

УДК 664.66.016  
https://doi.org/10.47612/2073-4794-2022-15-4(58)-52-61

Поступила в редакцию 04.11.2022  
Received 04.11.2022

**З. В. Ловкис, С. И. Корзан, Д. А. Зайченко**

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук  
Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь*

### **ХРАНЕНИЕ ХЛЕБА В РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ УПАКОВКИ И ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ**

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследований по обеспечению сохранности хлеба, в различных видах упаковки хранящегося в регулируемых условиях лабораторного стенда. Установлено, что усушка хлеба зависит как от применения разных видов упаковки, так и условий хранения. Отдельные виды упаковки позволили сохранить свойства хлеба на протяжении установленного срока хранения: образец №3 (биаксиально-ориентированная полипропиленовая пленка), образец №4 (целлофановая пленка), образец №8 (фольга). Образцы: №5 (целлюлозная пищевая бумага), №6 (пергамент), №7 (подпергамент), №12 (био-разлагаемая компостируемая пленка на основе PLA (изготовитель Green Tree Group Sp. z o.o.) OK compost INDUSTRIAL) не обеспечили сохранность хлеба в контролируемые сроки.

**Ключевые слова:** хлеб, упаковка, условия хранения, температура, влажность, лабораторный стенд, усушка, зависимости.

**Z. V. Lovkis, S. I. Korzan, D. A. Zaichenko**

*RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,  
Minsk, Republic of Belarus*

### **STORING BREAD IN DIFFERENT TYPES OF PACKAGING AND TEMPERATURE CONDITIONS**

**Abstract.** The article presents the results of research on ensuring the safety of bread in various types of packaging stored in a laboratory bench under controlled conditions. It was found that bread shrinkage depends on both the use of different types of packaging and storage conditions. Certain types of packaging made it possible to preserve the properties of bread during the established shelf life: sample no. 3 (biaxially oriented polypropylene film), sample no. 4 (cellophane film), sample no. 8 (foil). Samples: no. 5 (cellulose edible paper), no. 6 (parchment), no. 7 (subparchment), no. 12 (biodegradable compostable film based on PLA (manufactured by Green Tree Group Sp. z o.o.) OK compost INDUSTRIAL) did not ensure the safety of bread in controlled terms.

**Key words:** bread, packaging, storage conditions, temperature, humidity, laboratory bench, shrinkage, dependencies.

**Введение.** Одна из главных задач хлебопекарной промышленности — получение высококачественных хлебобулочных изделий. В процессе хранения хлебобулочных изделий наблюдается снижение их качественных характеристик, что обусловлено потерей вкуса и аромата, присущим свежим изделиям, изменением твердости и повышением крошковатости мякиша. В связи с этим установление оптимальных сроков хранения является одной из важных задач, позволяющих гарантировать поступление до потребителей качественной продукции, отвечающей требованиям технических нормативных правовых актов [1].

Вопрос о сохранении качества хлеба в процессе транспортировки и хранения и продления сроков хранения исследуется отечественными и зарубежными учеными. Отмечено, что хлеб является одним из наиболее потребляемых пищевых продуктов в мире и одним из самых утилизируемых продуктов из-за его короткого срока хранения и подверженности порче плесенью [2, 3].

В процессе хранения хлебобулочных изделий происходит ряд изменений их свойств, приводящих к ухудшению качества, внешнего вида и часто к полной потере их ценности как

пищевых продуктов. Под действием окружающей среды происходит черствение, плесневение продуктов, усыхание или увлажнение, прогоркание жира и другие процессы, влияющие на вкусовые и пищевые качества продуктов. В зависимости от влажности и температуры окружающей среды, действия солнечной радиации и ряда других факторов в процессе хранения пищевых продуктов происходят те или иные изменения [4 — 6].

Большое значение имеет влажность воздуха, окружающего пищевой продукт. В зависимости от вида продукта и его гигроскопичности необходимо обеспечить условия их хранения. В условиях повышенной относительной влажности происходит увлажнение продукта, консистенция и вкус изделий ухудшаются, они подвергаются действию микроорганизмов. Если же относительная влажность окружающей среды в процессе хранения изделий меньше, чем их гигроскопическая влажность, продукты черствеют [5, 7]. Известно, что крошковатость и черствение приводит к потере качества хлебобулочных изделий, к появлению более твердой текстуры [8–11].

Изменение свежести хлеба при хранении является результатом сложных физико-химических, коллоидных и биохимических процессов — изменений в углеводах и белках (черствение) и потеря влаги (усыхание). Выявлением механизма этих процессов занимаются многие исследователи [12].

Производители продуктов питания в условиях жесткой конкуренции стремятся обеспечить их качество до момента их потребления и удовлетворения физиологических потребностей человека. Упаковка продукта одна из составляющих качества так как она обеспечивает сохранность продукта и его потребительских свойств.

Цель исследований — установить рациональные режимы хранения хлеба, хранящегося в регулируемых условиях и различных видах упаковки.

**Объекты и методы исследований.** Объектом исследований являлся хлеб светлый «Водар», закупленный в торговой сети.

Испытания хлеба в различных видах упаковок осуществлялись на лабораторном стенде с контролируемыми условиями [13]. Лабораторный стенд (рис. 1) представляет собой камеру, состоящую из двух секций (морозильной 1 и холодильной 2), со стандартным набором оборудования: компрессор, конденсатор, дроссель, испарители. В секциях 1 и 2 установлены решетки 3 для укладки образцов, а также контрольно-измерительные приборы и оборудование. Морозильная и холодильная секции герметично закрываются дверцами 4 и 5.

В состав контрольно-измерительных приборов входят: термометры 6 и 7, датчик температуры 8, датчик температуры и влажности 9, термогигрометр 10, система измерения и записи данных, состоящая из преобразователя относительной влажности и температуры ПВТ100-Н4.2.И 11, измерителя двухканального ТРМ200-Щ1, модуля сбора данных МСД-200.

Дополнительно холодильная секция 2 оборудована УФ-лампами 12, вентилятором 13, ТЭНом воздушным 14, увлажнителем 15, перегородкой 16, а также патрубком 17 с вентилем для подачи различных газовых сред в камеру.

Для герметизации камеры лабораторный стенд оборудован уплотнителем 18.

При работе лабораторного стенда в секции 2 может образовываться избыточное давление. Для этого в стенде предусмотрена вентиляционный трубопровод 19 соединяющий секцию 2 с окружающей средой. Вентиляционный трубопровод 19 снабжен задвижкой 20.

Лабораторный стенд дополнительно оборудован системой, позволяющей измерять и регистрировать температуру и влажность с возможностью записи данных, и дальнейшего анализа их на ПК.

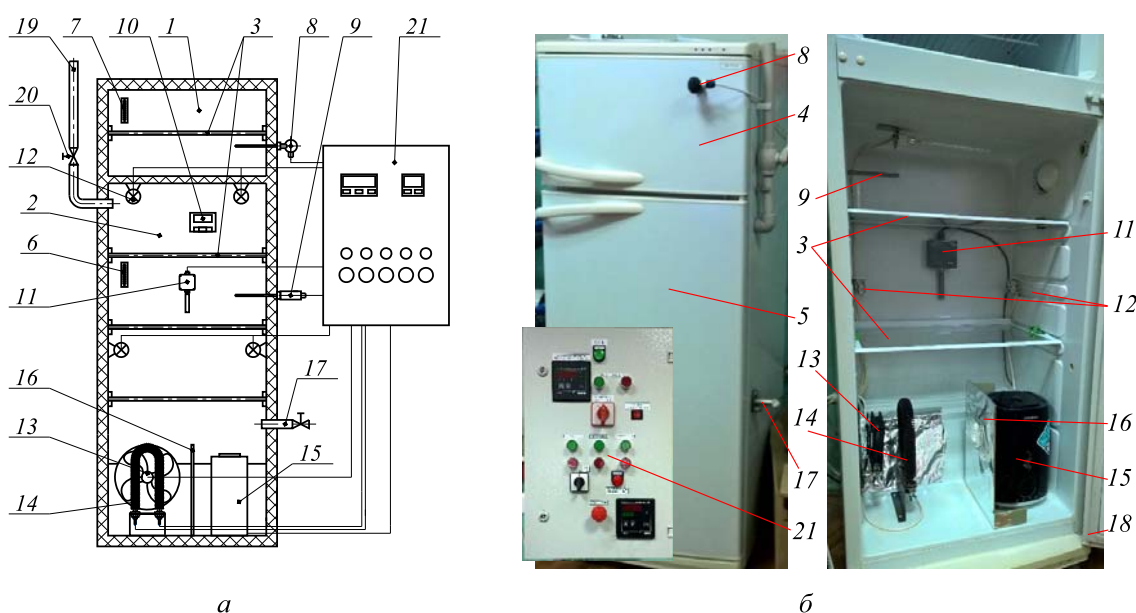
Управление работой лабораторного стенда осуществляется с пульта управления 21, согласно выбранному режиму работы.

Пульт управления позволяет осуществлять работу лабораторного стенда в режимах: нагревания, охлаждения, увлажнения, УФ-излучения и их комбинации. Пульт управления снабжен защитным устройством, исключающее возможность одновременную работу режимов «нагревание» и «охлаждение». Данное защитное устройство выполняет дополнительно функцию переключателя режимов: автоматическая работа установки.

При включении режима «УФ-излучение» на пульте управления загорается сигнализирующая лампочка «НЕ ОТКРЫВАТЬ! УФ-ИЗЛУЧЕНИЕ».

Измерение и контроль температуры и влажности осуществляется отдельно в зависимости от секций: морозильной или холодильной при переключении пакетного переключателя на пульте управления в соответствующее положение: «холод.» или «мороз.».

Для экстренной остановки работы лабораторного стенда и отключения питающего напряжения на пульте управления предусмотрена кнопка «АВАРИЙНЫЙ СТОП».



1 — морозильная секция; 2 — холодильная секция; 3 — решетка; 4, 5 — дверца; 6, 7 — термометр; 8 — датчик температуры; 9, 11 — датчик температуры и влажности; 10 — термогигрометр; 12 — УФ-лампа; 13 — вентилятор; 14 — ТЭН воздушный; 15 — увлажнитель; 16 — перегородка; 17 — патрубок; 18 — уплотнитель; 19 — вентиляционный трубопровод; 20 — задвижка; 21 — пульт управления

Рис. 1. Схема (а) и общий вид (б) лабораторного стенда  
 Fig. 1. Scheme (a) and general view (б) of the laboratory stand

Запись данных температуры и влажности осуществляется путем считывания измерителем ТРМ-200 11 сигналов с преобразователя относительной влажности и температуры ПВТ-100 и последующей передачи через интерфейс RS-485 на модуль сбора данных МСД-200, где производится опрос и архивирование параметров на SD-карту.

Осуществление процесса хранения пищевых продуктов в различных упаковках осуществлялось по предварительно установленным условиям хранения в соответствии с ГОСТ и ТУ на пищевые продукты, и другой научно-технической литературы [14]. Затем условия варьировались в сторону уменьшения (увеличения) параметров условий хранения относительно установленных условий в ГОСТ и ТУ.

Для оптимизации процесса хранения пищевых продуктов в различных видах упаковки при контролируемых условиях, нами каждому виду упаковки присваивался свой номер образца, согласно табл. 1.

Общий вид образцов упаковочных материалов приведен на рис. 2.

Образцы хлеба, в упаковочном материале (табл. 1) хранили при температурах  $30 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $22 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$  и  $-18 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$  продолжительностью 96 ч, 144 ч и 432 ч, соответственно. Образцы хлеба хранящиеся при  $30 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$  и  $-18 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ , дополнительно выдерживали 0,5 ч и 1 ч, соответственно, после извлечения их из регулируемых условий хранения.

Экспериментально установлено, что при температуре  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  и выше хлеб практически не черствеет. Снижение температуры хранения с  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  до  $-2...0 \text{ }^\circ\text{C}$  увеличивает скорость черствения хлеба до максимума, а дальнейшее снижение до  $-20...-30 \text{ }^\circ\text{C}$  е еще более низкой температуры также практически приостанавливает процесс черствения [15].

Сохранение свежести в нашем случае оценивалось по усыханию изделия. Для этого хлеб нарезался на куски и распределялся по упаковкам с присвоенным номером образца, согласно табл. 1. Упаковку образцов хлеба осуществляли на ручном импульсном запайщике PFS-400. Образцы хлеба взвешивали на электронных весах Scout Pro SPS 202F без упаковки и с упаковкой до и после истечения установленных промежутков времени хранения. Далее определяли усушку хлеба.

Усушкой называется процесс уменьшения массы хлеба в процессе хранения за счет испарения влаги с поверхности корки в окружающую среду. Она выражается в процентах, которые показывают, на какую часть уменьшилась при хранении масса хлеба [16]:

$$G = \frac{m_n - m_k}{m_n} \cdot 100, (1)$$

где  $m_n$  — массы хлеба до эксперимента, кг;  $m_k$  — масса хлеба после эксперимента, кг.

Таблица 1. Сведения об упаковочных материалах  
Table 1. Packaging Material Information

№ образца	Сведения об упаковочном материале
1	Упаковочная пленка из полиэтилена низкого давления (ПНД)
2	Упаковочная пленка для заморозки из ПНД
3	Биаксиально-ориентированная полипропиленовая пленка (БОПП)
4	Целлофановая пленка
5	Целлюлозная пищевая бумага
6	Пергамент
7	Подпергамент
8	Фольга
9	Опытный образец биоразлагаемой пленки на основе полимолочной кислоты (PLA)
10	Биоразлагаемая компостируемая пленка на основе PLA (изготовитель REACH INTERNATIONAL GROUP Sp. z o.o.) OK compost HOME
11	Биоразлагаемая компостируемая пленка на основе PLA (изготовитель Green Tree Group Sp. z o.o.) OK compost HOME
12	Биоразлагаемая компостируемая пленка на основе PLA (изготовитель Green Tree Group Sp. z o.o.) OK compost INDUSTRIAL
13	Биоразлагаемая компостируемая пленка на основе PLA (изготовитель группа компаний KINGLET) OK compost INDUSTRIAL
14	Без упаковки



Рис. 2. Общий вид образцов упаковочных материалов  
Fig. 2. General view of samples of packaging materials

При проведении экспериментальных исследований использовались современные измерительные приборы и оборудование. Основные параметры используемых измерительных приборов и оборудования представлены в табл. 2.

При проведении экспериментальных исследований полученные численные значения, могут быть расположены в пределах возможной ошибки опыта, а полученные закономерности — неточными, поэтому необходима оценка погрешности и достоверности опыта.

Достоверность опыта зависит от погрешности и количества измерений, поэтому для установления достоверности опытных данных было принято минимальное число повторений — 3.

Таблица 2. Параметры приборов и оборудования  
Table 2. Instrument and equipment parameters

Тип прибора	Марка	Предел измерения		Погрешность прибора
		нижний	верхний	
Часы	CASIO WR 50M	0 ч 0 мин	11 ч 59 мин	0,67 с/сут
Термометр	CHECK-TEMP	-50 °С	+150 °С	± 0,3 °С
Термопреобразователь со-противления	ДТС105-50М.В3.200	-50 °С	+150 °С	± (0,3 + + 0,005· T ) <sup>1</sup>
Преобразователь влажности и температуры	ДВ2ТТ20-ГМ-4Т-1П N 7242	0 °С 0 %	+150 °С 98 %	± 0,5 °С ± 2 %
Преобразователь относ. влажности и температуры	ПВТ100-Н4.2.И	-40 °С 0 %	+80 °С 100 %	± 0,5 °С ± 3 %
Измеритель двухканальный	ТРМ200-Щ1	-200 °С	+2500 °С	± 0,25 %
Измеритель-регулятор микропроцессорный	2ТРМ1	-200 °С	+200 °С	± 0,25 %
Модуль сбора данных	МСД-200	0	32 Гб <sup>2</sup>	± 1 %
Термогигрометр компактный	REXANT	-10 °С 20 %	+50 °С 90 %	± 0,5 °С ± 2,5 %
Весы электронные	Scout Pro SPS 202F	0	200 г	± 2 %
Запайщик импульсный	PFS-400	0,1 мм <sup>3</sup> 1 мм <sup>4</sup>	0,6 мм <sup>3</sup> 3 мм <sup>4</sup>	—

1. T — абсолютное значение температуры, °С;  
2. Объем карты памяти модуля сбора данных;  
3. Минимальная и максимальная толщина свариваемых пакетов, соответственно;  
4. Минимальная и максимальная толщина свариваемого шва, соответственно.

**Результаты и их обсуждение.** Свежесть хлеба является одним из основных показателей его качества. При хранении хлеба наблюдается снижение его качества, связанное с процессом черствения и усыхания. Хлеб теряет мягкость, повышается крошковатость мякиша и снижается эластичность, теряются вкус и аромат, присущие свежему изделию, т.е. теряются потребительские и вкусовые свойства; корка теряет блеск и хрупкость, слои мякиша, находящиеся под коркой, становятся сухими, жесткими, их влажность приближается к равновесной. По мере хранения глубина этого слоя увеличивается. Высохший мякиш вместе с коркой образует жесткую оболочку, в результате чего повышается твердость изделий.

Фотографии образцов хлеба светлого «Водар» хранимого при температуре  $-18 \pm 3$  °С приведены на рис. 3.

В результате проведенных исследований, получены графические зависимости изменения усушки хлеба от времени и условий хранения.

На рис. 4–6 приведены зависимости изменения усушки хлеба от времени хранения при температурах  $30 \pm 1$  °С,  $22 \pm 1$  °С и  $-18 \pm 3$  °С, соответственно.

Для более удобного сравнительного представления, полученные зависимости усушки хлеба с учетом выбора упаковочного материала приведены в виде, согласно рис. 7. Границы температурных условий обозначены на одном из приведенных графиков.

Анализируя полученные зависимости усушки хлеба светлого «Водар», можно сделать вывод, что сохранить свежесть хлеба сложная задача. Усушка хлеба различна при использовании разных видов упаковки и условий хранения. Ряд образцов упаковки позволил сохранить свежесть хлеба на протяжении установленного срока хранения: образец №3 (биаксиально-ориентированная полипропиленовая пленка), образец №4 (целлофановая пленка), образец №8 (фольга). Образцы: №5 (целлюлозная пищевая бумага), №6 (пергамент), №7 (подпергамент), №12 (биоразлагаемая компостируемая пленка на основе PLA (изготовитель Green Tree Group Sp. z o.o.) OK compost INDUSTRIAL) хуже всего справились с поставленной задачей.

В ходе проведения экспериментальных исследований по изучению сохранности хлеба, контролировались органолептические показатели. Оценивались следующие показатели: внешний вид, форма и поверхность, цвет и пористость мякиша, запах и вкус. Полученные данные дополняют результаты исследований, приведенные другими авторами [17–19].

Окончание табл. 1



Рис. 3. Образцы хлеба в различных видах упаковки хранящегося при  $-18 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$   
 Fig. 3. Samples of bread in various types of packaging stored at  $-18 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$

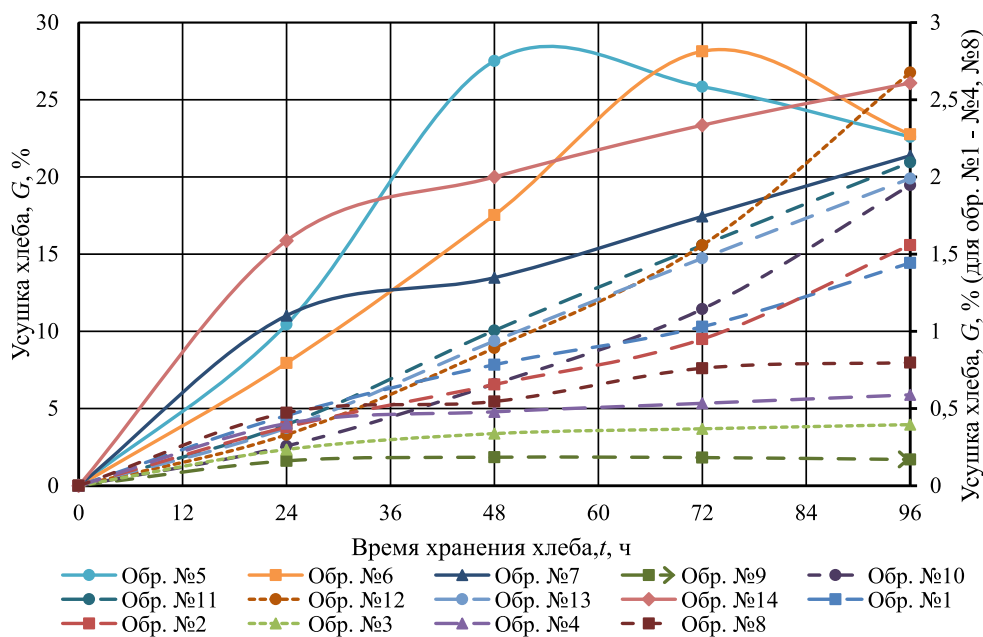


Рис. 4. Усушка хлеба при  $T = 30 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$  и  $W = 70-75 \%$   
 Fig. 4. Drying of bread at  $T = 30 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$  and  $W = 70-75 \%$

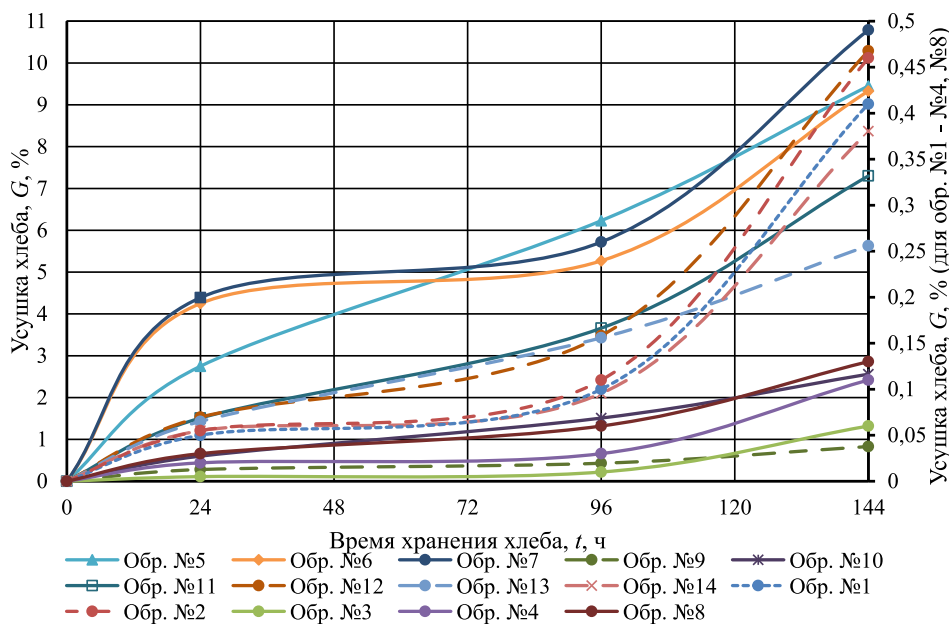


Рис. 5. Усушка хлеба при  $T = 22 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$  и  $W = 70\text{--}75 \%$   
 Fig. 5. Drying of bread at  $T = 22 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$  and  $W = 70\text{--}75 \%$

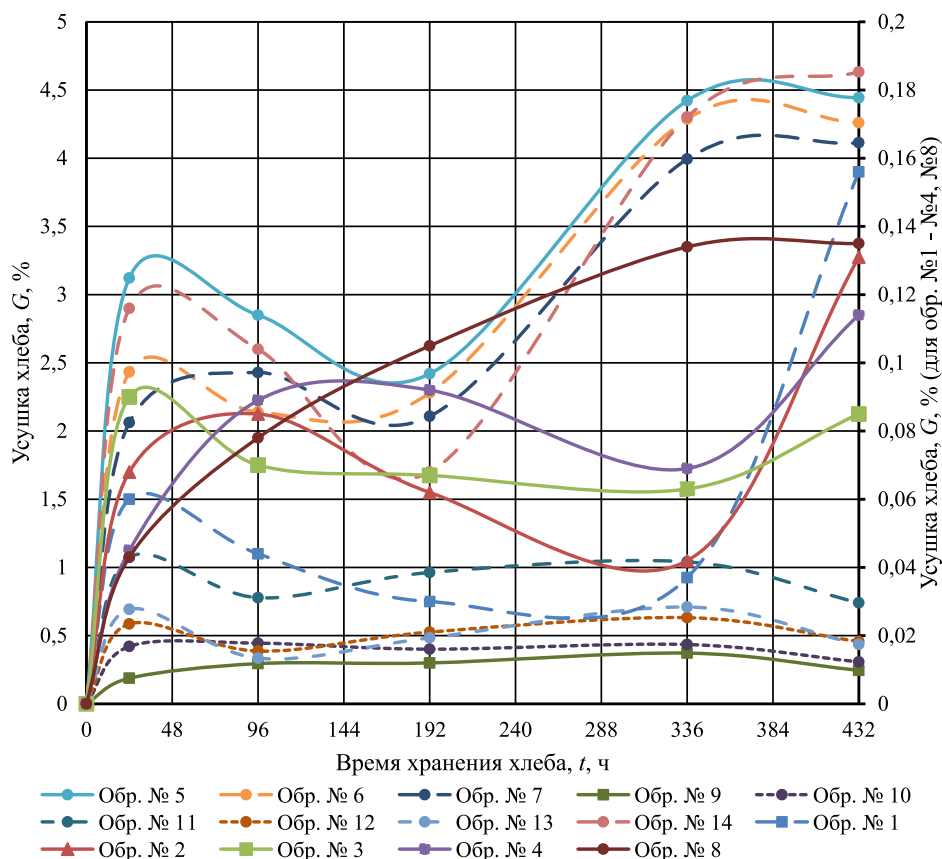


Рис. 6. Усушка хлеба при  $T = -18 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$   
 Fig. 6. Drying of bread at  $T = -18 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$

По результатам анализа рис. 4–7 и оценке органолептических показателей (в статье не приведены) установлены предварительные режимы хранения хлеба в испытываемых упаковках (табл. 3).

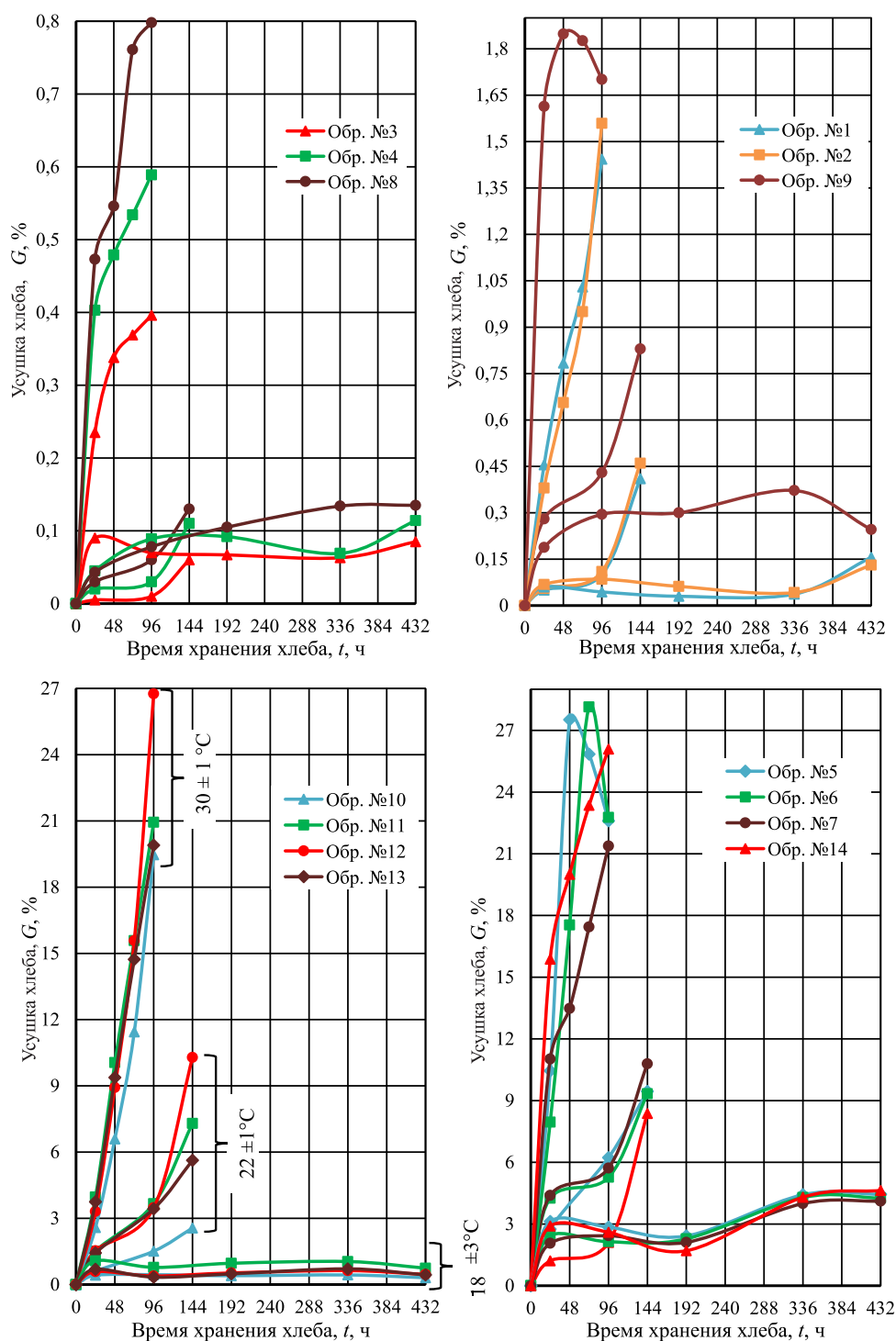


Рис. 7. Усушка хлеба Fig. 7. Drying of bread

**Заключение.** По результатам исследований, установлено:

При температуре  $30 \pm 1$  °C и относительной влажности 75 % образцы хлеба светлого «Водар», сохранили свое качество в образцах упаковки: № 1 — № 4, № 8 и № 9. Образцы упаковок: № 5 — № 7 и № 10 — № 13, для хранения хлеба при температуре  $30 \pm 1$  °C и относительной влажности 75 % использовать не рекомендуется, т.к. хлеб в образцах № 5 — № 7 значительно усыхает. Исследования показали, что спустя сутки хлеб, упакованный в образцы упаковок № 10 — № 13 теряет качество, обладает сладким привкусом и специфическим карамельным запахом (запах жареной кукурузы).



Таблица 3. Результаты хранения хлеба светлого «Водар»  
Table 3. Results of storage of light bread «Vodar»

№ образца	Условия хранения		
	30±1 °С	22±1 °С	-18±3 °С
1	24 ч	96 ч	432 ч соответствует изучаемому периоду хранения
2	24 ч	96 ч	
3	24 ч	96 ч	
4	24 ч	96 ч	
5	не рекомендуется	24 ч	192 ч
6	не рекомендуется	24 ч	192 ч
7	не рекомендуется	24 ч	не рекомендуется
8	48 ч	144 ч	432 ч соответствует изучаемому периоду хранения
9	48 ч	96 ч	
10	не рекомендуется	не рекомендуется	336 ч
11	не рекомендуется	не рекомендуется	не рекомендуется
12	не рекомендуется	не рекомендуется	не рекомендуется
13	не рекомендуется	не рекомендуется	432 ч

2. При температуре 22±1 °С и относительной влажности 75 % образцы хлеба светлого «Водар», сохранили свое качество лучше всего в упаковках: №1 — №4, №8 и №9. Наилучшим среди них это образец №8 в фольге. Образцы упаковок: №5 — №7 и №10 — №13, для хранения хлеба при температуре 22±1 °С и относительной влажности 75 % использовать не рекомендуется, т.к. хлеб в образцах №5 — №7 сохраняет свое качество около 24 ч, дальнейшее хранение протекает с значительным усыханием изделия. Образцы №10 — №13 обладают свойственным специфическим карамельным запахом (запах жареной кукурузы), что на прямую влияет на качество хлеба. Исследования показали, что спустя сутки хлеб, упакованный в образцы упаковок №10 — №13, как и при температуре 30 ± 1 °С обладает горько-сладким привкусом.

3. При температуре -18±3 °С образцы хлеба светлого «Водар», сохранили свое качество на высоком уровне практически во всех образцах. Наилучшим среди них оказались образцы: №1, №4, №8 и №9. Образцы упаковок: №7, №11 и №12, для хранения хлеба при температуре -18±3 °С использовать не рекомендуется, т.к. хлеб в образце №7 приобретает специфический запах и привкус прогорклого масла. Хлеб, упакованный в образцы №11 и №12 спустя 24 ч хранения, обладает специфическим привкусом, при дальнейшем хранении обладает ярко выраженным сладко-соленым привкусом.

#### Список использованных источников

1. Установление сроков годности сдобных булочных изделий из дрожжевого теста / М. М. Петухов [и др.] // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2020. — Т. 13, №2(48). — С. 21–26.
2. Antifungal effect of bioprocessed surplus bread as ingredient for bread-making: Identification of active compounds and impact on shelf-life [Electronic resource] / L. Nionelli [i dr.] // Food Control. — 2020. — Vol. 118:107437. — Mode of access: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0956713520303534?token=EC36DAF97883A470774DDB260C3CAABB88A4B52DFA267746CDA2D4E29B126ABF401F3BDDFC209180C234FB22E633EDDA&originRegion=eu-west-1&originCreation=20211222084859>. — Date of access: 03.01.2022.
3. Сравнительный анализ качества хлебобулочных изделий в процессе хранения / Е. В. Бастрон [и др.] // Качество и безопасность пищевых продуктов. — 2021. — №3(68). — С. 92–98.
4. Степаненко, А. Б. Дизайн упаковки как диалог с потребителем / А. Б. Степаненко // Пекар и кондитер. — 2021. — №4(34). — С. 36–40.
5. Гуль, В. Е. Пленочные полимерные материалы для упаковки пищевых продуктов / В. Е. Гуль, О. Н. Беляцкая. — М.: Пищевая промышленность, 1968. — 280 с.
6. Исследование качества булочных изделий в процессе хранения / З. В. Василенко [и др.] // Вестн. Могилев. гос. ун-та продовольствия. — 2015. — №2(19). — С. 30–35.
7. Муравин, Я. Г. Применение полимерных и комбинированных материалов для упаковки пищевых продуктов / Я. Г. Муравин, М. Н. Толмачева, А. М. Додонов. — М.: Агропромиздат, 1985. — 205 с.
8. Никифорова, Т. А. Влияние гречневой муки на сохранение свежести хлеба / Т. А. Никифорова, И. А. Хон // Хлебопродукты. — 2017. — №6. — С. 38–39.

9. Investigating the potential of slow-retrograding starches to reduce staling in soft savory bread and sweet cake model systems [Electronic resource] / A. M.R. Hayes [i dr.] // Food Research International. 2020. — Vol. 138, Part A, December 2020, 109745. — Mode of access: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109745>. — Date of access: 03.01.2022.
10. Bioaccessibility and bioavailability of phenolic compounds in bread: a review / D. Angelino [i dr.] // Food and Function. — 2017. — Vol. 8(7). — P. 2368–2393.
11. Phenolic Compounds Isolated from Olive Oil as Nutraceutical Tools for the Prevention and Management of Cancer and Cardiovascular Diseases / P. Reboledo-Rodríguez [i dr.] // International Journal of Molecular Science. — 2018. — Vol. 19(8). — P. 1–21.
12. Горячева, А. Ф. Сохранение свежести хлеба / А. Ф. Горячева, Р. В. Кузьминский. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. — 240 с.
13. Корзан, С. И. Разработка лабораторного стенда для изучения сохранности пищевых продуктов в биоразлагаемой упаковке / С. И. Корзан, З. В. Ловкис // Аграрная наука — сельскохозяйственному производству Сибири, Казахстана, Монголии, Беларуси и Болгарии : сборник докладов XXIII Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 1 октября 2020 г. / Нац. акад. наук Беларуси [и др.] ; редкол.: П. П. Казакевич [и др.]. — Минск, 2020. — С. 377–378.
14. Корзан, С. И. Использование биоразлагаемых материалов в пищевой промышленности для упаковки пищевых продуктов / С. И. Корзан // Новые методы и технологии обращения с отходами. Органическая часть коммунальных отходов : сб. тр. / Институт жилищно-коммунального хозяйства НАН Беларуси; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. В. О. Китикова. — Минск, 2021. — С. 84–88.
15. Ауэрман, Л. Я. Технология хлебопекарного производства: учебник / Л. Я. Ауэрман ; под общ. ред. Л.И. Пучковой. — 9-е изд., перераб. и доп. — СПб: Профессия, 2005. — 416 с.
16. Соболева, Е. В. Основы технологии пищевых продуктов. Лабораторные работы: учеб.-метод. пособие / Е. В. Соболева, М. М. Данина. — СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. — 56 с.
17. Резниченко, И. Ю. Правильная этикетка — залог успешных продаж / И. Ю. Резниченко, О. Ю. Тихонова, И. Л. Сельская // Пищевая промышленность. — 2019. — №7. — С. 19–24.
18. Калинина, И. В. Исследование качества обогащенных видов хлеба в процессе хранения / И. В. Калинина, Н. В. Науменко, И. В. Фекличева // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. — 2015. — Т. 3, №1. — С. 36–44.
19. Влияние пророщенной спельты на качество хлеба белого в процессе хранения / З. Ш. Мингалеева [и др.] // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. — 2020. — №1(60). — С. 102–107.

#### Информация об авторах

*Ловкис Зенон Валентинович*, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, академик Национальной академии наук Беларуси, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: [Lovkis.zv@mail.ru](mailto:Lovkis.zv@mail.ru)

*Корзан Сергей Иванович*, кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела новых технологий и техники РУП «Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: [seroga.korzanmc@mail.ru](mailto:seroga.korzanmc@mail.ru)

*Зайченко Дмитрий Александрович*, кандидат технических наук, заместитель генерального директора по научной и инновационной работе РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: [info@belproduct.com](mailto:info@belproduct.com)

#### Information about authors

*Lovkis Zenon Valentinovich*, Honored Science Worker of the Republic of Belarus, Academician of the National Academy of Sciences of Belarus, Doctor of Engineering sciences, Professor, Chief Researcher of RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: [Lovkis.zv@mail.ru](mailto:Lovkis.zv@mail.ru)

*Korzan Sergey Ivanovich*, PhD (Engineering), Senior Researcher of the Department of New Technologies and Technology of RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: [seroga.korzanmc@mail.ru](mailto:seroga.korzanmc@mail.ru)

*Zaichenko Dmitry Alexandrovich*, PhD (Engineering), Deputy General Director for Scientific and Innovative Work of RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: [info@belproduct.com](mailto:info@belproduct.com)