

УДК 378:579+663/664 (Высшее профессиональное образование. Педагогика высшей школы. Микробиология. Биохимия, физиология, морфология, цитология, генетика, экология микроорганизмов. Прикладная микробиология (медицинская, ветеринарная, санитарная, космическая, сельскохозяйственная, промышленная и химическая, пищевая, водная микробиология. Пищевая промышленность (в целом). Пищевые производства)

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ И ИХ ПРОБЛЕМЫ (МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ В ВУЗЕ)

© 2017 О.Н.Чечина

Ольга Николаевна Чечина, доктор химических наук, профессор кафедры технологии пищевых производств и парфюмерно-косметических продуктов. E-mail: chchinao@yandex.ru

Самарский государственный технический университет. Самара, Россия

Статья поступила в редакцию 06.05.2017

Среди пищевых предприятий, производства пищевой биотехнологии отличаются применением микробиологических продуцентов, предъявляющих особые требования к организации процесса, качеству воды и другого сырья. Проектирование этих производств должно предусматривать все аспекты для обеспечения жизнестойкости и активности применяемых микроорганизмов-продуцентов. В структуре технологических схем уделяют внимание необходимости удаления либо сохранения в конечном продукте практически в неизменном виде компонентов сырья, метаболитов, а также и самих продуцентов. Проблемы этих производств связаны с необходимостью интенсификации, использования качественного сырья, активированием функционирования продуцентов и применяемой воды.

Ключевые слова: биотехнология; пищевая промышленность; микробиологические производства; кисломолочные продукты; производство хлеба; ферментативные реакции; пивоварение; дрожжевые микроорганизмы; безреагентная обработка; спирт; сырьё; активирование продуцентов и воды.

Современный этап развития научных представлений о такой важной для человека производственной сфере, как процессы создания и переработки продуктов питания, отличается важной особенностью. Созрела потребность в обобщении и анализе имеющихся научных представлений, а также технологических приёмов производства пищевых продуктов *биотехнологическим* способом [1]. Такая древняя в практическом применении деятельность как выращивание полезных микроорганизмов для получения хлеба, напитков брожения и кисломолочных продуктов теперь развивается в условиях активного совершенствования теоретических, экспериментальных и производственных методов работы *биотехнологии* [2, с. 6–14].

Самарский регион с древнейших времён известен как хлебный край, который в силу природных особенностей расположения в биологически активной географической зоне призван активно производить и совершенствовать производство продуктов питания на основе растительного сырья. Кафедра Технологии пищевых производств и парфюмерно-косметических продуктов Самарского государственного технического университета уже имеет некий опыт учебно-методической и

научной работы в этом направлении, свои новые наработки, достижения.

Наиболее важной является технологическая производственная сфера выработки пищевых продуктов и проектирование таких производств. Работу в этом направлении, как всегда, начнём с классификации – наведении порядка в системе практических знаний и технологических приёмов работы [3]. Для проведения классификации, с целью упрощения расчётов в дальнейшем, начнём с рассмотрения общей структуры технологических схем и перейдём к их специфическим особенностям, которые лежат в основе классификации.

Как и все другие химико-биотехнологические промышленные объекты, производства пищевых продуктов этого профиля различаются структурой технологических схем, в которой выделяют следующие узлы: 1) подготовка сырья и продуцентов – действующих микроорганизмов; 2) собственно биотехнологический этап, где происходит образование конечных продуктов производства в результате правильно организованной жизнедеятельности продуцентов; 3) заключительная (конечная) обработка продуктов, полученных на стадии (2).

Все пищевые биотехнологические производства организованы с использованием реакций спир-

того либо молочнокислого брожения, которые протекают ферментативно, то есть каталитически под действием ферментов микроорганизмов. Главными полезными микроорганизмами являются два вида: 1. *Дрожжи*, вызывающие, в основном, спиртовое брожение, с образованием с этилового спирта и углекислого газа [4, с. 39–40, с.61]; 2) *Молочнокислые бактерии*, вызывающие молочнокислое брожение с образованием молочной кислоты [4, с. 60]. Эти продуценты создают оптимальную полезную для организма человека среду, в которой затруднена деятельность различных

патогенных, вредных микробов. Необходимо также учитывать, что все жизненные процессы, в том числе, жизнедеятельность продуцентов протекают в воде. Качество воды является важнейшим фактором биотехнологического пищевого производства – молочных продуктов, напитков, спирта, хлеба и самих дрожжей. В соответствии с целевым принципом конечной обработки продукта ферментации, биомассы продуцентов и компонентов исходного сырья все производства можно классифицировать по группам (см. таб.1):

Таб.1 Разновидности технологических схем в биотехнологии по целевому принципу конечной обработки метаболита (продукта ферментативной реакции), биомассы продуцентов и компонентов сырья (с примерами) (Kinds of technological schemes in biotechnology by the target principle of final processing of a metabolite (a product of enzymatic reaction), biomass of producers and components of raw materials (with examples))

1. Без удаления продукта ферментации	ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ		2. С удалением продукта ферментации
Без удаления компонентов сырья и биомассы (<i>Выработка кисломолочных продуктов, выработка хлеба и хлебобулочных изделий</i>)	С удалением компонентов сырья и биомассы (<i>Производство виноматериалов и вина; пивоварение (дополнительное разветвление схемы в конце, где удаляют побочный продукт дрожжи)</i>)	С выделением продукта ферментации в нужном качестве (<i>Анаэробное брожение (получение биотоплива из отходов); Спирт из сырья различного вида (сложная схема с разветвлением в середине, циркуляция дрожжевой разводки); Получение антибиотиков; твёрдофазное культивирование (простая схема получения ферментов и других активных веществ)</i>)	С отделением продуктов и неиспользованного сырья (<i>Производства хлебопекарных дрожжей с использованием питательной среды, содержащей гексозу (разветвление и циркуляция в начале, где получают чистую культуру дрожжей ЧКД)</i>)
	С получением биомассы в нужном качестве (<i>кормовые дрожжи из сырья различного вида, содержащего пентозу (схемы с циркуляцией оборотной культуральной жидкости ОКЖ); Живые вакцины</i>)		С выделением основного компонента сырья (удалением продуктов и биомассы) (<i>аэробная очистка жидких стоков (с циркуляцией иловой биомассы); Извлечение металлов из бедных руд</i>)

В каждой из групп биотехнологических производств те или иные общие для всех этапы (см. выше (1), (2), (3)) имеют свои особенности в отношении подбора и хранения продуцентов, их селекции, а также выбора технологических параметров и оборудования, основанных на особенностях протекающих химических и физико-химических процессов. Рассмотрим особенности характерных массовых пищевых биотехнологических производств.

Выработка кисломолочных продуктов. Исходным сырьём является биологическая жидкость молоко – полезнейшая пища человека, приготовленная самой природой. Но качество молока заго-

товляемого, особенно в современных условиях массового производства со смешиванием сырья от разных производителей, сильно колеблется [4]. Это и является главной проблемой производства, его технология неустойчива, для улучшения сворачиваемости и удлинения сроков хранения продуктов приходится применять различные искусственные приёмы (см. «Заключение»).

Выработка хлеба. Главным сырьём здесь являются дрожжи, вода и мука. Все сырьевые компоненты образуют тесто, которое после «выпечки» в неизменном составе образует конечный продукт производства – хлеб, наш главный продукт пита-

ния [5]. Наилучшей мукой, дающей самый питательный и вкусный продукт, является пшеничная мука. Дефицит пшеницы вызвал спрос на применение в хлебопечении различных других зерновых культур и даже высушенных выжимок разных овощей и фруктов. Мука, наряду с минеральными веществами, содержит не только белки и крахмал – необходимый для гидролиза с получением глюкозы, но также различные витамины и сами ферменты, вызывающие гидролиз крахмала – амилазы. К сожалению, качество муки в настоящее время ухудшается, при выработке хлеба используют различные химические вещества, улучшающие технологические показатели производства, разрыхляющие хлеб, но, УВЫ, не всегда полезные для нашего организма.

Пивоварение. Это крупнейшее биотехнологическое производство, одновременно одно из самых древних и распространённых, и известно всем. Главным сырьём является солод – пророщенные и высушенные зёрна ячменя, которые содержат ферменты, расщепляющие крахмал до глюкозы и других сахаров. Источником крахмала может быть и сам солод, и различные добавки – зерновые и незерновые. Помимо солода важнейшими факторами пивоварения являются вода и пивоваренные дрожжи, которые должны обеспечить, как высокую скорость брожения, так и отсутствие в готовом пиве посторонних веществ. Основная проблема производства – экологическая (наличие твёрдых отходов после экстракции солода).

Выработка спирта. Этот процесс всем хорошо известен: спирт получают спиртовым брожением сахаров, в современных условиях чаще, глюкозы. Иногда применяют уже ставшую дефицитной мелассу (см. раздел «*Выработка хлебопекарных дрожжей*»). Глюкозу получают кислотным либо каталитическим ферментативным гидролизом крахмала, содержащегося во всех крахмалосодержащих зерновых и корнеклубневых растениях. На первой стадии производства в этом случае проводят гидролиз измельченной массы сырье-

вых растений с помощью ферментов солода – пророщенных ячменных семян. Затем твёрдую массу подвергают брожению и получают «бражку», содержащую спирт. Целью и главной проблемой производства является получение чистого продукта в наиболее интенсифицированном режиме, то есть при максимальной скорости брожения. Аппаратурное оформление стадии выделения спирта из реакционной массы – «бражки» с образованием твёрдого отхода (послеспиртовой барды) не связано с качеством сырья. Но чистота получаемого спирта напрямую связана с сырьём, так же, как и со скоростью брожения, характерного для используемого вида (штамма) дрожжей [1, с. 9 – 12, 78–80].

Выработка хлебопекарных дрожжей. В производстве хлебопекарных дрожжей [1, с.22– 32, 83; 6] основной проблемой является качество питательной среды, используемой для выращивания биомассы. К настоящему времени такой средой является, в основном, меласса – отход производства сахара из сахарной свёклы. Её выращивание сейчас осложнено применением химических удобрений, пестицидов и даже генной модификацией растений.

Заключение: перспективы интенсификации производства. К настоящему времени с целью интенсификации процессов и увеличения срока службы продуктов широкое распространение в практике пищевых производств получило использование различных химических модификаторов, добавок, улучшителей, консервантов [7, 8]. Все эти вещества небезразличны человеку и зачастую приносят вред, если не всем, то наиболее чувствительным. При этом чувствительность нашего организма со временем постоянно возрастает. Работами сотрудников кафедры совместно со студентами показано, что эффективным является применение безреагентных приёмов активирования жизнедеятельности продуцентов и самой используемой питьевой воды (читайте в следующей работе).

1. Чечина, О.Н. Биотехнологии в самарском регионе: монография в 2-х ч. Ч. I Концепция биотехнологий. Этапы обучения. Ч. II Практические биотехнологии и методики. Самара, Изд-во Сам ГТУ, 2014. 90 с.
2. Чечина, О.Н. Общая биотехнология: учеб. пособ. Самара, Самар. гос. техн. ун-т, 2010. 232 с.
3. Чечина, О.Н., БЗ.В.ОД.4 «Проектирование биохимических предприятий»: рабоч. прогр. дисциплин. Самара, Сам ГТУ. 2013. 21 с.
4. Оноприйко, А.В., Храмцов, А.Г., Оноприйко, В.А. Производство молочных продуктов: учеб. пособие. М., «МарТ», 2004. – 384 с.; Чечина, О.Н., Зимичев, А.В. Общие основы биотехнологии: лабор. практ. Самара, Самар. гос. техн. ун-т, 2012. с. 60–80.
5. Ауэрман, Л.Я. Технология хлебопекарного производства: учебник. 9-е изд.: перераб. и доп. / под ред. Л.И.Пучковой. СПб: Профессия, 2005 (доп. тираж). 416 с.; Чечина, О.Н., Зимичев, А.В. Общие основы биотехнологии: лабор. практ. Самара, Самар. гос. техн. ун-т, 2012. с. 21–35.

6. Фараджева, Е.Д., Болотов, Е.А. Производство хлебопекарных дрожжей: практическое руководство. СПб: Изд-во «Профессия», 2002. 167 с.; Чечина, О.Н., Зимичев, А.В. Экологическая биотехнология: лабор. практ. Самара, Самар. гос. техн. ун-т, 2012. с. 24–30.
7. Современное хлебопекарное производство. Перспективы развития. Сб. научных трудов XVI Всероссийской заочной научно-практической конференции. Екатеринбург, Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2015. 172 с.
8. Пищевые продукты и здоровье человека: материалы III Всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Кемерово, Изд-во Кемеровск. технолог. ин-та пищевой промышленности, 2010. 614 с.

BIOTECHNOLOGICAL BASIS OF FOOD PRODUCTION AND THEIR PROBLEMS (EXPERTS' METHODOLOGICAL BASES OF TRAINING IN HIGHER EDUCATION INSTITUTION)

© 2017 O.N.Chechina

Olga N. Chechina, Doctor of chemistry sciences, professor of the Chair of Food Production Technology and Perfumery-Cosmetic Products. E-mail: chechinao@yandex.ru

Samara State Technical University. Samara, Russia

Among food enterprises productions of food biotechnology differ in application of microbiological producers, imposing special requirements to organization of process, quality of water and other raw materials. The designing of these productions must include all aspects to ensure the viability and activity of the applied microorganisms-producers. In the structure of technological schemes attention is paid to the necessity of removing or preserving in the final product unchanged components of the raw materials, metabolites and also producers themselves. The problems of these industries are connected with the necessity of intensification, use of quality raw materials, activating the functioning of producers and used water.

Key words: biotechnology, food industry, microbiological production, dairy products, bread production, enzyme reactions, brewing, yeast microorganisms, reagent-free processing, alcohol, raw materials, activating of producers and water.

1. Chechina, O.N. Biotekhnologii v samarskom regione (Biotechnologies in the Samara Region): monografiya v 2-kh ch. Ch.I Kontseptsiya biotekhnologii. Etapy obucheniya. Ch.II Prakticheskie biotekhnologii i metodiki. Samara, Izd-vo Sam GTU, 2014. 90 s.
2. Chechina, O.N. Obshchaya biotekhnologiya (General biotechnology): ucheb. posob. Samara, Samar. gos. tekhn. un-t, 2010. 232 s.
3. Chechina, O.N., B3.V.OD.4 «Proektirovanie biokhimicheskikh predpriyatii» (“Design of the biochemical enterprises”): raboch. progr. distsipl. Samara, SamGTU. 2013. 21 s.
4. Onopriiko, A.V., Khramtsov, A.G., Onopriiko, V.A. Proizvodstvo molochnykh produktov (Production of dairy products): ucheb. posobie. M., «MarT», 2004. 384 s.; Chechina, O.N., Zimichev, A.V. Obshchie osnovy biotekhnologii (General bases of biotechnology): labor. prakt. Samara, Samar. gos. tekhn. un-t, 2012. s. 60–80.
5. Auerman, L.Ya. Tekhnologiya khlebopekarnogo proizvodstva (Technology of breadbaking): uchebnik. 9-e izd.: pererab. i dop. / pod red. L.I.Puchkovo. SPb., Professiya, 2005 (dop. tirazh). 416 s.; Chechina, O.N., Zimichev, A.V. Obshchie osnovy biotekhnologii (General bases of biotechnology): labor. prakt. Samara, Samar. gos. tekhn. un-t, 2012. s. 21–35.
6. Faradzheva, E.D., Bolotov, E.A. Proizvodstvo khlebopekarnykh drozhdzhei: prakticheskoe rukovodstvo (Production of baker's yeast: practical guidance). SPb., Izd-vo «Professiya», 2002. 167 s.; Chechina, O.N., Zimichev, A.V. Ekologicheskaya biotekhnologiya (Ecological biotechnology): labor. prakt. Samara, Samar. gos. tekhn. un-t, 2012. s. 24–30.
7. Sovremennoe khlebopekarnoe proizvodstvo. Perspektivy razvitiya. Sb. nauchnykh trudov XVI Vseross. zaочноi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Modern breadbaking. Prospects of development. Collection of research papers of the XVI All-Russian correspondence applied research conference). Ekaterinburg, Izd-vo Ural. gos. ekon. un-ta, 2015. 172 s.
8. Pishchevye produkty i zdorov'e cheloveka: materialy III Vserossiiskoi konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh (Foodstuff and human health: materials of the III All-Russian students', graduate students' and young scientists' conference). Kemerovo, Izd-vo Kemerovsk. technolog. in-ta pishchevoi promyshl., 2010. 614 s.