https://doi.org/10.53360/2788-7995-2025-2(18)-43

BY 4.0
Check for updates

МРНТИ: 62.13.45

Б.С. Шайменова*, С.А. Садуахасова, Д.Б. Тоймбаева, С.Г. Каманова, Г.Х. Оспанкулова
[1]Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина,
010000, Республика Казахстан, г. Астана, проспект Женис, 62
*e-mail: bshaymenova@mail.ru

ВЛИЯНИЕ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА ПРОИЗВОДСТВО ЛИМОННОЙ КИСЛОТЫ В БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ

Аннотация: *Статья посвящена исследованию влияния концентраций макро- и микроэлементов на биосинтез лимонной кислоты с использованием мутантного штамма Aspergillus niger R5/4 в условиях глубинной ферментации. Проведены лабораторные опыты по варьированию содержания NH_4NO_3, KH_2PO_4, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ и $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ в питательной среде. Установлено, что сбалансированное соотношение этих элементов оказывает значительное влияние на метаболизм и морфологию гриба, а также существенно влияет на продуктивность. Максимальный выход лимонной кислоты (69,18 г/л) достигнут при концентрациях: NH_4NO_3 – 3 г/л, KH_2PO_4 – 2 г/л, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0,3 г/л, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ – 1 мг/л, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ – 12 мг/л, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ – 70 мг/л. спустя 168 часов инкубации при температуре 30°C и pH 5,0. Отмечено, что высокая продуктивность наблюдается при формировании компактных гранул мицелия диаметром менее 0,5 мм. Превышение предельных концентраций микроэлементов, особенно цинка и железа, приводит к снижению выхода лимонной кислоты, что обусловлено возможным токсическим воздействием и нарушением физиологических процессов. Полученные данные могут быть использованы для оптимизации состава питательной среды в условиях промышленного производства лимонной кислоты с применением методов биотехнологии.*

Ключевые слова: лимонная кислота, макроэлементы, микроэлементы, Aspergillus niger R5/4, ферментация.

Введение

В настоящее время лимонная кислота представляет собой одну из наиболее значимых органических кислот, производимых микробиологическим путём. Следует отметить, что она широко используется в пищевой, фармацевтической и химической промышленности благодаря своим функциональным свойствам. Более того, она признана безопасной для здоровья человека, о чём свидетельствует её классификация как GRAS (Generally Recognized As Safe) Объединённым комитетом экспертов ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам, что исключает необходимость ограничения её допустимого суточного потребления [1].

Как известно, наиболее эффективным продуцентом лимонной кислоты является микроскопический гриб *Aspergillus niger*, применяемый в условиях глубинной ферментации [2, 3]. При этом на продуктивность биосинтеза существенное влияние оказывают параметры питательной среды. В частности, важным фактором, определяющим эффективность ферментационного процесса, выступает сбалансированное содержание макро- и микроэлементов, которое, в свою очередь, влияет на физиологическое состояние, метаболизм и морфологические особенности гриба.

Следует подчеркнуть, что источники азота играют ключевую роль в формировании биомассы и запуске метаболических путей. Согласно имеющимся данным, физиологически предпочтительными являются аммониевые соли, включая нитрат, сульфат и хлорид аммония. Однако избыток азота может стимулировать избыточный рост мицелия при одновременном снижении выхода лимонной кислоты. Кроме того, ферментация сопровождается снижением pH среды, что требует его контроля на начальных этапах культивирования.

Среди микроэлементов особое значение имеют магний, железо, медь и цинк. Так, магний, являясь кофактором многих ферментов, необходим для активации биохимических реакций, включая синтез лимонной кислоты. В то же время, избыточное содержание железа способствует образованию побочных кислот, таких как щавелевая кислота, тогда как медь может нивелировать негативное действие избытка железа и марганца. В свою очередь, цинк

необходим для ферментативных процессов, но при высоких концентрациях проявляет токсическое действие [4-6].

Кроме того, установлено, что морфология *A. niger* напрямую связана с его продуктивностью. Компактные мицелиальные гранулы диаметром менее 0,5 мм обеспечивают наибольший выход лимонной кислоты. Эта морфологическая особенность, как показывают исследования, зависит от концентраций микроэлементов, в особенности меди [7, 8].

Таким образом, с учётом изложенного, целью настоящего исследования является научное обоснование оптимального состава питательной среды для повышения продуктивности *Aspergillus niger R5/4* за счёт регуляции концентраций макро- и микроэлементов при глубинной ферментации лимонной кислоты.

Методы исследования

В работе использовался мутантный штамм *Aspergillus niger* R5/4. Ферментация проводилась в глубинных условиях при температуре 30°C, pH 5,0 и продолжительности 168 ч. В качестве основного источника углерода применялся гидролизат кукурузного крахмала с декстрозным эквивалентом 19%, с концентрацией ферментируемых сахаров 140 г/л среды. В среду для производства лимонной кислоты во время ферментации добавляли различные концентрации питательных элементов, таких как NH_4NO_3, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, KH_2PO_4, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$,$CuSO_4 \cdot 5H_2O$. Количественный скрининг проводился в стерильном бульоне Чапека Докса (Czapek Dox) в объеме 50 мл в колбах Эрленмейера объемом 250 мл. После 7-дневной инкубации при температуре 30 °C культуральную жидкость фильтровали через фильтровальную бумагу для отделения мицелия. Затем фильтрат высушивали, и фиксировалась масса сухой грибной биомассы. Супернатант использовался для определения содержания лимонной кислоты [9].

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программного обеспечения IBM SPSS Statistics 27.

Результаты исследования и их обсуждение

Аспергиллы, использующиеся в промышленности для продуцирования лимонной кислоты, растут в аэробных условиях и являются гетеротрофами. Для их роста необходимы макро и микроэлементы такие как NH_4NO_3, KH_2PO_4, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$. Полученные данные экспериментов по выходу лимонной кислоты и биомассы представлены ниже.

Добавление в среду нитрата аммония дало увеличение продукции лимонной кислоты (рис. 1). Максимальное содержание биопродукта наблюдалось при добавлении 3 г/л нитрата аммония – 58,8 г/л лимонной кислоты через 168 ч ферментирования. Сообщалось, что азот является важным фактором в процессах брожения из-за увеличения отношения C/N. Компонент азота оказывает глубокое влияние на выработку лимонной кислоты, потому что азот важен не только для скорости метаболизма в клетках, но также является основной частью клеточных белков. Согласно исследованиям Ali и др. авторы, максимальный выход лимонной кислоты в лабораторном перемешиваемом ферментере достигался с концентрацией нитрата аммония, поддерживаемой на уровне 0,2-0,3 % [10].

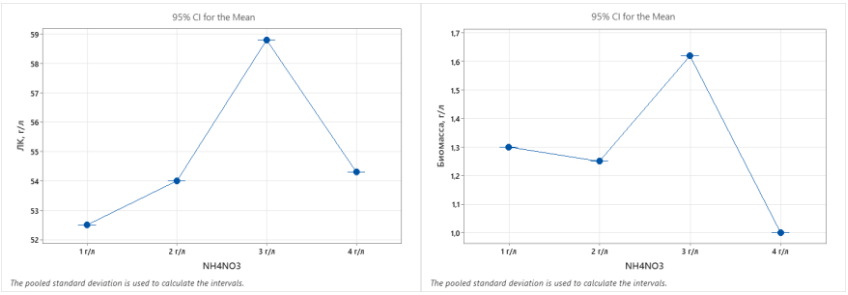

Рисунок 1 – Влияние концентрации NH_4NO_3 на выход лимонной кислоты и биомассу *Aspergillus niger R5/4*

Помимо азота, фосфор также играет значительную роль в процессе производства лимонной кислоты. Присутствие фосфора в питательной среде оказывает существенное влияние на выход лимонной кислоты. В частности, сообщалось, что наиболее подходящим источником фосфора является дигидрофосфат калия (рис. 2).

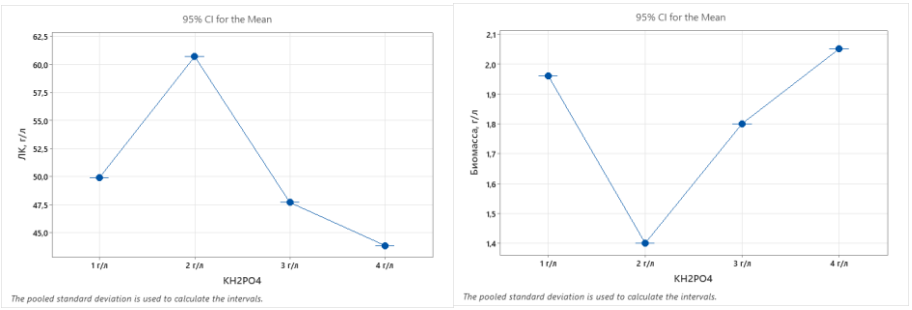

Рисунок 2 – Влияние концентрации KH_2PO_4 на выход лимонной кислоты и биомассу *Aspergillus niger R5/4*

Результаты проведенных экспериментов показали более высокий выход лимонной кислоты (60,72 г/л) при меньшей концентрации фосфата в среде, а именно при 2 г/л. Дальнейшее повышение концентрации дигидрофосфата калия приводит к снижению производства лимонной кислоты. Добавка фосфата в максимальной опытной концентрации (4 г/л) уменьшила выход лимонной кислоты до 43,86 г/л через 168 ч культивирования *Aspergillus niger R5/4.* Низкие уровни фосфатов в среде стимулируют выработку лимонной кислоты, тогда как избыток фосфатов приводит к образованию определённых сахарных кислот, снижению фиксации углекислого газа и, как следствие, стимулирует избыточный рост мицелия [11].

Магний необходим как для роста, так и для производства лимонной кислоты. Оптимальная концентрация сульфата магния была найдена в диапазоне 0.02-0.03% [6].

По результате наших исследований (рис.3), наиболее благоприятным условием для синтеза лимонной кислоты грибом *Aspergillus niger R5/4* является добавление в среду 0,3 г/л сульфата магния (63,02 г/л).

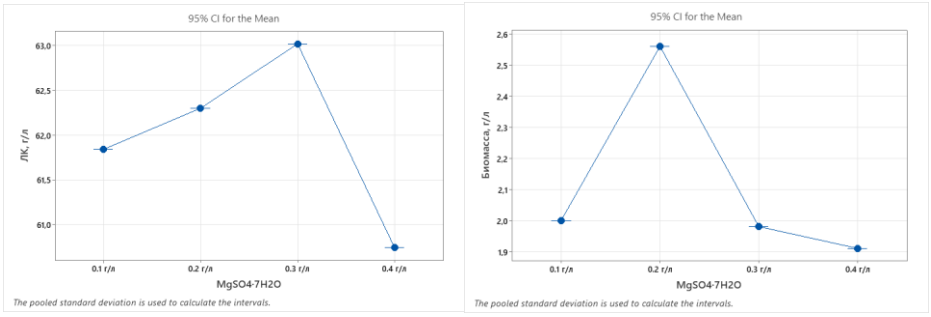

Рисунок 3 – Влияние концентрации $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, на выход лимонной кислоты и биомассу *Aspergillus niger R5/4*

В настоящее время установлено, что все грибы нуждаются в металлическом цинке, хоть и в качестве микроэлемента. Было обнаружено, что более высокая концентрация этого металла токсична и может привести к мутагенным изменениям в грибковых организмах.

Данные приведенные на рисунке 4 показывают, что присутствие сульфата цинка способствовало процессу ферментации для производства лимонной кислоты *Aspergillus niger R5/4.*

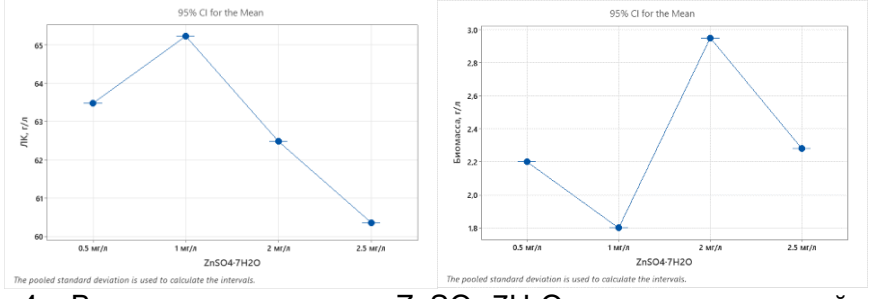

Рисунок 4 – Влияние концентрации $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, на выход лимонной кислоты и биомассу *Aspergillus niger R5/4*

Максимальный выход лимонной кислоты, т. е. 65,23 г/л наблюдался при концентрации 1 мг/л сульфата цинка в течение 168 ч периода инкубации, использование более высоких концентраций соли приводит к снижению показателя выхода ЛК за тот же период инкубации микромицета.

По результатам исследований обнаружено, что высокая секреция цитрата штаммом *Aspergillus niger R5/4* происходит при добавлении сульфата железа в культуральную среду в концентрации 12 мг/л и составляет 67,52 г/л (рис. 5).

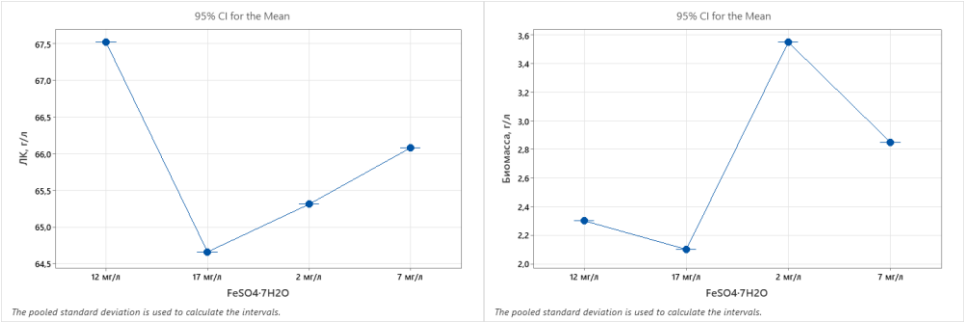

Рисунок 5 – Влияние концентрации $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, на выход лимонной кислоты и биомассу *Aspergillus niger R5/4*

Концентрация выше 12 мг/л уменьшает продукцию ЛК до 64,66 г/л. Это может быть связано с тем, что более высокие концентрации сульфата железа могут оказывать токсическое воздействие на микроорганизмы или изменять физико-химические свойства среды, что в свою очередь влияет на метаболические пути и выход цитрата.

Данные, приведенные на рисунке 6 показывают, что присутствие сульфата меди оказалось благоприятным для микробного биосинтеза лимонной кислоты *Aspergillus niger R5/4* в течение 168 ч периода инкубации.

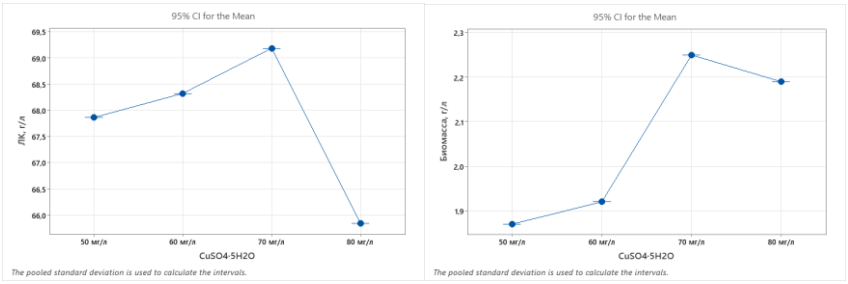

Рисунок 6 – Влияние концентрации $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, на выход лимонной кислоты и биомассу *Aspergillus niger R5/4*

Максимальный выход лимонной кислоты (69,18 г/л) наблюдался при содержании 70 мг/л сульфата меди в ферментационной среде. Из результатов видно, что более высокая концентрация меди, а именно 80 мг/л неблагоприятно для грибковой активности, показатель содержания ЛК составил 65,84 г/л. Учеными было обнаружено, что незначительное количество или даже небольшие следы Cu необходимы для ряда микробов. На споруляцию грибов также влияет концентрация Cu в среде. Очевидно, что наиболее важным аспектом, определяющим токсическое или стимулирующее влияние на рост грибов, является концентрация Cu [12]. Следовательно, присутствие меди определяет достижение соответствующей структуры мицелия, обеспечивающей высокую эффективность биосинтеза лимонной кислоты [2].

Морфология *Aspergillus niger* тесно связана с его продуктивностью. Различные исследования подтверждают, что форма мицелия, будь то гранулы или свободные нити, зависит от условий роста, включая концентрацию микроэлементов. Особенно важно различать микроморфологию гриба. Например, компактные гранулы, диаметром менее 0,5 мм, обеспечивают высокие выходы лимонной кислоты [7]. На рисунке 7 представлены гранулы мицелия *Aspergillus niger R5/4.*

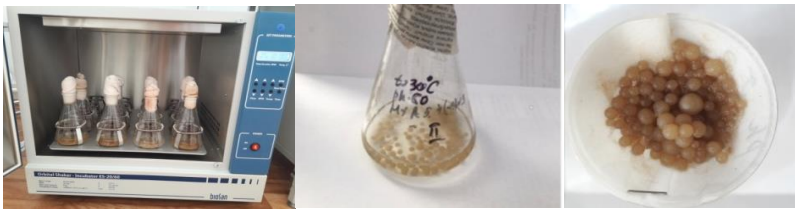

Рисунок 7 – Гранулы мицелия *Aspergillus niger R5/4*

Результаты подтверждают, что концентрация макро- и микроэлементов оказывают комплексное влияние на рост, морфологию и метаболизм *A. niger*. Морфологические формы мицелия, в частности, гранулярные структуры диаметром менее 0,5 мм, ассоциированы с более высоким выходом кислоты. Превышение допустимых уровней микроэлементов вызывает ингибирование биосинтеза и снижение продуктивности.

Заключение

Проведенные исследования позволили установить оптимальный состав питательной среды для максимального выхода лимонной кислоты. Особую роль играют микроэлементы, такие как медь, железо, цинк и магний, определяющие физиологические процессы и морфологию гриба. Представленные данные могут быть использованы для промышленной масштабной оптимизации ферментационного процесса.

Список литературы

1. West T.P. Citric acid production by Aspergillus niger using solid-state fermentation of agricultural processing coproducts / T.P. West // Applied biosciences. – 2023. – Т. 2, № 1. – P. 1-13.
2. Papagianni M. Advances in citric acid fermentation by Aspergillus niger: biochemical aspects, membrane transport and modeling / M. Papagianni // Biotechnology advances. – 2007. – Т. 25, № 3. – P. 244-263.
3. New perspectives for citric acid production and application / C.R. Soccol et al // Food Technology and Biotechnology. – 2006. – Т. 44, № 2. – P. 141-149.
4. Citric acid production patent review / S. Anastassiadis et al // Recent patents on biotechnology. – 2008. – Т. 2, № 2. – P. 107-123.
5. Microbial production of citric acid / L.P. Vandenberghe et al // Brazilian Archives of Biology and Technology. – 1999. – Т. 42. – P. 263-276.
6. Citric acid. In-Industrial Microbiology / K. Kapoor et al // Book Citric acid. In-Industrial Microbiology / EditorAVI Publishing Co. Inc. Westport, Conn, 1983.
7. Takahashi J. Studies on the effect of some physical conditions on the submerged mold culture. VI. Effects of non-ionic surface active agents on the mycerial forms of Asp. niger NRRL-337 and its amylase production / J. Takahashi // J. Agric. Chem. Soc. Jpn. – 1960. – Т. 34. – P. 1043-1045.
8. Moyer A.J. Effect of alcohols on the mycological production of citric acid in surface and submerged culture: I. Nature of the alcohol effect / A.J. Moyer // Applied Microbiology. – 1953. – Т. 1, № 1. – P. 1-7.
9. Rao P.R. Production of citric acid by Aspergillus niger using oat bran as substrate / P.R. Rao, M.K. Reddy // International Journal of Chemistry and Chemical Engineering. – 2013. – Т. 3, № 3. – P. 181-190.
10. Production of citric acid by Aspergillus niger using cane molasses in a stirred fermentor / S. Ali et al // Electronic Journal of Biotechnology. – 2002. – Т. 5, № 3. – P. 19-20.
11. Kubicek C. An indirect method for studying the fine control of citric acid formation by Aspergillus niger / C. Kubicek, O. Zehentgruber, M. Röhr // Biotechnology Letters. – 1979. – Т. 1. – P. 47-52.
12. Ikai I. Submerged fermentation of citric acid: Counter-act effect of Cu2+ on the deleterious effect of Fe2+ in black strap molasses / I. Ikai // Biochim. Biophys. Acta. – 1991. – Т. 1074. – P. 289-293.

Информация о финансировании

Данное исследование было профинансировано Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан BR06249419 «Научно-технологическое обеспечение перерабатывающих предприятий агропромышленного комплекса с целью повышения их эффективности и конкурентоспособности»/

Б.С. Шайменова*, С.А. Садуахасова, Д.Б. Тоймбаева, С.Г. Каманова, Г.Х. Оспанкулова
С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,
010000, Қазақстан Республикасы, Астана қаласы, Жеңіс даңғылы, 62
*e-mail: bshaymenova@mail.ru

ЛИМОН ҚЫШҚЫЛЫН БИОТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҮДЕРІСТЕ ӨНДІРУГЕ МАКРО- ЖӘНЕ МИКРОЭЛЕМЕНТТЕРДІҢ ӘСЕРІ

Бұл мақалада тереңдетілген ферментация жағдайында Aspergillus niger R5/4 мутантты штаммын пайдалана отырып, лимон қышқылының биосинтезіне макро- және микроэлементтердің концентрациясының әсері зерттелген. Зертханалық жағдайда қоректік ортаға NH_4NO_3, KH_2PO_4, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ және $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ қосындылары әртүрлі мөлшерде енгізіліп, олардың әсері анықталды. Бұл элементтердің теңгерімді қатынасы зең саңырауқұлағының метаболизмі мен морфологиясына, сондай-ақ лимон қышқылының өнімділігіне айтарлықтай ықпал ететіні анықталды. Лимон қышқылының ең жоғары шығымы (69,18 г/л) келесі компоненттер концентрациясында 168 сағаттық инкубациядан кейін, 30°С температура мен pH 5,0 жағдайында алынды: NH_4NO_3 – 3 г/л, KH_2PO_4 – 2 г/л, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0,3 г/л, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ – 1 мг/л, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ – 12 мг/л, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ – 70 мг/л. Өнімділіктің жоғары деңгейі диаметрі 0,5 мм-ден аспайтын тығыз мицелий түйіршіктерінің түзілуімен байланысты екені байқалды. Әсіресе мырыш пен темірдің шекті концентрацияларынан артық мөлшері лимон қышқылының өнімін төмендетеді, бұл уытты әсермен және физиологиялық процестердің бұзылуымен түсіндіріледі. Алынған нәтижелер биотехнологиялық әдістерді қолдана отырып, өнеркәсіптік жағдайда қоректік ортаның құрамын оңтайландыруда қолданылуы мүмкін.

Түйін сөздер: *лимон қышқылы, макроэлементтер, микроэлементтер, Aspergillus niger R5/4, ферментация/*

B. Shaimenova*, S. Saduakhasova, D. Toimbayeva, S. Kamanova, G. Ospankulova
S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University,
010000, Republic of Kazakhstan, Astana, Zhenis Avenue, 62
*e-mail: bshaymenova@mail.ru

THE INFLUENCE OF MACRO- AND MICROELEMENTS ON CITRIC ACID PRODUCTION IN A BIOTECHNOLOGICAL PROCESS

This article is devoted to the study of the impact of macro- and microelement concentrations on citric acid biosynthesis using the mutant strain Aspergillus niger R5/4 under submerged fermentation conditions. Laboratory experiments were conducted by varying the levels of NH_4NO_3, KH_2PO_4, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, and $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ in the nutrient medium. It was found that a balanced ratio of these elements has a significant effect on the fungal metabolism and morphology, as well as on citric acid productivity. The maximum citric acid yield (69.18 g/L) was achieved after 168 hours of incubation at 30°C and pH 5.0 with the following concentrations: NH_4NO_3 – 3 g/L, KH_2PO_4 – 2 g/L, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0.3 g/L, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ – 1 mg/L, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ – 12 mg/L, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ – 70 mg/L. High productivity was associated with the formation of compact mycelial pellets with diameters less than 0.5 mm. Exceeding threshold concentrations of certain microelements, particularly zinc and iron, led to decreased citric acid output, likely due to toxic effects and disruption of physiological processes. The results obtained may be used to optimize nutrient media composition in the context of industrial-scale citric acid production through biotechnological methods.

Key words: *citric acid, macroelements, microelements, Aspergillus niger R5/4, fermentation.*

Сведения об авторах

Бахыт Сайлауовна Шайменова* – докторант кафедры «Технологии пищевых и перерабатывающих производств»; Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина; г. Астана, Республика Казахстан; e-mail: bshaymenova@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5472-036X.

Сауле Абдуахаповна Садуахасова – кандидат биологических наук, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан; e-mail: saule_aru@list.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9483-5732.

Светлана Георгиевна Каманова – магистр технических наук, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан; e-mail: kamanovasveta@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9534-2721.

Дана Болатовна Тоймбаева – магистр технических наук, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан; e-mail: bio.dana@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9595-0559.

Гульназым Хамитовна Оспанкулова – кандидат биологических наук, и.о. ассоциированного профессора кафедры «Технологии пищевых и перерабатывающих производств»; Казахский агротехническийисследовательский университет им. С. Сейфуллина; г. Астана, Республика Казахстан; e-mail: bulashevag@mail.ru. ORCID:https://orcid.org/0000-0002-6043-4658.

Авторлар туралы мәліметтер

Бахыт Сайлауовна Шайменова* – «Тамақ және қайта өңдеу өндірістерінің технологиясы» кафедрасының докторанты, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті; Астана қаласы, Қазақстан Республикасы; e-mail: bshaymenova@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5472-036X.

Сауле Абдуахаповна Садуахасова – биология ғылымдарының кандидаты, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана қаласы, Қазақстан Республикасы; e-mail: saule_aru@list.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9483-5732.

Светлана Георгиевна Каманова – техникалық ғылымдар магистрі, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана қаласы, Қазақстан Республикасы; e-mail: kamanovasveta@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9534-2721.

Дана Болатовна Тоймбаева – техникалық ғылымдар магистрі, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана қаласы, Қазақстан Республикасы; e-mail: bio.dana@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9595-0559.

Гульназым Хамитовна Оспанкулова – биология ғылымдарының кандидаты, «Тамақ және қайта өңдеу өндірістерінің технологиясы» кафедрасының қауымдастырылған профессор м.а., С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті; Астана қаласы, Қазақстан Республикасы; e-mail: bulashevag@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6043-4658.

Author Information

Bakhyt Shaimenova* – Doctoral student at the Department of «Food and Processing Production Technologies», S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Astana, Republic of Kazakhstan; e-mail: bshaymenova@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5472-036X.

Saule Sadaukhasova – Candidate of Biological Sciences, S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Astana, Republic of Kazakhstan; e-mail: saule_aru@list.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9483-5732.

Svetlana Kamanova – Master of Technical Sciences, S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Astana, Republic of Kazakhstan; e-mail: kamanovasveta@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9534-2721.

Dana Toimbaeva – Master of Technical Sciences, S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Astana, Republic of Kazakhstan; e-mail: bio.dana@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9595-0559.

Gulnazym Ospankulova – Candidate of Biological Sciences, Acting Associate Professor at the Department of «Food and Processing Production Technologies», S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Astana, Republic of Kazakhstan; e-mail: bulashevag@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6043-4658.

Поступила в редакцию 29.04.2025
Поступила после доработки 30.05.2025
Принята к публикации 02.06.2025

https://doi.org/10.53360/2788-7995-2025-2(18)-44

CC BY 4.0
Check for updates

ҒТАХР: 65.53.29

А.У. Шингисов, И.А. Махатова, А.Ж. Шиналиева*, Э.У. Майлыбаева, У.У. Тастемирова
М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті,
160000, Қазақстан Республикасы, Шымкент қ., Тәуке хан даңғылы, 5
*e-mail: ainur_09_09@mail.ru

«КОНФИТЮР» ЖЕМІС-ЖИДЕК ДЕСЕРТІНІҢ ОРГАНОЛЕПТИКАЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІ МЕН МИНЕРАЛДЫҚ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа: *Қазіргі таңда өсімдік негізіндегі нутриенттер мен табиғи антиоксиданттарға бай жеміс-жидек десерттерін өндіру аса өзекті мәселелердің бірі. Алайда қазіргі Қазақстанда бұл бағытқа жеткілікті деңгейде назар аударылмай келеді, себебі өндіріс саласында инновациялық технологиялардың жетіспеушілігі сезілуде.*

Бұл зерттеудің мақсаты – өсімдік текті ингредиенттерді үйлестіре отырып, функционалдық қасиеттері бар жеміс-жидек конфитюрінің рецептурасын және оны дайындаудың