



ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

УДК 663.14+556.315(479)

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ ВОД ЮГА РОС- СИИ

© 2008. **Абрамов Ш.А.**

Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН

Показана роль минеральных и органических веществ геотермальных вод нефенольного класса в биотехнологическом процессе получения прессованных и сушеных дрожжей. Осуществлены исследования, позволившие из видовой принадлежности *Saccharomyces oviformis* получить штамм Y-2635, представляющий значительный интерес для хлебопекарной промышленности. Установлена интенсификация биосинтеза этанола в сбраживаемой среде (на 25%) при значительном снижении нежелательных примесных соединений.

It is showed the role of mineral and organic substances of geothermal waters on non-phenol class in biotechnological process of receiving pressed and dried yeasts. The investigations which allowed receiving the strain Y-2635, having the great interest for baking industry, from the species *Saccharomyces oviformis* were carried out. It is established the intensification of biosynthesis of ethanol in fermenting medium (25%) with considerable reducing objectionable dash combinations.

Современному обществу трудно представить свое существование без широкого использования продуктов, полученных с помощью микроорганизмов. Промышленное производство продуктов микробного синтеза представляет собой единую биотехнологическую систему, которая складывается из последовательных стадий и операций, количество и особенности которых зависят от вида производимой продукции. При этом важным фактором создания эффективной биотехнологической системы является подбор питательной среды, обеспечивающей потребности культуры микроорганизмов в химических компонентах, необходимых для оптимального биосинтеза целевого продукта. Основываясь на знании обменных процессов в микробной клетке, ее биохимии и физиологии, включая взаимодействия с внешней средой, необходимо из большого числа вариантов выбрать наилучший, учитывающий, с одной стороны, энергетические и материальные потребности клетки, а с другой, – доступность, технологичность и стоимость операции.

Особое значение имеет выбор штамма – микроорганизма, обладающего наивысшей продуктивностью. Современные методы отбора опираются на новейшие знания биохимии и физиологии микробных клеток, геной инженерии. Большое внимание уделяется изучению влияния различных физических факторов на микроорганизмы с целью изыскания современных способов управления их жизнедеятельностью, что является важнейшей задачей современной биотехнологической науки. Уместно сказать, что ранее нашими исследованиями было обнаружено, что обработка дрожжевых микроорганизмов высокочастотными электромагнитными полями, гелий-неоновым, рубиновым и азотным лазерами, а также сверхнизкими температурами в определенных режимах воздействия вызывает морфологические, физиологические и биохимические изменения клетки, которые в отдельных случаях приводят к усилению активности ферментов, ответственных за биохимические реакции в биотехнологических процессах.



Следует отметить также, что важнейшей стадией формирования биотехнологической системы является отработка режима культивирования клеток – продуцентов. Этот сложный технологический процесс должен обеспечить совокупность потребностей клетки, обусловленных ее физиологией. Сфера приложения продуктов биотехнологии с каждым годом расширяется: это медицина и фармакология, сельское хозяйство, пищевая промышленность, контроль за состоянием окружающей среды, химическая промышленность и т.д.

В конце 80-х годов автором данной статьи впервые было выдвинуто предположение о возможности использования минеральных и органических веществ геотермальных вод в биотехнологических процессах. Была поставлена задача создания теоретических основ промышленных технологий, основанных на микробиологических процессах.

Известно, что качество хлебопродуктов в большей мере зависит от биотехнологических свойств дрожжей. Учитывая это обстоятельство, сотрудниками лаборатории эколого-биохимических основ рационального использования биологических ресурсов Прикаспийского института биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН под нашим руководством были начаты интересные работы с дрожжами вида *Saccharomyces cerevisiae*, представляющими интерес для хлебопекарной промышленности. Известно также, что для производства этих дрожжей требуется питательная среда, в состав которой входят углеводосодержащие материалы, в основном свекловичная меласса, которая служит источником углеводного питания. Кроме мелассы для создания питательной среды необходимо до 10-ти различных не совсем дешевых компонентов. Между тем ряд регионов России, в том числе и Дагестан, располагают природными ресурсами – геотермальными водами нефенольного класса, богатыми комплексом минеральных и органических веществ. Это побудило нас впервые осуществить исследования по выяснению возможности использования в составе питательной среды геотермальных вод как источника минеральных и органических веществ. В работе использовали подземные воды махачкалинских месторождений, идущих из глубины 1000-1500 метров. По своему составу они характеризуются как среднеминерализованные, гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатные натриевые, слабощелочной реакции среды; могут использоваться для питьевого и бальнеологического лечения. По органолептическим показателям представляют собой бесцветную жидкость, без запаха, пресную на вкус, которая содержит такие минеральные вещества, как аммоний, натрий, калий, магний, кальций, железо, марганец, цинк, медь, никель, бром, фтор, йод. Имеются также борная и кремниевая кислоты. Из органических соединений наибольший интерес представляют гумусовые вещества, состоящие из смеси гуминовых и фульвокислот, основные функции которых состоят в стимуляции физиологических процессов в живых организмах и протекторной роли – ослабление воздействия радионуклидов и тяжелых металлов при наличии их в среде. Многолетними исследованиями было установлено, что геотермальная вода, богатая минеральными и органическими соединениями, в составе питательной среды весьма благоприятна для роста и развития дрожжей вида *Saccharomyces cerevisiae*, способствует увеличению выхода биомассы, усилению активности ферментов, синтезу белка, резервных углеводов и других важных компонентов клетки.

Наличие в геотермальной воде вышеуказанных веществ, необходимых для жизнедеятельности организмов, создает весьма благоприятные условия в среде культивирования для получения биомассы – сырья для прессованных хлебопекарных дрожжей. Завершающим этапом оценки качества дрожжей, полученных нами в лабораторных условиях по новой технологии, были многократные испытания их на хлебозаводе № 2 г. Махачкалы. Специалисты этого предприятия высоко оценили качество хлеба, полученного с использованием таких дрожжей.

Таким образом, нами впервые разработана высокоэффективная биотехнология получения хлебопекарных дрожжей, основанная на использовании в составе питательной среды геотермальной воды нефенольного класса, аналога которой нет в мире [1-6]. Экономическая эффективность новой технологии получения хлебопекарных дрожжей складывается из следующих позиций:

1. Исключается необходимость приобретения дорогостоящих минеральных солей из различных регионов нашей страны, что позволит упростить и удешевить технологический процесс.
2. Геотермальная вода используется одновременно как источник минерального и органического питания дрожжей и для разбавления углеводосодержащего сырья.
3. Исключается целый блок дорогостоящего оборудования, предназначенного для приемки, подготовки и использования химических компонентов.



4. Достигается экономия транспортных расходов за счет использования местного сырья.
5. Уменьшаются затраты труда и электроэнергии.
6. Увеличивается выход готовой продукции в среднем на 20% при значительном улучшении ее качества.

Все это позволит заметно снизить себестоимость и, как следствие, поднять рентабельность предприятия, сделать дрожжевую продукцию конкурентоспособной. Нужно отметить, что главное достоинство новой технологии заключается в том, что продукция, полученная с использованием геотермальной воды нефенольного класса, является экологически чистой, так как в технологическом процессе участвуют минеральные и органические соединения воды, которая по своему составу и характеристике рекомендуется как питьевая и лечебная.

Исходя из этого суждения, были осуществлены специальные исследования, на основе которых разработан новый способ улучшения качества хлеба, сущность которого заключается в том, что для замеса теста вместо обыкновенной воды используют геотермальную воду определенной минерализации. В результате наблюдается обогащение продукта минеральными веществами, а также усиление физиолого-биохимических свойств дрожжевой клетки в процессе брожения теста, значительное улучшение качественных показателей хлеба [7].

Как уже отмечалось, для эффективности биотехнологического процесса особое значение имеет штамм дрожжей, обладающий наивысшей продуктивностью. Возник общебиологический интерес, как новая питательная среда будет влиять на функции дрожжей других видов рода *Saccharomyces*, а именно при культивировании вида *S. oviformis*. Такая постановка вопроса не случайна, так как в специальной литературе нет информации об использовании мелассных питательных сред для выращивания дрожжей этого вида. Следует отметить, что дрожжевые организмы *S. oviformis* в основном используются в винодельческой промышленности, а микроорганизмы вида *S. cerevisiae* – в дрожжевой, хлебопекарной, спиртовой и пивоваренной. Эти виды отличаются по различным признакам.

Нашими исследованиями установлено, что минеральные и органические соединения геотермальной воды в составе мелассной питательной среды способствуют возникновению из видовой принадлежности *S. oviformis* различных форм дрожжевых клеток, из которых в последующем по выходу биомассы, морфологическим, биохимическим и технологическим свойствам, конкурентоспособности по отношению к посторонней микрофлоре, приспособляемости к неблагоприятным примесям питательной среды впервые из видовой принадлежности *S. oviformis* нами получен новый штамм Y-2635, представляющий значительный интерес для хлебопекарной промышленности [8-9].

Однако следует сказать, что вышеуказанное имеет отношение к технологии получения прессованных хлебопекарных дрожжей, которые в большей мере являются продуктом региональной промышленности со сроком годности 12 суток. За такое короткое время не всегда представляется возможным дрожжи доставлять в районы Крайнего Севера, другие труднодоступные места, скажем, в дальние армейские гарнизоны или поселки. В этой ситуации нужны высокопродуктивные сушеные дрожжи с более длительным сроком хранения. К сожалению, в настоящее время Россия производит весьма незначительную долю от своей потребности в данной продукции, в основном они завозятся из Турции, Австрии, Франции, Германии, Бельгии, на что расходуются значительные валютные средства. Поэтому поиск новых наиболее эффективных решений для увеличения объемов производства сушеных дрожжей является важной задачей современной биотехнологии.

Возникла необходимость осуществления научных исследований по выяснению возможности использования геотермальных вод в технологическом процессе получения сушеных дрожжей. Наши исследования по этому вопросу показали, что совокупность физиологических свойств и характеристика химического состава исходного сырья – биомассы предопределили лучшие биотехнологические показатели сушеного продукта, в частности – подъемную силу, зимазную и мальтазную активность, повышенное содержание трегалозы и белка. Выявлено, что опытные сушеные дрожжи отличаются лучшей биологической ценностью за счет фонда свободных аминокислот, в т. ч. аланина, глутаминовой кислоты и незаменимых аминокислот – аргинина, гистидина, глицина, изойлецина, лизина, тирозина, треонин + серина, фенилаланина, цистеина, участвующих в регуляции синтеза ферментов и азотном обмене микроорганизмов. Установлено также повышенное содержание таких важных элементов, как ка-



лий, натрия, магния, кальция, марганца, кобальта, никеля, железа, ответственных за регуляцию всех важнейших биохимических процессов живых организмов, что свидетельствует о высокой физиологической ценности сушеных дрожжей. По-видимому, значительное накопление минеральных веществ связано с изменением клеточной проницаемости вследствие положительного влияния биологически активных веществ геотермальной воды в составе питательной среды. Сушеные дрожжи, полученные по новой технологии с использованием геотермальной воды, представляют значительный интерес для улучшения качества хлебобулочных изделий и сокращения процесса производства хлеба.

Особое внимание было также уделено вопросу, как изменится качество сушеных дрожжей *S. cerevisiae* в процессе длительного хранения, так как от положительного решения этой задачи зависит степень конкурентоспособности продукции. В результате специальных исследований было обнаружено, что в процессе 14-месячного хранения в соответствующих стандартных условиях опытные сушеные дрожжи, полученные по разработанной нами технологии с использованием геотермальной воды в составе питательной среды, по морфологическим и биотехнологическим показателям превосходят контрольный вариант (традиционная технология), что имеет важное значение для определения степени их качества [10-12].

Таким образом, установлено, что геотермальные воды в составе мелассной питательной среды являются новым источником минерального и органического питания дрожжевых организмов. На этой основе разработана и научно обоснована высокоэффективная биотехнология получения прессованных и сушеных хлебопекарных дрожжей, а также способ улучшения качества хлеба. Создано новое научное направление – «Геотермальные воды в биотехнологических процессах».

Для осуществления высокоэффективного биотехнологического процесса получения хлебопекарных дрожжей на основе использования геотермальных вод нефенольного класса создана новая питательная среда и получен высокопродуктивный штамм дрожжей *S. oviformis* Y-2635, способный на указанной среде максимально проявлять свои технологические функции.

Реализация указанных выше разработок позволит в перспективе создать ряд новых высокоэффективных предприятий по выпуску конкурентоспособной дрожжевой продукции различного назначения в регионах России и других странах, где имеются указанные геотермальные водные ресурсы (Северный Кавказ, Тюменская обл., Сахалин, Камчатка, Грузия и др.).

Выше нами изложены результаты исследований по влиянию биологически активных веществ геотермальной воды на метаболизм хлебопекарных дрожжей, основанных на аэробном процессе культивирования микроорганизмов. Далее, возник такой вопрос – как новая питательная среда будет влиять на жизнеспособность дрожжей в анаэробных условиях культивирования и синтез этанола в сбраживаемой среде.

Значимость работы определяется еще и тем, что в настоящее время в различных странах мира много внимания уделяется синтезу этанола как экологически чистого топлива будущего. В этом аспекте экологические преимущества этанола как топлива заключаются в следующем: этанол биоразлагаем, не загрязняет природные водные системы, является возобновляемым ресурсом, в то время как образование ископаемых топлив (уголь, нефть) занимает миллионы лет. Рост его производства связан не только с широтой его применения в различных отраслях промышленности, но и с использованием в качестве топлива (добавка к бензину или заменитель бензина). По числу заводов, производящих этанол в интересах топлива, первое место в мире занимают США. Среди многочисленных источников сырья для этой цели уделяется внимание и мелассе.

В рамках поставленной задачи были осуществлены специальные исследования, результаты которых кратко можно изложить так.

Установлено, что биологически активные вещества геотермальных вод нефенольного класса в составе питательной среды способствуют интенсификации синтеза этанола в мелассной сбраживаемой среде на 25%. При этом, в спиртовых отгонах сброженного субстрата обнаружено значительно меньшее содержание примесных соединений, в основном за счет снижения образования высших спиртов и альдегидов, что имеет важное значение для качества конечного продукта спирта-ректификата [13].

При изучении морфологических свойств дрожжей обнаружена интересная закономерность – чем больше размер клеток, тем интенсивнее осуществляется синтез этанола. Возможно, это связано с более



благоприятными условиями для жизнедеятельности дрожжевых клеток в сбраживаемой среде, где источником минерального и органического питания для них служит геотермальная вода.

Дальнейшие исследования по этому вопросу представляют значительный интерес для создания новых биотехнологических процессов по синтезу этанола на основе использования подземных вод.

Библиографический список

1. А.с. СССР 1730140. Питательная среда для выращивания дрожжей. // Абрамов Ш.А., Гасанова С.М., Магомаева Т.А., Алиева М.Ю., Кадыров А.Г. // БИ 1992. № 16. – 120 с.
2. Абрамов Ш.А., Котенко С.Ц., Эфендиева Д.А., Халилова Э.А., Исламгагомедова Э.А., Даунова С.М. Новая питательная среда для выращивания дрожжей. // Прикладная биохимия и микробиология. – 1995. Т. 31. – № 2. – С. 232-233.
3. Пат. РФ № 2084519. Способ получения питательной среды для выращивания хлебопекарных дрожжей. /Абрамов Ш.А., Котенко С.Ц., Далгатова Б.И., Эфендиева Д.А., Халилова Э.А. // БИ 1997. – № 20. – С. 270.
4. Абрамов Ш.А., Котенко С.Ц., Халилова Э.А., Кисриева Ю.С. Геотермальная вода в составе питательной среды и морфологические свойства дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* // Прикладная биохимия и микробиология. – 1999. Т. 35. – № 3. – С. 349-352.
5. А.с. СССР 1284998. Штамм дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* Y-503, используемый в производстве хлебобулочных изделий. //Абрамов Ш.А., Котенко С.Ц., Далгатова Б.И., Маммаев А.Т., Пейсахова Д.С. // БИ, 1987. – № 3. – С. 104.
6. Абрамов Ш.А., Котенко С.Ц., Далгатова Б.И. Влияние мутагенного фактора на морфолого-биохимические свойства дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. // Прикладная биохимия и микробиология. – 1989. Т. 25. – № 3. – С. 397-400.
7. Пат. РФ № 2035865. Способ производства хлеба из пшеничной муки. /Абрамов Ш.А., Далгатова Б.И. Котенко С.Ц. // 1992.
8. Пат. РФ № 2188232. Штамм дрожжей *Saccharomyces oviformis* Y-2635 для производства прессованных хлебопекарных дрожжей. /Абрамов Ш.А., Котенко С.Ц., Халилова Э.А., Исламова Ф.И., Исламгагомедова Э.А. // БИ, 2002. – № 24. ч.2. – С. 299.
9. Абрамов Ш.А., Котенко С.Ц., Исламова Ф.И. Морфологические и некоторые биотехнологические свойства нового штамма *Saccharomyces oviformis* МФ-1. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. № 12. – С. 35-38.
10. Пат. РФ 2151795. Способ получения сушеных дрожжей. Абрамов Ш.А., Котенко С.Ц., Халилова Э.А., Исламова Ф.И., Омаров М.М. // БИ, 2000. – № 18. – С. 138.
11. Халилова Э.А., Абрамов Ш.А. Влияние питательных сред на состав свободных аминокислот дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* // Прикладная биохимия и микробиология. – 2001. Т. 37. – № 5. – С. 578-581.
12. Абрамов Ш.А., Халилова Э.А. Геотермальные воды в биотехнологическом процессе получения хлебопекарных дрожжей // Вестник ДНЦ РАН. – 2002. № 13. – С. 67-72.
13. Абрамов Ш.А., Халилова Э.А. Новое в биотехнологии синтеза этанола в сбраживаемой среде. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2006. № 12. – С. 51-55.

УДК 577.472 (26)

СООБЩЕСТВО ФИТОПЛАНКТОНА В ОБРАСТАНИЯХ ИСКУССТВЕННЫХ РИФОВ В УСЛОВИЯХ МАХАЧКАЛИНСКОГО МОРСКОГО ПОРТА

© 2008. Амаева Ф.Ш., Абдурахманова А.А., Османов М.М., Алигаджиев М.М.

Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН

Исследованы состав и динамика формирования сообщества фитопланктона в обрастаниях искусственных рифов в прибрежье дагестанского района Каспийского моря. Наиболее интенсивный процесс формирования сообщества фитопланктона был отмечен в поверхностном горизонте (0-1 м). Наибольшее видовое разнообразие, а также наиболее высокие показатели численности и биомассы отмечены для фитопланктона исследуемых обрастаний летом и ранней осенью. Доминантами в сообществе фитопланктона весь период исследования являлись диа-