

## ЗАВИСИМОСТЬ КАЧЕСТВА СЕМЯН ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ СПОСОБА И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ХРАНЕНИЯ

Марина Эдуардовна Мерчалова  
Владимир Иванович Оробинский  
Александр Павлович Тарасенко

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Основной задачей процесса послеуборочной обработки семян является доведение выращенного урожая зерновых культур до состояния, предусмотренного стандартами, с наименьшими потерями, затратами энергии и средств. Целью исследования являлось определение влияния погодно-климатических условий и продолжительности хранения на качество семян озимой пшеницы. Для этого одну партию пшеницы после комбайнового обмолота хранили на открытой площадке в течение 44 дней, а другую – в закрытом помещении. Ежедневно в каждой партии зерна в одно и то же время определяли влажность, трещиноватость и усилие разрушения зерновок, фиксировали температуру и относительную влажность воздуха, выпадение осадков за истекшие сутки. Использовали следующие методы исследований: лабораторно-аналитический, сравнительный и расчетно-конструктивный. Установлено, что при хранении семян на открытой площадке за счет периодического увлажнения (из-за выпадения осадков) и подсыхания под воздействием изменяющихся метеоусловий увеличилась трещиноватость зерна (на 36,3%) и степень поражения болезнями (в 2-7 раз), с 89,6 до 82,8 Н снизилось усилие разрушения зерновок, стекловидность составила 16,1%, лабораторная и полевая всхожесть – соответственно 89,0 и 78,5%. При хранении зерна в помещении при постоянной влажности повысилась трещиноватость (на 22,8%) и усилие разрушения зерновок – с 96,8 до 105,9 Н, стекловидность составила 68,7%, лабораторная и полевая всхожесть семян – соответственно 94,2 и 88,0%. Проведенные исследования показали, что для получения высококачественных семян послеуборочную обработку необходимо проводить сразу после обмолота зерна, исключая его хранение на открытых токах. Поступающее от комбайнов семенное зерно необходимо сразу обрабатывать на семяочистительных линиях с доведением до посевных кондиций за один цикл обработки, а затем семена закладывать на хранение в специально подготовленные складские помещения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: озимая пшеница, семена, способ хранения, продолжительность хранения, влажность, трещиноватость, стекловидность, усилие разрушения зерновок, посевные качества семян.

## WINTER WHEAT SEED QUALITY DEPENDENCE ON DIFFERENT PRACTICES OF GRAIN STORAGE AND DURATION

Marina E. Merchalova  
Vladimir I. Orobinsky  
Alexander P. Tarasenko

Voronezh State Agrarian University after Emperor Peter the Great

The main objective of the process of post-harvest treatment of seeds is the bringing the harvested grain crops to the prescribed standards with minimal losses, costs of energy, labor and money. The aim of this study was to determine the influence of climatic conditions and duration of storage on the quality of winter wheat grains. For this purpose one lot of wheat after combine threshing was stored in an open area for 44 days and the other lot was stored in a closed building. Every day at the same time each lot of grain was assessed for humidity, fracturing and kernel destruction force with records of temperature, relative air humidity and precipitation over the past 24 hours. Research methods included the laboratory analytical, comparative and calculation constructive. It was found that during the grain storage in an open area due to repeated wetting (caused by precipitation) and drying of grain under the fluctuating weather conditions there was an increase in grain fracturing (by 36.3%) and degree of disease damage (by 2-7 times); kernel destruction force was decreased from 89.6 to 82.8 N; kernel hardness was 16.1%, while the values of laboratory and field germination were 89.0% and 78.5%, respectively. During the grain storage in a closed building at constant air humidity there was an increase in grain fracturing (by 22.8%) and kernel destruction force (from 96.8 to 105.9 N); kernel hardness was 68.7 %, while the values of laboratory and field germination were 94.2% and 88.0%, respectively. The conducted research showed that in order to obtain high quality seeds it is necessary to perform the post-harvest treatment immediately after harvesting excluding grain storage on an open threshing floor. Seed grain coming from combines should be immediately processed on seed-cleaning lines and brought to seeding standards within one processing cycle, and after that seeds should be put for storage in specially prepared storage premises.

KEY WORDS: winter wheat, seeds, storage method, storage duration, humidity, fracturing, hardness, kernel destruction force, sowing qualities of seeds.

**Введение**

Одной из основных задач процесса послеуборочной обработки семян является доведение выращенного урожая зерновых культур до состояния, предусмотренного стандартами, с наименьшими потерями и затратами труда и средств.

В зависимости от засоренности полей, погоды и качества работы комбайнов для поступающего на послеуборочную обработку зернового вороха характерны широкие колебания влажности, засоренности, дробления и микротравмирования, а также лабораторной всхожести семян. Так, в условиях ЦЧР для озимой пшеницы, поступающей на послеуборочную обработку, влажность зерна изменяется в пределах 10,3-23,7%, засоренность – 0,1-7,5%, приведенный показатель травмирования – 5,1-34,1%, дробление и лабораторная всхожесть семян составляют соответственно 0,45-23,3 и 77,5-98,5% [3].

В зерне, как и в каждом живом организме, непрерывно происходят сложные процессы обмена веществ, внешним проявлением которых является дыхание [1, 9]. Интенсивность дыхательного процесса зерновок зависит от влажности и температуры зерновой массы. Усиление дыхательного процесса происходит при влажности более 14-16%. Интенсивное дыхание зерна создает благоприятные условия для развития плесневых грибов, бактерий и насекомых [8, 11]. В результате действия микроорганизмов и вредителей хлебных запасов зерно может стать не только непригодным для использования на семена, но даже токсичным и негодным для продовольственных и кормовых целей [1].

При повышении температуры процесс дыхания может принять характер цепной реакции и привести в конечном итоге к самосогреванию зерновой массы и полной порче зерна. Поэтому зерновой ворох, поступающий от комбайнов на послеуборочную обработку, необходимо в течение нескольких часов очистить, просушить и законсервировать [1, 5]. Однако чаще всего технологический процесс послеуборочной обработки зерна в хозяйствах протекает таким образом, что зерно, поступающее от комбайнов, при отсутствии крытых токов и недостатке зерноочистительной техники некоторое время хранят на открытых площадках или же сразу подают на предварительную обработку и после этого хранят на открытых площадках до следующей обработки.

При хранении на открытых площадках зерно подвергается воздействию внешних метеоусловий, и при этом изменяются его физико-механические свойства. Выпадение осадков, колебания температуры и относительной влажности воздуха приводит к изменению влажности зерна, которая влечет за собой изменение его структурно-механических свойств (трещиноватости, прочности, стекловидности). При наличии крытых токов в хозяйствах воздействие метеоусловий на зерно существенно снижается. Поэтому исследование влияния продолжительности и способов хранения зерна на изменение его физико-механических свойств имеет большое значение для обоснования рационального построения технологического процесса послеуборочной обработки семян.

**Методика эксперимента**

Целью исследования являлось определение влияния погодно-климатических условий и продолжительности хранения на качество семян озимой пшеницы. Для этого одну партию пшеницы после комбайнового обмолота хранили на открытой площадке в течение 44 дней, а другую – в закрытом помещении. Ежедневно в каждой партии зерна в одно и то же время определяли влажность в трех повторностях по ГОСТ 12041, трещиноватость (по 3×100 шт.) и усилие разрушения зерновок (по 30 семян из каждой партии), фиксировали температуру и относительную влажность воздуха, выпадение осадков за истекшие сутки (по данным метеостанции, находившейся в районе расположения Воронежского госагроуниверситета). При планировании эксперимента и обработке результатов использовали следующие методы исследований: лабораторно-аналитический, сравнительный и расчетно-конструктивный [7].

**Результаты и их обсуждение**

Как показали проведенные исследования (табл. 1), при хранении на открытой площадке в течение 44 дней зерно 6 раз увлажнялось после выпадения осадков и после

каждого увлажнения подсыхало до равновесной влажности. Интенсивность сушки зависела от температуры окружающего воздуха, интенсивность увлажнения – от количества выпавших осадков за истекшие сутки [6].

**Таблица 1. Влияние продолжительности и способа хранения зерна озимой пшеницы на изменение его влажности, трещиноватости и усилия разрушения зерновок**

Показатели	День хранения зерна									
	1	5	10	15	20	25	30	35	40	44
Закрытое помещение										
Влажность зерна, %	13,5	12,6	12,8	12,8	13,0	13,0	12,7	12,8	12,8	12,8
Трещиноватость, %	64,7	71,5	74,7	75,0	75,3	82,0	84,5	87,0	86,0	87,5
Усилие разрушения зерновок, Н	96,8	86,6	87,8	90,2	90,3	91,1	97,3	100,0	96,5	105,9
Открытая площадка										
Влажность зерна, %	14,7	17,3	22,8	11,8	11,3	11,8	27,3	14,6	18,2	11,1
Трещиноватость, %	63,0	74,0	80,0	92,0	87,7	95,7	97,0	95,3	94,0	99,3
Усилие разрушения зерновок, Н	89,6	67,3	57,3	81,2	79,5	75,5	84,7	77,4	87,4	82,8

Неоднократные процессы увлажнения зерна из-за выпадения осадков и последующего подсыхания в период его хранения на открытой площадке, а также температурные колебания окружающей среды способствовали увеличению трещиноватости зерна, которая за 44 дня возросла на 36,3%. Однако за период хранения наблюдалось скачкообразное изменение трещиноватости зерна, которое зависело от величины увлажнения и исходной (начальной) трещиноватости. Так, после дождя при увеличении влажности зерна до 30% и более оно сильно набухает, часть имеющихся трещин смыкается, и в этот момент его видимая трещиноватость уменьшается. Она может казаться даже несколько меньше, чем была вначале. Однако после сушки зерна до равновесной влажности трещиноватость его резко возрастает.

Основной причиной увеличения трещиноватости семян при сушке и увлажнении являются различные объемные и линейные деформации в смежных частях зерновки вследствие неодинакового их расширения или сжатия при изменении температуры, а также различной влагопереносящей способности. Если трещины при увлажнении появляются как следствие различия в величине напряженного состояния в разных частях зерновки, то начальным этапом образования трещин при сушке можно считать и появление микроскопических воздушных пустот в результате быстрого удаления влаги и интенсивного уплотнения тканей [2]. По мере высушивания количество таких микроскопических пустот возрастает, вместе с этим появляется и постепенно усиливается напряженное состояние тканей зерновок, неодинаковое по величине в разных её местах. Зародыш, имеющий ткани с капиллярами, при сушке отдает влагу быстрее, чем ткань противоположной части зерна со сложной клеточной структурой. При увлажнении возникает обратная картина: быстрее увлажняются верхние слои и зародышевая часть зерновки, в то время как внутренний влагоперенос происходит медленно, и ядро зерновки сохраняет первоначальную влажность [4].

Вследствие отставания поступления влаги из внутренней области зерна к его поверхности в нем возникают внутренние напряжения сдвига и растяжения, которые могут достигнуть величины, достаточной для разрушения тканей зерновки, то есть появляются трещины в эндосперме. Их появление объясняется еще и тем, что разрушающее усилие для эндосперма значительно меньше, чем для оболочек [10]. Нередко растрескивание эндосперма сопровождается механическим повреждением и оболочек зерна.

При хранении в помещении влажность зерна остается постоянной, тогда как трещиноватость его по мере хранения все же возрастает, хотя и в меньшей степени: за 44 дня хранения она увеличилась на 22,8%.

Трещиноватость зерна снижает сопротивляемость его разрушению. Так, усилие разрушения зерновок после хранения зерна на открытой площадке уменьшилось с 89,6 до 82,8 Н, в отдельные дни – до 47,5 Н (6-й день хранения). При хранении зерна в помещении оно изменялось в пределах 96,3-105,9 Н, наименьшее значение усилия разрушения было отмечено на 9-й день хранения – 85,9 Н. Таким образом, после хранения зерна на открытой площадке сопротивляемость его разрушению снижается и оно хуже приспособлено к последующим механическим воздействиям.

По мере хранения зерна изменяется его химический состав и стекловидность (табл. 2).

**Таблица 2. Химический состав и стекловидность семян после хранения**

Содержание компонентов, %	Место хранения	
	открытая площадка	закрытое помещение
Сухое вещество	90,1	89,8
Азот	1,96	1,98
Фосфор	0,84	0,90
Калий	0,29	0,33
Клейковина	23,1	24,1
Белок	11,2	11,3
Стекловидность	16,1	68,7

Из таблицы 2 видно, что место хранения на состав зерна влияет несущественно. При хранении на открытой площадке в зерне уменьшается содержание азота, фосфора, калия и клейковины. В результате хранения зерна на открытой площадке под воздействием постоянно меняющихся метеоусловий резко снизилась его стекловидность (всего 16,1%), в то время как в контрольной партии (зерно хранилось в помещении) она составила 68,7%. Переход стекловидной структуры эндосперма в мучнистую связан с пробуждением зародыша в результате увлажнения и повышения температуры и перестройкой тканей зерна, вступившего в фазу эмбрионального пробуждения.

Неоднократные процессы сушки и увлажнения, которым подверглось зерно при хранении на открытой площадке, повлекли за собой увеличение внутренней и внешней его трещиноватости, что привело к повреждению оболочек зародыша и эндосперма и открыло доступ микроорганизмов к внутренним тканям.

Зерно, хранившееся на открытой площадке, было сильнее поражено грибными заболеваниями (табл. 3). Именно поэтому семена, хранившиеся на открытой площадке, показали более низкую (по сравнению с контролем) энергию прорастания (ниже на 5,2%), а также лабораторную и полевую всхожесть – ниже соответственно на 5,2 и 9,5% (табл. 4).

**Таблица 3. Зараженность семян болезнями после хранения, %**

Виды грибов	Место хранения	
	открытая площадка	закрытое помещение
Гельминтоспориум	4	2
Альтернария	7	1
Ботритис	4	2

**Таблица 4. Посевные качества семян после хранения в разных условиях**

Показатели, %	Место хранения	
	открытая площадка	закрытое помещение
Энергия прорастания	87,0	92,2
Лабораторная всхожесть	89,0	94,2
Полевая всхожесть	78,5	88,0

### Выводы

Таким образом, для получения высококачественных семян послеуборочную обработку следует проводить сразу после обмолота зерна, исключая его хранение на открытых токах. Поступающее от комбайнов семенное зерно необходимо сразу обрабатывать на семяочистительных линиях с доведением до посевных кондиций за один цикл обработки, а затем семена закладывать на хранение в специально подготовленные складские помещения.

### Библиографический список

1. Гордеев А.В. Российское зерно – стратегический товар XXI века / А.В. Гордеев, В.А. Бутковский, А.И. Алтухов. – Москва : ДеЛиПринт, 2007. – 472 с.
2. Гинзбург А.С. Влага в зерне / А.С. Гинзбург, В.П. Дубровский, Е.Д. Казаков. – Москва : Колос, 1969. – 224 с.
3. Гульстен М.Э. Качество зерна, поступающего на ток, и его изменение в процессе послеуборочной обработки / М.Э. Гульстен // Совершенствование технологии и технических средств для производства семян с.-х. культур : сб. науч. тр. – Воронеж : ВСХИ, 1986. – С. 46-52.
4. Кабанов В.Ф. Влагодперенос в зерне пшеницы / В.Ф. Кабанов // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1975. – № 10. – С. 133-134.
5. Карпов Б.А. Технология послеуборочной обработки и хранения зерна / Б. А. Карпов. – Москва : Агропромиздат, 1987. – 288 с.
6. Мерчалова М.Э. Влияние температуры воздуха и количества осадков на изменение физико-механических свойств зерна / М.Э. Мерчалова // Совершенствование технологии и технических средств уборки, обработки и переработки зерна : сб. науч. тр. – Воронеж : ВСХИ, 1990. – С. 88-94.
7. Методика определения изменения физико-механических свойств зерна в процессе межоперационного хранения / А.П. Тарасенко, Н.В. Коноплин, В.И. Руденко и др. // Методы и средства научных исследований процессов механизации сельского хозяйства : сб. науч. тр. – Воронеж : ВГАУ, 1996. – С. 16-21.
8. 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.
9. Пилипюк В.Л. Технология хранения зерна и семян : учеб. пособие / В.Л. Пилипюк. – Москва : Вузовский учебник, 2009. – 457 с.
10. Пугачев А.Н. Повреждение зерна машинами / А.Н. Пугачев. – Москва : Колос, 1976. – 319 с.
11. Совершенствование механизации производства семян зерновых культур : рекомендации / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, А.М. Гиевский и др. – Москва : ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. – 60 с.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Марина Эдуардовна Мерчалова – кандидат технических наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности, механизации животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Российская Федерация, г. Воронеж, тел. 8(473) 253-71-36, E-mail: bgd@agroeng.vsau.ru.

Владимир Иванович Оробинский – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой сельскохозяйственных машин, декан агроинженерного факультета, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Российская Федерация, г. Воронеж, тел. 8(473) 224-39-39, E-mail: main@agroeng.vsau.ru.

Александр Павлович Тарасенко – доктор технических наук, профессор кафедры сельскохозяйственных машин, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Российская Федерация, г. Воронеж, тел. 8(473) 253-78-61, E-mail: smachin@agroeng.vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 07.09.2016

Дата принятия к печати 20.09.2016

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Marina E. Merchalova – Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Health & Safety and Mechanization of Animal Husbandry and Agricultural Products Processing, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russian Federation, Voronezh, tel. 8(473) 253-71-36, E-mail: bgd@agroeng.vsau.ru.

Vladimir I. Orobinsky – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of Dept. of Agricultural Machinery, Dean of the Faculty of Rural Engineering, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russian Federation, Voronezh, tel. 8(473) 224-39-39, E-mail: main@agroeng.vsau.ru.

Alexander P. Tarasenko – Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Agricultural Machinery, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russian Federation, Voronezh, tel. 8(473) 253-78-61, E-mail: smachin@agroeng.vsau.ru.

Date of receipt 07.09.2016

Date of admittance 20.09.2016