

— биотехнологическая промышленность (питательные среды для выращивания микроорганизмов, насекомых, шелковичных червей, лабораторных и домашних животных, биологически активные добавки к традиционным кормовым ресурсам);

— парфюмерно-косметическая промышленность (лечебно-профилактические мази, новое поколение масок, шампуней, средств для восстановления и лечения волос и головы) и др [3].

Придание продукту биокорректирующего действия может осуществляться как по средством направленной модификации, например, животного сырья, идущего на производство конкретного продукта питания, т.е. *in vivo*, так изменение состава и свойств мясного сырья после убоя, т.е. *in vitro*.

Производство биокорректоров направленно на:

- обеспечение нормального роста, формирования и функционирования детского организма;
- поддержания оптимального уровня обменных процессов человека;
- профилактика заболеваний;
- лечение различных болезней;
- восстановление организма после инфекционных, соматических и других заболеваний, а также аварий, травм и операционных вмешательств;
- замедление процессов старения организма человека [3].

Включение в рецептуру биокорректоров при производстве новых видов пищевых продуктов используются принципы пищевой комбинаторики, который заключается в обоснованном количественном подборе компонентов сырья и добавок, обеспечивающих комплекс заданных органолептических и функциональных характеристик.

Продукты питания с биокорректирующими свойствами относятся к оздоровительным продуктам. За счет них лечение и оздоровление становится наиболее естественной и реальной возможностью сохранения здоровья каждого человека. И хотя отношение к продуктам с биокорректорами все еще неоднозначное, последние исследования показали, что интерес к подобным продуктам у населения нашей страны неуклонно растет интерес.

Продукты с биокорректирующими свойствами должны войти в рацион каждого человека, желающего сохранить свое здоровье. Поэтому важнейшей задачей в области просвещения является достаточная информированность каждого человека о состоянии его здоровья, экологических условий проживания, взаимосвязи и разумного питания, и конечно же, ассортимента оздоровительных продуктов.

Литература

1. «МР 2.3.1.2432.-.08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РФ. Методические рекомендации» [<http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=106639>]: утверждено Роспотребнадзором от 18.12.2008. Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности РФ на период до 2020 года [<http://www.consultant.ru/law/hotdocs/18337.html>]: распоряжение Правительства РФ от 17.04.2012. № 559-р. Дата опубли. на сайте 28.04.2012. Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. Кудряшова А.А. Натуральные биокорректоры: качество, биологическая ценность, безопасность продовольственных ресурсов // Пищ. пром-ть. – 2001. – № 9. – С. 62-65.

УДК 664.1

БИОСИНТЕТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПРОДУЦЕНТА ЛИМОННОЙ КИСЛОТЫ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ОЗОНО-ВОЗДУШНОЙ СМЕСЬЮ

¹Павлова О.В., аспирант, ²Троцкая Т.П., д-р техн. наук, профессор
¹РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по продовольствию», г. Минск

²УО «Гродненский государственный университет имени Я. Купалы», г. Гродно, Беларусь

Aspergillus niger, относящийся к классу сумчатых грибов, является наиболее активным продуцентом и используется в настоящее время для ферментации сахаросодержащих сред с целью промышлен-

ного производства пищевой лимонной кислоты. Обработка суспензии продуцента низкими дозами вызывает активирование биосинтетической способности продуцента.

Aspergillus niger, marsupials belonging to the class of fungi is the most active producer and is currently used for the fermentation of sugar-containing media with a view to industrial food citric acid. Treatment of a suspension of producing low doses of ozone causes the activation of the biosynthetic capacity of the producer.

Ключевые слова: лимонная кислота, *Aspergillus niger*, биосинтетическая активность, озоноздушная обработка.

Введение. С помощью микроорганизмов получается много органических кислот, однако физиологические и биохимические основы сверхсинтеза производимых кислот требуют детального изучения и поиска возможности повышения эффективности технологических процессов микробиологического синтеза.

Современные биотехнологические процессы, основанные на получении конечного продукта с использованием микробного синтеза, нуждаются в высокопродуктивных производственных штаммах микроорганизмов лимонной кислоты. Такие штаммы должны давать высокий выход биомассы, обладать соответствующей антигенной активностью и специфичностью, образовывать устойчивую гомогенную смесь в процессе ферментации. Поиск продуцентов, удовлетворяющих технологическим требованиям и адаптированных к росту на искусственных питательных средах, исследование их биологических свойств является одним из основных и значимых этапов разработки биопрепаратов [1 – 4]. Наиболее активным продуцентом используемым в настоящее время для ферментации сахаросодержащих сред с целью промышленного производства пищевой лимонной кислоты является *Aspergillus niger*, относящийся к классу сумчатых грибов [5 – 7].

Показано, что электроактивированный воздух с повышенным содержанием отрицательных ионов является эффективным средством воздействия на жизнедеятельность микроорганизмов, в зависимости от концентрации ионов, энергии и времени воздействия, способствует изменению окислительно-восстановительного потенциала среды, воздействует на ферментные системы, обуславливающие дыхание микроорганизмов [8, 9].

Учитывая, что в последние годы усилилось внимание к использованию электрохимических факторов воздействия в биотехнологических процессах, целесообразно выполнить исследования по выявлению возможности управления биосинтетической активностью *Aspergillus niger*, методом электронно-ионной обработки.

Объекты и методы исследований. Изучалась биосинтетическая активность штамма *Aspergillus niger* – продуцента лимонной кислоты. Для исследования использовали препарат сухих конидий, выпускаемых на ООО «Цитробел» г. Белгород.

Биосинтетическую активность *Aspergillus niger* определяли при его глубинном культивировании на сахарозо-минеральной среде. Процесс вели в две стадии: первая – выращивание посевного мицелия из сухого препарата конидий гриба, вторая – ферментация углеводов питательной среды в лимонную кислоту. Приготовленную суспензию конидий (30 мг/10 мл воды) обрабатывали озоноздушной смесью, полученной с помощью следующей установки: озонатор ЭРГО модель М, газоанализатор озона оптический Циклон – 5, аспиратор ОП – 442ТЦ (рис). Показатели режимов обработки суспензии продуцента отражены в таблице 1.



Рис. Установка для обработки суспензии конидий *Aspergillus niger*

Таблиця 1 – Режимы и условия обработки продуцента

№ пробы	C (O ₃), мг/м ³	Расход воздуха, м ³ /л	Масса O ₃	время, мин	Температура, °C
1	20,0	1	20,0	1	21
2	33,0	3	99,0	3	21
3	28,5	5	142,5	5	21
контроль	–	–	–	–	21

Обработанную суспензию в количестве 1 мл вносили в 50 мл посевной сахарозо-минеральной среды (г/л): сахара – 12,5; KН₂РO₄ – 10; MgSO₄ – 10; (NH₄)₂SO₄ – 10. Культивирование продуцента проводили в колбах вместимостью 250 мл 48 часов при температуре 30 °C в условиях перемешивания с числом оборотов 160 мин⁻¹ для обеспечения глубинного роста мицелия в объёме питательной среды.

Выросший посевной мицелий в количестве 10 мл на 50 мл среды использовали для засева ферментационной среды (г/л): сахара – 30; KН₂РO₄ – 10; MgSO₄ – 10; (NH₄)₂SO₄ – 10. Через 5 суток культивирования культуру гриба инактивировали путём нагревания ферментированного раствора до кипения, биомассу отделяли путём фильтрования. В отфильтрованном ферментированном растворе определяли массовую концентрацию органических кислот в пересчёте на лимонную кислоту (г/дм³) путём титрования раствором гидроксида натрия с установленным титром по лимонной кислоте [10]:

$$M = \frac{(V_1 \cdot T_{\text{лк}}) \cdot 1000}{V}, \text{ где}$$

M – массовая концентрация органических кислот в пересчёте на лимонную кислоту, г/дм³;

V₁ – объём гидроксида натрия, пошедший на титрование, мл;

T_{лк} – титр гидроксида натрия по лимонной кислоте, г/мл;

V – объём фильтрата, взятый для титрования, мл.

Результаты исследований. Показатели массовой концентрации органических кислот в пересчёте на лимонную кислоту отражены в таблице 2.

Таблиця 2 – Массовая концентрация органических кислот в пересчёте на лимонную кислоту в пробах после озono-воздушной обработки

№ пробы	M, г/дм ³
1	26,42±0,75
2	13,30±0,16
3	15,01±0,88
контроль	13,50±0,33

Следует отметить, что при культивировании продуцента после озono-воздушной обработки низкими дозами при экспозиции в течение 1 минуты наблюдается активирование биосинтетической способности продуцента на 95,7%. Более высокие дозы озono-воздушной обработки не способствуют изменению биосинтетической активности продуцента. При этом, после обработки не отмечено наличие контаминации посторонней микрофлорой.

Озono-воздушная обработка сопровождается насыщением воздуха и растворов активными формами кислорода, которые ускоряют протекание окислительно-восстановительных процессов в клетке, повышая проницаемость мембран. Диффузия озона способствует интенсификации ферментных реакций, активизации процесса потребления клеткой субстратов питательной среды, вследствие чего повышается биосинтетическая активность *Aspergillus niger*. Благодаря введению в раствор дополнительных ионов, питание клеток становится более доступным.

Выводы

Обработка суспензии продуцента лимонной кислоты *Aspergillus niger* низкими дозами отрицательно заряженных ионов вызывает активирование его биосинтетической способности.

Литература

1. Фатыхова, А.Р. Биосинтез лимонной кислоты дрожжами *Yarrowialipolytica* из глицеринсодержащих отходов производства биодизельного топлива: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.01.06 / А.Р. Фатыхова. – Пушино, 2011. – 20 с.
2. Мандева, Р.Д. Сверхсинтез метаболитов при лимитировании роста дрожжевых культур: 03.00.07 / Р.Д. Мандева. – Пушино, 1981. – 17 с.

3. Финогенова, Т.В. Биосинтез органических кислот дрожжевыми организмами и его регуляция: автореф. дис. ...д-ра. биол. наук: 03.00.07 / Пушино, 1982. – 33 с.
4. Журавский, Г.И. Физиолого-биохимические основы производства лимонной кислоты с помощью грибов рода *Aspergillus* : автореф. дис. ...д-ра. биол. наук: 03.00.07 / Г.И. Журавский; Ин-т микробиологии. – Москва, 1964. – 47 с.
5. Карклинь, Р.Я. Микробный биосинтез лимонной кислоты / Р.Я. Карклинь. – Рига: Зинатне. – 1993. – 240 с.
6. Смирнов, В.А. Пищевые кислоты / В.А. Смирнов. – М.: Лёгкая и пищевая промышленность. – 1984. – 264 с.
7. Беккер, З.Э. Физиология и биохимия грибов / З.Э. Беккер. – Москва: Из-во Моск. ун-та. – 1988. – 230 с.
8. Глущенко, Н.А. Основы теории и практика электроаэрации растворов в пищевой биотехнологии: автореф. дис. ...д-ра. технич. наук: 05.18.12/ Н.А. Глущенко; Моск. технич. ин-т пищ. пром. – Москва, 1988. – 44 с.
9. Глущенко, Л.Ф. Интенсификация процессов пищевых производств озono-воздушными смесями: автореф. дис. ...д-ра. технич. наук: 05.18.12, 05.18.03/Л.Ф. Глущенко; СПб техн. ин-т холодильной пром. – Санкт-Петербург, 1992. – 32 с.
10. Материал посевной (конидии плесневого гриба *Aspergillus niger*) для производства лимонной кислоты. – Введ. 06.01.2002. – СПб: ГУ ВНИИПАКК. – 2002. – 32 с.