

**Е. Л. Жилич¹, А. М. Мазур², А. Б. Торган², Е. В. Таразевич²,
Д. Ф. Кольга², С. А. Костюкевич²**

¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: npc_mol@mail.ru

²УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: rektorat@atu.edu.by

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВА КОНЦЕНТРАТА КВАСНОГО СУСЛА И КВАСА ИЗ КАРТОФЕЛЯ

Аннотация. В статье приведены результаты исследования технологических процессов получения концентрата квасного сусла и картофельного кваса из картофеля и доброкачественных отходов картофеля; рассмотрено влияние комплекса гидролитических ферментных препаратов на глубину процесса осахаривания и качество готового продукта.

Ключевые слова: квас, осахаривание крахмала, концентрат квасного сусла, термообработка концентрата.

E. L. Zhilich¹, A. M. Mazur², A. B. Torgan², E. V. Tarazevich², D. F. Kolga², S. A. Kostyukevich²

¹RUE "SPC NAS of Belarus for Agricultural Mechanization"

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: npc_mol@mail.ru

²EI "Belarusian State Agrarian Technical University"

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: rektorat@atu.edu.by

RESEARCH OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF PRODUCTION OF KVA SAUCE CONCENTRATE AND KVA FROM POTATOES

Abstract. The article presents the results of a study of the technological processes of obtaining kvass wort concentrate and potato kvass from potatoes and high-quality waste; the influence of a complex of hydrolytic enzyme preparations on the depth of the saccharification process and the quality of the finished product is considered.

Keywords: kvass, starch saccharification, kvass wort concentrate, heat treatment of the concentrate.

Введение

У всех народностей есть свои излюбленные напитки: у немцев и чехов – это пиво, у болгар – буза, у американцев – кока-кола, а у славян – квас. Возраст кваса – тысяча с лишним лет. Древние народы для приготовления напитков брожения из хлебного сырья дробили зерно, готовили из него тесто, которое нагревали в глиняных сосудах раскаленными камнями, что приводило к частичному осахариванию крахмала. Полученную массу разводили водой и затем оставляли для брожения, которое происходило самопроизвольно. В старину готовили и потребляли хлебные, фруктовые, ягодные, медовые и другие виды кваса. Основное сырье, используемое для производства кваса: рожь, ячмень, пшено, гречиха, фрукты, ягоды, мед, сахар, различные пряности, травы, коренья.

Квас – прохладительный напиток, насыщенный диоксидом углерода, с приятным ароматом ржаного хлеба и кисло-сладким вкусом. Квас относится к безалкогольным напиткам, он утоляет жажду, освежает и поднимает тонус, и кроме всего прочего обладает многими полезными свойствами.

Существенное значение для организма человека имеет микрофлора хлебного кваса, к которой относятся дрожжи-сахаромицеты и молочнокислые бактерии. Эти микроорганизмы обога-

щают хлебный квас витаминами В₁, В₂, РР, D, молочной кислотой, диоксидом углерода и т. д. Комплекс этих органических соединений с углеводами и аминокислотами определяет полезность хлебного кваса.

Несмотря на большое распространение кваса, технология приготовления его была примитивна, а квасоваренные заводы характеризовались небольшой мощностью и преобладающим использованием ручного труда. При переработке хлебного сырья (хлебные сухари, мука, солод и т. д.) в процессе производства кваса терялось до 30 % экстрактивных веществ.

Значительный вклад в совершенствование технологии кваса и интенсификацию отдельных производственных процессов внесли ученые и специалисты отрасли Д. А. Королев, Л. И. Чекан, П. М. Мальцев, В. В. Рудольф, Ф. Ф. Якубович [1–6].

В настоящее время машиностроительные заводы освоили производство высокоэффективного современного оборудования для сбраживания и купаживания кваса, бродильно-купажных аппаратов и высокопроизводительных разливочных машин. Для производства кваса используют чистые культуры дрожжей и молочнокислых бактерий, что позволяет получить значительно улучшенное качество кваса и повысить его пищевую ценность.

В 100 г кваса содержится: 93,4 г воды, 0,2 г белков, 5,0 г углеводов, 0,2 г зольных элементов, 0,3 г органических кислот и 0,6 г спирта. Энергетическая ценность хлебного кваса в пересчете на 1 л составляет 250 ккал (1 050 кДж).

Квас готовят на заводах безалкогольных напитков непосредственно из хлебного сырья либо из концентрата квасного сусла, сахара, лимонной или молочной кислот и различных пищевых добавок.

В связи с выраженной сезонностью потребление кваса (теплый период года) для обеспечения его выпуска в требуемом количестве особое значение приобретает производство концентрата квасного сусла, позволяющего быстро и без больших трудовых затрат обеспечить изготовление требуемого объема.

Квас делят на хлебный квас брожения и газированный, полученный купаживанием. Хлебные квасы брожения – хлебный и крошечный – составляют более 90 % общего количества квасов и напитков, приготовленных на хлебном сырье. Квас получают на основе ржаного и ячменного солода, ржаной и ячменной муки, квасных хлебцев или концентрата квасного сусла. Хлебный квас брожения содержит 5,4–5,8 % сухих веществ. Такой квас имеет коричневый цвет, непрозрачный, с небольшим осадком дрожжей. При купаживании кваса используют сахарный сироп. Для некоторых сортов кваса применяют концентраты яблочного и виноградного сока, ряд вкусовых и ароматических добавок.

Концентрат квасного сусла представляет собой вязкую густую жидкость темно-коричневого цвета, кисло-сладкого вкуса с ароматом ржаного хлеба. Концентрат квасного сусла содержит около 70 % сухих веществ с кислотностью в пределах 16–40 °Т (16–40 мл нормального раствора щелочи на 100 г концентрата).

В отдельные виды кваса добавляют настои трав, чая, цитрусовых, спиртовые настои мяты и полыни. Для создания среды заданной кислотности используют молочную, лимонную или уксусную кислоты. Срок хранения полученного концентрата составляет около 2 лет.

Приготовление напитка типа кваса из полученного концентрата осуществляется уже известными способами, предусматривающими либо непродолжительное сбраживание, либо карбонизацию (насыщение углекислотой).

В основе производства квасов брожения лежат анаэробные процессы незавершенного спиртового и молочнокислого брожения. Брожение идет при 30 °С. При приготовлении хлебного кваса брожения часто проводят замену 50 % концентрата квасного сусла неохмеленным пивным суслом из расчета 64,8 дм³, с содержанием сухих веществ 15 % на 100 дал кваса.

Сбраживание сахара в квасном сусле в количестве 0,8 % не может обеспечить интенсивного брожения, поэтому перед брожением в сусло вводят 25 % сахара от общей массы, расходуемой для приготовления кваса.

Путем проведения купаживания сброженного квасного сусла с сахарным получают хлебный квас брожения. Купажирование кваса и перемешивание среды длится около 6,5 ч, а сбражи-

вание суслу – до 18 ч. Срок хранения кваса брожения – 2 суток. За это время содержание спирта в квасе возрастает до 1,2 %, а содержание сухих веществ снижается до 4,6 г/100 г кваса.

В бывшем Всесоюзном научно-исследовательском институте по производству питания из картофеля, который входил в структуру Научно-производственного объединения по продуктам питания из картофеля Министерства общего машиностроения СССР, сотрудники М. Т. Пашковская, Г. Р. Белко и др. разработали технологию получения концентрата квасного суслу из картофеля и его отходов при производстве других продуктов из картофеля, и технологию получения из концентрата квасного суслу картофельного кваса.

Картофель в нашей республике традиционно является вторым хлебом, а первая линия производства концентрата квасного суслу и картофельного кваса была изготовлена в условиях НПО по продуктам питания из картофеля и смонтирована на Узденском спиртовом заводе.

При производстве продукции на картофелеперерабатывающих предприятиях при варке картофеля образуются отходы, которые не используются и выбрасываются в канализацию, вызывая загрязнение сточных вод и увеличение расходов на строительство очистных сооружений. Эти отходы можно использовать для получения концентрата напитка типа кваса.

Исследование по разработке картофельного кваса началось во Всесоюзном научно-исследовательском институте по производству продуктов питания (г. Минск) в 1995–2000 гг. Способы получения концентрата и производства напитков на основе картофеля защищены авторскими свидетельствами [7, 8].

Цель работы: исследовать технологические процессы получения концентрата квасного суслу и картофельного кваса из картофеля и доброкачественных отходов; определить влияние комплекса гидролитических ферментных препаратов на глубину процесса осахаривания и качество готового продукта.

Основная часть

Технологический процесс производства концентрата квасного суслу из доброкачественных отходов осуществляли следующим образом.

Отходы картофеля направляли в емкости для ферментативной обработки, где происходило превращение крахмала в сахара, а сложных белков – в легкоусвояемые аминокислоты. Ферментативную обработку осуществляли в одну стадию препаратом Амилоризин П10 Х, обладающим амилолитической способностью – 2 000 ед/г, осахаривающей способностью – 1000 ед./г и протеолитической активностью – 30 ед/г, который вводят из расчета 10–15 ед. активности на 100 мл жидких отходов. Обработку проводили при температуре 45–50 °С в течение 35–45 мин. Затем ферментированную массу подвергали термической обработке при температуре 98–100 °С в течение 1–2 мин. для инактивации ферментов. После этого проводили фильтрацию и центрифугирование для осаждения оставшихся твердых частиц. Осветленное сусло подвергали вакуум-упариванию в вакуум-аппарате до содержания сухих веществ 60–70 %. В полученное концентрированное сусло вносили вкусовые добавки: сахар, лимонную или молочную кислоты, в соответствии с разработанными рецептурами хлебных квасных напитков.

Концентрат напитков типа кваса, получаемый таким образом из отходов, образуемых при варке картофеля, представляет собой густую вязкую жидкость темно-коричневого цвета с кисло-сладким вкусом и приятным ароматом. Массовая доля сухих веществ в концентрате составляет 60–70 %, кислотность 25–30 °Т. Срок хранения полученного концентрата – 2 года.

Обработка жидких картофельных отходов Амилоризином П10 Х, вводимым из расчета 10–15 ед. активности на 100 мл жидких отходов, обеспечивает оптимальное осахаривание содержащегося в них крахмала наряду с расщеплением белковых веществ и тем самым обуславливает максимальное накопление и сохранение питательных веществ исходного сырья.

Введение ферментного препарата из расчета менее 10 ед. активности на 100 мл жидких отходов приводит к увеличению продолжительности процесса ферментации и к неполному осахариванию крахмала. Введение ферментного препарата более 15 ед. активности на 100 мл жидких отходов нецелесообразно, так как приведет к излишнему расходу ферментного препарата при достижении того же эффекта.

В дальнейших исследованиях при производстве концентрата использовали очищенный и неочищенный картофель; вносили сахар и молочную кислоту на разных стадиях производства концентрата; изменяли продолжительность и температуру термообработки концентрата.

Варку целого картофеля, как очищенного, так и неочищенного, производили в течение 30 минут, затем жидкость сливали, картофель мяли и протирали через сито. В полученное пюре добавляли слитую воду, тщательно перемешивали и при температуре 68–70 °С в виде водной вытяжки вносили раствор амилалитического ферментного препарата Амилоризин П10 Х для разжижения крахмала. При понижении температуры до 58 °С вносили остальное количество фермента. Одновременно очищенный и неочищенный картофель подвергали дроблению на терке. В кашницу добавляли воду из расчета получения в осажаренном сусле 13–15 % сухих веществ, вводили раствор ферментного препарата, нагревали до 68–70 °С при тщательном перемешивании, после чего варили при 0,18 МПа в течение 75 мин. А затем в охлажденную до 75 °С массу вносили остальное количество фермента.

Количество необходимого ферментного препарата определяли из расчета 400 ед. активности на 1 кг картофельного пюре. Качество осахаривания определяли по йодной пробе: обязательно должно быть окрашивание в коричневый цвет. Осахаренное сусло фильтровали через тканевой фильтр, а полученный фильтрат уваривали до содержания сухих веществ 70 %. В концентрат вносили молочную кислоту до получения кислотности 33–37 °Т. Затем образец делили на две части, одну из них подвергали термообработке при 0,06–0,07 МПа в течение 30 мин.

Результаты проведенных опытов показали, что использование неочищенного картофеля при получении концентрата квасного сусла обуславливает в готовом продукте слабый привкус и тон кожуры. Органолептические показатели концентрата, полученного при давлении 0,4–0,5 Мпа в течение 50 мин, мало отличаются по сравнению с концентратом из очищенного картофеля. Таким образом установлено, что при термообработке концентрата значительно улучшается аромат.

С целью улучшения вкуса и аромата получаемого из картофеля концентрата за счет накопления меланоидов изучено влияние внесения сахара и молочной кислоты в фильтрат перед упариванием и в концентрат перед термообработкой. Сахар вносили в количестве 2 и 5 % к содержанию сухих веществ фильтрата, молочную кислоту – из расчета получения в готовом концентрате кислотности 33–38 °Т. Упаривание фильтрата осуществляли до содержания сухих веществ 65–70 %. Установлено следующее:

- в концентрате, полученном из неочищенного картофеля, ощущается тон кожуры;
- введение сахара в фильтрат перед концентрированием в количестве 2 и 5 % и 2 % в концентрат по отношению к сухим веществам существенно не сказалось на органолептических показателях образцов концентрата, полученного из различно подготовленного и сваренного картофеля;
- введение молочной кислоты в фильтрат перед упариванием и в концентрат с последующей термообработкой образцов в обоих случаях практически одинаково улучшило органолептические показатели концентрата;
- термообработка образцов концентрата при температуре 114–116 °С и давлении 0,06–0,07 МПа в течение 30 мин усилила характерный для концентрата хлебный аромат.

Таким образом, при разработке аппаратурно-технологической схемы производства концентрата квасного сусла из картофеля необходимо:

- картофель подвергать очистке;
- разварить картофель в целом виде;
- молочную кислоту вносить в полученный концентрат перед процессом термообработки;
- термообработку концентрата с целью улучшения аромата осуществлять при температуре 110–112 °С (0,04–0,05 МПа) в течение 20–30 мин [9, 10].

Глубина гидролиза крахмала оказывает влияние на дальнейшие процессы при производстве концентрата – фильтрацию осахаренного затора, накопление ароматических веществ в концентрате при тепловой обработке.

Степень гидролиза крахмала и образующиеся при этом продукты могут существенно различаться в зависимости от того, какой ферментный препарат применен для осахаривания.

Промышленностью выпускаются два высокоэффективных препарата Амилосубтилил Г10Х и Амилоризин П10Х [11]. Препараты представляют собой тонкоизмельченные порошки бежевого

или светло-серого цвета влажностью не более 13 %. В состав Амилоризина П10Х входит комплекс ферментов с преобладающим действием α -амилазы. В качестве сопутствующих имеются протеолитические ферменты, мальтаза, α -эндополиглюканаза и др.

Стандартные уровни ферментативной активности промышленного ферментного препарата Амилоризин П10Х составляют, ед./г, не менее: амилазная способность – 2 000; осахаривающая способность – 1 000; протеолитическая активность – 30 при pH 4,7–5,4 и температуре 40–45 °С.

Амилосубтилин Г10Х представляет собой очищенный ферментный препарат, образуемый *Bac. subtilis*. Препарат содержит α -амилазу, α -глюканазу и протеазу. Амилазная способность этого препарата – не менее 3 000 ед./г, а протеолитическая активность – не более 2 ед./г. Оптимальные для действия Амилосубтилина Г10Х условия: pH 6,0–6,3; температура – составляет 50–55 °С. Бактериальная α -амилаза по сравнению с грибной обладает более высокой термостабильностью.

Для осахаривания крахмала при производстве концентрата из очищенного картофеля взят ферментный препарат Амилоризин П10 Х, обладающий высокой активностью амилазных и протеолитических ферментов. Технология осахаривания крахмала картофеля указанным ферментным препаратом сначала была отработана в лабораторных условиях. Для исследования был взят сорт картофеля Скарб, содержание сухих веществ в клубнях составляет 15,5 %, крахмала – 12,5 %, редуцированных сахаров – 0,12 % [12]. Количество ферментного препарата составило 0,2–0,3 % к весу крахмала картофеля. Ферментный препарат вносили в два приема: при температуре 67–68 °С – 10 % для разжижения крахмала и при температуре 52–57 °С – 90 % для осахаривания крахмала. Продолжительность осахаривания составила 40–50 мин. Указанного количества препарата Амилоризин П10 Х оказалось недостаточно, осахаривание разваренного картофеля продолжалось 60–80 мин. Неполное осахаривание ухудшало процесс фильтрации. Для увеличения полноты осахаривания вносили дополнительное количество ферментного препарата (+25 %), что существенно влияет на удорожание этого процесса. Поэтому для повышения эффективности процесса осахаривания крахмала картофеля были взяты два ферментных препарата: Амилоризин П10 Х и мультиэнзимная композиция МЭК ПП-1. В состав последней входят амилазные ферменты бактериального и грибного происхождения, а также протеолитические ферменты. Температурный режим и процесс осахаривания проводили по ранее приведенной схеме.

С целью определения наилучшей эффективности использования ферментов для осахаривания картофельного крахмала были проведены следующие опыты по осахариванию картофельной массы:

- Амилоризином П10Х в количестве 0,2–0,45 % стандартной активности к весу крахмала;
- Амилоризином П10Х в комплексе с МЭК ПП-1 в количестве 0,2–0,3 % стандартной активности к весу крахмала;
- МЭК ПП-1 в количестве 0,2–0,3 % стандартной активности к весу крахмала.

При дозировке ферментных препаратов в количестве 0,2 % к весу крахмала на 1 кг картофеля приходилось около 120–180 ед. активности.

Уже в первые 15 мин во всех опытах даже с минимальной дозой ферментных препаратов происходило расщепление крахмала. Период распада декстринов длился значительно дольше, чем распад крахмала до декстринов. При дозе 0,4 % ферментного препарата Амилоризин П10Х хорошее осахаривание достигалось за 30–45 мин. Это же количество Амилоризина П10Х способствовало и более полному извлечению сухих веществ. Замена 30 % Амилоризина П10Х на МЭК ПП-1 способствовало улучшению процесса осахаривания и более полному извлечению веществ осахаренной массы, при этой дозе препаратов извлечение сухих веществ возросло на 58,8 %. Продолжительность процесса осахаривания составила при этом 30–45 мин. Наиболее полно проходил гидролиз сложных сахаров, крахмала и других веществ при использовании мультиэнзимной композиции (МЭК ПП-1). Извлечение сухих веществ при этом было выше на 14 % по сравнению с осахариванием Амилоризином П10Х и на 5 % по сравнению с осахариванием смесью ферментов (Амилоризина П10Х – 80 % и МЭК ПП-1–20 %) и составило 62,6 и 57,4 % соответственно.

Таким образом установлено, что осахаривание разваренной картофельной массы, содержащей 13–15 % сухих веществ, при использовании Амилоризина П10Х в количестве 0,3–0,35 % к крахмалу картофеля происходит в течение 45 мин, при использовании смеси ферментов Амилоризина П10Х и МЭК ПП-1 в соотношении 70–80 % и 20–30 % в количестве 0,3–0,4 % к крахмалу картофеля продолжительность осахаривания составляет 30–45 мин. Использование МЭК ПП-1 в дозе 3 % к крахмалу картофеля производит осахаривание крахмала в течение 30 мин. Применение для осахаривания крахмала мультиэнзимной композиции или в смеси с Амилоризином П10Х позволяет полностью провести гидролиз крахмала, белков и извлечь более 60 % сухих веществ осахаренной картофельной массы. При применении ферментного препарата Амилоризин П10Х извлекается только около 50 %. Применение одной композиции МЭК ПП-1 нецелесообразно, так как достигнутое увеличение извлечения сухих веществ не оправдывает затраты на ферментный препарат из-за его высокой стоимости.

Заключение

При разработке аппаратурно-технологической схемы производства концентрата квасного суслу из картофеля необходимо:

- картофель подвергать очистке, так как использование неочищенного картофеля при получении концентрата квасного суслу обуславливает в готовом продукте слабый привкус и тон кожур;
- разваривать картофель в целом виде;
- молочную кислоту вносить в полученный концентрат перед процессом термообработки;
- термообработку концентрата с целью улучшения аромата осуществлять при температуре 110–112 °С, давлении 0,04–0,06 МПа в течение 20–30 мин.

Осахаривание разваренной картофельной массы, содержащей 13–15 % сухих веществ, при использовании препарата Амилоризин П10Х в количестве 0,30–0,35 % к крахмалу картофеля происходит в течение 45 мин. При использовании смеси ферментов Амилоризина П10Х и МЭК ПП-1 в соотношении 70–80 % и 20–30 % в количестве 0,3–0,4 % к крахмалу картофеля продолжительность осахаривания составляет 30–45 мин. Использование МЭК ПП-1 в дозе 3 % к крахмалу картофеля производит осахаривание крахмала в течение 30 мин. Применение для осахаривания крахмала мультиэнзимной композиции или в смеси с Амилоризином П10Х позволяет полностью провести гидролиз крахмала, белков и извлечь более 60 % сухих веществ осахаренной картофельной массы. При применении только одного ферментного препарата Амилоризин П10Х извлекается только около 50 %. Применение одной композиции МЭК ПП-1 нецелесообразно, так как достигнутое увеличение извлечения сухих веществ не оправдывает затраты на ферментный препарат из-за его высокой стоимости. Наиболее целесообразно для осахаривания крахмала картофеля при производстве концентрата применять смесь ферментных препаратов Амилоризин П10Х и МЭК ПП-1 (до 30 % последнего в смеси) в дозах 0,30–0,35 % к весу крахмала.

Список использованных источников

1. Королев, Д. А. Русский квас / Д. А. Королев. – М. : Пищепромиздат, 1963. – 54 с.
2. Королев, Д. А. Технология безалкогольных напитков : учеб. пособие / Д. А. Королев, Л. И. Чекан, М. И. Денщиков. – М. : Пищепромиздат, 1962. – 514 с.
3. Мальцев, П. М. Технология безалкогольных и слабоалкогольных напитков : спец. курс / П. М. Мальцев, М. В. Заирная. – М. : Пищевая промышленность, 1970. – 335 с.
4. Рудольф, В. В. Технология и оборудование производства безалкогольных напитков : учеб. пособие / В. В. Рудольф. – М. : Пищевая промышленность, 1969. – 206 с.
5. Якубович, Ф. Ф. Производство хлебного кваса / Ф. Ф. Якубович. – 2-е изд. – М. : Пищевая промышленность, 1968. – 159 с.
6. Рудольф, В. В. Производство кваса. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 152 с.
7. Авторское свидетельство СССР № 1413939. Б. И. № 9, 1988. Способ производства концентрата квасного суслу из картофеля / Пашкова М. П., Белко Г. Р., Скрипниченко В. И. [и др.].

8. Авторское свидетельство СССР № 1170653. Б. И. № 14, 1989. Способ производства кислого напитка из картофеля / Пашкова М. П., Белко Г. Р., Скрипниченко В. И. [и др.]
9. Мазур, А. М. Элементы автоматизированного проектирования технологических процессов производства продуктов питания из картофеля / А. М. Мазур // Достижения науки и техники АПК. – 1988. – № 8. – С. 41–43.
10. Мазур, А. М. Машины и оборудование для переработки картофеля : монография / А. М. Мазур. – М. : Полимаг, 1999. – 372 с.
11. Машины и аппараты пищевых производств : учебник в 3 т. / С. Т. Антипов [и др.] ; под ред. акад. РАСХН В. Н. Панфилова, проф. В. Я. Груданова. – Мн. : БГАТУ, 2007. – Т. 1. – 420 с.
12. Сорта картофеля белорусской селекции: каталог / подгот. В. Л. Маханько [и др.], науч. ред. В. Л. Маханько. – РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодородству». – Мн., 2021. – 94 с.