

ISSN 2518-1629 (Online),
ISSN 2224-5308 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ
Өсімдіктердің биологиясы және биотехнологиясы институтының

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Института биологии и биотехнологии растений

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
of the Institute of Plant Biology and Biotechnology

**БИОЛОГИЯ ЖӘНЕ МЕДИЦИНА
СЕРИЯСЫ**



СЕРИЯ

БИОЛОГИЧЕСКАЯ И МЕДИЦИНСКАЯ



SERIES

OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

5 (323)

**ҚЫРҚҮЙЕК – ҚАЗАН 2017 ж.
СЕНТЯБРЬ – ОКТЯБРЬ 2017 г.
SEPTEMBER – OCTOBER 2017**

**1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА
PUBLISHED SINCE JANUARY 1963**

**ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR**

**АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK**

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі, м. ғ. д., проф. **Ж. А. Арзықұлов**

Абжанов Архат проф. (Бостон, АҚШ),
Абелев С.К., проф. (Мәскеу, Ресей),
Айтқожина Н.А., проф., академик (Қазақстан)
Ақшулақов С.К., проф., академик (Қазақстан)
Алшынбаев М.К., проф., академик (Қазақстан)
Бәтпенев Н.Д., проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Березин В.Э., проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Берсімбаев Р.И., проф., академик (Қазақстан)
Беркінбаев С.Ф., проф., (Қазақстан)
Бисенбаев А.К., проф., академик (Қазақстан)
Бишимбаева Н.К., проф., академик (Қазақстан)
Ботабекова Т.К., проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Bosch Ernesto prof. (Spain)
Жансүгірова Л.Б., б.ғ.к., проф. (Қазақстан)
Елленbogen Adrian prof. (Tel-Aviv, Israel),
Жамбакин Қ.Ж., проф., академик (Қазақстан), бас ред. орынбасары
Заядан Б.К., проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Ishchenko Alexander prof. (Villejuif, France)
Исаева Р.Б., проф., (Қазақстан)
Қайдарова Д.Р., проф., академик (Қазақстан)
Кохметова А.М., проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Күзденбаева Р.С., проф., академик (Қазақстан)
Лось Д.А., prof. (Мәскеу, Ресей)
Lunenfeld Bruno prof. (Израиль)
Макашев Е.К., проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Муминов Т.А., проф., академик (Қазақстан)
Огарь Н.П., проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Омаров Р.Т., б.ғ.к., проф., (Қазақстан)
Продеус А.П. проф. (Ресей)
Purton Saul prof. (London, UK)
Рахыпбеков Т.К., проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Сапарбаев Мұрат проф. (Париж, Франция)
Сарбасов Дос проф. (Хьюстон, АҚШ)
Тұрысбеков Е.К., б.ғ.к., асс.проф. (Қазақстан)
Шарманов А.Т., проф. (АҚШ)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Биология және медициналық сериясы».

ISSN 2518-1629 (Online),

ISSN 2224-5308 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.)

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде
01.06.2006 ж. берілген №5546-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
www.nauka-nanrk.kz/biological-medical.kz

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Г л а в н ы й р е д а к т о р

академик НАН РК, д.м.н., проф. **Ж. А. Арзыкулов**

Абжанов Архат проф. (Бостон, США),
Абелев С.К. проф. (Москва, Россия),
Айтхожина Н.А. проф., академик (Казахстан)
Акшулаков С.К. проф., академик (Казахстан)
Алчинбаев М.К. проф., академик (Казахстан)
Батпенов Н.Д. проф. член-корр.НАН РК (Казахстан)
Березин В.Э., проф., чл.-корр. (Казахстан)
Берсимбаев Р.И., проф., академик (Казахстан)
Беркинбаев С.Ф. проф. (Казахстан)
Бисенбаев А.К. проф., академик (Казахстан)
Бишимбаева Н.К. проф., академик (Казахстан)
Ботабекова Т.К. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Bosch Ernesto prof. (Spain)
Джансугурова Л. Б. к.б.н., проф. (Казахстан)
Ellenbogen Adrian prof. (Tel-Aviv, Israel),
Жамбакин К.Ж. проф., академик (Казахстан), зам. гл. ред.
Заядан Б.К. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Ishchenko Alexander, prof. (Villejuif, France)
Исаева Р.Б. проф. (Казахстан)
Кайдарова Д.Р. проф., академик (Казахстан)
Кохметова А.М. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Кузденбаева Р.С. проф., академик (Казахстан)
Лось Д.А. prof. (Москва, Россия)
Lunenfeld Bruno prof. (Израиль)
Макашев Е.К. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Муминов Т.А. проф., академик (Казахстан)
Огарь Н.П. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Омаров Р.Т. к.б.н., проф. (Казахстан)
Продеус А.П. проф. (Россия)
Purton Saul prof. (London, UK)
Рахыпбеков Т.К. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Сапарбаев Мурат проф. (Париж, Франция)
Сарбасов Дос проф. (Хьюстон, США)
Турсыбеков Е. К., к.б.н., асс.проф. (Казахстан)
Шарманов А.Т. проф. (США)

«Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская».

ISSN 2518-1629 (Online),

ISSN 2224-5308 (Print)

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов
Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5546-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18,
www.nauka-nanrk.kz/biological-medical.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

Editor in chief

Zh.A. Arzykulov, academician of NAS RK, Dr. med., prof.

Abzhanov Arkhat, prof. (Boston, USA),
Abelev S.K., prof. (Moscow, Russia),
Aitkhozhina N.A., prof., academician (Kazakhstan)
Akshulakov S.K., prof., academician (Kazakhstan)
Alchinbayev M.K., prof., academician (Kazakhstan)
Batpenov N.D., prof., corr. member (Kazakhstan)
Berezin V.Ye., prof., corr. member. (Kazakhstan)
Bersimbayev R.I., prof., academician (Kazakhstan)
Berkinbaev S.F., prof. (Kazakhstan)
Bisenbayev A.K., prof., academician (Kazakhstan)
Bishimbayeva N.K., prof., academician (Kazakhstan)
Botabekova T.K., prof., corr. member. (Kazakhstan)
Bosch Ernesto, prof. (Spain)
Dzhansugurova L.B., Cand. biol., prof. (Kazakhstan)
Ellenbogen Adrian, prof. (Tel-Aviv, Israel),
Zhambakin K.Zh., prof., academician (Kazakhstan), deputy editor-in-chief
Ishchenko Alexander, prof. (Villejuif, France)
Isayeva R.B., prof. (Kazakhstan)
Kaydarova D.R., prof., academician (Kazakhstan)
Kokhmetova A., prof., corr. member (Kazakhstan)
Kuzdenbayeva R.S., prof., academician (Kazakhstan)
Los D.A., prof. (Moscow, Russia)
Lunefeld Bruno, prof. (Israel)
Makashev E.K., prof., corr. member (Kazakhstan)
Muminov T.A., prof., academician (Kazakhstan)
Ogar N.P., prof., corr. member (Kazakhstan)
Omarov R.T., Cand. biol., prof. (Kazakhstan)
Prodeus A.P., prof. (Russia)
Purton Saul, prof. (London, UK)
Rakhypbekov T.K., prof., corr. member. (Kazakhstan)
Saparbayev Murat, prof. (Paris, France)
Sarbassov Dos, prof. (Houston, USA)
Turysbekov E.K., cand. biol., assoc. prof. (Kazakhstan)
Sharmanov A.T., prof. (USA)

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of biology and medicine.

ISSN 2518-1629 (Online),

ISSN 2224-5308 (Print)

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 5546-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz> / biological-medical.kz

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2017

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 5, Number 323 (2017), 158 – 164

B. K. Zayadan, A. A. Ussebayeva, F. K. Sarsekeyeva, A. K. Sadvakasova, K. Bolatkhan

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: zbolatkhan@gmail.com

**STUDY OF INFLUENCE OF DIFFERENT CONCENTRATIONS
OF NITROGEN IN THE NUTRIENT MEDIUM ON THE PRODUCTIVITY
OF BIOMASS AND LIPIDS IN CYANOBACTERIA STRAIN
OF *CYANOBACTERIUM* SP. IPPAS B-1200**

Abstract. The effect of various concentrations of nitrogen (2.5, 1.25 and 0.25 g/l) in the Zarrook nutrient medium on the productivity of biomass, accumulation of lipids by cells of *Cyanobacterium* sp. IPPAS-1200, as well as fatty-acid composition of lipids. It was found that the concentration of 2.5 g/l was optimal for the growth of the strain, while the dry weight of the biomass was 2.7 g per liter of nutrient medium. At the same time, active accumulation of lipids by cells of *Cyanobacterium* sp. IPPAS B-1200 was observed on a medium containing 0.25 g/l nitrogen and was 195 mg per 1 g dry weight. Analysis of the composition of fatty acid composition of total lipids of cells *Cyanobacterium* sp. IPPAS B-1200 during cultivation in a medium with standard nitrogen concentration (2.5 g/l) and reduced in 10 times (0.25 g/l) showed that there is no significant change in the LC composition .

It can be concluded that this strain should be cultivated in 2 phases: 1) with normal nitrogen concentration for the most biomass yield and 2) with 10% nitrogen concentration for the maximum index of lipid accumulation in biomass.

Key words: *Cyanobacterium* sp. IPPAS B-1200, optimization of cultivation conditions, biomass, fatty acids, biodiesel.

УДК 602.3: 579.8; 606:622.75

Б. К. Заядан, А. А. Усербаева, Ф. К. Сарсекеева, А. К. Садвакасова, К. Болатхан

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ АЗОТА
В ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ НА РОСТ И НАКОПЛЕНИЕ ЛИПИДОВ
В КЛЕТКАХ ШТАММА *CYANOBACTERIUM* SP. IPPAS B-1200**

Аннотация. В работе было изучено влияние различных концентраций азота (2,5; 1,25 и 0,25 г/л) в питательной среде Заррука на продуктивность биомассы, накопление липидов клетками штамма *Cyanobacterium* sp. IPPAS-1200, а также жирно-кислотный состав липидов. Установлено, что оптимальной для роста штамма явилась концентрация 2,5 г/л, при этом сухой вес биомассы составил 2,7 г на литр питательной среды. В то же время активное накопление липидов клетками *Cyanobacterium* sp. IPPAS B-1200 наблюдалась на среде содержащей 0,25 г/л азота и составило 195 мг на 1 г сухого веса. Установлено, что существенного изменения жирно-кислотного состава суммарных липидов клеток *Cyanobacterium* sp. IPPAS B-1200 при культивировании их на среде со стандартной концентрацией азота (2,5 г/л) и пониженной в 10 раз (0,25 г/л) не отмечается.

Полученные данные свидетельствуют о том, что для повышения выхода липидов данный штамм нужно культивировать в двухфазном режиме: 1) с нормальной концентрацией азота в среде для достижения максимальных показателей по приросту биомассы и 2) с 10-кратным дефицитом азота для достижения максимальных показателей по накоплению липидов в биомассе.

Ключевые слова: *Cyanobacterium* sp. IPPASB-1200, оптимизация условий культивирования, жирные кислоты, биодизель.

Введение. Технология использования цианобактерий в качестве топливного сырья занимают одно из центральных мест среди подходов современной альтернативной энергетики. Создание новой технологии получения биодизеля из биомассы цианобактерий, активно продуцирующих жирные кислоты, в настоящее время актуально, перспективно и представляет большой интерес для развития альтернативной энергетики в мире [1]. Жирные кислоты (ЖК) цианобактерий могут быть потенциальными предшественниками для возобновимого производства цианодизеля и других полезных продуктов. При этом для того, чтобы использовать жирные кислоты цианобактерий в качестве сырья для получения биодизеля необходимо позаботиться как об увеличении их количества так и об их качестве [2-4]. На сегодняшний день оптимизация условий культивирования различных микроорганизмов является актуальной проблемой в современной биотехнологии. Элементы минерального питания, как и другие факторы внешней среды играют в клетках цианобактерий субстратную и регуляторную роль. Субстратная роль элементов заключается в том, что они входят в состав органических веществ, являющихся, в свою очередь, строительным материалом клеток и их органелл. Как составная часть мембран, ферментов, электронно-транспортных цепей дыхания и фотосинтеза, аппарата синтеза белка, элементы минерального питания регулируют скорость основных функций клетки [5, 6]. Одним из минеральных элементов, необходимых фотосинтезирующему организму в наибольших количествах является азот. Он входит в состав всех аминокислот, следовательно, белков, составляющих важнейшую часть протопласта и являющимися компонентами всех клеточных мембран. Азот входит в состав нуклеиновых кислот, хлорофилла, полиаминов, которые регулируют процессы деления клеток. При недостатке азота, изменяются темпы развития клетки, накапливаются углеводы, которые не могут быть использованы для синтеза аминокислот и других азотных соединений. Кроме этого, вследствие нарушения синтеза хлорофилла, снижается интенсивность фотосинтеза, что сказывается на росте культуры и окраске клеток [7-9].

В связи с этим, целью данной работы было изучение влияния различных концентраций азота в питательной среде на рост и накопление липидов в клетках штамма *Cyanobacterium* sp. IPPAS B-1200.

Материалы и методы исследования. В качестве материала для исследований использовали штамм цианобактерии *Cyanobacterium* sp. IPPAS B-1200, выделенный из пробы воды озера Балхаш. Штамм *Cyanobacterium* sp. IPPAS B-1200 задепонирован в Коллекции микроводорослей Института физиологии растений Российской Академии Наук и в «Республиканской коллекции микроорганизмов» Комитета науки Министерства образования и науки РК [10].

Для культивирования цианобактерии использовали среду Заррука [11], выращивание проводили в условиях лабораторного люминистата в непрерывном режиме при температуре 26-30°C, и искусственном освещении. Об интенсивности культуры судили по изменению оптической плотности на спектрофотометре PD - 303UV (Япония). Концентрирование биомассы проводили центрифугированием. Пасту цианобактерий высушивали до воздушно-сухого состояния в сушильном шкафу при 45°C. Для выделения липидов, брали навеску массой 15-20 мг экстрагировали смесью хлороформ: метанол в соотношении 2:1 (реактив Фолча). Далее определение суммарных липидов проводили калориметрически по методу, предложенному Агатовой Л. И. [12]. Для определения ЖК состава, клетки фиксировали горячим (60°C) изопропанолом и 0,02 % ионолом и инкубировали в водяной бане при 65°C 10 минут. После чего с добавлением к суспензии метанола и ацетилхлорида (9:1) и выдержки 60 минут при 70°C получали метиловые эфиры жирных кислот. Которые разделяли на ГЖХ-МС Agilent 7890 GC с 60 м капиллярной колонкой DB-23 [13].

Результаты и их обсуждение. Согласно предыдущим исследованиям, анализ жирнокислотного состава суммарных клеточных липидов, свидетельствует о том, что штамм *Cyanobacterium* sp. имеет высокое содержание миристиновой (14:0) и миристоолеиновой кислот (Δ9-14:1) (30% и 10% от суммы жирных кислот соответственно) [14, 15]. Подобный жирнокислотный состав является редкостью для цианобактерий. Для изучения влияния различных концентраций азота в питательной среде на рост опытной культуры цианобактерии использовали три различные концентрации азота в питательной среде Заррука: контроль со стандартной концентрацией азота – 2,5 г/л.; в 2 раза меньше нормальной концентрации азота – 1,25 г/л.; в 10 раз меньше стандартной концентрации азота – 0,25 г/л. В качестве источника азота использовали NaNO₃.

Культивирование штамма производили в течение 10-ти суток с начальной плотностью клеток 0,03 ед. ОП. Прирост биомассы опытного штамма в среде Заррука с различной концентрацией азота, выраженный через изменения оптической плотности суспензии, показан на рисунке 1.

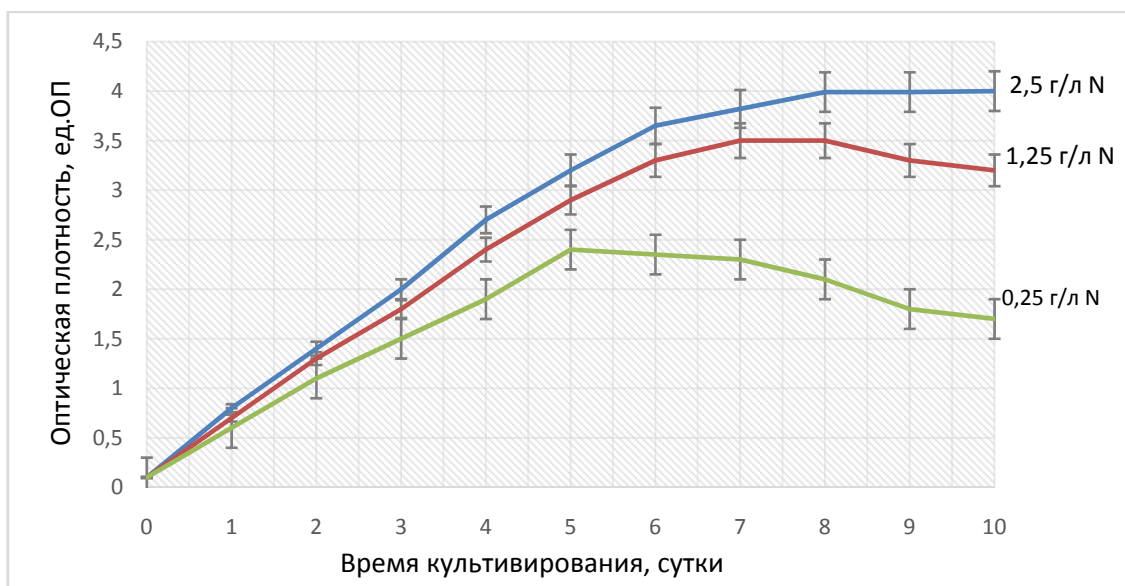


Рисунок 1 – Кривые роста штамма *Cyanobacterium* sp. IPPAS B-1200 при культивировании в среде с различным содержанием азота

Показано, что при культивировании в среде, содержащей азот в нормальной концентрации (2,5 г/л) скорость роста штамма значительно выше по сравнению с двумя остальными условиями культивирования. В условиях питательной среды содержащей азот в концентрации в 10 раз меньше стандартной, рост начинает замедляться уже на пятые сутки культивирования, при этом максимальная оптическая плотность составила 2,4 ед. ОП. В то время как при культивировании в среде со стандартной концентрацией азота и пониженный в 2 раза данный показатель составил 3,99 и 3,5 ед. ОП соответственно.

Для определения сухого веса, суммарного количества и жирнокислотного состава липидов, по истечению 10-ти суток культивирования в заданных трех условиях плотную суспензию исследуемого штамма центрифугировали. В результате опыта, при культивировании в среде стандартного состава выход сухой биомассы составлял – 2,7 г/л; в среде содержащей азот в 2 раза меньше стандартной концентрации – 2,1 г/л; уменьшение концентрации азота в 10 раз соответственно и сказалась на скорости роста, этот показатель составил 1,3 г/л (рисунок 2).

Полученные результаты анализа биомассы штамма *Cyanobacterium* sp. IPPAS-1200 на содержание липидов, выросшего на стандартной питательной среде с нормальной концентрацией азота, показали, что накопление липидов в данном случае составляют 151 мг на 1 г сухого веса, при культивировании на среде содержащей азот в 2 раза меньше нормальной концентрации этот показатель составил 155 мг на 1 г сухого веса, тогда как снижение концентрации азота в 10 раз от исходной значительно увеличило накопление липидов до 195 мг на 1 г сухого веса (рисунок 3).

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что наибольшую продуктивность по накоплению биомассы штамм достигает при условии культивирования на питательной среде Заррука, содержащей азот в стандартной концентрации – 2,5 г/л. Установлено, что уменьшение концентрации азота в среде культивирования в 2 раза влияет на накопление биомассы и липидов весьма незначительно. Вероятно, это связано с тем, что в этих условиях клетки не испытывают азотного голодания, который возникает в процессе роста клеток цианобактерий после полного исчерпания азота из среды.

Выявлено, что снижение концентрации азота в среде культивирования в 10 раз вызывает активное накопление липидов клетками *Cyanobacterium* sp. IPPAS B-1200.

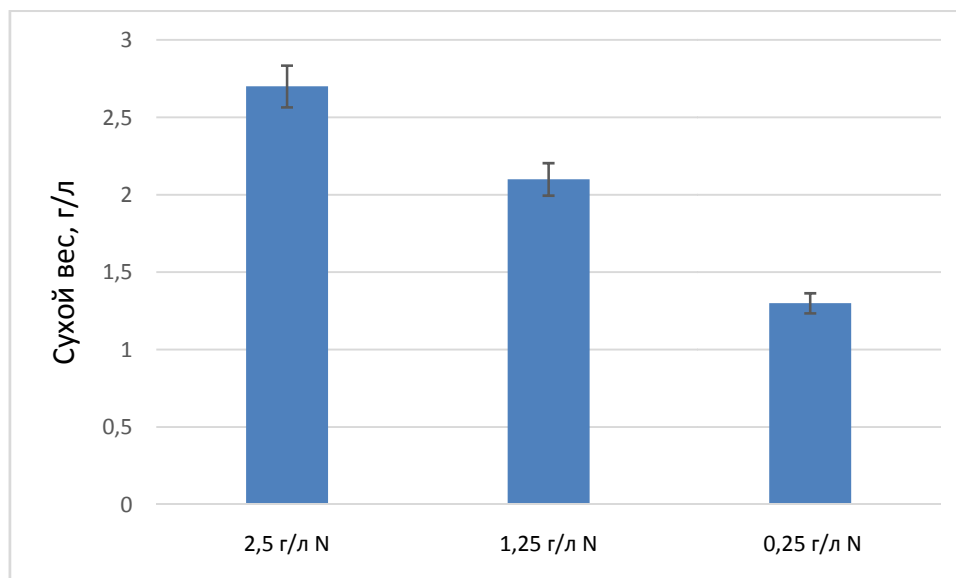


Рисунок 2 – Выход сухого веса клеток штамма *Cyanobacterium* sp. IPPAS B-1200 при культивировании на средах с различными концентрациями азота

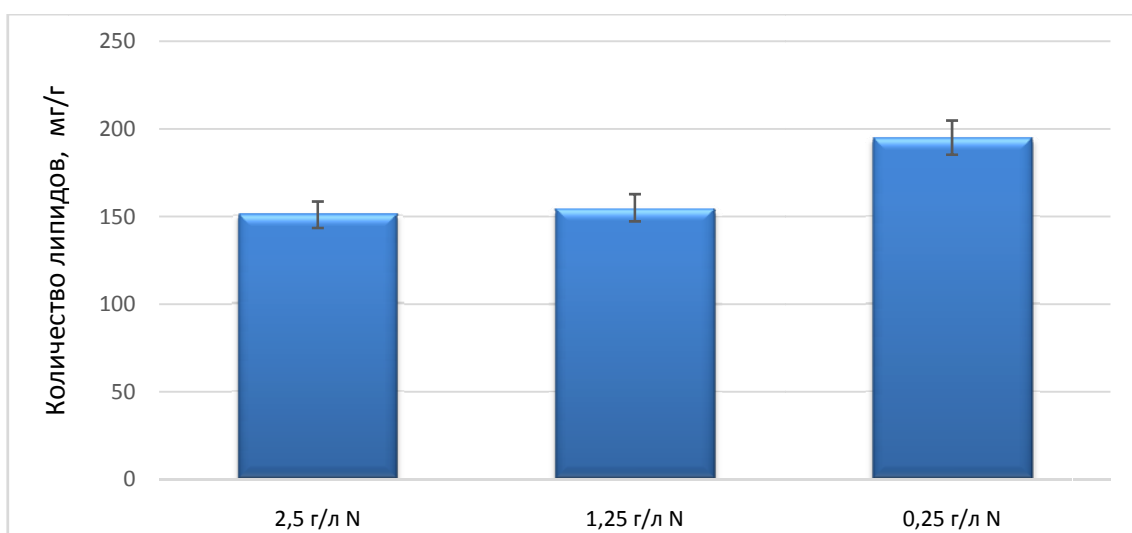


Рисунок 3 – Суммарное содержание липидов в клетке штамма *Cyanobacterium* sp. IPPAS B-1200 при культивировании на средах с различными концентрациями азота

В связи с этим, нами проанализирован жирнокислотный состав липидов в клетках штамма *Cyanobacterium* sp. IPPAS B-1200 при культивировании их на среде со стандартной концентрацией азота и пониженной концентрацией в 10 раз. Полученные хроматограммы представлены на рисунках 4 и 5. Результаты приведены в таблице.

Как видно из таблицы 1, в клетках штаммах, при культивировании на среде с пониженной концентрацией азота в 10 раз, % существенного изменения ЖК состава не отмечается. При этом наблюдалось лишь незначительное повышение индекса ненасыщенности, что вполне объяснимо при стрессе. По литературным данным подобные результаты наблюдались ранее и при холодовом стрессе [16, 17]. Исходя из результатов опыта, установлено, что понижение концентрации азота в среде культивирования в 10 раз не оказало существенного влияния на качественный состав ЖК и привело лишь к незначительному повышению количества ненасыщенных ЖК.

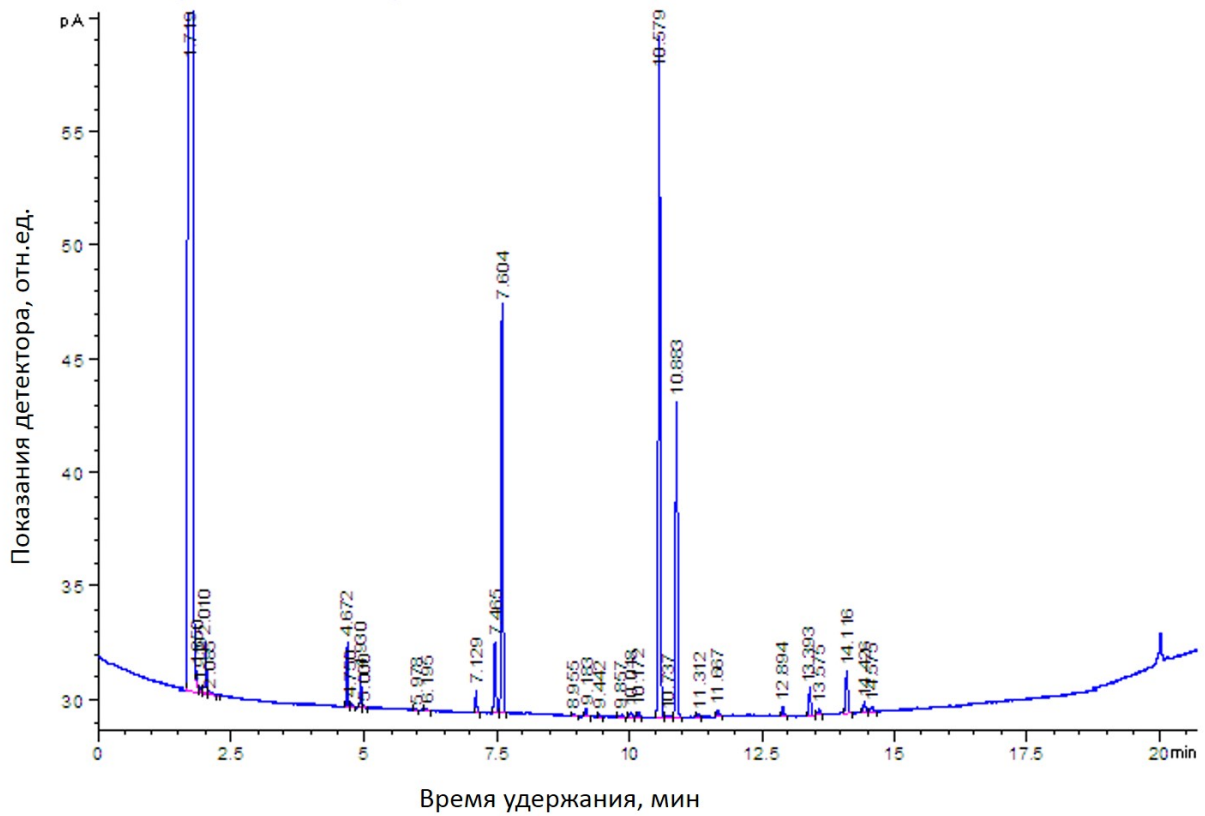


Рисунок 4 – Хроматограмма жирных кислот липидов клеток *Cyanobacterium* sp. IPPAS B-1200 при культивировании в среде со стандартной концентрацией азота

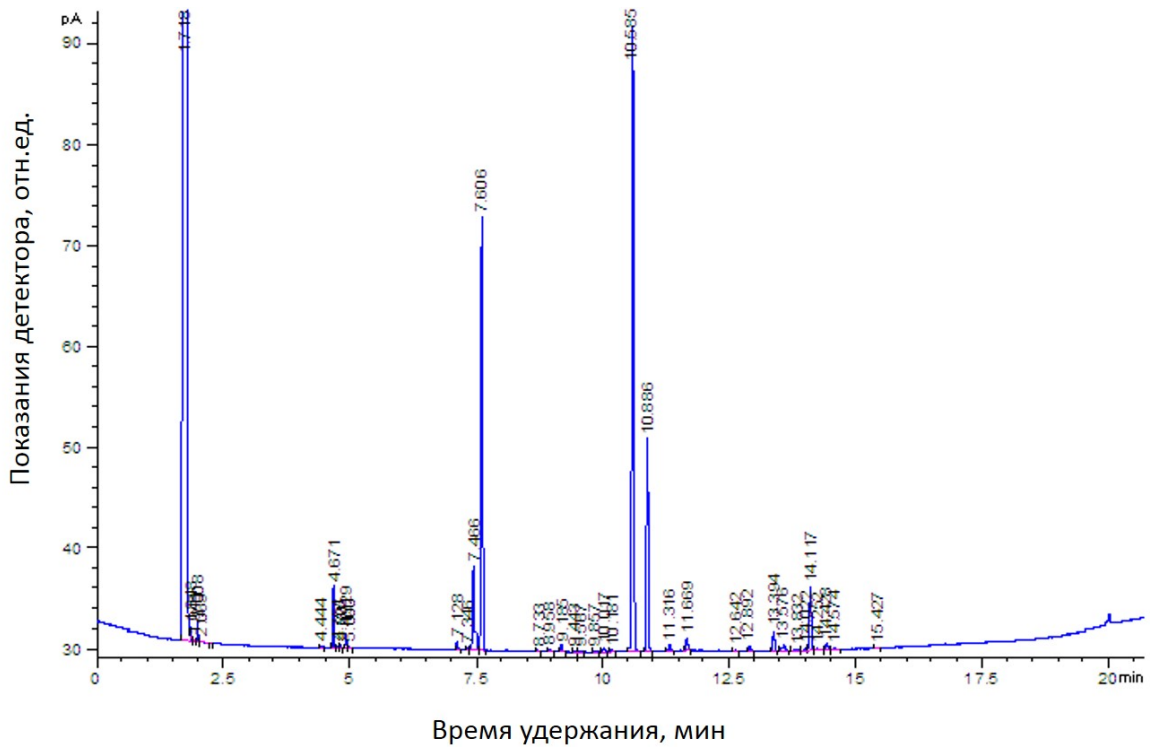


Рисунок 5 – Хроматограмма жирных кислот липидов клеток *Cyanobacterium* sp. IPPAS B-1200 при культивировании в среде с пониженной концентрацией азота в 10 раз

Жирнокислотный состав липидов в клетках штамма *Cyanobacterium* sp. IPPAS B-1200

Жирные кислоты	Содержание ЖК, при культивировании на среде со стандартной концентрацией азота, %	Содержание ЖК, при культивировании на среде с пониженной концентрацией азота в 10 раз, %
12:0	2,0	0,2
14:0	29,4	27,7
14:1Δ9	7,27	9,6
15:0	0,2	0,2
16:0	20,3	15,7
16:1Δ7	0,1	0,1
16:1Δ9	39,0	43,8
17:1Δ10	0,1	0,1
18:0	1,2	0,6
18:1Δ11	0,4	2,0
UI, <i>rel. units</i>	0,490	0,509

Таким образом снижение концентрации азота в среде культивирования в 10 раз вызывает активное накопление липидов клетками *Cyanobacterium* sp. IPPAS B-1200. Что подтверждает многие литературные данные, что дефицит азота является стрессом для клеток цианобактерий, при котором усиливается биосинтез липидов как один из адаптационных механизмов [18-20].

Полученные данные свидетельствуют о том, что для повышения выхода липидов данный штамм нужно культивировать в двухфазном режиме: 1) с нормальной концентрацией азота в среде для достижения максимальных показателей по приросту биомассы и 2) с 10-кратным дефицитом азота для достижения максимальных показателей по накоплению липидов в биомассе.

REFERENCES

- [1] Singh J., Gu S. (2010) Commercialization potential of microalgae for biofuels production, *Renew. Sust. Energ.* 14: 2596–2610. DOI: 10.1016/j.rser.2010.06.014
- [2] Los D.A. (2014) Desaturases of fatty acids. ISBN: 978-5-91522-391-1.
- [3] Anne M. Ruffing, Howland D.T., (2012) Physiological Effects of Free Fatty Acid Production in Genetically Engineered *Synechococcus elongatus* PCC 7942, *Biotechnol Bioeng.* 109(9) : 2190–2199. DOI: 10.1002/bit.24509
- [4] Nozzi NE, Oliver JWK, Atsumi S. (2013) Cyanobacteria as a platform for biofuel production, *Front Bioeng Biotechnol.* 1:7, DOI:10.3389/fbioe.2013.00007
- [5] Al-Thani R.F, Potts M., (2012) Cyanobacteria, oil—and cyanofuel? in *Ecology of cyanobacteria II: their diversity in space and time*, ed. Brian A. Whitton 427–440.
- [6] Quintana N, Van der Kooy F, Van de Rhee M.D, Voshol G.P, Verpoorte R. (2011) Renewable energy from Cyanobacteria: energy production optimization by metabolic pathway engineering *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 91:471–490.
- [7] B.K. Zayadan, U.M. Dyo, A.A. Usserbayeva, N. Amageldy, Bolatkhan K., F.K. Sarsekeyeva, S. Purton (2013) Study of cell growth and accumulation of lipids in cells of newly isolated microalgae scales under cultivation under different conditions [Izuchenie rosta kletok i nakopleniya lipidov v kletkah vnov vydelenyh shtamov mikrovdorosley pri kultivirovani v raslichykh usloviyah] 1(57):34-39. (In Russian)
- [8] Kiaei, E, etc. (2015) Screening of Cyanobacterial Strains as a Smart Choice for Biodiesel, *J. Appl. Environ. Biol. Sci.*, 5(8): 236-245.
- [9] Erdrich P, Knoop H, Steuer R, Klamt S, (2014) Cyanobacterial biofuels: new insights and strain design strategies revealed by computational modeling. *MicrobCellFact* 13:128.
- [10] Sarsekeyeva F.K., Zayadan B.K., Los D.A., Sadvakasova A.K., Usserbaeva A.A, Bolathan K. Strain *Cyanobacterium* sp. IPPAS-1200 as a raw material for the production of biofuel [Shtam *Cyanobacterium* sp. IPPAS-1200 v kachestve syrja dlya polucheniya biotopliva], Patent of the Republic of Kazakhstan №1750 от 30.09.2016. (In Russian)
- [11] Sirenko LA, Sakevich AI, etc. (1975) Methods of physiological and biochemical study of algae in hydrobiological practice [Metody fiziologo-biohimicheskogo issledovaniya vodorosley v gidrobiologicheskoy praktike], *Nauchny mir*, Kiev, 248. (In Russian)
- [12] Folch et al., (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues, *J BiolChem.*, 226: 497.
- [13] Jayasree N.B, Aneesh.T.P, Visakh Prabhakar. (2012) GC-MS, HPLC and AAS analysis of Fatty acids, Amino acids and Minerals in Red algae *Ampheroa anceps*, *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, Suppl 1. 4: 459-468.
- [14] Sarsekeyeva F., A. Usserbaeva, B.K. Zayadan, Mironov K., Sidorov R., Kozlova A., Kupriyanova E., M. Sinetova, D.A. Los, (2014) Isolation and characterization of a new cyanobacterial strain with a unique fatty acid composition, *Advances In Microbiology* 4(15): 1033-1043.

[15] Ussebaeva A., Zayadan B., Sinetova M., Kozlova A., Mironov K., Kupriyanova E., Sidorov R., Los D. (2015) Characterization of cyanobacterial strain IPPAS B-1200 with a unique fatty acid composition, Abstract book ECCO XXXIV European Culture Collections as tools in research and biotechnology Paris, 74-75.

[16] Inaba M., Suzuki I., Szalontai B., Kanesaki Y., Los D.A., Hayashi H., Murata N. (2003) Genetically-engineered rigidification of membrane lipids enhances the cold inducibility of gene expression in *Synechocystis*, Biol. Chem., 278(14):12191-12198.

[17] Maali-Amiri R., Yur'eva N.O., Shimshilashvili K.R., Goldenkova-Pavlova I.V., Pchelkin V.P., Kuznetsova E.V., Tsydendambaev V.D., Trunova T.I., Los D.A., Salehi Jouzani G.R., Nosov A.M. (2010) Expression of acyl-lipid $\Delta 12$ -desaturase gene in prokaryotic and eukaryotic cells and its effect on cold stress tolerance, Integr. Plant Biol., 52(3):289-297.

[18] I. C. de Loura, J. P. Dubacq, J. C. Thomas (1987) The Effects of Nitrogen Deficiency on Pigments and Lipids of Cyanobacteria, Plant Physiol., 83(4): 838-843.

[19] Kumar S.S., Uma L., Subramanian G. (2003) Nitrogen stress induced changes in the marine cyanobacterium *Oscillatoria willei* BDU 130511. FEMS Microbiol Ecol.; 45(3):263-72. doi: 10.1016/S0168-6496(03)00162-4.

[20] Kumar R, Biswas K, Singh PK, Singh PK, Elumalai S, Shukla P, Pabbi S (2017) Lipid production and molecular dynamics simulation for regulation of *accD* gene in cyanobacteria under different N and P regimes. Biotechnol Biofuels. 17;10:94. doi: 10.1186/s13068-017-0776-2.

Б. К. Заядан, А. А. Усербаева, Ф. К. Сарсекеева, А. К. Садвакасова, К. Болатхан

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

**SYANOBACTERIUM SP. IPPAS B-1200 ШТАМЫНЫҢ КЛЕТКАЛАРЫНДА
ЛИПИДТІҢ ЖИНАҚТАЛУЫНА ҚОРЕКТІК ОРТАДАҒЫ
ӘР ТҮРЛІ АЗОТ КОНЦЕНТРАЦИЯСЫНЫҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ**

Аннотация. Жұмыста *Cyanobacterium* sp. IPPAS-1200 штамның клеткаларында липидтің жинақталуына, биомассаның өнімділігіне, сонымен қатар липидтердің май-қышқылды құрамына Заррука қоректік ортасындағы азоттың әр түрлі концентрациясының (2,5; 1,25 и 0,25 г/л) әсері зерттелді. Штамның өсуіне оптималды концентрация 2,5 г/л екені анықталды, сонымен бірге биомассаның құрғақ салмағы литр қоректік ортаға шаққанда 2,7 г құрады. Сонымен бірге *Cyanobacterium* sp. IPPAS-1200 штамның клеткаларында липидтің жинақталуы 0,25 г/л, азоты бар қоректік ортада белсенді болды, және 1 г құрғақ салмағы 195 мг құрады. *Cyanobacterium* sp. IPPAS-1200 клеткасының жинақтық липидтерінің май-қышқылдық құрамы азот концентрациясы стандартты ортада (2,5 г/л) және 10 есе төмен (0,25 г/л) орталарда дақылдау барысында майқышқылдық құрамының айтарлықтай өзгермейтіні анықталды.

Алынған нәтижелерге байланысты липидтердің жинақталуы жоғары болуы үшін, аталмыш штамды екі фазалы режимде дақылдау қажет: 1) биомассаның өсуі бойынша максималды көрсеткіштерге жету үшін қоректік ортадағы қалыпты азот концентрациясы, және 2) биомассада липидтердің жинақталуы бойынша максималды көрсеткіш алу үшін 10 есе азот тапшылығында дақылдау.

Түйін сөздер: *Cyanobacterium* sp. IPPAS B-1200, дақылдау жағдайының оптимизациясы, май қышқылдары, биодизель.

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

ISSN 2518-1629 (Online), ISSN 2224-5308 (Print)

<http://www.biological-medical.kz/index.php/ru/>

Редактор *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов, Т. М. Апендиев*
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 13.09.2017.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
15,5 п.л. Тираж 300. Заказ 5.