

## РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБА И КОМБИКОРМОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОДУКТОВ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА ЗЕРНА РЖИ

Исследована возможность использования в технологии пшеничных, ржано-пшеничных и ржаных сортов хлеба продуктов ферментативного гидролиза углеводного комплекса зерна ржи, прошедшей предварительную экструзионную обработку. Разработаны проекты ТУ и ТИ на пшеничные, ржаные и ржано-пшеничные сорта хлеба с добавкой сахаросодержащего сиропа; технология ввода гидролизата или пасты при прессовании комбикормов для рыб.

Проблема продовольственной безопасности России была и остается актуальной, учитывая географическое расположение страны и сезонность воспроизводства основных пищевых и кормовых ресурсов.

Ведущее место в обеспечении населения продуктами питания занимает зерно. Это заставляет искать ресурсосберегающие технологии глубокой переработки зерновых культур, потенциал которых используется не в полной мере. Одной из таких культур является рожь. По сбору зерновых она занимает третье место, уступая пшенице и ячменю. Невостребованные ресурсы ржи в стране составляют 1,5-2 млн. т [1].

В связи с этим интерес представляет высокоэффективное комплексное термомеханическое и биохимическое воздействие на рожь с целью получения дешевых сахаросодержащих продуктов, используемых для пищевых производств и комбикормов.

На кафедре пищевых производств ОГУ разработана технология предобработки зерна ржи, позволяющая интенсифицировать процесс ферментативного гидролиза углеводного комплекса ржи препаратом Глюкаваморин Г 20 X [2].

Предварительная обработка зерна ржи заключается в следующем: рожь очищается от примесей и измельчается до крупности частиц не более 2 мм, затем увлажняется до 17-18% и подвергается экструдированию при температуре 120-140°С и давлении 9-10 МПа, полученный экструдат измельчается.

Установлено, что экструзия разрушает пектиновые оболочки крахмальных гранул, он становится более доступным воздействию ферментов. Данные вискозиметрического и амилографического анализов показали, что

крахмал экструдированной ржи менее клейстеризуется при его суспензировании, что облегчает диффузионное проникновение фермента внутрь мицеллярных структур, характеризующихся меньшей плотностью упаковки макромолекул.

Гидролизат можно использовать как готовый полуфабрикат для пищевых производств и комбикормов или разделять на сахаренный сироп и побочный продукт (пасту) [2, 3].

В связи с вышеизложенным целью работы явилось исследование возможности применения сахаросодержащего сиропа и пасты в производстве хлеба, а гидролизата и пасты – в производстве комбикормов для рыб, вырабатываемых влажным способом прессования.

Исследования проводили на примере пяти сортов хлеба: пшеничный «Гражданский», вырабатываемый из муки первого или второго сорта; ржано-пшеничный «Российский» и «Орловский»; ржаной «Московский». Расход сахаросодержащего сиропа определяли по содержанию сухих веществ, внося соответствующие корректировки в дозировку воды при замесе теста. Тесто готовили по традиционным технологиям, разделяли и выпекали. Качество хлеба оценивали по органолептическим и физико-химическим показателям.

По органолептическим показателям образцы хлеба, приготовленные с заменой патоки на сироп, соответствовали требованиям на данный вид изделий и практически не отличались от контрольных образцов.

Физико-химические показатели качества хлеба представлены в таблицах 1, 2.

Данные свидетельствуют о возможности замены патоки в рецептурах пшенично-

го, ржано-пшеничного и ржаного сортов хлеба на сахаросодержащий сироп.

Исследована также возможность использования пасты в качестве питательной среды для заквасок при приготовлении ржано-пшеничных и ржаного сортов хлеба. Выбран ржано-пшеничный хлеб «Российский». Образцы теста готовили на жидких заквасках. Пасту вносили в количестве 10, 20, 30 и 40% к массе закваски. Контролем служила закваска без внесения пасты. Процесс брожения контролировали по кислотности. Результаты исследования представлены на рисунке 1.

Установлено, что внесение пасты в количестве 10 и 20% интенсифицирует нарастание кислотности закваски соответственно на 9 и 14% по сравнению с контролем. При дальнейшем увеличении дозировок пасты в закваску наблюдалось снижение скорости кислотонакопления. Так, внесение пасты в количестве 30% интенсифицирует нарастание кислотности на 5%, а дозировка пасты 40% – несколько снижает скорость кислотонакопления закваски по сравнению с контролем. Снижение скорости кислотонакопления заквасок при повышенных дозировках пасты может быть связано с нарастанием осмотического давления, снижением количества свободной влаги, что не-

Таблица 1. Физико-химические показатели качества хлеба «Гражданский»

Показатели качества	Хлеб «Гражданский» из пшеничной муки			
	первого сорта		второго сорта	
	на патоке	на сиропе	на патоке	на сиропе
Массовая доля влаги, %	43,8	43,9	44,5	44,8
Пористость, %	68,0	72,3	65,4	66,7
Кислотность, град	3,0	3,3	4,0	4,2
Объемный выход, %	323	336	297	318
Весовой выход, %	135,9	136	136,2	136,1

Таблица 2. Физико-химические показатели качества ржано-пшеничных и ржаного сортов хлеба

Показатели качества	«Российский»		«Орловский»		«Московский»	
	на патоке	на сиропе	на патоке	на сиропе	на патоке	на сиропе
	Массовая доля влаги, %	47,5	48,0	47,7	47,9	48,4
Пористость, %	63,9	64,4	64,8	65,2	61,2	63,4
Кислотность, град	6,5	6,5	6,4	6,5	7,1	7,3
Объемный выход, %	280	294	270	284	253	261
Весовой выход, %	153,5	153,5	154,0	154,0	150,1	150,3

благоприятно сказывается на жизнедеятельности микрофлоры закваски.

На готовых заквасках с различным количеством пасты готовили тесто по рецептуре хлеба «Российский». Тесто с дозировкой пасты в закваске 10 и 20% созревало быстрее по сравнению с контролем. Скорость созревания теста с дозировкой пасты в закваску 30 и 40% существенно не отличалась от контрольного образца.

Качество хлеба «Российский» с различной дозировкой пасты в закваску определяли по органолептическим и физико-химическим показателям.

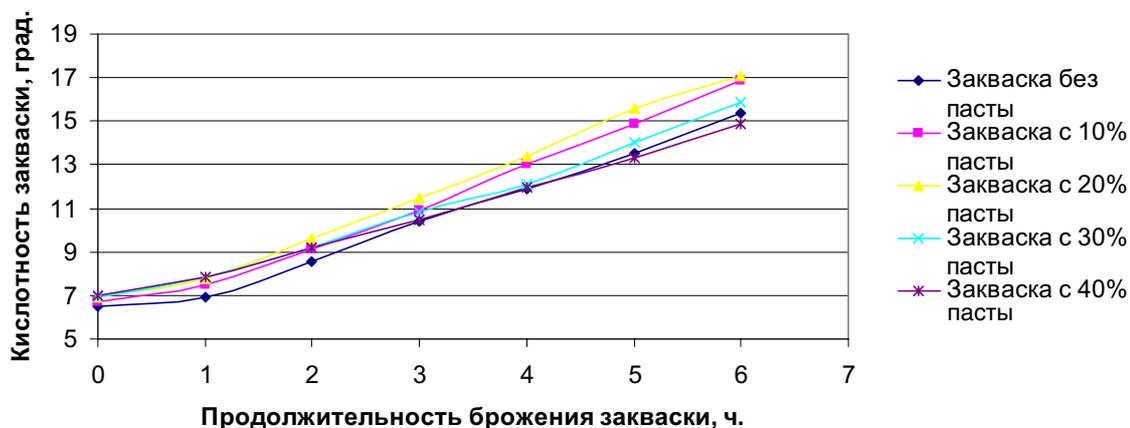


Рисунок 1. Изменение кислотности при брожении заквасок с различной дозировкой пасты

По органолептической оценке существенных отличий в исследуемых образцах хлеба не обнаружено. Физико-химические показатели образцов хлеба с различной дозировкой пасты в закваске представлены в таблице 3.

Анализ полученных данных показывает, что по влажности и кислотности образцы не превышали установленных норм для данного вида хлеба. Следует отметить, что кислотность готовых изделий с увеличением дозировки пасты до 20% возрастает, при более высоких значениях дозировок пасты – снижается. По пористости опытные образцы превосходили контрольные с дозировкой пасты до 20%, дальнейшее увеличение количества пасты снижало пористость готовых изделий.

Полученные данные свидетельствуют о целесообразности внесения пасты в закваску до 20% от массы закваски. Ввод пасты интенсифицирует технологический процесс, повышает качество готовых изделий и сокращает производственный цикл на 30-45 мин.

Влияние замены патоки сахаросодержащим сиропом на черствение хлеба осуществляли при его хранении без упаковки при температуре  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  и относительной влажности воздуха  $75 \pm 5\%$ . Процесс черствения контролировали по крошковатости и количеству поглощаемой хлебом влаги через каждые 6 часов.

Результаты хранения ржано-пшеничных и ржаного сортов хлеба представлены на рисунках 2, 3.

Анализ полученных данных показывает, что характер снижения влажности и количества поглощаемой влаги образцов, изготовленных на сахаросодержащем сиропе, существенно не отличается от образцов, приготовленных на патоке. Следовательно, сироп, как и патока, повышает гидрофильные свойства муки, что способствует лучшей сохранности свежести хлеба.

На рисунках 4, 5 представлены результаты хранения пшеничного хлеба «Гражданский» из муки первого сорта с внесением сахаросодержащего сиропа в количествах 100, 150 и 200% от патоки по рецептуре, в пересчете на сухие вещества.

Таблица 3. Физико-химические показатели хлеба «Российский» с различной дозировкой пасты в закваске

Наименование показателей	Контрольный образец хлеба	Хлеб с дозировкой пасты в закваске, %			
		10	20	30	40
Массовая доля влаги, %	47,0	47,1	47,3	48,5	49,7
Пористость, %	64,0	66,8	67,9	63,6	61,2
Кислотность, град	6,5	6,8	7,1	6,7	6,4
Объемный выход, %	290	307	319	264	251
Весовой выход, %	153,3	153,4	153,6	153,8	154,2

Анализ данных показывает, что с увеличением продолжительности хранения хлеба количество поглощаемой им влаги уменьшается: в первые 100 часов хранения примерно на 0,5% в час, в последующие 20 часов – на 0,2-0,25% в час. С увеличением ввода сахаросодержащего сиропа количество поглощаемой хлебом влаги снижается.

Крошковатость в первые 100 часов хранения увеличивается интенсивно, в последующие 20 часов хранения увеличивается незначительно.

Полученные данные свидетельствуют о том, что с увеличением ввода сахаросодержащего сиропа в рецептуру пшеничного хлеба его черствение замедляется.

В связи с тем, что гидролизат и паста, по сравнению с рожью, содержат незначительное количество пентозанов (0,1-0,2% СВ) и клетчатки (0,3-0,8% СВ), исследована возможность их использования в комбикормах для рыб, получаемых влажным способом прессования.

Влажный способ прессования осуществляли на одношнековом пресс-экструдере, разработанном на кафедре. Оптимальные значения факторов определяли методом полнофакторного эксперимента ПФЭ-2<sup>2</sup>. В качестве факторов, существенно влияющих на процесс, взяты: влажность комбикормов, процент ввода гидролизата или пасты. Параметрами оптимизации служили: разбухаемость, проход через сито с отверстиями диаметром 2 мм, производительность экструдера. В процессе исследований получены уравнения регрессии, адекватно описывающие процесс. Решение системы уравнений в помощь ЭВМ позволило определить оптимальные значения факторов: влажность комбикорма 32% и ввод гидролизата 25%. При

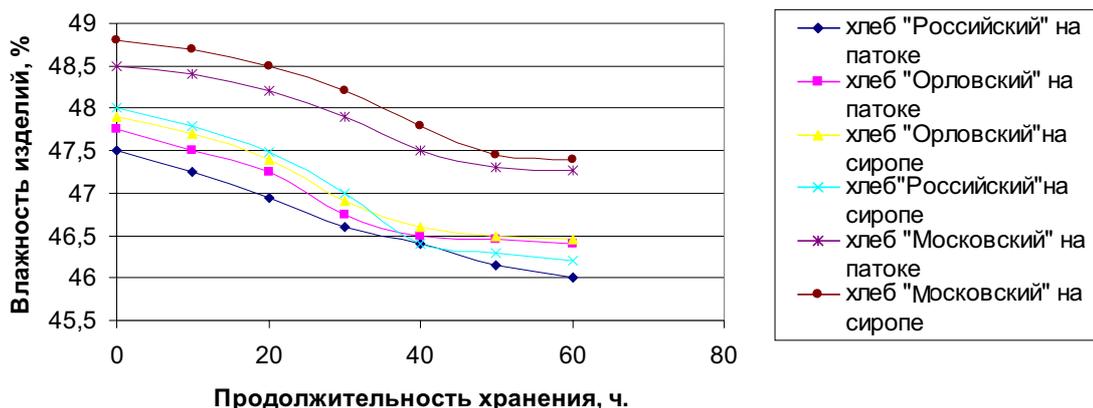


Рисунок 2. Изменение влажности ржано-пшеничных и ржаного сортов хлеба при хранении

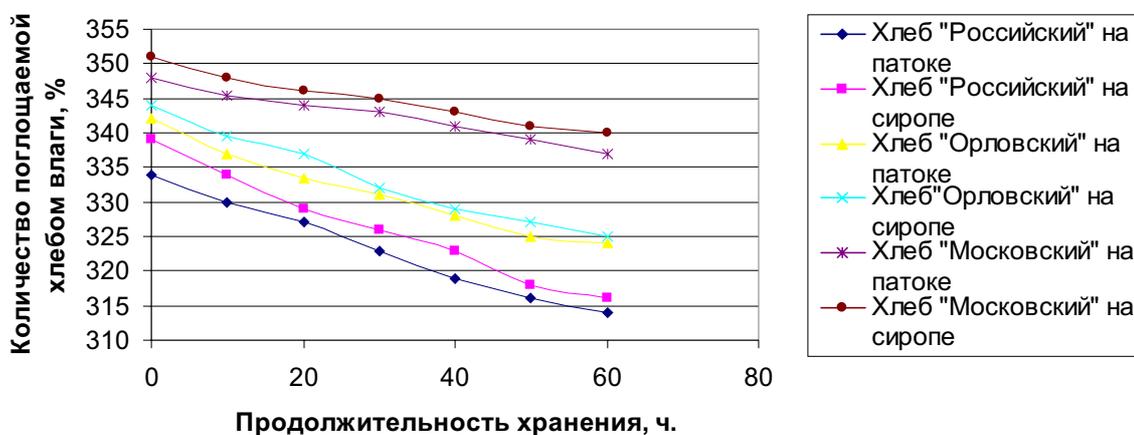


Рисунок 3. Изменение количества поглощенной влаги ржано-пшеничным и ржаным хлебом при хранении

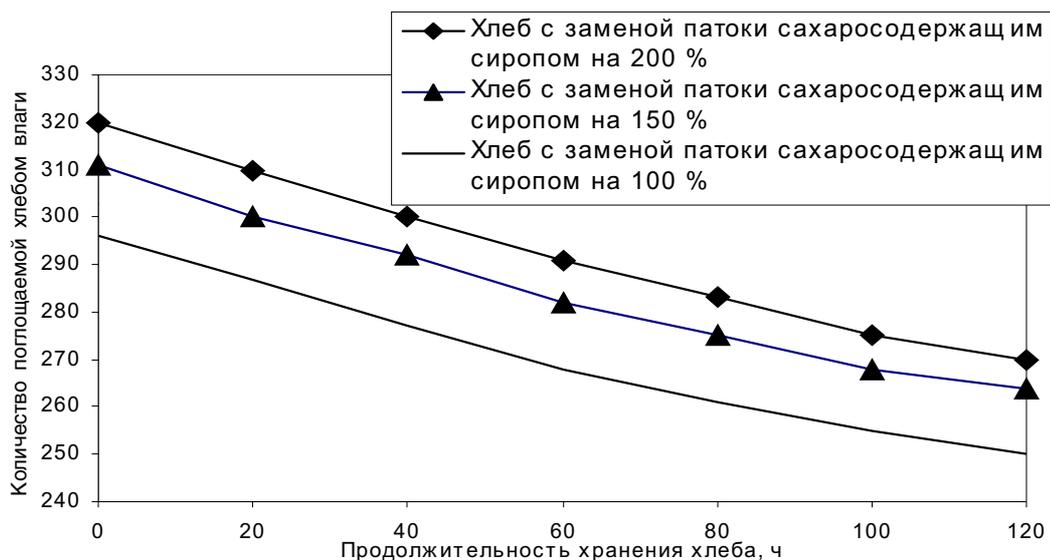


Рисунок 4. Зависимость количества поглощаемой пшеничным хлебом влаги от продолжительности хранения

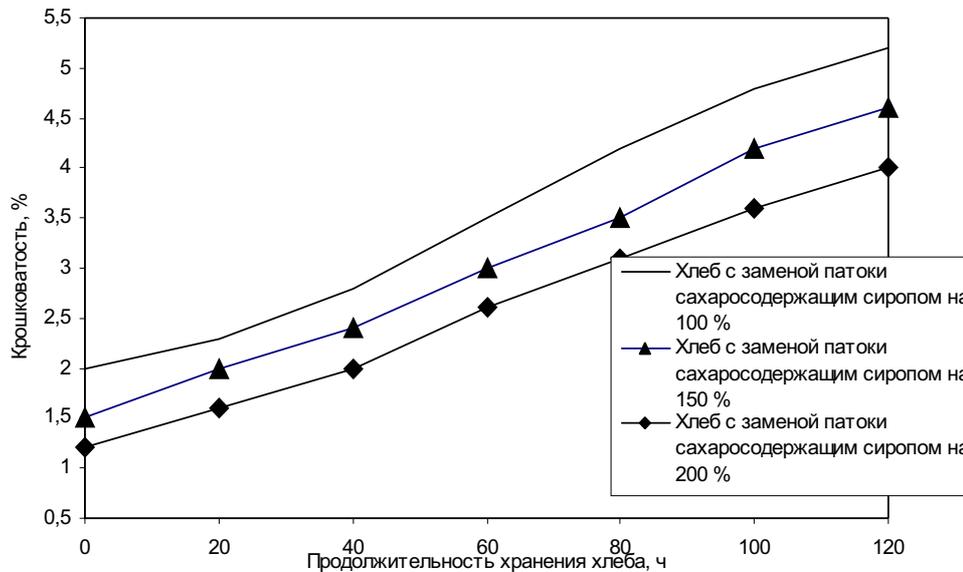


Рисунок 5. Зависимость крошковатости пшеничного хлеба от продолжительности хранения

этом разбухаемость гранул комбикорма составила более 38 минут, проход через сито с отверстиями диаметром 2 мм менее 0,83% (по ГОСТу 22834-87 соответственно не менее 15 мин. и не более 5%).

Аналогичным путем были найдены оптимальные значения факторов при экструдировании комбикормов с пастой: влажность комбикорма 32%, ввод пасты 16%. При этих значениях разбухаемость гранул составила более 41 мин., проход через сито с отверстиями диаметром 2 мм – менее 1,1%.

#### Выводы

1. Доказана возможность полной замены патоки в рецептурах ржано-пшеничных, пшеничных и ржаных сортов хлеба на сахаросодержащий сироп. Установлено, что замена патоки сахаросодержащим сиропом существенно не изменяет органолептических, физико-химических показателей и сохранности свежести хлеба при хранении.

2. Установлена целесообразность внесения пасты, полученной из ржаного гидроли-

зата, в закваску в количестве до 20% от ее массы. Ввод пасты интенсифицирует технологический процесс, повышает качество готовых изделий и сокращает производственный цикл на 30-45 мин.

3. Увеличение дозировок сахаросодержащего сиропа до 200% от количества патоки по рецептуре в пересчете на сухие вещества замедляет процесс черствения пшеничного хлеба.

4. Методом полнофакторного планирования эксперимента установлены оптимальные значения ввода в комбикорма для рыб ржаного гидролизата или пасты, повышающих кормовую ценность и прочность комбикормов.

5. На основании проведенных исследований разработаны проекты ТУ и ТИ на пшеничные, ржаные и ржано-пшеничные сорта хлеба с добавкой сахаросодержащего сиропа.

Разработана технология ввода гидролизата и пасты при прессовании комбикормов для рыб.

#### Список использованной литературы:

1. Андреев Н.Р. Научное обеспечение комплексной переработки ржи на крахмал, корма и спирт // «Хранение и переработка сельхозсырья», 1999, №1, с. 28-29
2. Кушнерук Л.А. Применение продуктов ферментативного гидролиза ржаной экструдированной муки в производстве мучных кондитерских изделий. – Диссертация к.т.н., 2001. – 149 с.
3. Дегтяренко Г.Н., Челнокова Е.Я. Технология переработки зерна ржи с получением сахаросодержащего и белкового компонентов для пищевых продуктов и комбикормов // Материалы отчетной научно-технической конференции «Технологии живых систем», раздел 04 – «Высокоэффективные пищевые технологии и технические средства для их реализации». – М.: МГУПП, 2003. – С. 28-31.