeva, O.M. Dronina, V.A. Makhmutkin // *Socio-economic and environmental problems of agricultural sector of the Russian economy : International Scientific and Practical Conference (Russia, Chelyabinsk, November 21–23, 2018)*. – Belgrade : Research Development Center-FBEE, 2018. – Pp. 317–323.

22. Seed Refinement in the Harvesting and Post-Harvesting Process / V.I. Orobinsky, A.M. Gievsky, I.V. Baskakov, A.V. Chernyshov // *Advances in Engineering Research : International Scientific and Practical Conference «AGROSMART – Smart Solutions for Agriculture» (Agro-SMART 2018; Russia, Tyumen, July 16–20, 2018)*. – Netherlands : Atlantis Press, 2018. – Vol. 151. – Pp. 870–874.

23. Studies of the ozonation process when drying grain / I.V. Baskakov, V.I. Orobinsky, V.A. Gulevsky, A.M. Gievsky, A.V. Chernyshov // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 6th International Conference on Agriproducts Processing and Farming (Russia, Voronezh, October 17–18, 2019)*. – IOP Publishing Ltd, 2020. – Vol. 422. – No. 012009. DOI: 10.1088/1755-1315/422/1/012009.

24. Work improvement of air-and-screen cleaner of combine harvester / N. Aldoshin, O. Didmanidze, N. Lylin, M. Mosyakov // *Engineering for Rural Development : Proceedings of 18th International Scientific Conference (Latvia University of Life Sciences and Technologies, Faculty of Engineering, Jelgava, May 22–24, 2019)*. – 2019. – Vol. 18. – Pp. 100–104. DOI: 10.22616/ERDev2019.18.N110.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

#### Принадлежность к организации

Иван Васильевич Баскаков – 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: vasich2@yandex.ru.

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.

Владимир Васильевич Василенко – 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: vladva.vasilenko@yandex.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 23.05.2020

Дата принятия к печати 24.06.2020

### AUTHOR CREDENTIALS

#### Affiliations

Ivan V. Baskakov, 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: vasich2@yandex.ru.

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.

Vladimir V. Vasilenko, 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: vladva.vasilenko@yandex.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 May 23, 2020

Accepted after revision June 24, 2020