

АНАЛИЗ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ ПИЩЕВОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ

А. Д. Лодыгин, А. Б. Рябцева

Представлены результаты анализа публикаций по современным проблемам пищевой биотехнологии в реферативном журнале «Химия и технология пищевых производств» в период с 1993 по 2003 годы. Рассмотрены перспективные направления развития пищевой биотехнологии.

In the article the results of analysis of publications on modern problems of food biotechnology at referative journal of chemistry and food technology at the period from 1993 to 2003 are given. Perspective directions of food biotechnology development are considered.

Пищевая биотехнология появилась и развивается на основе настоящей необходимости решения проблем недостатка и неполноценности питания. Её уже практически невозможно в настоящих условиях решить экстенсивно – расширяя посевные площади или увеличивая поголовье скота. Как необходимо заменять нынешние источники энергии нетрадиционными из-за ограниченности запасов горючих ископаемых, так и биологические пищевые ресурсы могут иссякнуть, если не искать им альтернативу. И она существует – это получение пищи с помощью микроорганизмов. Они в сотни раз продуктивнее животных и растений. Биотехнологическое получение нутриентов выгоднее, чем их химический синтез. Микробиологическое производство не требует посевных площадей, не зависит от смены сезонов, позволяет получать продукцию стандартного качества.

С целью выявления современных тенденций развития пищевой биотехнологии и изменения интереса к производству и использованию тех или иных групп продуктов были проанализированы реферативные журналы «Химия и технология пищевых производств» за 5 лет. Для систематизации информационного поиска была предложена классификация направлений развития пищевой биотехнологии по целевым продуктам:

- 1) макронутриенты (преимущественно белковые препараты на основе биомассы микроорганизмов);
 - 2) препараты на основе чистых культур микроорганизмов для пищевых производств (молочнокислых бактерий; хлебопекарных и спиртовых дрожжей);
 - 3) вещества, регулирующие вкус и аромат пищевых продуктов (ароматизаторы и вкусо-ароматические добавки, подсластители, пищевые кислоты);
 - 4) стабилизаторы консистенции пищевых продуктов;
 - 5) пищевые красители;
 - 6) вещества, способствующие продлению сроков хранения продукции;
 - 7) препараты микронутриентов (витаминов, аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот);
 - 8) препараты пробиотиков, пребиотиков, синбиотиков;
 - 9) ферментные препараты, иммобилизованные ферменты и клетки.
- Результаты обобщены в виде диаграмм на рисунках 1 – 5.



Рисунок 1 – Современные направления развития пищевой биотехнологии: 1 – белковые препараты на основе биомассы микроорганизмов; 2 – молочнокислые бактерии; 3 – хлебопекарные и спиртовые дрожжи; 4 – ароматизаторы и вкусо-ароматические добавки; 5 – подсластители; 6 – пищевые кислоты; 7 – стабилизаторы консистенции пищевых продуктов; 8 – пищевые красители; 9 – вещества, способствующие продлению сроков хранения продукции; 10 – витамины; 11 – аминокислоты; 12 – препараты пробиотиков, пребиотиков, синбиотиков; 13 – полиненасыщенные жирные кислоты; 14 – ферментные препараты, иммобилизованные ферменты и клетки

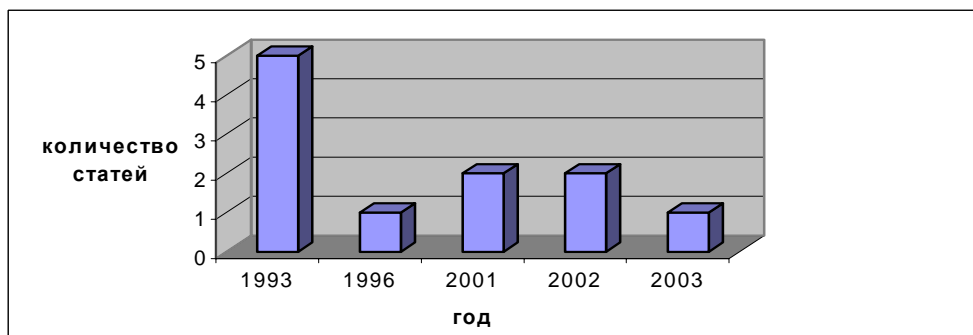


Рисунок 2 – Динамика изменения интереса к получению микробного белка

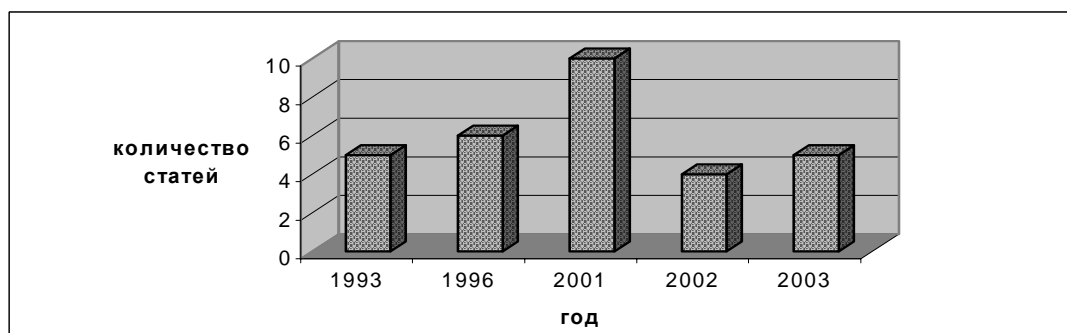


Рисунок 3 – Динамика изменения интереса к получению ароматизаторов и вкусоароматических добавок методами биотехнологии

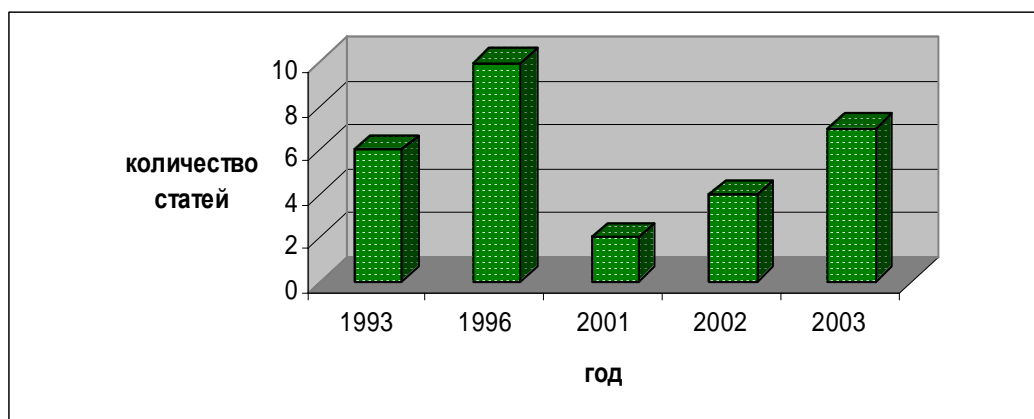


Рисунок 4 – Динамика изменения интереса к биотехнологии пищевых кислот

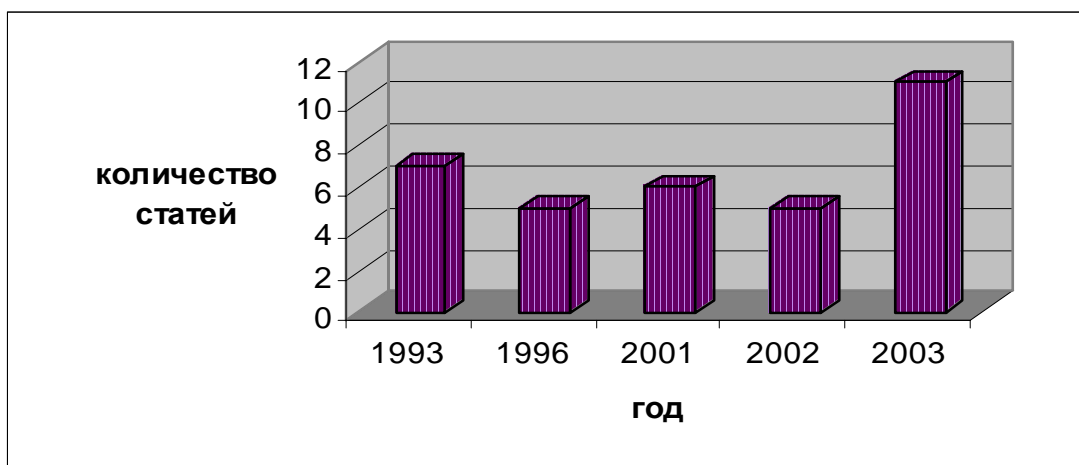


Рисунок 5 – Динамика изменения интереса к пробиотикам, пребиотикам и синбиотикам

На рисунке 1 представлено общее количество публикаций по всем вышеперечисленным направлениям развития пищевой биотехнологии. Анализ диаграммы показывает стабильно высокое количество разработок по получению ферментных препаратов и иммобилизованных биообъектов, пищевых кислот; возрастающий интерес к производству препаратов пробиотиков, пребиотиков и синбиотиков, стабилизаторов консистенции и веществ, регулирующих вкус и аромат пищевых продуктов.

Как известно, наиболее дефицитным компонентом пищи является белок, особенно высокой пищевой ценности. Пищевой белок можно получить с помощью микромицетов, водорослей, бактерий. Белок пивных дрожжей применяется в производстве продуктов детского питания, т. к. он не содержит токсических факторов. В основном разработки по получению пищевого белка велись в Великобритании (микроорганизмы *Saccharomyces cerevisiae*), в России (*Penicillium roqueforti*, *Lactobacillus acidophilus*), на Украине (с добавкой *Spirulina platensis*).

Как видно из рисунка 2, интерес к получению микробного белка в последние годы снизился, а из общей диаграммы (рисунок 1) следует, что в целом публикаций на эту тему сравнительно немного и данное направление

пищевой биотехнологии не получило широкого распространения. Это можно объяснить неприятием «пищи из микробов» потребителями, данными о плохой усваиваемости и аллергенности некоторых препаратов, а также ростом мирового производства генетически модифицированных растительных белков.

Для создания новых штаммов микроорганизмов, обладающих заданными свойствами (высокой фагоустойчивостью, кислотообразующей активностью), применяют методы генной инженерии. Так, в Норвегии мутантные штаммы рода *Lactococcus* (с хорошими автолитическими свойствами, не сбраживающие лактозу) используют для ускорения процесса созревания и получения высококачественных сыров. В России получены фагоустойчивые молочнокислые лактококки для производства сыров, новый штамм дрожжей рода *Candida* для сбраживания лактозы.

Развивается получение новых штаммов хлебопекарных и спиртовых дрожжей. В России подобран активный штамм *Saccharomyces cerevisiae*, обладающий хорошими хлебопекарными свойствами, высоким выходом биомассы и повышенным содержанием трегалозы, что повышает их устойчивость при сушке.

Получение пищевых ароматизаторов микробиологическим путем зачастую оказывается более выгодным и продуктивным, чем их химический синтез или другие традиционные способы. Так, в США был разработан экологически безопасный биокаталитический способ синтеза ванилина из глюкозы с использованием генетически модифицированного штамма *E. coli* и грибного фермента дегидрогеназы. Аромат ванилина при биотехнологическом его получении оказался в несколько раз интенсивнее обычного.

Весьма перспективно использование грибных культур в качестве продуцентов сырных, грибных, рыбных ароматизаторов. Освоены биотехнологические способы получения веществ, имитирующих ароматы земляники, малины, банана, кокоса, яблока, персика, миндаля. Как видно из рисунка 3, в последнее десятилетие интерес к биотехнологическому

получению ароматизаторов оставался на достаточно высоком уровне, а из общей диаграммы (рисунок 1) следует, что это направление пищевой биотехнологии является одним из самых перспективных.

Известны способы микробиологического синтеза многоатомных спиртов (сорбита, маннита, глицерина, ксилита, эритрита, рибита), выполняющих функции сахарозаменителей в продуктах для диабетиков. Так, новое подслащивающее вещество эритрит, содержащееся в морских водорослях, грибах, фруктах, может быть получено также с помощью бактерий, плесневых грибов и дрожжей. Наиболее эффективно использовать для синтеза подсластителей грибы рода *Candida*. В последние годы особое внимание уделяется биотехнологическому синтезу ксилита, маннита и L-арабинозы.

К традиционным направлениям пищевой биотехнологии относится получение пищевых кислот – лимонной, молочной, яблочной, уксусной, янтарной. Эти вещества используются как регуляторы кислотности и консерванты. Лимонную кислоту получают с помощью *Yarrowia lipolytica*, *Aspergillus niger*, молочную – *Endomycopsis fibuligera*, *Rhizopus oryzae*, *Lactobacillus casei*, янтарную – *Anaerobiospirillum succiniproducens*, уксусную – *Acetobacter acetigenum*. Как видно из рисунка 4, интерес к биотехнологии пищевых кислот в последние годы стал снова возрастать.

Стабилизаторы консистенции – вид пищевых добавок, получение которых методами биотехнологии развивается наиболее быстро в последние годы (рисунок 1). Так, например, гелеобразователь «Курдлан» получают сбраживанием виноградного сахара с помощью *Alkaligenes fekalis*, модифицированные глюканы производят из *Saccharomyces cerevisiae*, каппа-каррагинан – из водорослей *Euchema cottonii*, глицерин – из глюкозы под действием *Rhizopus javanicus*, пуллулан – из мелассы с помощью *Aureobasidium pullulans*.

Большинство пищевых красителей синтезируют химическим путем. Однако некоторые натуральные пигменты микроорганизмов могут быть с

успехом использованы в качестве красителей для пищевых продуктов. Так, из гриба *Monascus* получен натуральный красный пищевой краситель, стойкость которого во много раз выше, чем у β -дицианов (красителей из сине-зеленых водорослей). Из микроорганизмов *Flavobacterium multivorum* получен каротиноид зеаксантин, из бактерий с Канарских островов – розовый краситель для мороженого, крема, мыла. Такие красители безвредны и придают стойкий цвет продуктам, что позволяет предположить, что в будущем микробиологическому производству красителей будет уделяться больше внимания, чем в настоящее время (рисунок 1).

Вещества, способствующие продлению сроков хранения продукции, получают в больших количествах химическим путем. Однако имеется немало разработок по получению пищевых консервантов микробным синтезом. Методами биотехнологии и генной инженерии можно получить ферменты, бактериальные пептиды и бактериоцины, обладающие свойствами консервантов.

Так, выделены хитиназы, разрушающие хитин в стенках клеток плесеней, глюканазы, гидролизующие крахмал в дрожжах и плеснях, бактериоцины из молочнокислых микроорганизмов, уничтожающие патогенную микрофлору. Однако перечисленные натуральные консерванты пока дороже искусственных аналогов, имеют сложную природу и взаимодействуют со многими компонентами, что пока недостаточно изучено. Все это сдерживает развитие биотехнологических способов получения консервантов.

Хотя химический синтез в производстве витаминов занимает ведущее положение, микробиологические методы также имеют большое практическое значение. Микробиологическим путем получают эргостерин, витамин B_{12} . Кроме того, микроорганизмы используются как селективные окислители сорбита в сорбозу при получении витамина С. Из дрожжей-сахаромицетов может быть получен концентрат витамина B_2 , из микроводорослей *Dunaliella viridis* – β -каротин. Кефирные грибки синтезируют витамины B_1 , B_2 , B_6 , B_{12} и

аскорбиновую кислоту, а бифидобактерии – группы В, РР и Н, однако пока эти микроорганизмы не используются как продуценты витаминов в промышленных масштабах.

Среди возможных способов получения аминокислот наибольшее значение имеют микробиологический и химический. Однако только при биологическом синтезе используемые микроорганизмы образуют аминокислоты в биологически активной L-форме. Больше всего разработок посвящено получению лизина (продуценты *Brevibacterium lactofermentum* и бактерии рода *Corynebacterium*), также предложены способы биотехнологического получения изолейцина, треонина (при использовании *E. coli*). Большинство исследованных штаммов микроорганизмов независимо от их систематического положения преимущественно накапливают α -аланин и глутаминовую кислоту. Значительно меньше штаммов и в меньшем количестве выделяют аспарагиновую кислоту, лейцин, валин, изолейцин, лизин. Как видно из общей диаграммы, получение аминокислот в настоящее время изучается не так активно, как микробиологические методы синтеза других биологически активных веществ (рисунок 1).

Одно из нетрадиционных, появившихся не так давно направлений пищевой биотехнологии, – это получение и применение пробиотиков, пребиотиков и их комплексов – синбиотиков. Как видно из рисунка 5, это направление привлекало к себе большое внимание уже в начале 90-х годов и интерес к нему оставался на высоком уровне на протяжении ряда лет. Из общей диаграммы (рисунок 1) следует, что пробиотики и пребиотики наиболее перспективно получать методами биотехнологии. Примерами тому могут служить разработки по получению пребиотиков: 1-кестозы (с помощью *S. brevicaulis*), лактосахарозы (с применением *Arthrobacter sp.*), фруктоолигосахаридов (из сахарозы под действием фруктозилтранс-феразы, извлеченной из *Aspergillus niger*). Пробиотики – это собственно микроорганизмы, преимущественно родов *Lactobacillus* и *Bifidobacterium*,

обладающие широким спектром положительного воздействия на организм человека.

К функциональным соединениям, оказывающим позитивное влияние на здоровье человека, способствующим профилактике многих заболеваний, относятся полиненасыщенные жирные кислоты. Многие из них можно получить методами биотехнологии: арахидоновую кислоту – из грибов рода *Mortierella*, γ -линолевую – *Mucorales* и *Mortierella*, эйкозапентаеновую, докозапентаеновую, докозагексаеновую – из грибов порядка *Thraustochytriales* и *Schizochytrium*, а также из микроводорослей *Cryptocodinium cohnii*.

Ферменты можно получить только биотехнологическими методами. Этому направлению пищевой биотехнологии уделяется самое большое внимание, что видно из рисунка 1. Особенно много разработок посвящено получению липазы (*Propionibacterium acidipropionici*, *Rhizopus oryzae*), глюкоамилазы, глюкооксидазы и β -фруктофуранозидазы (*Aspergillus niger*), полигалактуроназы и инвертазы (*Endomycopsis fibuliger*), протеиназы (*Bacillus*, *Rhizopus*, *Aspergillus*).

Таким образом, анализ реферативных журналов показал, что к наиболее перспективным направлениям развития пищевой биотехнологии относятся следующие: получение ферментов, стабилизаторов консистенции, ароматизаторов, пищевых кислот, а также совершенствование технологии пробиотиков и пребиотиков.