

Изучение влияния внешних условий на процесс хранения зерна

Ольга А. Орловцева¹ starosta1981@inbox.ru
Наталья А. Игнатенко¹ makarova_natasha94@mail.ru
Наталья Л. Клейменова¹ klesha78@list.ru

¹ кафедра управления качеством и машиностроительных технологий, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Высокое качество зерна – залог его сохранности, снижения потерь и издержек при хранении. Пшеница является основным источником питания человека. Элементы, содержащиеся в пшенице, выполняют основную роль в жизнедеятельности человека. Сохранение качества зерна является актуальной задачей. Одной из трудоемких операций в данном процессе является правильное размещение партий пшеницы в зернохранилище и своевременный контроль за основными параметрами (влажность и температура). В связи с этим рассмотрены методы определения интенсивности дыхания зерна, метод определения влажности и температуры зерна пшеницы. Влажность определяли с помощью электровлажномера. Для измерения температуры зерна пшеницы использовали ртутный термометр. При анализе энергии дыхания зерна пшеницы в зависимости от влажности было получено, что на интенсивность дыхания в большей мере оказывает влияние повышение влажности, чем повышение температуры. В качестве объектов исследования использовали пшеницу сортов: Гордеевская 432 и Мультирум 321. По результатам, полученным в ходе исследования, построены графики зависимости дыхательной активности зерна от влажности. По данным графиков сделали вывод, что резкое увеличение энергии дыхания зерна пшеницы возникает при увеличении влажности до значения более 15 %. Также выявлено, что наряду с дыханием в сильно влажном зерне проявляется жизнедеятельность вредных микроорганизмов, под влиянием которых зерно гниет и становится затхлым. Таким образом, хорошо организованное наблюдение и умелый, правильный анализ полученных данных позволяют приблизить к максимальному снижению трат сухого вещества и, следовательно, достижению низкой утраты веса зерна при хранении.

Ключевые слова: зерно, процесс хранения, температура, влажность, показатель, дыхание пшеницы

The influence of external conditions on the grain storage process

Olga A. Orlovtsseva¹ starosta1981@inbox.ru
Natal'ya A. Ignatenko¹ makarova_natasha94@mail.ru
Natal'ya L. Kleimenova¹ klesha78@list.ru

¹ department of quality management and engineering technology, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

Summary. High quality grain - a pledge of his safety, reduce losses and the costs of storage. Wheat is the main source of human nutrition. Elements contained in wheat perform a fundamental role in human life. Storing grain quality is an urgent task. One of the labor-intensive operations in this process is the correct placement of parties in wheat granary and timely monitoring of key parameters (humidity and temperature). In this regard, we consider methods for determining the intensity of the grain breathing method for determining the moisture content and temperature of the grain of wheat. Humidity was determined by electrical hygrometer. To measure the temperature of wheat used mercury thermometer. In analyzing the breathing wheat energy depending on the humidity it was found that the intensity of respiration increasingly affects humidity increase than an increase in temperature. As objects of study used wheat varieties: Hordeiforme 432 and Multiroom 321. According to the results obtained in the study plot the respiratory activity of the grain from moisture. According to the schedules we concluded that the sharp increase in wheat breathing energy occurs with increasing moisture content to a value of more than 15%. Just found out that in addition to breathing in highly humid grain appears vital functions of harmful microorganisms, which under the influence of grain rots and becomes stale. Thus, ho-well-organized and skilled observation, the correct analysis of the obtained data allow to bring the maximum reduction in spending of dry matter and therefore achieve lower grain weight loss during storage.

Keywords: grain, storage process, temperature, humidity, indicator, breathing wheat

Введение

Зерно – важнейший продукт, производимый в сельском хозяйстве. Он является основой для выработки большого количества различной продукции, такой как мука, крупа, комбикорма и др. Помимо этого зерно является главным фактором для успешного развития отраслей животноводства и птицеводства.

Одним из приоритетных направлений, определенных правительством РФ в течение уже нескольких лет является увеличение производства зерновых культур. Наряду с этим особое внимание должно быть уделено таким аспектам как улучшение сохранности и повышение качества данного продукта.

Одним из основных аспектов зернопереработки является процесс его хранения. Главная задача этого этапа – обеспечить сохранность зерновых культур с точки зрения минимизации их потерь повышение качественных характеристик при наименьших затратах труда и средств.

Существенные и обязательные мероприятия для снижения потерь зерна и семян при хранении и повышении их устойчивости к высокой влажности и температуре зерновой массы – правильное размещение партий в хранилищах.

Для цитирования

Орловцева О. А., Игнатенко Н. А., Клейменова Н.Л. Изучение влияния внешних условий на процесс хранения зерна // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 36–40. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-36-40

For citation

Orlovtsseva O.A., Ignatenko N.A., Kleimenova N.L. The influence of external conditions on the grain storage process. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 36–40. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-36-40

Необходимость систематического управления зерновыми массами при хранении обусловлена их свойствами, а также происходящими в них процессами.

Грамотно организованный сбор информации о качестве зерна пшеницы и своевременный анализ полученных данных позволяют разработать ряд предупреждающих мер для предотвращения нежелательных явлений, что ведет к минимизации затрат при консервации качественного состояния партии зерна или реализации ее без потерь.

Основными характеристиками при хранении являются температура зерновой массы, ее влажность [1], а также загрязненность. В связи с этим, целью исследования было изучить динамику изменения данных параметров. В работе применяли простыми, но и достаточно надежные методы.

1.1 Материалы и методы

Объектом исследования являлась твердая яровая пшеница двух сортов: пшеница Гордеформе 432 и пшеница Мультирум 321.

Влажность определяли экспресс-методом с помощью электровлагомера. Данный метод основан на электропроводности зерна, которая зависит от содержания в нем влаги (при низкой влажности зерно проявляет свойства диэлектрика, а при высокой становится полупроводником).

Измерение влажности осуществляли на приборе ЦВ3-3. В нем зерно попадает в пространство между электродами, по которому пропускается электрический ток. Уже через 3–5 минут на цифровом табло прибора сразу показывается влажность зерна в процентах [2].

Для измерения температуры зерна пшеницы использовали ртутный термометр. Термометр при помощи штанги погружали в зерновую насыпь на разную глубину. Обычно принято измерять температуру зерновой массы на глубине 0,5–1,5–2,5 м при высоте насыпи до 3 м и далее через каждый метр – при высоте насыпи, превышающей 3 м. Для удобства наблюдений и контроля результатов определений всю поверхность зерновой насыпи условно поделили на секции (квадраты) площадью по 100 м² каждая. В пределах каждой секции вводили термостанги в насыпь в пяти точках, причем точки 1, 2, 4 и 5 должны отстоять от краев площадки на 2–3 м. В каждой точке температуру проверяли на трех уровнях глубины.

Метод определения интенсивности дыхания зерна.

1. На решётку поместили 50 г. пшеницы и положили в эксикатор. Необходимо использовать образцы с разными показателями влажности.

2. По стеклянной трубке, которая вставлена в крышку эксикатора, влить 50 мл 0,1 Н раствора Ва(ОН)₂ с 2–3 каплями раствора фенолфталеина.

3. Закрыть резиновый наконечник трубки зажимом, проверить герметичность установки и оставить на 1 час.

4. По истечении 1 часа титровать раствор барита непосредственно в эксикаторе, приливая по каплям 0,1 Н раствор НС1 из бюретки по стеклянной трубке, пока не исчезнет слабо-розовая окраска.

5. Зафиксировать количество израсходованного раствора соляной кислоты по бюретке с точностью до 0,1 мл.

6. Одновременно провести холостой опыт, то есть без продукции, используя один из эксикаторов.

Количество СО₂ в мл, вычисляется:

$$CO_2 = \frac{U \cdot 2.2}{M \cdot \Xi}, \quad (1)$$

где U – количество 0,1 Н раствора барита, связанного с углекислым газом, мл; M – масса продукции, кг; Ξ – экспозиция опыта, час.

Количество 0,1 Н раствора барита в мл, связанного с углекислым газом определяли по формуле:

$$U = 50 - (U_1 T_1 - U_2 T_2), \quad (2)$$

где U₁ – количество барита, внесенное в эксикаторы перед опытом, мл; T₁ – поправка к титру 0,1 Н раствора Ва(ОН)₂; T₂ – количество 0,1 Н раствора соляной кислоты, пошедшее на титрование прямого опыта, мл; T₂ – поправки к титру 0,1 Н раствора НС1; U₂ – количество 0,1 Н раствора соляной кислоты, пошедшее на титрование холостого опыта, мл [3].

1.2 Изучение влияния температуры и влажности на качество зерна при хранении

При разложении белков пшеницы образуются продукты распада входящих в состав белковой молекулы аминокислот жирного и ароматического ряда. В зависимости от температуры и влажности окружающей среды всхожесть зерна может увеличиваться или уменьшаться.

Ниже приведены предельные соотношения между влажностью зерна пшеницы и температурой (таблица 1).

Таблица 1.

Предельные соотношения между влажностью зерна пшеницы и температурой

Table 1.

The limit of the ratio between moisture content of wheat and temperature

Температура, °C Temperature, °C	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Содержание воды, % The water content, %	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	5	3	1	0

Таким образом, при $(-10)^\circ\text{C}$ зерно может потерять влагу не ниже 18%, при $(+20)^\circ\text{C}$ влажность его может понизиться до 12%. Всю влагу зерно может потерять лишь при 110°C .

Отдачу либо поглощение влаги из окружающего воздуха и изменение содержания воды в разных слоях хранящегося зерна вызывает нарушение соотношения между температурой и процентным содержанием воды пшеницы. Если зерно влажностью 16% оставлено на хранение при температуре 15°C , то влажность его может снижаться до 13%; внутренние слои будут высыхать и отдавать воду окружающему воздуху, обогащая его парами воды.

При соприкосновении воздуха зернохранилища с холодными стенами и крышей помещения или более холодными струями воздуха может произойти конденсация паров, которые в виде росы осадут на верхние слои зерна пшеницы и вызовет в них сначала усиленное дыхание, затем прорастание, а при высокой влажности – порчу. Отсюда видно, что вода перемещается в зерне вследствие внутренних процессов, которые происходят при дыхании пшеницы, и под воздействием внешних условий окружающей среды.

Кроме того, возможно увлажнение зерна вследствие его гигроскопичности и адсорбции воды на зерне. Гигроскопичность пшеницы связана с наличием химических соединений активно притягивающих водяные пары и затем постепенно их связывающих. Адсорбция вызывается поверхностными силами на оболочках зерна. Вследствие расхода вещества зерна на дыхание вес хранящегося зерна уменьшается.

Если пшеницу сохраняют при низких температурах, то ее дыхание практически полностью прекращается.

Вследствие биохимических процессов, которые происходят при хранении, идет расход части органического вещества зерна непосредственно на дыхание с выделением углекислоты

и воды, причем доля имеющейся воды снова поглощается пшеницей.

Так как зерно – плохой проводник тепла, то при сильном дыхании зерна наблюдается значительное повышение температуры. Последнее в свою очередь увеличивает интенсивность дыхания и вызывает дальнейшее повышение температуры. Одновременно начинается процесс прорастания зерна [4].

Из-за интенсивного дыхания происходит процесс траты органического вещества, который может продолжаться без дальнейшего поступления тепла и влаги. Наряду с дыханием в сильно влажном зерне проявляется жизнедеятельность вредных микроорганизмов, под влиянием которых зерно гниет и становится затхлым (рисунок 1).



Рисунок 1. Пораженная вредными микроорганизмами пшеница

Figure 1. Wheat affected by harmful microorganisms

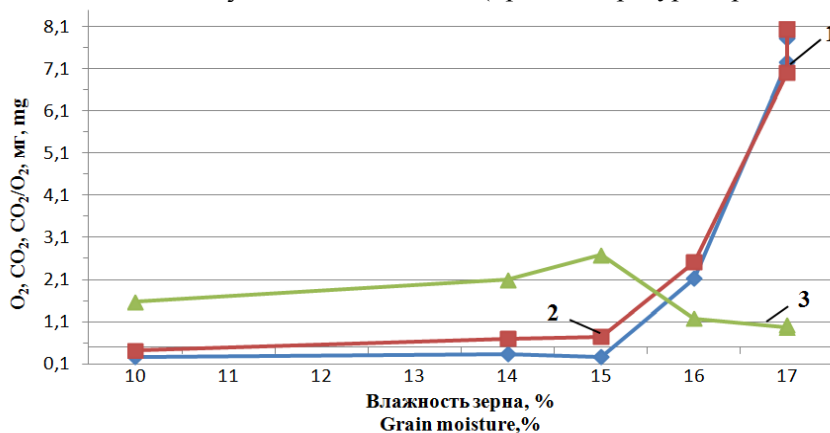
1.3 Исследование процесса дыхания зерна при хранении

Наиболее значимыми факторами, которые определяют энергию дыхания зерна являются его температура и влажность.

Интенсивность дыхания пшеницы значительно возрастает при повышенных показателях влажности и температуры [5].

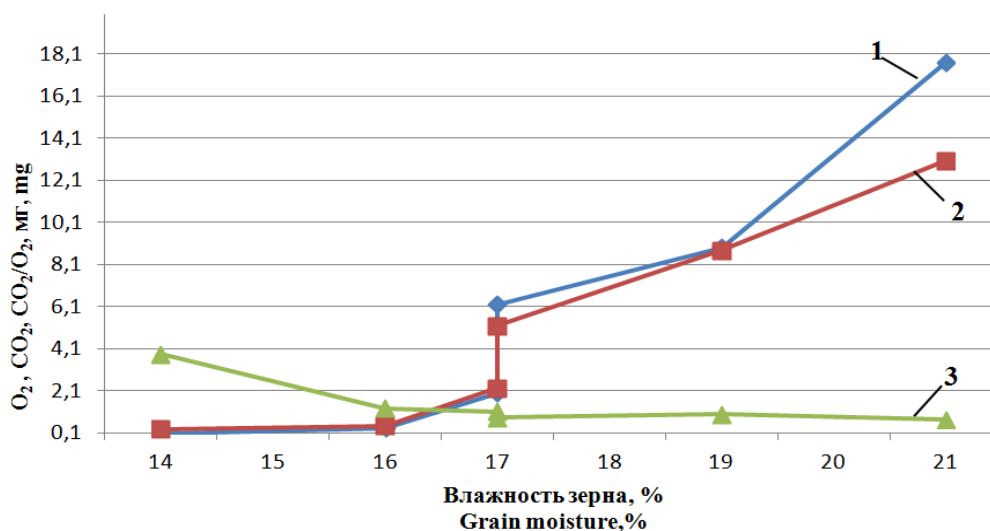
При снижении влажности до воздушно сухого состояния (10–12 %) дыхание почти полностью прекращается.

На рисунках 2 и 3 приведены показатели дыхания для пшеницы различной влажности (при температуре зерна 25°C).



1 – поглощают O₂, мг (absorb O₂, mg); 2 – выделяют CO₂, мг (recovered CO₂, mg); 3 – дыхательный коэффициент CO₂/O₂, мг (respiratory ratio CO₂/O₂, mg).

Рисунок 2. Изменение дыхательной активности зерна в зависимости от влажности (Пшеница Гордеиформе 432)
Figure 2. The change in respiratory activity of the grain depending on the moisture content (Wheat, Hordiforme 432)



1 – поглощают O₂, мг (absorb O₂, mg); 2 – выделяют CO₂, мг (recovered CO₂, mg); 3 – дыхательный коэффициент CO₂/O₂, мг (respiratory ratio CO₂/O₂, mg).

Рисунок 3. Изменение дыхательной активности зерна в зависимости от влажности (Пшеница Мультирум 321)
Figure 3. The change in respiratory activity of the grain depending on the moisture content (Wheat Multirum 321)

По данным рисунков 2 и 3 можно сделать вывод, что резкое увеличение энергии дыхания зерна пшеницы возникает при увеличении влажности до значения более 15%. Вода, содержащаяся в пшенице, при данной влажности, вероятно, прочно связана с коллоидами зерна и поэтому не может явиться растворителем

и водной средой, которая необходима для протекания биохимических реакций [6].

Энергия дыхания резко возрастает при повышении температуры и влажности, что доказывают данные таблицы 2, в которой представлено количество миллиграмм CO₂, выделяемое при хранении 1 кг пшеницы в сутки.

Таблица 2.

Энергия дыхания зерна пшеницы в зависимости от влажности

Table 2.

The energy of respiration of wheat grain depending on moisture

Влажность, % Humidity, %	Выделение CO ₂ , мг, при различной температуре / The release of CO ₂ (mg) at the temperature				
	15	18	30	40	52
10–12	0,35	0,35	0,41	0,50	1,0
14–15	1,40	1,40	7,50	20–40	249
19–20	3,59	125–359	400–450	480–590	600–670
33	700,00	2000	2500	3500	4000

Из таблицы 2 видно, что на интенсивность дыхания в большей мере оказывает влияние повышение влажности, чем повышение температуры, хотя увеличение температуры вызывает увеличение энергии дыхания.

Заключение

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать вывод, что зерно пшеницы нужно хранить с доступом воздуха. Осуществить это можно или с помощью активного

вентиляции зерновых масс, или при помощи перекидок зерна с места на место, в результате чего воздух межзерновых пространств обогащается кислородом, в результате этого будет снижена влажность и температура зерновой массы.

В результате можно сказать, что правильно организованное хранение зерна должно быть направлено к максимальному снижению трат сухого вещества и, следовательно, достижению возможно низкой убыли веса зерна в процессе хранения [7].

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Вобликов Е.М. Зернохранилища и технологии элеваторной промышленности. М.: Лань, 2005. С. 156–167.
- 2 ГОСТ 13586.5–2015. Зерно. Метод определения влажности. М.: Стандартинформ, 2016. 13 с.
- 3 Чернышева Е.В., Алексеев Ю.В., Гречко О.И. Хранение и переработка зерна. 2011. № 12. С. 11–25.
- 4 Васильев А.Н., Будников Д.А. Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. 2012. 216 с.
- 5 Казаков Е.Д., Кретович В.Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки М.: Колос, 1980. 286 с.
- 6 Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. и др. Пищевая химия. СПб.: ГИОРД, 2007. 640 с.
- 7 Макарова Н.А., Орловцева О.А. Совершенствование элементов метрологического обеспечения зернохранилищ // Межвузовская научно-практическая конференция курсантов и слушателей. 2015. С. 137–141.
- 8 Кретова Ю.И. Применение инновационных решений в повышении качества продукции пищевой промышленности // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2013. Т. 1. № 1. С. 28–42.

REFERENCES

- 1 Voblikov E.M. Zernokhranilishcha i tekhnologii elevatornoi promyshlennosti [Granaries and technology elevator industry] Moscow, Lan', 2005, pp. 156–167. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ольга А. Орловцева к. т. н., доцент, кафедра управления качеством и машиностроительных технологий, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, starosta1981@inbox.ru

Наталья А. Игнатенко студент, кафедра управления качеством и машиностроительных технологий, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, makarova_natasha94@mail.ru

Наталья Л. Клейменова к. т. н., доцент, кафедра управления качеством и машиностроительных технологий, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, klesha78@list.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ольга А. Орловцева предложила методику проведения эксперимента

Наталья А. Игнатенко написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Наталья Л. Клейменова консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 28.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.11.2016

- 2 GOST 13586.5–2015 Zerno. Metod opredeleniya vlazhnosti [State standard 13586.5–2015 Grain. Method of determining humidity] Moscow, Standartinform, 2016, 13 p. (in Russian)

- 3 Chernysheva E.V., Alekseev Yu.V., Grechko O.I. *Khranenie i pererabotka zerna* [Storage and processing of grain] 2011, no. 12, pp. 11–25. (in Russian)

- 4 Vasiliev A.N., Budnikov D.A. *Khranenie i pererabotka sel'skokhozyaistvennogo syr'ya* [Storage modification and processing of agricultural raw materials] 2012, 216 p. (in Russian)

- 5 Kazakov E.D., Kretovich V.L. *Biokhimiya zerna i produktov ego pererabotki* [Biochemistry of grain and products of its processing] Moscow, Kolos, 1980, 286 p. (in Russian)

- 6 Nechaev A.P., Traubenberg S.E., Kochetkova A.A. et al. *Pishchevaya khimiya* [Food chemistry] Saint-Petersburg, 2007, 640 p. (in Russian)

- 7 Makarova N.A., Orlovtsseva O.A. Development of elements of metrological support of silos. *Mezhvuzovskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya kursantov i slushatelei* [Interuniversity scientific-practical conference of cadets and students] 2015, pp. 137–141. (in Russian)

- 8 Kretova Yu.I. The use of innovative solutions for improving the quality of food products. *Vestnik YUzhno-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta Seriya Pishchevye i biotekhnologii*. [Bulletin of South Ural State University. Series: Food and Biotechnology], 2013, vol. 1, no. 1, pp. 28–42.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Olga A. Orlovtsseva candidate of technical sciences, assistant professor, quality management and engineering technology department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, starosta1981@inbox.ru

Natal'ya A. Ignatenko student, quality management and engineering technology department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, makarova_natasha94@mail.ru

Natal'ya L. Kleimenova candidate of technical sciences, assistant professor, quality management and engineering technology department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, klesha78@list.ru

CONTRIBUTION

Olga A. Orlovtsseva proposed a scheme of the experiment

Natal'ya A. Ignatenko wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Natal'ya L. Kleimenova consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.28.2016

ACCEPTED 11.19.2016