

ХРАНЕНИЕ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ БЕЗ ДОСТУПА ВОЗДУХА

Журавлёв Александр Павлович, доктор технических наук, профессор кафедры «Технология производства и экспертиза продуктов из растительного сырья»

Милюткин Владимир Александрович, доктор технических наук, профессор кафедры «Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств»

Журавлёва Лидия Алексеевна, доцент кафедры «Технология производства и экспертиза продуктов из растительного сырья»

ФГБОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».

446442, Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Товарная, 5.

Тел.: 8 (84663) 46-5-31

Ключевые слова: хранение зерна, натура, количество и качество клейковины, всхожесть и энергия прорастания зерна, число падения, качество хлеба.

В статье изложены результаты исследований по хранению зерна мягкой пшеницы влажностью 13,0; 16,5 и 18% без доступа воздуха в течение 18 месяцев. В процессе хранения контролировали натуру зерна, количество и качество клейковины, всхожесть и энергию прорастания зерна, число падения, качество хлеба.

По результатам исследований сделан вывод, что зерно мягкой пшеницы влажностью до 18% можно хранить без доступа воздуха с минимальными потерями.

Хранение зерна при доступе кислорода атмосферного воздуха сопровождается аэробным дыханием с выделением диоксида углерода, воды и большого количества тепла.

Интенсивность аэробного дыхания зависит от влажности и температуры зерна. Чем выше эти показатели, тем интенсивнее дышит зерновая масса. В реальных условиях процесс аэробного дыхания представляет собой «цепную реакцию». Образующаяся в процессе дыхания влага и огромное количество теплоты способствуют еще более интенсивному дыханию, что в свою очередь ведет к самосогреванию зерна. Поэтому хранить влажное и сырое зерно при температуре более 15°C нельзя без ухудшения его природных (нативных) достоинств [1].

Хранение влажного и сырого зерна без доступа кислорода сопровождается анаэробным дыханием, при котором выделяется диоксид углерода, этиловый спирт и небольшое количество теплоты. При таком дыхании не происходит самосогревания зерновой массы. Выделившиеся при дыхании CO₂ и спирт консервируют зерно. В зер-

новой массе из-за отсутствия кислорода погибают все вредители хлебных запасов, не развиваются плесени [1].

Известно, что хранение влажного и сырого зерна при анаэробных условиях приводит к ухудшению всхожести и энергии прорастания, а кормовые качества зерна не ухудшаются. Такое зерно рекомендуется использовать на кормовые цели, хотя никаких данных по изменению технологических достоинств зерна пшеницы в научной литературе не приводится.

Цель исследований – влияние условий хранения на качество зерна пшеницы повышенной влажности.

Задача исследований – определить изменение технологических и хлебопекарных показателей качества зерна пшеницы повышенной влажности при хранении в аэробных и анаэробных условиях.

Нами проведены исследования по хранению зерна мягкой пшеницы без доступа воздуха. Для этого в качестве исходных образцов бралось зерно пшеницы влажностью 13,0; 16,5 и 18%. Все исследуемые образцы хранились в трехлитровых стеклянных бан-

Таблица 1

Результаты исследований по изменению влажности и натуры зерна

Вид дыхания	Влажность, %				Натура, г/л			
	Срок хранения				Срок хранения			
	конт- роль	6 мес	12 мес	18 мес	конт- роль	6 мес	12 мес	18 мес
аэробное	13,0	13,2	13,3	13,5	770	770	766	760
анаэробное	13,0	13,2	13,1	13,0	770	768	760	760
аэробное	16,5	16,3	15,9	15,1	770	768	760	750
анаэробное	16,5	16,8	16,6	16,3	770	766	762	760
аэробное	18,0	17,8	17,2	17,0_	770	770	758	748
анаэробное	18,0	18,1	17,8	17,9	770	740	740	750

ках. Банки с контрольными образцами хранились открытыми, т.е. с доступом воздуха, другие банки с такими же образцами были закатаны металлическими крышками. Каждый образец зерна был помещен в три банки. Через каждые 6 месяцев образцы зерна (по одной банке) брались для проведения исследований. Определяли такие показатели качества зерна, как натура, количество и качество клейковины, всхожесть и энергия прорастания зерна, число падения, качество выпеченного хлеба [1,2]. В таблице 1 приведены данные по изменению влажности и натуры зерна пшеницы за весь период хранения.

Анализ приведенных данных показывает, что в образцах, хранившихся при аэробных условиях, влажность зерна по мере увеличения срока хранения незначительно

изменялась за счет аэробного дыхания, а также за счет сорбционных и десорбционных процессов. При хранении без доступа воздуха влажность зерна оставалась на исходном уровне.

Натура зерна по мере увеличения срока хранения уменьшалась в обоих образцах. Следует отметить, что при хранении зерна без доступа воздуха уменьшение натуры прогрессирует в меньшей мере, чем в образцах, хранившихся в аэробных условиях. Уменьшение натуры объясняется потерей сухого вещества за счет дыхания. Эти потери при хранении зерна без доступа воздуха несколько меньше. Так, при влажности зерна 13% уменьшение натуры минимальное в обоих случаях и составляет 10 г/л через 18 месяцев хранения. При увеличении влажности до 16,5% натура зерна, хранившегося

Таблица 2

Результаты исследований по изменению количества и качества клейковины

Вид дыхания	Количество клейковины, %				Качество клейковины, ед. ИДК			
	Срок хранения, месяцы				Срок хранения, месяцы			
	конт- роль	6	12	18	конт- роль	6	12	18
аэробное	25,0	26,4	26,4	24,8	84(2гр)	84(2гр)	82(2гр)	55(1гр)
анаэробное	25,0	26,5	26,0	25,8	84(2гр)^	75(1гр)	75(1гр)	65(1гр)
аэробное	25,0	26,7	26,6	24,7	84(2гр)	85(2гр)	70(1гр)	50(1гр)
анаэробное	25,0	26,9	26,4	25,8	84(2гр)	75(1гр)	70(1гр)	50(1гр)
аэробное	25,0	26,6	24,5	24,2	84(2гр)	75(1гр)	60(1гр)	45(1гр)
анаэробное	25,0	26,7	25,2	24,8	84(2гр)	70(1гр)	50(1гр)	45(1гр)

Таблица 3

Результаты исследований по изменению массы 1000 зерен

Вид дыхания	Масса 1000 зерен, г			
	контроль	6 месяцев	12 месяцев	18 месяцев
аэробное	36,6	36,3	36,2	35,9
анаэробное	36,6	36,6	36,6	36,5
аэробное	36,6	36,2	36,0	35,4
анаэробное	36,6	36,7	36,5	36,4
аэробное	36,6	36,0	35,5	35,0
анаэробное	36,6	36,2	36,0	35,8

Таблица 4

Результаты исследований по изменению всхожести и энергии прорастания

Вид дыхания	Всхожесть, %				Энергия прорастания, %			
	начало опыта	6 мес	12 мес	18 мес	начало опыта	6 мес	12 мес	18 мес
аэробное	78	86	90	83	68	73	78	73
анаэробное	78	86	90	77	68	76	79	61
аэробное	78	87	73	11	68	64	49	5
анаэробное	78	68	65	8	68	62	52	3
аэробное	78	83	44	1	68	67	33	0
анаэробное	78	76	40	0	68	66	29	0

ся при аэробных условиях, снизилась с 770 до 750 г/л, а при анаэробных – с 770 до 760 г/л. У зерна пшеницы влажностью 18% при аэробных условиях хранения натура уменьшилась с 770 до 748 г/л, а при анаэробных с 770 до 750 г/л.

В таблице 2 приведены данные по изменению клейковины в процессе хранения. В процессе хранения через 6 месяцев наблюдается увеличение клейковины во всех опытах за счет завершения послеуборочного дозревания, при котором протекают синтетические процессы по накоплению белка. После 12 месяцев хранения при влажности зерна 13,0 и 16,5% количество клейковины остается на уровне 26,0-26,6%, то есть практически не изменяется. При влажности зерна 18,0% после 12 месяцев хранения наблюдается уменьшение количества клейковины до 24,5% при хранении с доступом воздуха и до 25,2% при хранении без доступа воздуха.

После 18 месяцев хранения наблю-

дается значительное снижение количества клейковины. При влажности зерна 13,0 и 16,5% содержание клейковины уменьшилось до 24,7-24,0% при хранении с доступом воздуха и до 25,8% при хранении в анаэробных условиях. При влажности зерна 18,0% снижение количества клейковины в процессе 18-месячного хранения в аэробных условиях достигло 24,2%, а при анаэробных – 24,8%. Анализ приведенных данных позволяет сделать вывод, что хранение зерна пшеницы без доступа воздуха позволяет уменьшить снижение количества клейковины.

В процессе хранения качество клейковины значительно изменяется. Во всех случаях наблюдается укрепление клейковины, что является положительным фактором для исследуемого зерна. При хранении зерна клейковина из 2-ой группы (слабая) перешла в 1-ю группу качества. При аэробном дыхании клейковина перешла в 1-ю группу

Изменение ЧП и ВПС при хранении зерна

Вид дыхания	Число падения, с		Водопоглотительная способность, %	
	контроль	18 месяцев	контроль	18 месяцев
аэробное	240	240	64	62
анаэробное	240	240	64	64
аэробное	240	271	64	52
анаэробное	240	323	64	58
аэробное	240	254	64	50
анаэробное	240	272	64	54

качества после 12 месяцев хранения зерна влажностью 13%, при влажности 16,5% – после 6 месяцев, а при влажности 18% – до 6 месяцев хранения.

В таблице 3 приведены данные по изменению в процессе хранения массы 1000 зерен.

Масса 1000 зерен в процессе 18-месячного хранения при аэробных условиях снизилась с 36,6 до 35,9 грамма при влажности 13%.

С увеличением влажности снижение массы 1000 зерен прогрессирует. Так, при $W=16,5\%$ этот показатель снизился с 36,6 до 35,4 грамма, а при $W=18\%$ – до 35,0 грамма. При хранении в анаэробных условиях также наблюдается снижение массы 1000 зерен, но в меньшей мере. Так, при $W=13,0\%$ масса 1000 зерен достигла 36,5 грамма, при $W=16,5\%$ – 36,4 г, при $W=18\%$ – 35,8 грамма. Отсюда можно сделать вывод, что при анаэробном дыхании потери сухого вещества меньше, чем при аэробном.

В таблице 4 приведены данные по изменению всхожести и энергии прорастания зерна пшеницы.

На время закладки опытов всхожесть зерна пшеницы составила 78%, а энергия прорастания 68%. При влажности зерна 13% при хранении до 12 месяцев наблюдается увеличение всхожести и энергии прорастания в обоих опытах. Эти данные согласуются с увеличением в этих образцах не только всхожести, но и количества клейковины за счет послеуборочного дозревания (табл.2). Длительность послеуборочного дозревания

объясняется низкой температурой хранящегося зерна.

При влажности зерна пшеницы 16,5 и 18% при хранении в аэробных условиях увеличение всхожести и энергии прорастания наблюдается до 6 месяцев хранения, затем идет резкое снижение этих показателей за счет гидролитических процессов. При этих же значениях влажности, но при хранении зерна без доступа воздуха снижение всхожести и энергии прорастания наблюдается до 6 месяцев хранения, а через 18 месяцев зерно полностью теряет всхожесть при влажности 18% в обоих вариантах.

Нами проведены исследования по изменению в процессе хранения таких показателей качества, как водопоглотительная способность муки (ВПС) и число падения (ЧП). В таблице 5 приведены результаты исследований по изменению показателей ЧП и ВПС в образцах после 18 месяцев хранения зерна. Число падения, как показатель амилитической активности, за 18-месячный срок хранения при влажности зерна 13% не изменилось. При $W=16,5$ и 18% наблюдается увеличение ЧП особенно в образцах зерна, хранившихся без доступа воздуха. Так, при $W=16,5\%$ ЧП возросло с 240 до 272с при хранении с доступом воздуха и до 323с при хранении без доступа воздуха. При $W=18\%$ ЧП возросло до 254с при доступе воздуха и до 272с при хранении без доступа воздуха.

В процессе хранения зерна (18 мес.) наблюдается ухудшение водопоглотительной способности муки. Это ухудшение прогрессирует по мере увеличения влажности

Показатели качества хлеба

Показатели	Начало опыта	При влажности зерна 13,0% и сроке хранения 18 месяцев		При влажности зерна 16,5% и сроке хранения 18 месяцев		При влажности зерна 18,0% и сроке хранения 18 месяцев	
		аэробное	анаэробное	аэробное	анаэробное	аэробное	анаэробное
Выход хлеба, %	156	152	154	144	150	143	147
Объемный выход хлеба, %	330	330	330	315	325	300	320
Поверхность корки, балл	3	3	3	1	3	1	2
Форма корки, балл	4	4	4	3	4	3	3
Цвет корки, балл	5	5	5	4	4	4	4
Цвет мякиша, балл	3	3	3	2	3	2	3
Пористость, балл	4	4	4	4	4	4	4
Эластичность, балл	3	3	3	2	3	2	3
Вкус, балл	4	4	4	2	3	1	3
Общая оценка, балл	3,8	3,8	3,8	2,8	3,6	2,6	3,3

зерна. Так, при $W=13\%$ ВПС снизилось с 64 до 62% при хранении с доступом воздуха, при $W=16,5\%$ ВПС=52%, а при $W=18\%$ ВПС=50%. При хранении зерна без доступа воздуха снижение ВПС также наблюдается, но в меньшей мере. При $W=13\%$ ВПС осталось на уровне контрольного образца, при $W=16,5\%$ ВПС упала с 64 до 58%, а при $W=18\%$ – с 64 до 54%.

Отсюда можно заключить, что хранение зерна без доступа воздуха сопровождается меньшим снижением ВПС по сравнению с хранением зерна в аэробных условиях.

Наши исследования были завершены определением качества хлеба. Эти данные приведены в таблице 6.

Объемный выход хлеба практически не изменился при $W=13\%$ независимо от сроков хранения (330 см^3). При увеличении влажности зерна до 16,5% объемный выход хлеба снизился до 315 см^3 при аэробном дыхании и до 325 см^3 при анаэробном. При влажности зерна 18% этот показатель упал

до 300 см^3 при аэробном дыхании и до 320 см^3 при анаэробном.

Органолептическая оценка выпеченного хлеба показывает, что при влажности зерна 13% при обоих вариантах хранения зерна она практически не изменилась. При увеличении влажности зерна качество хлеба снижается, причем это снижение протекает интенсивнее при хранении зерна в аэробных условиях.

Так, общая оценка качества хлеба при влажности зерна 16,5% снизилась с 3,8 до 2,8 балла при аэробных условиях и до 3,8 балла при анаэробных. При влажности зерна 18% качество хлеба снизилось до 2,5 балла в первом варианте и до 3,3 балла во втором.

Из этих данных следует вывод, что хранение зерна влажностью до 18% без доступа воздуха предпочтительнее, чем при обычном хранении. При хранении ежедневно измеряли температуру атмосферного воздуха и зерна.

Зерно хранилось при отрицательной

температуре 9 месяцев и столько же при положительной температуре. Причем только 3 месяца зерно хранилось при температуре выше +15°C, в том числе 2 месяца – при температуре выше 20°C.

Если учесть, что в начале исследований зерно было заложено на хранение при температуре +4°C, то условия для хранения были очень хорошими. В реальных условиях, когда зерно после уборки имеет температуру более 20°C, зерно влажностью 18% при хранении в аэробных условиях было бы испорчено через 1,5-2 месяца хранения.

По результатам исследований можно сделать вывод, что зерно пшеницы влажностью 18% можно хранить без доступа воз-

духа в течение 18 месяцев с минимальными потерями и с незначительным ухудшением технологических достоинств.

Библиографический список

1. Дулов, М.И. Лабораторный практикум по технологии хранения продукции растениеводства: учебное пособие / М.И. Дулов, А.П. Журавлев, Л.А. Журавлева – Самара, 2007.– 274 с.

2. Романов, А.С. Экспертиза хлеба и хлебобулочных изделий. Качество и безопасность: учебно-справочное пособие для ВУЗов /А.С. Романов, Л.Н. Шатинюк; под общей ред. В.М. Поздняковского.–Новосибирск: Сиб. Унив. изд-во, 2005. – 278 с.

УДК 633.2: 631.582

ПРОДУКТИВНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР В СЕВООБОРОТЕ

Зудилин Сергей Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой «Земледелие, почвоведение, агрохимия и земельный кадастр»

ФГБОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия»

446442, Самарская область, г. Кинель, пгт. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2. Тел.: 8(84663) 46-1-46

e-mail: zudilin_sn@mail.ru

Ключевые слова: *Кормовой севооборот, урожайность, коэффициент варьирования урожайности, устойчивость урожайности.*

Приводятся данные урожайности сельскохозяйственных культур в кормовом севообороте за 1994-2004 годы исследований при внесении расчётных доз минеральных удобрений. Доказано возрастание устойчивости урожайности изучаемых культур к погодным условиям при улучшении режима питания растений.

В настоящее время совершенствование кормопроизводства должно решаться не только с целью повышения продуктивности культур и качества кормов, но и максимального использования биологического и почвозащитного потенциала кормовых культур в системах земледелия, а также оптимизации и повышения устойчивости агроландшафтов. Решение проблем интенсификации полевого кормопроизводства, стабилизации производства кормов, повышения их качества должно основываться на оп-

тимальном использовании биологических факторов, включая адаптивный потенциал растительных ресурсов в сочетании с экономически целесообразными объёмами применения материально-технических средств. Одним из основных направлений практической реализации стратегии интенсификации полевого кормопроизводства является совершенствование структуры посевных площадей кормовых и зернофуражных культур, рациональное их размещение в системе севооборотов.