

ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ НОВЫХ СПОСОБОВ ПОДГОТОВКИ РЖИ В СПИРТОВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

А.А. Миронцева, Е.А. Цед, С.В. Волкова, А.В. Суровец

Исследованы качественные показатели сухого и кратковременно замоченного зерна ржи сорта «Нива», суслу и бражки, полученных по новым технологическим режимам. Показана возможность использования шрота из амаранта в качестве антисептирующего средства и целесообразность применения нового технологического режима без внесения ферментного препарата на стадии разжижения замеса для переработки замоченной ржи.

Введение

Алкогольная отрасль отечественной пищевой промышленности в значительной степени ориентирована на экспорт и ее конкурентоспособность как на внутреннем, так и на внешнем рынках, в значительной степени определяется качеством производимой продукции и эффективностью производственных процессов. Повысить эффективность функционирования действующего предприятия без существенных затрат на переоборудование технологических линий возможно за счет внедрения новых способов переработки сырья. Традиционно спиртовые предприятия Республики Беларусь перерабатывают тритикале и рожь, с преобладанием в процентном соотношении тритикале. Это связано в первую очередь с технологическими трудностями, возникающими при переработке ржи вследствие ее сложного химического состава. Однако среди прочих зерновых культур рожь выделяется высоким содержанием собственных амилолитических ферментов. В классической технологии производства спирта оптимальные условия для действия собственных амилаз ржи (50 °С – 55 °С) не создаются, так как температура замеса быстро поднимается до 80 °С – 85 °С и комплекс амилолитических ферментов инактивируется. Вследствие этого при переработке зерна ржи требуется несколько увеличенный расход ферментов [1].

В покоящемся зерне значительная часть гидролитических ферментов находится в связанном, неактивном состоянии. Активность свободных форм гидролаз не проявляется из-за отсутствия свободной воды, необходимой для протекания реакций гидролиза. Для того чтобы активизировать собственный ферментативный комплекс ржи, целесообразно увлажнять зерно до эмбрионального пробуждения, не допуская появления видимых ростков [2].

При замачивании зерна будет резко увеличиваться его микробная обсемененность, что отрицательно скажется на последующей переработке зерна на спирт – будет повышаться кислотность замесов и бражки, количество сопутствующих этанолу примесей, что приведет к потерям выхода спирта и снижению его качества. Вследствие чего необходимо применение эффективных антисептических препаратов, позволяющих сохранить качественные показатели полупродуктов и спирта на высоком уровне.

Целью работы являлось обоснование разработки новых способов подготовки зерна ржи в технологии производства пищевого этилового спирта, позволяющих активизировать собственный амилазный комплекс зерна и использовать новые антисептические средства натурального растительного происхождения для повышения качественных показателей и выхода спирта.

Результаты исследований и их обсуждение

В качестве объекта исследований был выбран сорт ржи «Нива» как наиболее перспективный при переработке на пищевой этиловый спирт [3].

Были исследованы физико-химические показатели выбранного сорта ржи, полученные результаты представлены в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что выбранный сорт ржи «Нива» характеризовался высокими показателями качества и большим количеством активной α – амилазы.

Таблица 1 – Физико-химические показатели ржи сорта «Нива»

Наименование показателей	Значение показателей
Натура, г/дм ³	697
Абсолютная масса, г	40,22
Влажность, %	11,42
Содержание крахмала, %	56,6
Аминный азот, мг/100 см ³	0,31
Редуцирующие сахара, % на СВ	0,92
Титруемая кислотность, °	2,4
Содержание белка, %	9,33
Суммарное содержание гемицеллюлоз и пентозанов, %	15,0
Амилолитическая активность, ед/г	1,9
Жизнеспособность	92,5

Известно, что для увеличения активности амилолитических ферментов зерна целесообразно использовать такой технологический прием, как замачивание, его режимы варьируют в различных работах в широких пределах. Температура замачивания, как правило, колеблется от 8 до 40 °С до влажности зерна 30 % – 50 %, продолжительность процесса от 3 до 48 часов. При этом зерно из состояния покоя переходит в состояние биологической активности – начальную фазу прорастания, когда начинается активизация биохимических процессов (синтез новых белков, витаминов, гормонов, перестройка ферментов) [4].

Для подготовки ржи использовали кратковременное теплое замачивание. Замачивание вели по следующему режиму: гидромодуль «зерно : вода» 1:1,5, температура 40 °С, время выдержки 14 часов, с чередованием воздушных и водяных пауз. Изучали качественные показатели зерна после замачивания в воде. Результаты исследования качественных показателей замоченного зерна представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели качества замоченной ржи сорта «Нива»

Наименование показателей	Значение показателей
Влажность, %	44
Содержание крахмала, %	54,6
Кислотность, °	2,04
Редуцирующие сахара, г/100 см ³	1,345
Амилолитическая активность, ед/г	19,8

Как показывают результаты исследований, замачивание зерна ржи способствует увеличению активности амилолитических ферментов более чем в 10 раз. Содержание крахмала незначительно снижается, влажность находится в пределах нормы для замоченного зерна, увеличивается содержание редуцирующих сахаров, повышается кислотность.

Наряду с физико-химическими характеристиками зерна решающее влияние на качество и свойства суслу и бражки оказывают его микробиологические показатели. Основной причиной порчи зерна является развитие контаминирующей микрофлоры. При замачивании в замочную воду с поверхности зерен переходят загрязнения – органические и неорганические вещества. Благодаря этому создаются благоприятные условия для развития многочисленных микроорганизмов, которые находятся на поверхности зерен и своим дыханием способствуют более быстрому исчезновению кислорода. При интенсивной жизнедеятельности микроорганизмов начинаются гнилостные процессы, что приводит к необратимым изменениям в химическом составе зерна и к негативным последствиям при его переработке.

Для установления численности микрофлоры сухого и замоченного зерна проводили смывы с поверхности сухого и замоченного зерна стерильной водой и готовили разведение 1/100. Высеивали разведение поверхностным способом в чашки Петри с питательными средами для определения КМАФАнМ, плесеней и дрожжей. Посевы инкубировали согласно общепринятым методикам, затем проводили подсчет колоний. Результаты исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Микробиологическая обсемененность зерна ржи сорта «Нива»

Наименование исследуемого показателя	Микробиологические показатели	
	КМАФАнМ, КОЕ/г	Дрожжи и плесени, КОЕ/г
Показатели зерна в соответствии с Санитарными правилами и нормами 1163 РБ	$5 \cdot 10^3$	50
Сухая рожь	$2,01 \cdot 10^3$	41
Рожь, замоченная в воде, после выдержки	$2,68 \cdot 10^3$	236

В ходе эксперимента было установлено, что сухое зерно ржи значительно обсеменено микроорганизмами. При замачивании зерна его обсемененность резко возрастает – количество мезофильно-аэробных и факультативно-анаэробных (КМАФАнМ) микроорганизмов увеличивается в 1,3 раза, дрожжей и плесневых грибов – практически в 6 раз. Поэтому замачивание целесообразнее проводить не в воде, а в растворах антисептиков. В качестве антисептирующего средства использовали шрот из амаранта, т.к. водный экстракт из листьев и соцветий амаранта обладает микростатическим и микробоцидным действием [5].

На следующем этапе работы были проведены исследования эффективности влияния антисептика растительного происхождения – шрота из амаранта на численность микрофлоры зерна ржи при ее замачивании. Замачивание зерна осуществляли ранее принятым способом с добавлением различных концентраций шрота из амаранта (1, 5, 10 % по отношению к объему замочной воды) в последнюю замочную воду. Замачивание вели воздушно-водяным способом. После истечения времени замачивания определяли численность микрофлоры вышеописанными методами. Результаты исследований микробиологической обсемененности замоченного зерна ржи сорта «Нива» с растительным антисептиком представлены на рисунках 1–2.

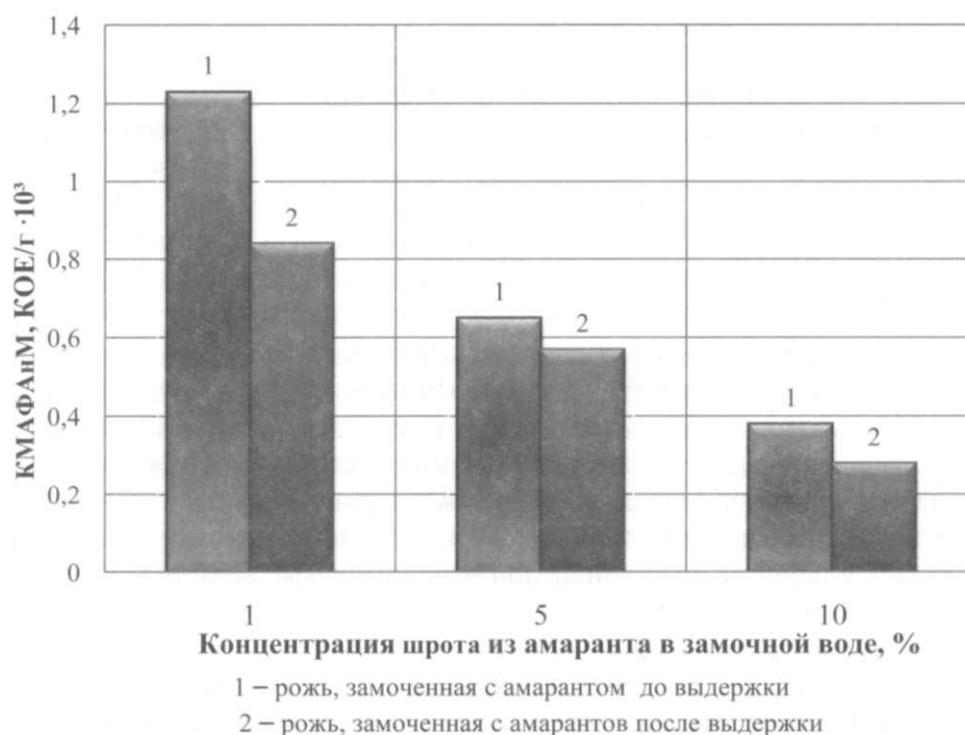


Рисунок 1 – Обсемененность зерна ржи КМАФАнМ в зависимости от концентрации шрота из амаранта

Анализ экспериментальных данных показывает, что после замачивания зерна ржи в воде обсемененность его микроорганизмами резко возрастает. Однако при применении шрота из амаранта наблюдается видимый эффект по отношению к исследуемым группам микроорганизмов.

По сравнению с контрольным вариантом (рожь, замоченная в воде), при использовании шрота из амаранта в количестве 1 % КМАФАнМ снижается на 68,5 %, дрожжей и плесеней –

на 63,5 %; при использовании шрота из амаранта в количестве 5 % КМАФАнМ снижается на 78,7 %, дрожжей и плесеней – на 84,3 %; при использовании шрота из амаранта в количестве 10 % КМАФАнМ снижается на 89,6 %, дрожжей и плесеней – на 91,1 %.



Рисунок 2 – Обсемененность зерна ржи дрожжами и плесневыми грибами в зависимости от концентрации шрота из амаранта

Таким образом, концентрация шрота из амаранта 1 % в замочной воде задерживает развитие посторонней микрофлоры незначительно, препятствуя размножению микроорганизмов. При концентрации шрота 5 % в замочной воде наблюдается процесс угнетения жизнедеятельности микроорганизмов, так как КМАФАнМ до выдержки и после направлены в сторону уменьшения. При концентрации шрота из амаранта 10 % в замочной воде начинается фаза резкого угнетения жизнедеятельности микроорганизмов, так как после выдержки КМАФАнМ содержание дрожжей и плесеней резко уменьшается по сравнению с соответствующими значениями до выдержки.

На основании вышесказанного можно сделать вывод о том, что шрот из амаранта обладает выраженными антимикробными свойствами. Наилучшие микробиологические показатели замоченного зерна в соответствии с Санитарными правилами и нормами 1163 РБ достигаются при концентрации амаранта в 10 %. Однако, учитывая выраженное угнетающее действие на жизнедеятельность микроорганизмов данной концентрации шрота из амаранта, а также с целью экономии сырьевых ресурсов, примем в дальнейших исследованиях использование шрота из амаранта в количестве 5 % от объема замочной воды.

Для исследования эффективности замачивания зерна ржи были исследованы процессы на стадиях водно-тепловой обработки и осахаривания с использованием низкотемпературной схемы разваривания.

Для этого был приготовлен контрольный замес с использованием исследуемого сорта ржи «Нива», который получили путем смешивания дробленого зерна с водой при гидромодуле – 1:3,5. Полученный замес подвергали водно-тепловой обработке по режимам низкотемпературного разваривания. Водно-тепловую обработку замеса проводили следующим образом: нагрев замеса до 50 °С – 55 °С (внесение ферментного препарата Вискозим при стандартной дозировке) – выдержка 20 мин, нагрев замеса до 70 °С (внесение ферментного препарата амилотического действия при стандартной дозировке) – выдержка 140 мин, нагрев замеса до 90 °С – выдержка 40 мин. Далее замес быстро охлаждали до температуры 56 °С, вносили осахаривающий ферментный препарат при стандартной дозировке и проводили осахаривание, полноту которого определяли по йодной пробе.

Опытный образец готовили путем замачивания ржи по следующему режиму: гидромодуль

«зерно:вода» 1:1,5, температура – 40 °С, время выдержки 14 часов, с чередованием воздушных и водяных пауз. В последнюю замочную воду задавали шрот из амаранта в концентрации 5 % от объема воды. Замоченное зерно измельчали и проводили водно-тепловую обработку и осахаривание по ранее описанным технологическим режимам.

В полученных образцах спиртового суслу определяли наиболее значимые качественные показатели: концентрацию сухих веществ, содержание аминного азота, сбраживаемых растворимых углеводов, кислотность и др. [6]. Анализ опытных данных показал, что образец суслу из замоченной ржи характеризовался более высокими показателями качества по сравнению с контрольным образцом. Так содержание сухих веществ в опытном образце составляло 20 %, в контрольном образце – 19,2 %; по содержанию общих углеводов также превосходил опытный образец суслу – 21,26 г/100 см³, в контрольном образце содержание общих углеводов составляло 20,11 г/100 см³. Следует отметить, что в опытном образце суслу кислотность была ниже по сравнению с кислотностью контрольного образца суслу, что свидетельствует об эффективности использования шрота из амаранта при замачивании зерна ржи.

На следующем этапе нашей работы были изучены биохимические процессы, протекающие при сбраживании опытного и контрольного образцов суслу. Для этого осахаренные образцы суслу охлаждали до температуры складки, задавали дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* расы XII в количестве 10 % от объема суслу. Брожение осуществляли в течение 72 ч при температуре (30±2)°С. По истечении каждых суток брожения отбирали лабораторную пробу, в которой определяли показатели, характеризующие ход процесса сбраживания: содержание спирта, видимую и действительную концентрацию сухих веществ, несброженные растворимые углеводы, содержание аминного азота, общее содержание дрожжевых клеток, содержание мертвых клеток и т.д.



Рисунок 3 – Динамика изменения содержания этилового спирта в бражках в зависимости от способа обработки зерна ржи и продолжительности брожения

Как видно из рисунка 3, процесс спиртообразования наиболее интенсивно проходил в опытном образце. Данный процесс сопровождался снижением содержания растворимых несброженных углеводов, которых в опытном образце также было меньше по сравнению с контрольным образцом. Таким образом, замачивание ржи благоприятно отражается на технологических показателях бражки, существенно повышая содержание этилового спирта в ней.

На следующем этапе исследовали образцы суслу и бражек, полученных по новым технологическим режимам. Новые технологические режимы были подобраны таким образом, чтобы обеспечить гидролиз биополимеров зернового сырья собственными ферментативными системами. Кроме того, представляло интерес определить возможность получения суслу по новым технологическим режимам без внесения ферментного препарата амилотического спектра действия Амилекс 4Т, т.е. изучить возможность разжижения замеса под действием собственных ферментативных систем зерна ржи, накопленных в результате замачивания.



Рисунок 4 – Динамика изменения содержания растворимых несброженных углеводов в бражках в зависимости от способа обработки зерна ржи и продолжительности брожения

Сусло по первому измененному технологическому режиму готовили следующим образом: замоченное со шротом амаранта зерно ржи размалывали, смешивали с водой в соотношении 1:3, осуществляли нагрев замеса до 55 °С – выдержка 40 минут; нагрев до 63 °С (внесение Амилекс 4Т при стандартной дозировке) – выдержка 140 минут, нагрев до 90 °С – выдержка 40 минут. Далее замес быстро охлаждали до температуры 56°С, вносили осахаривающий ферментный препарат при стандартной дозировке и проводили осахаривание, полноту которого определяли по йодной пробе.

Сусло по второму измененному технологическому режиму готовили следующим образом: замоченное со шротом амаранта зерно ржи размалывали, смешивали с водой в соотношении 1:3, осуществляли нагрев замеса до 43 °С – выдержка 40 минут; нагрев до 63 °С (внесение Амилекс 4Т при стандартной дозировке) – выдержка 140 минут, нагрев до 72 °С – выдержка 40 минут. Далее замес быстро охлаждали до температуры 56 °С, вносили осахаривающий ферментный препарат при стандартной дозировке и проводили осахаривание, полноту которого определяли по йодной пробе.

Контрольный образец сусла из замоченной ржи готовили по классической схеме водно-тепловой обработки.

В результате были получены следующие образцы сусла:

- образец сусла № 1, полученный из замоченной ржи по первому измененному технологическому режиму с внесением ферментного препарата Амилекс 4Т на стадии разжижения;
- образец сусла № 2, полученный из замоченной ржи по второму измененному технологическому режиму с внесением ферментного препарата Амилекс 4Т на стадии разжижения;
- образец сусла № 3, полученный из замоченной ржи по первому измененному технологическому режиму без внесения ферментного препарата Амилекс 4Т на стадии разжижения;
- образец сусла № 4, полученный из замоченной ржи по второму измененному технологическому режиму без внесения ферментного препарата Амилекс 4Т на стадии разжижения;
- образец сусла № 5 (контроль), полученный из замоченной ржи по классической схеме водно-тепловой обработки.

В полученных образцах спиртового сусла определяли наиболее значимые качественные показатели. Анализ опытных данных показывает, что физико-химические показатели сусла в значительной степени зависят от режима водно-тепловой обработки. Как показывают экспериментальные данные, представленные на рисунке 5, максимальное содержание сухих веществ отмечалось в образцах сусла, полученных по первому измененному технологическому режиму с внесением ферментного препарата и в контрольном образце 19,2 %. Несколько

меньше сухих веществ было в образцах № 2 и № 3 – 19 %, минимальным значением сухих веществ характеризовался образец № 4.



Рисунок 5 – Содержание сухих веществ в сусле в зависимости от режима водно-тепловой обработки

Наибольшим содержанием общих углеводов характеризовались образцы суслу № 1 и № 5 (контроль) – 20,26 г/100 см³ и 20,11 г/100 см³, наименьшим – образец суслу № 4 – 18,41 г/100 см³.

Процесс накопления растворимых углеводов наиболее интенсивно проходил в образце суслу, полученном по первому измененному технологическому режиму – 18,54 г/100 см³. Наименьшее количество растворимых углеводов отмечалось в образце суслу, полученному по второму измененному технологическому режиму без внесения ферментного препарата – 14,65 г/100 см³.

Самое высокое содержание редуцирующих сахаров имели образцы суслу № 1 и № 5 (контроль) – 15,5 г/100 см³, самое низкое – образец № 4 (13,8 г/100 см³).

Максимальное содержание аминного азота отмечалось в образце суслу № 1 – 16,1 мг/100 см³. Минимальное содержание аминного азота отмечалось в образцах суслу № 4 – 13,8 мг/100 см³. Выбранные режимы водно-тепловой обработки не оказывали значительного влияния на кислотность суслу, которая для всех образцов лежала в пределах нормативных значений и составляла 0,15–0,24 градусов.

Следует отметить, что образец суслу №3, полученный по первому измененному режиму без внесения ферментного препарата Амилекс 4Т, характеризовался достаточно высокими показателями качества, уступающими лишь незначительно контрольному образцу и образцу №1.

Самыми низкими показателями качества характеризовался образец суслу № 4, полученный по второму измененному технологическому режиму без внесения ферментного препарата Амилекс 4Т.

Таким образом, было установлено, что при изменении технологических режимов наилучшими показателями качества обладал образец суслу из замоченного зерна ржи по первому измененному технологическому режиму.

Однако обнаружено, что исключение внесения на стадии разжижения ферментного препарата Амилекс 4Т практически не оказывает влияния на показатели качества спиртового суслу, полученного из замоченного зерна ржи в первом измененном режиме, что объясняется действием собственных ферментов, в достаточной степени накопленных на стадии замачивания.

На следующем этапе работы представляло интерес изучить биохимические процессы,

протекающие при сбраживании опытных и контрольного образцов суслу. Для этого осахаренные образцы суслу охлаждали до температуры складки и сбраживали ранее описанным способом. По истечении каждых суток брожения отбирали лабораторную пробу, в которой определяли наиболее значимые показатели качества.

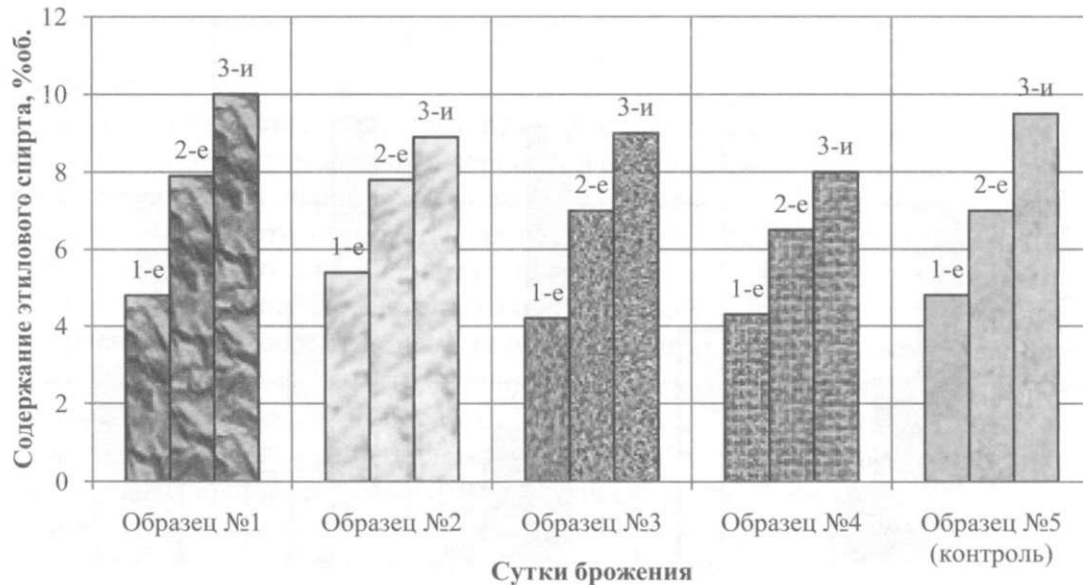


Рисунок 6 – Динамика накопления этилового спирта в бражках в зависимости от режима водно-тепловой обработки и продолжительности брожения

Обнаружено, что брожение в опытном образце № 1 протекало более интенсивно по сравнению с остальными образцами, в результате чего в зрелой бражке накапливалось 10 %об. спирта (рисунок 6). Менее интенсивно процесс протекал в контрольном образце, в результате чего содержание спирта к концу брожения составляло 9,5 %об. Образец № 3, полученный по первому измененному технологическому режиму без внесения ферментного препарата Амилекс 4Т характеризовался достаточно высоким содержанием спирта в зрелой бражке – 9 %об. Минимальное содержание спирта отмечалось в образце зрелой бражки № 4, полученном из суслу по второму технологическому режиму без внесения ферментного препарата – 8%об.

Динамика снижения растворимых несброженных углеводов в бражках, представленная на рисунке 7, показала, что наиболее активно процессы сбраживания протекали в образцах бражки № 1, № 3 и № 5 (контроль) – так как содержание несброженных углеводов в данных образцах в зрелой бражке было минимальным – 0,43; 0,46 и 0,45 г/100 см³ соответственно.

Титруемая кислотность во всех образцах бражек нарастала с течением времени брожения, однако минимальное значение титруемой кислотности к концу брожения было отмечено в образце бражки № 3 – 0,49 град, что является нормативным значением для зрелой бражки (рисунок 8). Максимальное значение титруемой кислотности было отмечено в образце бражки № 5 (контроль) – 0,61 град. Следовательно, шрот из амаранта, введенный в последнюю замочную воду в количестве 5 % по отношению к объему замочной воды, при замачивании зерна ржи интенсивно подавляет развитие контаминирующей микрофлоры на протяжении всего технологического процесса получения суслу и бражки.

Таким образом, наиболее благоприятным технологическим режимом для замоченной ржи сорта «Нива» являлся первый измененный технологический режим, так как в данном образце биохимические процессы протекали более интенсивно с максимальным накоплением этилового спирта, это можно объяснить совместным действием собственных гидролитических ферментов и ферментных препаратов, внесенных на стадии разжижения и осахаривания. При этом первый измененный технологический режим наиболее благоприятен для проявления максимальной активности как собственных ферментов, так и ферментного препарата Амилекс 4Т, в результате чего происходит более полный и глубокий гидролиз биополимеров

зерна и сбраживание суслу протекает в большей степени. Применение данного режима позволит уменьшить теплотраты, т.к. по сравнению с классической схемой водно-тепловой обработки замеса данный режим протекает при более низких температурах, что немаловажно в современных условиях жесткой экономии энергетических ресурсов.

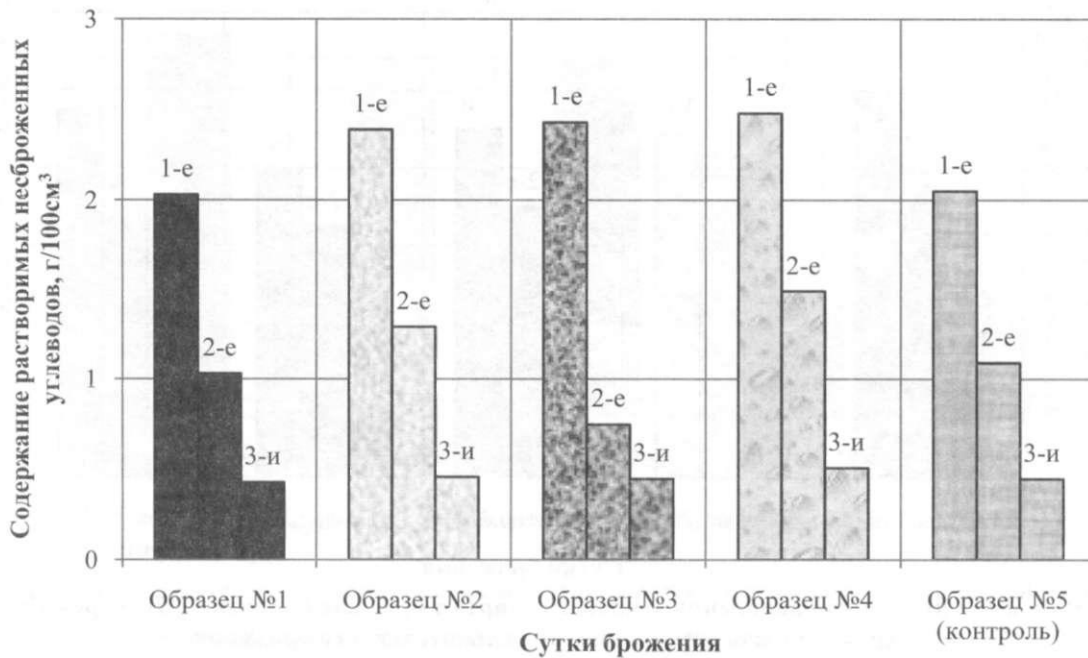


Рисунок 7 – Динамика изменения содержания растворимых несброженных углеводов в бражках в зависимости от режима водно-тепловой обработки и продолжительности брожения

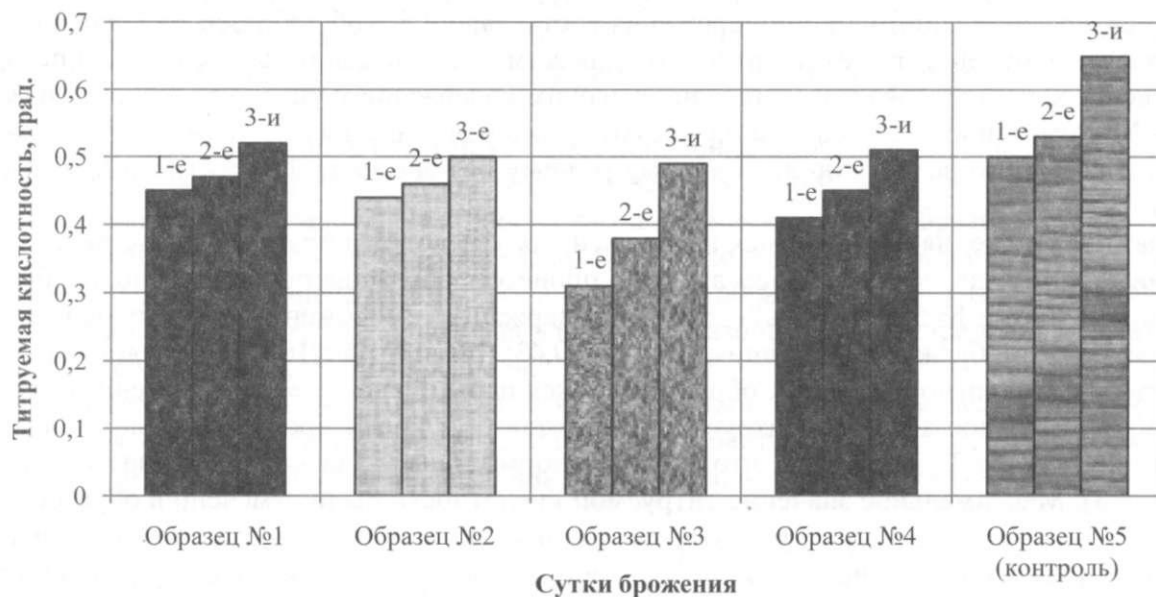


Рисунок 8 – Динамика изменения титруемой кислотности в бражках в зависимости от режима водно-тепловой обработки и продолжительности брожения

Для предложенного режима перспективным является исключение внесения ферментного препарата Амилекс 4Т на стадии разжижения, так как при этом выход спирта снижается незначительно (на 1 %об.), а показатели качества суслу и бражки сохраняются на высоком уровне. Исключение внесения ферментного препарата на стадии разжижения позволит максимально удешевить себестоимость этилового спирта без ухудшения его качественных характеристик.

Новый способ обработки зерна ржи и новый технологический режим будет способство-

вать сохранению качественных параметров сусла и бражки, высокому выходу спирта, сокращению энергопотребления, расхода дорогостоящих ферментных препаратов и импортных антисептиков, снижению себестоимости пищевого этилового спирта вследствие низкой стоимости ржи по сравнению с зерновыми культурами, традиционно перерабатываемыми на спирт.

Заключение

Представлены результаты экспериментальных исследований физико-химических показателей качества сухого и замоченного зерна ржи сорта «Нива». Показано, что кратковременное теплое замачивание зерна ржи повышает активность собственных амилолитических ферментов, однако при этом возрастает его микробная обсемененность. Показана эффективность использования шрота из амаранта в качестве антисептирующего средства при замачивании зерна ржи. Изучены показатели качества сусла и бражек, полученных из кратковременно замоченной ржи сорта «Нива». Выявлена целесообразность замачивания зерна ржи, т.к. при этом качественные характеристики полупродуктов сохраняются на высоком уровне и обеспечивается высокое спиртообразование в бражке. Предложены два новых измененных технологических режима водно-тепловой обработки замесов для переработки замоченной ржи. Исследованы показатели качества образцов сусла, полученных по новым технологическим режимам; биохимические процессы, протекающие при сбраживании спиртового сусла из сусла, полученного по новым технологическим режимам. Установлено, что наиболее целесообразно использовать первый измененный технологический режим и исключать внесение ферментных препаратов на стадии разжижения.

Литература

- 1 Кириллова, Н.П. Механохимическая обработка зерна в спиртовом производстве с использованием мельницы кавитационного измельчения/Н.П.Кириллова, М.Г.Кузнецов, П.А.Петрушенков и др. // II Всероссийская конференция Химия и технология растительных веществ, — Казань, 24–27 июня 2002 г. – С. 82–83;
- 2 Великанова, Н.М. Углеводно-амилазный комплекс озимой ржи и тритикале, селекционная значимость его критериев : автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Саратов, 2006. – 115 с.
- 3 Миронцева, А.А. Исследование различных сортов ржи белорусской селекции для применения их в спиртовом производстве/ А.А. Миронцева, Е.А. Цед, С.В. Волкова, О.В. Яковлева// Вестник Могилевского государственного университета продовольствия, 2015, № 1 (18). – С. 7–14;
- 4 Корячкина, С.Я. Технология хлеба из целого зерна тритикале: монография / С.Я. Корячкина, Е.А. Кузнецова, Л.В. Черепнина. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК», 2012. – 177 с.
- 5 Гинс, М. С. Культура амаранта (род *Amaranthus* L.) как источник амарантина: его функциональная роль, биологическая активность и механизмы действия : дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.12/ М.С. Гинс. – Санкт-Петербург, 2003. - 328 с.
- 6 Фертман, Г.И. Химико-технологический контроль спиртового и ликероводочных производств / Г.И. Фертман, М.И. Шойхет. – М: Пищевая промышленность, 1981.

Поступила в редакцию 23.12.2015