

ISSN 2616-7034

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің

ХАБАРШЫСЫ

ВЕСТНИК

Евразийского национального
университета имени Л.Н. Гумилева

BULLETIN

of the L.N. Gumilyov Eurasian
National University

БИОЛОГИЯЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР сериясы

Серия **БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**

BIOSCIENCE Series

№1(122)/2018

1995 жылдан бастап шығады

Издается с 1995 года

Founded in 1995

Жылына 4 рет шығады

Выходит 4 раза в год

Published 4 times a year

Астана, 2018

Astana, 2018

Бас редакторы
ҚР ҰҒА академигі, б.ғ.д, профессор
Р.І. Берсімбаи (Қазақстан)

Бас редактордың орынбасары

Р.Т. Омаров, PhD б.ғ.к.,
профессор (Қазақстан)

Редакция алқасы

Абжалелов А.Б.	б.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Акильжанова А.Р.	PhD, м.ғ.д.(Қазақстан)
Алиқулов З.А.	б.ғ.к., проф. (Қазақстан)
Антипов А.Н.	б.ғ.к. (Ресей)
Аскарова Ш.Н.	б.ғ.к., PhD (Қазақстан)
Ау У.	PhD, проф. (АҚШ)
Бисенбаев А.К.	б.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі (Қазақстан)
Высоцкая Л.В.	б.ғ.д., проф. (Ресей)
Закиян С.М.	б.ғ.д., проф. (Ресей)
Изотти А.	PhD, проф. (Италия)
Ильдербаев О.З.	м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Константинов Ю.М.	б.ғ.д., проф. (Ресей)
Кухар Е.В.	б.ғ.д., доцент (Қазақстан)
Масалимов Ж.К.	PhD, б.ғ.к. (Қазақстан)
Моше Саги	PhD, проф. (Израиль)
Сарбасов Д.Д.	PhD, проф. (АҚШ)
Стегний В.Н.	б.ғ.д., проф. (Ресей)
Шустов А.В.	PhD, б.ғ.к. (Қазақстан)

Редакцияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Астана қ., Сәтпаев к-сі, 2, 408 б.
Тел.: (7172) 709-500 (ішкі 31-428)
E-mail: eurjourbio@enu.kz

Жауапты хатшы, компьютерде беттеген
А. Нұрболат

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысы.
БИОЛОГИЯЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР сериясы

Меншіктенуші: ҚР БжҒМ "Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті" ШЖҚ РМК
Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникациялар министрлігімен тіркелген.
27.03.2018ж. №16998-ж тіркеу куәлігі.

Тиражы: 20 дана

Типографияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Астана қ., Қажымұқан к-сі, 12/1,
тел.: (7172)709-500 (ішкі 31-428)

Главный редактор
профессор, д.б.н., академик НАН РК
Р.И. Берсимбай (Казахстан)

Зам. главного редактора

Р.Т. Омаров, PhD, к.б.н.,
профессор (Казахстан)

Редакционная коллегия

Абжалелов А.Б.	д.б.н., проф. (Казахстан)
Акильжанова А.Р.	PhD, д.м.н. (Казахстан)
Аликулов З.А.	к.б.н., проф. (Казахстан)
Антипов А.Н.	к.б.н. (Россия)
Аскарлова Ш.Н.	к.б.н., PhD (Казахстан)
Ау У.	PhD, проф. (США)
Бисенбаев А.К.	д.б.н., проф., академик НАН РК (Казахстан)
Высоцкая Л.В.	д.б.н., проф. (Россия)
Закиян С.М.	д.б.н., проф. (Россия)
Изотти А.	PhD, проф. (Италия)
Ильдербаев О.З.	д.м.н., проф. (Казахстан)
Константинов Ю.М.	д.б.н., проф. (Россия)
Кухар Е.В.	д.б.н., доцент (Казахстан)
Масалимов Ж.К.	PhD, к.б.н. (Казахстан)
Моше Саги	PhD, проф. (Израиль)
Сарбасов Д.Д.	PhD, проф. (США)
Стегний В.Н.	д.б.н., проф. (Россия)
Шустов А.В.	PhD, к.б.н. (Казахстан)

Адрес редакции: 010008, Казахстан, г. Астана, ул. Сатпаева, 2, каб. 408
Тел.: (7172) 709-500 (вн. 31-428)
E-mail: eurjourbio@enu.kz

Ответственный секретарь, компьютерная верстка
А. Нурболат

Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева.
Серия БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Собственник: РГП на ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева" МОН РК

Периодичность: 4 раза в год

Зарегистрирован Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан.

Регистрационное свидетельство №16998-ж от 27.03.2018г.

Тираж: 20 экземпляров

Адрес типографии: 010008, Казахстан, г. Астана, ул. Кажимукана, 12/1,

тел.: (7172)709-500 (вн.31-428)

Editor-in-Chief

Academician of NAS RK, Doctor of Biological Sciences, Pof.
R.I. Bersimbaev (Kazakhstan)

Deputy Editor-in-Chief

R.T. Omarov, Prof., Candidate of Biological Sciences, PhD (Kazakhstan)

Editorial board

Abzhalelov A.B.	Doctor of Biological Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Akilzhanova A.R.	PhD, Doctor of Medical Sciences (Kazakhstan)
Alikulov Z.A.	Prof., Can. of Biological Sciences (Kazakhstan)
Antipov A.N.	Can. of Biological Sciences (Russia)
Askarova Sh.N.	PhD, Can. of Biological Sciences (Kazakhstan)
Au W.	PhD, Prof. (USA)
Bisenbayev A.K.	Doctor of Biological Sciences, prof. , academician of NAS RK, (Kazakhstan)
Ilderbayev O.Z.	Doctor of Medical sciences, Prof. (Kazakhstan)
Izzotti A.	PhD, Prof. (Italy)
Konstantinov Yu. M.	Doctor of Biological Sciences, Prof. (Russia)
Kukhar E.V.	Ass. Prof. Doctor of Biological Sciences (Kazakhstan)
Massalimov Zh.K.	PhD, Can. of Biological Sciences (Kazakhstan)
Moshe Sagi	PhD, Prof. (Israel)
Shustov A.V.	PhD, Can. of Biological Sciences (Kazakhstan)
Stegniy V.N.	Doctor of Biological Sciences, prof. (Russia)
Sarbassov D.D.	PhD, Prof. (USA)
Vycotskaya L.V.	Doctor of Biological Sciences, prof. (Russia)
Zakiyan S.M.	Doctor of Biological Sciences, prof. (Russia)

Editorial address: 2, Satpayev str., of. 408, Astana, Kazakhstan, 010008
Tel.: (7172) 709-500 (ext.31-428)
E-mail: eurjourbio@enu.kz

Responsible secretary, computer layout:
A.Nurbolat

Bulletin of the L.N. Gumilyov Eurasian National University. BIOSCIENCE Series

Owner: Republican State Enterprise in the capacity of economic conduct "L.N. Gumilyov Eurasian National University" Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan

Periodicity: 4 times a year

Registered by the Ministry of Information and Communication of the Republic of Kazakhstan. Registration certificate №16998-ж from 27.03.2018. Circulation: 20 copies

Address of printing house: 12/1 Kazhimukan str., Astana, Kazakhstan 010008;
tel.: (7172) 709-500 (ext.31-428)

Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ. БИОЛОГИЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР СЕРИЯСЫ

№1(122)/2018

МАЗМҰНЫ

Биология	
<i>Байгужина Ж.С., Динмухамедова А.С., Талдыкбаев Ж.С., Токтарбаева А.Ш., Габдулхаева Б.Б., Кабиева С.Ж.</i> 14 - 17 жас аралығындағы қыздардың жүрек қантамыр жүйесінің морфофункционалдық жағдайын бағалау	8
<i>Перзадаева А.А., Ауезова Н.С., Абылбеков Г.К., Ақшабакова Ж.Е., Тұрғали А.Т.</i> Республика даңғылымен түйіскен аумақтардың ластануын қылқан жапырақты ағаш өсімдіктерінің күйі бойынша фитоиндикациялау	15
<i>Сұлтангазина Г.Ж., Нұрбекова Б.Ж., Амантайқызы Б.А., Ильясова Г.Б.</i> Қарағайлы ормандардағы өсімдік жамылғысының өрттен кейінгі қалыптасуы	22
<i>Гаджимурадова А.М., Киргизова И.В., Калиев Н.Б., Турпанова Р.М.</i> In vitro жағдайында өсірілген регенерант картоп дақыланың Қазақстандық сұрыптарының «Альянс», «Бабаев» және «Нәрлі» математикалық модельдерінің динамикасы	33
<i>Кедельбаев Б.Ш., Лаханова К.М., Махатов Ж.Б.</i> Бидай қалдықтарынан полисахаридтерді қайта өңдеу арқылы алу үдерісін зерттеу	41
<i>Ермухамбетова Р.Ж., Догабаев А.Ж., Бари А.А., Масалимов Ж.К.</i> Бір мезгілдегі абиотикалық және биотикалық стресстік факторларға жауап ретіндегі өсімдіктегі тотығу жарылысы	48
<i>Чиен-Ханг Чен, Сарбасов Д.Д.</i> Риктордың фосфорлануы сүт безі қатерлі ісігінің өсу факторларына байланысты	54

ВЕСТНИК ЕВРАЗИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
ИМЕНИ Л.Н.ГУМИЛЕВА. СЕРИЯ БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

№1(122)/2018

СОДЕРЖАНИЕ

Биология	
<i>Байгужина Ж.С., Динмухамедова А.С., Талдыкбаев Ж.С., Токтарбаева А.Ш., Габдулхаева Б.Б., Кабиева С.Ж.</i> Оценка морфофункционального состояния сердечно-сосудистой системы девочек 14-17 лет	8
<i>Перзадаева А.А., Ауезова Н.С., Абилбеков Г.К., Акшабакова Ж.Е., Тұрғали А.Т</i> Фитоиндикация загрязнения придорожных территорий проспекта Республики по состоянию хвойных древесных растений	15
<i>Сұлтангазина Г.Ж., Нұрбекова Б.Ж., Амантайқызы Б.А., Ильясова Г.Б.</i> Послепожарное формирование растительного покрова в сосновых лесах	22
<i>Гаджимурадова А.М., Киргизова И.В., Калиев Н.Б., Турпанова Р.М.</i> Математическое моделирование динамики процессов роста растений-регенерантов картофеля сортов казахстанской селекции «Альянс», «Бабаев» и «Нарли» в условиях <i>in vitro</i> на основе динамических моделей обработки рядов	33
<i>Кедельбаев Б.Ш., Лазанова К.М., Махатов Ж.Б.</i> Исследование процесса получения полисахаридов из отходов переработки пшеницы	41
<i>Ермухамбетова Р.Ж., Догабаев А.Ж., Бари А.А., Масалимов Ж.К.</i> Реакция окислительного взрыва у растений к одновременным абиотическим и биотическим стрессовым факторам	48
<i>Чиен-Ханг Чен, Сарбасов Д.Д.</i> Фосфорилирование риктора зависит от фактора роста в клетках рака молочной железы	54

BULLETIN OF L.N. GUMILYOV EURASIAN NATIONAL UNIVERSITY. BIOSCIENCE
SERIES

№1(122)/2018

CONTENTS

Biology

<i>Bayguzhina Zh.S., Dinmukhamedova A.S., Taldykbayev Zh.S., Toktarbayeva A.Sh., Gabdul Khaeva B.B., Kabieva S.Zh.</i> Evaluation of the morphofunctional state of the cardiovascular system of 14-17 year old girls	8
<i>Perzadayeva A.A., Auyezova N.S., Abilbekov G.K., Akshabakova Zh.E., Turgali A.T.</i> Fitoin-dication of contamination of roadside territories of Republic avenue on the state coniferous arboreal breeds	15
<i>Sultangazina G.Zh., Nurbekova B.Zh., Amantaykyzy B.A., Iliasova G.B.</i> Post-fire recovery of veg-etation in a Pine Forests	22
<i>Gajimuradova A.M., Kirgizova I.V., Kaliev N.B., Turpanova R.M.</i> Mathematical modeling of the growth processes dynamics of potato plants Kazakhstani selection varieties "Alyans", "Babaev" and "Narli" in <i>in vitro</i> conditions on the basis of dynamic models of processing the series	33
<i>Kedelbayev B.Sh., Lakhanova K.M., Makhatov Zh.B.</i> Study of the polysaccharides obtaining pro-cess from wheat processing waste	41
<i>Yermukhambetova R.Zh., Dogabayev A.Zh., Bari A.A., Masalimov Zh.K.</i> Oxidative stress response in plants to combined abiotic and biotic stress factors	48
<i>Chien-Hung Chen, Sarbassov D.D.</i> The rictor phosphorylation is growth factor dependent in the breast cancer cells	54

БИОЛОГИЯ



МРНТИ 34.39.51

**Ж.С. Байгужина¹, А.С. Динмухамедова², Ж.С. Талдыкбаев³,
А.Ш. Токтарбаева⁴, Б.Б. Габдулхаева⁵, С.Ж. Кабиева⁶**

¹ Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

¹ Павлодарский государственный педагогический университет, Павлодар, Казахстан
(E-mail: ¹ janar_ktl@mail.ru, ² dinmukhamedova_as@enu.kz, ³ taldikbaev@yandex.ru,

⁴ alma.shakuovna@mail.ru, ⁵ gabdulhaeva-59@bk.ru, ⁶ dairbaevasg@mail.ru)

Оценка морфофункционального состояния сердечно-сосудистой системы девочек 14-17 лет

Аннотация: В статье рассмотрены основные показатели (частота сердечных сокращений, систолическое давление, диастолическое давление, пульсовое давление, систолический объем крови, минутный объем крови и др.) сердечно - сосудистой системы девочек – подростков в зависимости от типа конституции. Для оценки эффективности кардио - респираторной системы также определяли показатели дыхательной системы: жизненную емкость легких и жизненный индекс. Установлено, что преобладающими типами конституции являются астеноидный и мышечный. Выявлено, что максимальный рост девочек наблюдался в 13 лет. Показатели систолического и ударного объемов крови у представителей торакального и дигестивного типов конституции имеют более низкие показатели, чем у представительниц астеноидного и мышечного типов.

Результаты исследования могут быть использованы для разработки оздоровительных и профилактических программ для детей подросткового периода.

Ключевые слова: сердечно - сосудистая система, тип конституции, морфофункциональное состояние, кардио – респираторная система, гемодинамические показатели, здоровье подростков.

Одной из важных проблем, имеющих государственное и медико – социальное значение, является охрана здоровья ребенка [1]. На сегодняшний день наблюдается ухудшение здоровья подрастающего поколения. Исследования, проведенные в Казахстане, показали наличие хронической патологии у 54–70% подростков. Прежде всего, это болезни пищеварительной, сердечно – сосудистой и нервной систем. К периоду окончания школы многие выпускники имеют ограничения по состоянию здоровья [2, 3].

В последние годы в Казахстане продолжается рост сердечно – сосудистых заболеваний среди детской популяции. В настоящее время в республике зарегистрировано 12% населения, имеющих патологии сердечно–сосудистой системы. По показателю смертности от патологии системы кровообращения Казахстан занимает 1 место среди стран Европейского союза и Центрально–Азиатского региона [4]. По данным Всемирной организации здравоохранения по смертности от ишемической болезни сердца Республика занимает 9 место. Лидирующие области по смертности от этих болезней: Акмолинская, Павлодарская, Восточно–Казахстанская, Северо–Казахстанская и Жамбылская [2, 4].

Распространенность заболеваний сердца среди детей в странах СНГ составляет 215,33 на 1000 детского населения. В Казахстане эти показатели варьируют от 256 до 399,5 (Семей, Арал, Алматинская область и др.). За последние годы повысился удельный вес врожденных пороков сердца, которые составляют основную причину смерти детей первого

года жизни. Увеличилось количество патологий, связанных с нарушениями ритма сердца, психоэмоциональной диссоциацией. На этом фоне появляется сопутствующая патология, связанная с дисплазией соединительной ткани. Установлено, что около 85% детей имеют разную выраженность дисплазии в форме пролапсов клапанов, открытого овального окна, нарушений ритма и проводимости и др.[3, 4, 5].

Важную проблему представляет артериальная гипертензия, которая помолодела и не является редкостью. Разные авторы отмечают ее распространенность в пределах 7,3 – 18% [2, 6, 7]. Для детей артериальная гипертензия представляет мощный фактор риска осложнения сердечно – сосудистых заболеваний.

Первое место в распространенности, инвалидности и смертности от болезней сердца среди взрослых многих стран мира, в том числе, и Казахстана, связаны с ревматической патологией, которая берет начало в детском и подростковом возрасте [2].

Следовательно, нельзя решить проблему снижения смертности и заболеваемости, не решив проблему ранней диагностики и профилактики сердечно – сосудистых заболеваний.

Также представляет интерес изучение сердечно – сосудистой системы детей с разными типами конституции. Так как каждому конституциональному типу соответствуют определенные заболевания.

В связи с этим **целью исследования является:** оценка морфофункционального состояния сердечно сосудистой системы девочек–подростков казахской национальности.

Материалы и методы исследования. Было обследовано 290 девочек в возрасте 13–17 лет. Все учащиеся относились к основной медицинской группе. Обследуемые были распределены на группы по возрасту и типам конституции.

Объектом наших исследований были практически здоровые школьники ГУ "Казахско – турецкий лицей–интернат для одаренных девочек" г. Астаны. Исследования проводили в первую половину дня с исключением физической нагрузки в предыдущий день.

Проведено комплексное исследование морфологических и функциональных особенностей подростков.

При определении типа конституции у детей нами использовалась методика, предложенная С.С. Дарской, в основу которой положена схема В.Г. Штефко и А.Д. Островского [8], согласно которой выделяют четыре основных типа конституции – астеноидный, торакальный, мышечный и дигестивный. Данная типология основана на соматоскопических признаках, достаточно надежна и при определенной корректировке успешно применяется в детской конституциологии [9, 10, 11, 12, 13, 14].

Полученный материал обработан методами вариационной и разностной статистики с применением непараметрических критериев Стьюдента для независимых выборок при уровне значимости $p \leq 0,05$ [15].

Результаты и обсуждение. Выбор вида спорта должен определяться с учетом типа конституции. Так, для мышечного типа характерны следующие признаки: плечи высокие, таз узкий, грудная клетка нормальная. Мускулатура ярко выражена.

Все части тела пропорциональны. Такие дети могут добиться успеха в любом виде спорта. Но, прежде всего им даются скоростно–силовые дисциплины: прыжки в длину, метание ядра и копья, бег, спортивная гимнастика, тяжелая атлетика и единоборства.

Для астеноидного типа характерны: высокий рост, удлинённая узкая грудная клетка, удлинённые тонкие кости нижних и верхних конечностей. Мускулатура практически не выделяется. Такому типу телосложения подходит легкая атлетика.

У детей торакального типа телосложения при вдохе сильно поднимается грудная клетка. По размерам она крупная и широкая. Бедра немного уже плеч. Такие дети обычно худощавы, мускулатура у них почти не развита. Кости скелета узкие. Такому соматотипу подходят виды спорта, требующие хорошо развитую дыхательную систему: плавание, велоспорт, лыжный спорт.

Дигестивный тип в переводе означает брюшной тип. У этих детей есть «пузик», они чаще полные. Для них характерен небольшой рост и короткие ноги. Кости широкие и тяжелые,

но мускулатура не развита. Такому соматотипу подойдут такие виды спорта как борьба или тяжелая атлетика.

Выявлено, что во все возрастные периоды наименьшее количество девочек оказалось среди представителей дигестивного типа, а большее количество относилось к астеноидному типу (таблица 1). Представительниц мышечного типа было на 2% меньше астеноидного типа, девочек с торакальным типом конституции было в 2 раза больше, чем девочек с дигестивным типом телосложения.

Анализ полученных результатов показал, что среди 13-летних девочек преобладающим типом конституции был астеноидный, на 11% было меньше школьниц с мышечным типом телосложения, дигестивный тип конституции был установлен у одного, а торакальный у пяти подростков.

В возрастной категории 14 лет количество подростков с астеноидным типом конституции также остается доминирующим, при этом количество школьниц с мышечным типом конституции меньше на 4%. В сравнении с 13-летними подростками увеличилось количество девочек с дигестивным и торакальным типами телосложения, на 2% и 1% соответственно.

У учащихся 15 лет увеличивается количество обучающихся с мышечным типом конституции и уравнивается количество подростков с дигестивными торакальным типами телосложения. Девочек с астеноидным типом конституции на 18% меньше, чем с мышечным типом конституции.

К 16 годам доминирующую позицию среди учащихся занимает астеноидный тип телосложения, на 6% меньше девочек с мышечным типом конституции. Подростков с торакальным типом телосложения в два раза больше, чем девочек с дигестивным типом конституции.

В 17 лет количество учащихся с мышечным типом телосложения составляет чуть больше половины данной возрастной категории, на 12 % меньше подростков с астеноидным типом телосложения. Количество девочек с торакальным и дигестивным типами конституции одинаково.

Таблица 1 – Типы конституций девочек 13–17 лет

Типы конституции	13 лет (n=56)		14 лет (n=82)		15 лет (n=49)		16 (n=60)		17 (n=43)		Всего (n=290)	
	abc	%M±m	abc	%M±m	abc	%M±m	abc	%M±m	abc	%M±m	abc	%M±m
Астеноидный	31	55±9,4	37	45±7,2	16	33±7,9	30	50±4,6	17	39±4,2	131	45±4,2
Мышечный	19	34±8,4	34	41±5,4	25	51±7,1	24	40±3,9	22	51±7,1	124	43±4,2
Дигестивный	1	2±0,1	3	4±1,2	4	8±1,2	2	3±0,8	2	5±1,6	12	4±4,2
Торакальный	5	9±0,3	8	10±3,9	4	8±1,2	4	7±2,4	2	5±1,6	23	8±4,2

Как видно из таблицы 1, наибольшая астенизация наблюдается в 13-летнем возрасте, когда происходит максимальный рост девочек. В 14 лет астеноидный и мышечный типы практически уравниваются, в 15 лет увеличивается количество учащихся мышечного типа, в 16 лет количество астеников на 10 % превышает количество подростков мышечного типа, а в 17 лет количество школьников мышечного типа опять становится преобладающим.

Таким образом, проведенные исследования показали неравномерное физическое развитие в процессе онтогенеза. Однако преобладающими типами конституции во все возрастные периоды были астеноидный и мышечный типы.

Изучение типов конституции позволяет определить многие характеристики организма, в том числе темпы и сроки созревания физиологических функций, которые важны для обучения детей, диапазон двигательных возможностей, а также риск возникновения различных заболеваний.

Для оценки показателей кардио – респираторной системы Всемирная организация здравоохранения рекомендует три простых теста: измерение массы тела, артериального давления и тест на физическую нагрузку.

Нами была проведена оценка характеристик сердечно – сосудистой системы по следующим показателям: частота сердечных сокращений (ЧСС), систолическое давление (СД),

диастолическое давление (ДД), пульсовое давление (ПД), систолический объем крови (СОК), минутный объем крови (МОК), вегетативный индекс Кердо (ВИК), показатель эффективности кровообращения (ПЭК), адаптационный потенциал (АП), двойное произведение (ДП).

Как видно из таблицы 2, гемодинамические показатели не имели достоверных отличий по показателям ЧСС, СД, ДД, ПД. Данные показатели соответствовали возрастным нормам этой категории подростков.

Практически одинаковые показатели СОК имеют учащиеся с астеноидным и мышечным типами конституции и эти показатели практически приближаются к нормативным показателям взрослых. Аналогичная картина наблюдается для показателей МОК.

Идентичные результаты по СОК и МОК характерны для дигестивного и торакального типов конституции, их показатели немного ниже нормы.

Таблица 2 – Гемодинамические показатели сердечно – сосудистой системы подростков

Показатели	ЧСС	СД	ДД	ПД	СОК	МОК
Тип конституции						
	63,1±1,4	113,3±0,9	71,7±1,7	41,7±0,9	72,2±1,5	4561,5±157,9
Мышечный	63,3±1,4	113,3±0,9	70,8±1,7	42,5±0,9	73,1±1,5	4642,4±186,7
Дигестивный	63,5±1,4	114,5±2,1	70,8±1,7	43,7±0,9	49,4±4,3	3208,9±264
Торакальный	63,2±1,8	118,3±3,4	74,1±1,7	44,1±3,4	47,7±5,7	3067,5±448,2

Как видно из таблицы 2, показатели ЧСС не имели достоверных отличий. Среди подростков наблюдаются различия по СД и ДД, данные показатели повышены у девочек торакального типа. Показатели систолического и ударного объемов крови у представителей торакального и дигестивного типов конституции имеют более низкие показатели, чем у представительниц астеноидного и мышечного типов.

В таблице 3 приведены индексы показателей сердечно – сосудистой системы. Как видно из таблицы, достоверных отличий по данным показателям не выявлено. По показателю ВИК для всех типов конституции характерна ваготония, т.е. у подростков преобладают влияния парасимпатической системы над симпатической. Для ваготоников характерны такие признаки как покраснение кожи, холодные руки и стопы, угревая сыпь, головокружения и обмороки. Полученные результаты свидетельствуют о перенапряжении симпатического тонуса и перехода в парасимпатический.

По показателю ПЭК для всех видов телосложения характерен низкий уровень кровообращения, т.е. эффективность кровообращения у всех девочек довольно низкая.

Но в тоже время, показатель адаптационного потенциала свидетельствует о хорошей адаптации.

По показателю двойного произведения судят об экономичности сердечно – сосудистой деятельности. Наименьший показатель по данному индексу наблюдался у астеников и представительниц мышечного типа, наибольший у торакального. Однако, в общем, он находился в пределах выше среднего уровня.

Таблица 3 – Показатели сердечно – сосудистой системы подростков на основе индексов

Показатели	ВИК	ПЭК	АП	ДП
Тип конституции				
Астеноидный	-14,1±4,8	180,6±5,6	1,8±0,03	71,6±1,4
Мышечный	-12,8±4,6	180,2±4,5	1,9±0,04	71,7±1,6
Дигестивный	-14,3±4,8	184,1±8,1	1,9±0,05	72,8±2,8
Торакальный	-18,3±3,8	188,1±5,2	1,2±0,06	75,2±4,6

Наибольший показатель ПЭК наблюдался у девочек торакального типа телосложения, на 3% меньше у школьниц дигестивного типа, на 6% меньше у девочек астеноидного и мышечного типов конституции.

У представителей всех типов телосложения наблюдается парасимпатикотония, которая более выражена у подростков торакального типа телосложения. Самый низкий показатель адаптационного потенциала также характерен для представительниц торакального соматотипа.

Для оценки эффективности кардио - респираторной системы были определены показатели дыхательной системы: жизненная емкость легких (ЖЕЛ) и жизненный индекс (ЖИ). Показатели жизненной емкости легких приближались к показателям взрослых. Наименьший показатель ЖЕЛ был установлен у девочек с торакальным типом конституции, наибольший у подростков мышечного типа конституции (таблица 4).

Значения ЖИ для всех типов конституции находились в пределах выше среднего. Наибольшие значения жизненного индекса наблюдались у девочек мышечного телосложения. Наименьшие показатели ЖИ были отмечены у девочек торакального соматотипа, хотя данный показатель был на 0,1 мл/кг меньше у школьниц астенического телосложения.

Таблица 4 – Показатели респираторной системы подростков

Показатели	ЖЕЛ (л)	ЖИ (мл/кг)
Тип конституции		
Астеноидный	3,35±0,1	61,6±1,7
Мышечный	3,8±0,1	66,6±1,7
Дигестивный	3,8±0,2	64±2,3
Торакальный	3,15±0,2	61,5±2,8

Наибольшие показатели ЖЕЛ наблюдались у подростков мышечного и дигестивного типов телосложения, наименьший у девочек торакального типа.

Наибольший показатель ЖИ наблюдался у подростков мышечного типа.

Таким образом, полученные результаты показали, что у девочек дигестивного и торакального типов конституций наблюдается повышенный тонус сосудов, при этом показатели ударного и минутного объемов крови низкие, что свидетельствует о срабатывании охранительного торможения.

Список литературы

- 1 Назарбаев Н.А. Казахстан-2030. Процветание, безопасность и улучшение благосостояния всех казахстанцев. Послание Президента страны народу Казахстана / Н.А. Назарбаев – Алматы, 1997.- С. 17.
- 2 Ормантаев К.С., Хабижанов Б.Х., Машкеев А.К. Анализ современного состояния и тенденции развития мировой и отечественной педиатрической науки // Известия НАН РК Сер. биол. – 2011 - №3 – С.70-81.
- 3 Хабижанов Б.Х., Токтабаева Б.Ж. Распространенность факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний у школьников Семипалатинского региона // «Экология. Радиация. Здоровье.»: Материалы III Международной конференции, Семипалатинск, 2002. - С. 336.
- 4 Таубалдинова Н.А. Современное состояние распространенности сердечно-сосудистых заболеваний // Вестник КазНМУ- 2013. - №1. - С. 73-74.
- 5 Himmelgreen D., Dannenhoffer R., Baht J., Lee R.V. Anthropometric assessment of nutritional status among highland Kashmir children: Reevaluating the assumption of female nutritional disadvantage // Amer. J. Hum. Biol., 1991. -V.3. - N.3. - P. 239-249.
- 6 Левин М.Г. К антропологии Южной Сибири. КСИЭ. Вып. 20. - 1966. - С. 17-26.
- 7 Boreham C.A. G. The health - related physical activity of children //Sports Med.- 1995.- Vol. 19, N 2.- P. 86-102.
- 8 Дарская С.С. Техника определения типов конституции у детей и подростков// Сборник научных трудов. М., 1975. - С. 45-53.
- 9 Мукатаева Ж.М., Даирбаева С.Ж., Муханова А.А., Айзман Р.И. Психофизиологические особенности развития детей 7-15 лет г. Павлодара // Вестник Тюменского государственного университета - 2008. - №3. - С. 34-39.
- 10 Баевский Р.М. Анализ variability сердечного ритма в космической медицине // Физиология человека.- 2002.- Т. 28.- № 2.- С. 70-82.

- 11 Тупицын И.О. Возрастная динамика и адаптационные изменения сердечно-сосудистой системы школьников.- М.:Педагогика, 2005.- 86 с.
- 12 Абрамова Е.И. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы детей школьного возраста: автореф. ... дисс. канд. мед.наук.- М., 1970.- 24 с.
- 13 Михайлова Л.А. Здоровый подросток Сибири. Физиологические и экологические аспекты становления кислородтранспортной функции - Новосибирск: Наука, 2006.- 192 с.
- 14 Харламов Е.В. Конституционально-типологические закономерности взаимоотношения морфологических маркеров у лиц юношеского и первого периода зрелого возраста // Автореферат диссертации, Волгоград, 2008, 41с.
- 15 Лакин Г.Ф. Биометрия. Высшая школа. 1990 – 352с.

Ж.С. Байғужина¹, А.С. Динмухамедова¹, Ж.С. Талдықбаев¹, А.Ш. Токтарбаева²,
Б.Б. Габдулхаева², С.Ж. Кабиева²

¹ Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

² Павлодар мемлекеттік педагогикалық университеті, Павлодар, Қазақстан

14 - 17 жас аралығындағы қыздардың жүрек –қантамыр жүйесінің морфофункционалдық жағдайын бағалау

Аннотация: Бұл мақалада қыз балалардың конституция типіне байланысты жүрек-қантамыр жүйесінің негізгі көрсеткіштері (жүректің жиырылу жиілігі, систоалық қысым, диастоалық қысым, пульстік қысым, қанның систоалық көлемі, қанның минуттық көлемі және т.б.) қарастырылған. Кардио – респираторлық жүйенің тиімділігін бағалау үшін тыныс алу жүйесінің параметрлері анықталды: өкпе сымдылығының қабілеттілігі және тіршілік көрсеткіші. Сондай-ақ, астеноидты және бұлшықетті конституция типтері доминанттылық көрсетті. Қыздардың ең максималды өсуі 13 жасан байқалды. Қанның систоалық және минуттық мөлшерінің көрсеткіштері астеноидты және бұлшықетті типтерге қарағанда торакалды және дигестивті типтерде төмен көрсеткіштерге ие.

Зерттеудің нәтижелері жасөспірім балаларға арналған денсаулықты сақтау және алдын алу бағдарламаларын әзірлеу үшін пайдаланылуы мүмкін.

Түйін сөздер: жүрек-тамыр жүйесі, конституцияның типі, морфофункционалдық жағдайы, кардио – респираторлық жүйе, гемодинамикалық көрсеткіштер, жасөспірімдердің денсаулығы.

Zh.S. Bayguzhina¹, A.S. Dinmukhamedova¹, Zh.S. Taldykbayev¹, A.Sh. Toktarbayeva²,
B.B. Gabdulhaeva², S.Zh. Kabieva²

¹ L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

² Pavlodar State Pedagogical University, Pavlodar, Kazakhstan

Evaluation of the morphofunctional state of the cardiovascular system of 14-17 year old girls

Abstract: The main indicators (heart rate, systolic pressure, diastolic pressure, pulse pressure, systolic blood volume, minute blood volume, etc.) of the cardiovascular system of adolescent girls are considered in the article, depending on the type of constitution. To assess the effectiveness of the cardio-respiratory system, the respiratory system parameters were also determined: the vital capacity of the lungs and the vital index. It was established that the predominant types of the constitution are asthenoid and muscular. It was revealed that the maximum growth of girls was observed in 13 years. The indicators of systolic and shock volumes of blood in representatives of the thoracic and digestive types of the constitution have lower indices than in representatives of asthenoid and muscular types.

The results of the study can be used to develop health and prevention programs for adolescent children.

Keywords: cardiovascular system, type of constitution, morphofunctional state, cardio - respiratory system, hemodynamic parameters, adolescent health.

References

- 1 Nazarbaev N.A. Kazakhstan-2030. Procvetanie, bezopasnost' i uluchshenie blagosostoyaniya vsekh kazahstancev. Poslanie Prezidenta strany narodu Kazahstana [Prosperity, security and improvement of well-being of all Kazahstanis. The Address of the President of the country to the people of Kazahstan] (Almaty, 1997).
- 2 Ormantaev K.S., Habizhanov B.H., Mashkeev A.K. Analiz sovremennogo sostoyaniya i tendencii razvitiya mirovoj i otechestvennoj pediatricheskoj nauki [Analysis of the current state and development trends of the world and national pediatric science], Izvestiya NAN RK [News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazahstan], Seriya biologicheskaya [biological series], 3, 70-81(2011). [in Russian]
- 3 Habizhanov B.H., Toktabaeva B.ZH. Rasprostranennost' faktorov riska razvitiya serdechno-sosudistykh zabolovaniy u shkol'nikov Semipalatinskogo regiona [Prevalence of risk factors for cardiovascular disease in school children in the Semipalatinsk region]. Materialy III Mezhdunarodnoj konferencii «Ekologiya. Radiatsiya. Zdorov'e.» [Materials of the III International Conference «Ecology. Radiation. Health»]. Semipalatinsk, 2002, pp.336.
- 4 Taubaldinova N.A. Sovremennoe sostoyanie rasprostranennosti serdechno-sosudistykh zabolovaniy [Current state of prevalence of cardiovascular diseases], Vestnik KazNMU [Bulletin of Kazakh National Medical University], 1, 73-74 (2013). [in Russian]

- 5 Himmelgreen D., Dannenhoffer R., Baht J., Lee R.V. Anthropometric assessment of nutritional status among highland Kashmir children: Reevaluating the assumption of female nutritional disadvantage //Amer. J. Hum. Biol., 3(3),239-249(1991).
- 6 Levin M.G. К антропологии Южных Сибирей [To the Anthropology of Southern Siberia]. KSIEH.Vyp. (1996).
- 7 Boreham C.A. G. The health - related physical activity of children //Sports Med.(2)2, 86-102.(1995).
- 8 Darskaya S.S. Tekhnika opredeleniya tipov konstitucii u detej i podrostkov [The technique of determining the types of constitution in children and adolescents] Sbornik nauchnyh trudov [Collection of scientific papers], (Moscow, 1975)
- 9 Mukataeva ZH.M., Dairbaeva S.ZH., Muhanova A.A., Ajzman R.I. Psihofiziologicheskie osobennosti razvitiya detej 7-15 let g. Pavlodara [Psychophysiological features of the development of children 7-15 years of Pavlodar], Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of the Tyumen State University], 3, 34-39 (2008). [in Russian]
- 10 Baevskij R.M. Analiz variabel'nosti serdechnogo ritma v kosmicheskoj medicine [Analysis of heart rate variability in space medicine], Fiziologiya cheloveka [Human physiology], 2 (28), 70-82 (2002). [in Russian]
- 11 Tupicyn I.O. Vozrastnaya dinamika i adaptacionnye izmeneniya serdechno-sosudistoj sistemy shkol'nikov [Age dynamics and adaptive changes in the cardiovascular system of schoolchildren], (Moscow, Pedagogy,2005)
- 12 Abramova E.I. Funkcional'noe sostoyanie serdechno-sosudistoj sistemy detej shkol'nogo vozrasta [Functional state of the cardiovascular system of school-age children. PhD thesis] avtoref. . .diss. kand. med.nauk, Moscow, 1970, 24 p.
- 13 Mihajlova L.A. Zdorovyj podrostok Sibiri. Fiziologicheskie i ehkologicheskie aspekty stanovleniya kislorodtransportnoj funkcii [Healthy teenager of Siberia. Physiological and ecological aspects of the formation of oxygen transport function] (Novosibirsk, The science, 2006)
- 14 Harlamov E.V. Konstitucional'no-tipologicheskie zakonomernosti vzaimootnosheniya morfologicheskikh markerov u lic yunosheskogo i pervogo perioda zrelogo vozrasta [The constitutional-typological patterns of the relationship of morphological markers in persons of adolescence and the first period of adulthood. PhD thesis] Avtoreferat dissertacii Volgograd, 2008, 41p.
- 15 Lakin G.F. Biometriya. [Biometrics] Moskva (Moscow, High School, 1990)

Сведения об авторах:

Байгужина Ж.С. – магистрант 2 –го курса, Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, ул. К. Мунайпасова, 13, Астана, Казахстан.

Динмухамедова А.С. – кандидат биологических наук, доцент кафедры общей биологии и геномики, Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, ул. К. Мунайпасова, 13, Астана, Казахстан.

Талдыкбаев Ж.С. – кандидат медицинских наук, старший преподаватель кафедры общей биологии и геномики, Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, ул. К. Мунайпасова, 13, Астана, Казахстан.

Токтарбаева А.Ш. – старший преподаватель кафедры анатомии, физиологии и дефектологии, Павлодарский государственный педагогический университет, ул. Мира, 60, Павлодар, Казахстан.

Габдулхаева Б.Б. – кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии, физиологии и дефектологии, Павлодарский государственный педагогический университет, ул. Мира, 60, Павлодар, Казахстан.

Кабиева С.Ж. – кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии, физиологии и дефектологии, Павлодарский государственный педагогический университет, ул. Мира, 60, Павлодар, Казахстан.

Bayguzhina Zh.S. – second-year undergraduate, L.N. Gumilyov Eurasian National University, K. Munaitpasov str., 13, Astana, Kazakhstan.

Dinmukhamedova A.S. – candidate of biological sciences, associate professor of the department of general biology and genomics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, K. Munaitpasov str., 13, Astana, Kazakhstan.

Taldykbayev Zh.S. – candidate of medical sciences, senior lecturer of the department of general biology and genomics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, K. Munaitpasov str., 13, Astana, Kazakhstan.

Toktarbayeva A.Sh. – senior lecturer of the department of anatomy, physiology and defectology, Pavlodar State Pedagogical university, Mira str., 60, Pavlodar, Kazakhstan.

Gabdulkhaeva B.B. – candidate of biological sciences, associate professor of the department of anatomy, physiology and defectology, Pavlodar State Pedagogical university, Mira str., 60, Pavlodar, Kazakhstan.

Kabieva S.Zh. – candidate of biological sciences, associate professor of the department of anatomy, physiology and defectology, Pavlodar State Pedagogical university, Mira str., 60, Pavlodar, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 29.03.2018

МРНТИ 34.35.51

А.А. Перзадаева, Н.С. Ауезова, Г.К. Абилбеков, Ж.Е. Акшабакова, А.Т. Тұрғали

*АО «Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина», Астана, Казахстан
(E-mail: akma_72@mail.ru, nurkuigan1971@mail.ru, ganion@inbox.ru,
zhenisgul_bakumb@mail.ru, aiman.tt@mail.ru)*

Фитоиндикация загрязнения придорожных территорий проспекта Республики по состоянию хвойных древесных растений

Аннотация: В данной работе представлены результаты биоиндикационного исследования придорожных территорий проспекта Республики города Астаны по состоянию сосны обыкновенной – *Pinus sylvestris* и ели европейской – *Picea abies*. По ряду морфометрических характеристик (хлороз, некроз хвои, изменение побегов, уменьшение репродуктивных органов и т.д.) выявлено угнетение хвойных деревьев отработанными газами автомобилей в городских условиях. У хвои сосен наблюдаются различного рода хлорозы и некрозы до 40%. У елей наблюдаются пятнистые хлорозы и некрозы до 10%. Почти на всех участках идет уменьшение веса хвои до 69%, что указывает на некроз биомассы деревьев. Идет тенденция сближенности расстояния между хвоинками на 10 см побега, так число хвоинок почти в 1 - 2 раза больше на загрязненных участках по сравнению с контрольными образцами.

Ключевые слова: фитоиндикация, хвойные деревья, хлороз, некроз, городская среда, загрязнение.

Зеленые насаждения, искусственно созданные человеком, являются одним из основных компонентов городского ландшафта – воздуха, воды, почвы, экологической и эстетической среды. Благоприятную роль растительности в городе невозможно переоценить. Она является важнейшим компонентом архитектурно-ландшафтного облика города [1, 41 стр.]. Однако, деревья в городе подвержены сильным стрессам. Одной из форм проявления стрессового воздействия является возникновение хлорозов и некрозов. Выделяют различные формы хлороза и некроза: точечный, пятнистый, межжилковый, краевой, тип «рыбьего скелета», верхушечный, линейный и др. [2, 43 стр.]. В городской экосистеме биоиндикатором состояния окружающей среды могут быть использованы хвойные деревья. Методы фитоиндикации по сравнению с инструментальными методами имеют относительно низкую стоимость, большую накопляемость материала и позволяют характеризовать состояние среды за длительный промежуток времени.

Работа выполнена в рамках бюджетной программы 217 «Развитие науки» Министерства образования и науки Республики Казахстан по теме «Экологическая оценка состояния придорожных территорий, прилегающих к основным автомагистралям города Астаны».

Материалы и методы исследования. В качестве фитоиндикаторов среды были взяты одновозрастные хвойные деревья (сосна обыкновенная – *Pinus sylvestris* и ель европейская – *Picea abies*), произрастающие по проспекту Республики города Астаны. Данные виды широко распространены по городу, нетребовательны к климатическим условиям и почве, легко переносят засуху и не страдают от заморозков, чувствительны к загрязнениям.

В качестве контрольного образца были взяты одновозрастные хвойные деревья (сосна обыкновенная – *Pinus sylvestris* и ель европейская – *Picea abies*) в дендрологическом парке города. Так как биометрические признаки хвойных растений довольно изменчивы была проведена 10 кратная повторность опытов.

Для биоиндикации состояния окружающей среды по состоянию хвойных деревьев в лабораторных условиях были проведены исследования сосны обыкновенной – *Pinus sylvestris* и ели европейской – *Picea abies*. С помощью лупы были выявлены хлорозы, некрозы хвои, их процент повреждения и характер. В ходе проведения натуральных наблюдений зеленых насаждений были изучены размеры ряда органов (хвои, побегов прошлого года, их толщины, размера шишек, размера и числа заложившихся почек), количество хвои на 10 см побега и массы абсолютно сухих хвоинок.

Результаты исследований. Результаты фитоиндикации придорожных зеленых насаждений проспекта Республики по побегам и почкам сосны обыкновенной – *Pinus sylvestris* и ели европейской – *Picea abies* представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1 – Результаты фитоиндикации придорожных территорий проспекта Республики по побегам и почкам сосны обыкновенной – *Pinus sylvestris*

Место взятия образца	Побеги			Почки		
	Длина, см	Толщина, мм	Ветвле- ние, шт	Число, шт	Длина, мм	Толщина мм
Участок № 2	10,0	60	2,0	2,0	0,3	0,3
Участок № 3	11,0	47	4,0	2,0	0,5	0,4
Участок № 5	19,0	52	1,5	1,6	0,3	0,3
Участок № 6	22,0	52	1,9	2,1	0,3	0,4
Участок № 7	13,0	52	3,8	1,8	0,3	0,3
Участок № 8	19,0	83	1,9	1,6	0,3	0,3
Участок № 9	14,0	69	1,6	1,8	0,3	0,3
Участок № 11	15,0	51	2,0	1,4	0,4	0,4
Участок № 12	17,0	52	1,5	1,4	0,3	0,3
Участок № 21	15,0	60	2,3	1,6	0,3	0,2
Контрольный образец	30,4	55,5	4,7	3,7	0,3	0,3

Примечание – Участок № 2 – от ул. Бараева до ул. Исмаилова; участок № 3 – от ул. Исмаилова до ул. Рамазана; участок № 5 – от ул. Тарахана до ул. Гумар Караш; участок № 6 – от ул. Гумар Караш до ул. Агыбай батыра; участок № 7 – от ул. Агыбай батыра до ул. Иманова; участок № 8 – от ул. Иманова до ул. Кенесары; участок № 9 – от ул. Кенесары до ул. Отырар; участок № 11 – от пр. Абая до ул. Сейфуллина; участок № 12 – от ул. Сейфуллина до ул. Жангельдина; участок № 21 – от ул. Молдагуловой до ул. Есенберлина.

Как видно из таблицы 1, длина побегов сосны обыкновенной – *Pinus sylvestris* на обследованных участках варьирует в пределах 10,0 – 22,0 см, толщина побегов составляет 47 – 83 мм. Количество ветвлений колеблется от 1,5 до 4,0. На участках 2, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 21 ветвление побегов резко уменьшается, что свидетельствует об уменьшении почек и угнетении вегетативных органов размножения. У некоторых сосен, произрастающих по проспекту Республики наблюдается сплошной некроз хвои (рисунок 1).



Рисунок 1 – Некроз хвои сосны обыкновенной

Таблица 2 – Результаты фитоиндикации придорожных территорий проспекта Республики по побегам и почкам ели европейской – *Picea abies*

Место взятия образца	Побеги			Почки		
	Длина, см	Толщина, мм	Ветвление, шт	Число, шт	Длина, мм	Толщина, мм
Участок № 1	11,0	23,0	3,7	1,7	0,3	0,3
Участок № 3	11,3	21,5	3,8	7,5	0,4	0,3
Участок № 5	11,3	33,0	2,7	1,4	0,4	0,4
Участок № 8	8,8	19,5	3,6	2,5	0,3	0,3
Участок № 9	11,9	27,6	3,0	4,0	0,3	0,4
Участок № 10	5,6	17,3	1,8	3,5	0,3	0,3
Участок № 11	10,9	22,3	3,0	3,2	0,3	0,2
Участок № 12	8,8	22,5	4,2	2,7	0,3	0,3
Участок № 13	16,4	31,5	3,1	1,8	0,3	0,3
Участок № 19	9,6	25,0	5,0	2,1	0,4	0,3
Контрольный образец	22,5	54,5	4,3	3,6	0,4	0,4

Примечание – Участок № 1 – от пр. Кабанбай батыра до ул. Бараева; участок № 3 – от ул. Исмаилова до ул. Рамазана; участок № 5 – от ул. Тарахана до ул. Гумар Караш; участок № 8 – от ул. Иманова до ул. Кенесары; участок № 9 – от ул. Кенесары до ул. Отырар; участок № 10 – от ул. Отырар до пр. Абая; участок № 11 – от пр. Абая до ул. Сейфуллина; участок № 12 – от ул. Сейфуллина до ул. Жангельдина; участок № 13 – от ул. Жангельдина до ул. Панфилова; участок № 19 – от ул. 181 до ул. Серова.

По результатам фитоиндикации придорожных территорий проспекта Республики по побегам и почкам ели европейской – *Picea abies* (таблица 2) следует, что длина побегов колеблется в интервале 5,6 – 16,4 см, контрольного образца – 22,5 см. Толщина побегов варьирует от 17,3 до 31,5 см. Толщина побега контрольного образца составляет 54,5 см. Длина и толщина побегов ели европейской, произрастающих по пр. Республики почти в 2 раза меньше чем у контрольного образца. Можно также отметить уменьшение количества ветвлений побегов, которые изменяются в пределах 1,8 – 5,0. Практически на всех участках наблюдается уменьшения количества ветвлений по сравнению с контрольным образцом и угнетение деревьев (рисунок 2). Количество почек деревьев составляет 1,4 – 7,5. Длина и толщина почек существенно не изменяются. Результаты фитоиндикации придорожных территорий пр. Республики по побегам и почкам ели европейской – *Picea abies* также показали сокращение количества почек и побегов на обследованных участках.



Рисунок 2 – Краевой некроз хвои ели европейской

Повреждения растений от токсинов могут быть катастрофическими, хроническими, скрытыми, острыми и пр. При действии ядовитых газов, таких как оксиды азота, серы, углерода, летучие органические вещества могут проявляться некроз, депигментация, дефолиация. Больше всего ядовитые газы воздействуют на процессы в листовых пластинках. Летучие вещества, проникающие в ткани растений, влияют на метаболизм веществ. В результате чего нарушается работа транспортных систем, повреждаются плазмалеммы и другие клеточные структуры, что в конечном итоге приводит к закислению цитоплазмы. Пыль, осевшая на листовой пластике, забивает устьица, тем самым ухудшает процесс фотосинтеза, нарушает воздушный и водный режимы [3, 15 стр.].

Особенно ядовитым для фотосинтеза считается сернистый газ, который лучше растворяется в воде, чем углекислый газ. Этот газ относят фотосинтетическим ядам. В крупных городах и техногенных зонах, при длительном загрязнении диоксидом серы отмечается снижение массы хвои на 30 - 60% по сравнению с контрольными участками, а также преждевременное ее опадение. В этих условиях самый простой способ – определение массы 1000 хвоинок в многократной повторности и с разных экологических участков.

В таблицах 3, 4 приведены результаты фитоиндикации придорожных территорий проспекта Республики по хвое сосны обыкновенной – *Pinus sylvestris* и ели европейской – *Picea abies*.

Таблица 3 – Результаты фитоиндикации придорожных территорий проспекта Республики по хвое сосны обыкновенной – *Pinus sylvestris*

Место взятия образца	Длина, см	Ширина, мм	Продолжительность жизни, лет	Число хвоинок на 10 см побега, штук	Вес 1000 штук хвоинок, г	Некрозы %	Характер хлороза
Участок № 2	5	1	2,0	132	14,9	2	точечный
Участок № 3	6	1	2,0	180	13,9	15	мозаичный
Участок № 5	4	1	2,0	155	16,3	5	точечный
Участок № 6	5	1	2,0	104	9,9	40	мозаичный
Участок № 7	5	1	2,0	128	13,4	30	мозаичный
Участок № 8	5	1	2,0	205	11,3	1	мозаичный
Участок № 9	7	1	2,0	102	17,4	2	мозаичный
Участок № 11	7	1	2,0	210	16,2	5	мозаичный
Участок № 12	5	1	2,0	190	17,9	25	мозаичный
Участок № 21	5	1	2,0	105	24,4	10	точечный
Контрольный образец	2	1	2,0	127	14,25	-	-
Примечание – Участок № 2 – от ул. Бараева до ул. Исмаилова; участок № 3 – от ул. Исмаилова до ул. Рамазана; участок № 5 – от ул. Тарахана до ул. Гумар Караш; участок № 6 – от ул. Гумар Караш до ул. Агыбай батыра; участок № 7 – от ул. Агыбай батыра до ул. Иманова; участок № 8 – от ул. Иманова до ул. Кенесары; участок № 9 – от ул. Кенесары до ул. Отырар; участок № 11 – от пр. Абая до ул. Сейфуллина; участок № 12 – от ул. Сейфуллина до ул. Жангельдина; участок № 21 – от ул. Молдагуловой до ул. Есенберлина.							

Как видно из таблицы 3, число хвоинок на 10 см побега сосны обыкновенной колеблется от 102 до 210 штук. Сильный некроз хвои наблюдается на участке 6 – до 40%, на участке 7 – до 30%, на участке 12 – до 25%, на участке 3 – до 15%, на участке 21 – до 10%. Характер хлороза различный (точечный, мозаичный): от светло-коричневого до темно-коричневого цвета. Из-за значительного некроза и хлороза сосны обыкновенной наблюдается уменьшение количества и массы хвоинок.

Таблица 4 – Результаты фитоиндикации придорожных территорий проспекта Республики по хвое ели европейской – *Picea abies*

Место взятия образца	Длина, см	Ширина, мм	Продолжительность жизни, лет	Число хвоинок на 10 см побега, штук	Вес 1000 штук хвоинок, г	Некрозы %	Характер хлороза
Участок № 1	2,0	1	2,0	112	4,85	8	мозаичный
Участок № 3	1,5	1	2,0	173	3,8	1	мозаичный
Участок № 5	2,0	1	2,0	188	8,9	-	-
Участок № 8	1,2	1	2,0	118	2,9	10	пятнистый
Участок № 9	2,0	1	2,0	182	4,0	-	-
Участок № 10	1,0	1	2,0	248	2,4	5	мозаичный
Участок № 11	1,5	1	2,0	156	4,5	1	точечный
Участок № 12	2,0	1	2,0	128	4,4	10	мозаичный
Участок № 13	1,5	1	2,0	133	16,6	5	мозаичный
Участок № 19	5,0	1	2,0	118	4,4	2	точечный
Контрольный образец	1,5	1	2,0	114	2,15	-	-
Примечание – Участок № 1 – от пр. Кабанбай батыра до ул. Бараева; участок № 3 – от ул. Исмаилова до ул. Рамазана; участок № 5 – от ул. Тарахана до ул. Гумар Караш; участок № 6 – от ул. Гумар Караш до ул. Агыбай батыра; участок № 8 – от ул. Иманова до ул. Кенесары; участок № 9 – от ул. Кенесары до ул. Отырар; участок № 10 – от ул. Отырар до пр. Абая; участок № 11 – от пр. Абая до ул. Сейфуллина; участок № 12 – от ул. Сейфуллина до ул. Жангельдина; участок № 13 – от ул. Жангельдина до ул. Панфилова; участок № 19 – от ул. 181 до ул. Серова.							

Как следует из таблицы 4, длина хвои ели европейской колеблется от 1 до 5 см, толщина побегов равна 1 см. Для биоиндикации были взяты побеги прошлого года. Количество хвоинок на 10 см побега ели европейской находится в пределах 112 – 248 штук. Наблюдаются существенные некрозы (10%) елей на участках 1, 8, 12. На всех других участках можно отметить незначительный некроз хвои. Характер некроза различный – точечный, мозаичный от светло-желтого до темно-желтого цвета. Сильного угнетения елей по сравнению с контрольным образцом не наблюдается.

Обсуждение результатов. По результатам исследований состояния сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* и ели европейской *Picea abies* можно заключить, что на придорожных территориях проспекта Республики идет угнетение вегетативных побегов и репродуктивных органов (почек и шишек) хвойных древесных пород отработанными газами автомобилей. У сосен наблюдаются укорачивание побегов прошлых лет почти в 1,5 – 3 раза, уменьшение ветвлений на отдельных участках почти в 2 – 3 раза по сравнению с контрольным образцом. Также наблюдается уменьшение числа почек почти в 1,1 – 3,0 раза, при этом длина и толщина почек существенно не изменяются. У елей наблюдаются укорачивание побегов прошлых лет почти в 1,5 – 4 раза, уменьшение толщины побега на всех участках почти в 1,5 – 3,0 раза и уменьшение ветвлений на отдельных участках почти в 2,5 раза по сравнению с контрольным образцом. Также наблюдается уменьшение числа почек почти в 1,5 – 2,5 раза, при этом длина и толщина почек существенно не изменяются.

У хвои сосен наблюдаются различного рода хлорозы и некрозы до 40%. Вместе с тем идет тенденция сближенности расстояния между хвоинками на 10 см побега, так число хвоинок почти в 1,5 раза больше на загрязненных участках по сравнению с образцами, взятых с

контрольной зоны. Почти на всех участках идет уменьшение веса хвои до 69%, что указывает на некроз биомассы деревьев.

У елей наблюдаются пятнистые хлорозы и некрозы до 10%. Идет тенденция сближенности расстояния между хвоинками на 10 см побега, так число хвоинок почти в 1 - 2 раза больше на загрязненных участках по сравнению с образцами, взятых с дендрологического парка.

Изменения, происходящие в окружающей среде под влиянием человека, воздействуют на живые организмы, вызывая различные отклонения в их развитии. Хвойные деревья дают точную характеристику качества городской среды и ее качества (токсичности) для живых организмов. Для получения соответствующей оценки экологического состояния окружающей среды необходимо проведение комплексных исследований на разных индикаторных видах хвойных деревьев и длительное время.

Список литературы

- 1 Денисов В.В. Экология города: учеб. пособие / В.В. Денисов. – Ростов/Дону: Феникс, 2015. – 568 с.
- 2 Опекунова М.Г. Биоиндикация загрязнений: учеб. пособие / М.Г. Опекунова. – СПб.: Изд-во С.-Петербург.ун-та, 2016. – 300 с.
- 3 Коломыц Э.Г., Розенберг Г.С. Природный комплекс большого города: учеб. пособие / Э.Г. Коломыц, Г.С. Розенберг. – М.: Наука, 2000. – 286 с.

А.Ә. Перзадаева, Н.С. Ауезова, Ғ.К. Абилбеков, Ж.Е. Акшабакова, А.Т. Тұрғали

"С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті"АҚ, Астана, Қазақстан

Республика даңғылымен түйіскен аумақтардың ластануын қылқан жапырақты ағаш өсімдіктерінің күйі бойынша фитоиндикациялау

Аннотация: Бұл жұмыста Астана қаласы Республика даңғылымен түйіскен аумақтарды кәдімгі қарағай – *Pinus sylvestris* және еуропалық шырша – *Picea abies* күйлері бойынша биоиндикациялық зертеу нәтижелері келтірілген. Бір қатар морфометриялық сипаттамалар бойынша (хлороздар, некроздар, өркендердің өзгерістері, ұрпақ шашу органдарының азаюы және т.б.) қала жағдайында қылқан жапырақты ағаш түрлерінің автокөлік түтіндерінің әсерінен күйзеліске ұшырағандары анықталды. Қарағай қылқандарында 40%-ға дейін әр түрлі некроз бен хлороздар байқалады. Шыршаларда 10%-ға дейін ала-құла хлороз байқалады. Барлық аймақтарда қылқандардың салмағы 69%-ға дейін азайған, бұл ағаштар биомассасының некрозға ұшырауын көрсетеді. 10 см бұтақта қылқандардың арақашықтығының жақындау үдерісі жүрген, себебі бақылау үлгілерімен салыстырғанда ластанған аймақтардан алынған қылқандар саны 1 – 2 есе көп.

Түйін сөздер: фитоиндикация, қылқан жапырақты ағаштар, хлороз, некроз, қалалық орта, ластану.

A.A. Perzadayeva, N.S. Auyezova, G.K. Abilbekov, Zh.E. Akshabakova, A.T. Turgali

JSC "S.Seifullin Kazakh Agrotechnical University", Astana, Kazakhstan.

Fitoindication of contamination of roadside territories of Republic avenue on the state coniferous arboreal breeds

Abstract: In hired the results of bioindication research of roadside territories of Republic avenue of Astana city are presented on the state a pine-tree usual - *Pinus sylvestris* and fir-tree European - *Picea abies*. On the row of morphometric descriptions (chlorosis, necroses of pine-needle, change of escapes, reduction of reproductive organs etc.) oppressing of coniferous arboreal breeds is educed exhaust gases of cars in municipal terms. Pine needles have various kinds of chlorosis and necrosis up to 40%. Spruce chlorosis and necrosis up to 10% are observed in the fir. Almost at all sites there is a decrease in the weight of needles to 69%, which indicates necrosis of the biomass of trees. There is a tendency for the distance between the needles to be closer to 10 cm of shoot, so the number of needles is almost 1 to 2 times higher in contaminated areas than in control samples.

Keywords: fitoindication, coniferous trees, chlorosis, necrosis, urban environment, contamination.

References

- 1 Denisov V.V. Ekologiya goroda (Feniks, Rostov na Dony, 2015).
- 2 Opekunova M.G. Bioindikatsia zagrizneniy (Sankt-Peterburg, 2016).
- 3 Kolomyts E.G., Rozenberg G.S. Prirodniy kompleks bolshogo goroda (Nauka, Mosqua, 2000).

Сведения об авторах:

Перзадаева А.Ә. - техника ғылымдарының кандидаты, экология кафедрасының доценті, "С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті"АҚ, Жеңіс данғ. 62, Астана, Қазақстан.

Ауезова Н.С. - биология ғылымдарының кандидаты, экология кафедрасының аға оқытушысы, "С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті"АҚ, Жеңіс данғ. 62, Астана, Қазақстан.

Абилбеков Ғ.К. - "Орман ресурстары және орман шаруашылығы" кафедрасының докторанты, "С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті"АҚ, Жеңіс данғ. 62, Астана, Қазақстан.

Ақшабақова Ж.Е. - жаратылыстану ғылымдарының магистрі, экология кафедрасының ассистенті, "С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті" АҚ, Жеңіс даңғ. 62, Астана, Қазақстан.

Тұрғали А.Т. - жаратылыстану ғылымдарының магистрі, экология кафедрасының ассистенті, "С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті", Жеңіс даңғ. 62, Астана, Қазақстан.

Perzadaeva A.A. - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Ecology, JSC "S.Seifullin Kazakh Agrotechnical University", Zhenis avenue 62, Astana, Kazakhstan.

Auezova N.S. - Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer of the Department of Ecology, JSC "S.Seifullin Kazakh Agrotechnical University", Zhenis avenue 62, Astana, Kazakhstan.

Abilbekov G.K. - doctoral candidate of the department "Forest resources and forestry", JSC "S.Seifullin Kazakh Agrotechnical University", Zhenis avenue 62, Astana, Kazakhstan.

Akshabakova Zh.E. - Master of Natural Sciences, Assistant of the Department of Ecology, JSC "S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University", Zhenis avenue 62, Astana, Kazakhstan.

Turgali A.T. - Master of Natural Sciences, Assistant of the Department of Ecology, JSC "S.Seifullin Kazakh Agrotechnical University", Zhenis avenue 62, Astana, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 29.03.2018

Г.Ж. Сұлтанғазина, Б.Ж. Нұрбекова, Б.А. Амантайқызы, Г.Б. Ильясова

*А. Байтұрсынов атындағы Қостанай мемлекеттік университеті, Қостанай, Қазақстан
(E-mail: gul_sultan@mail.ru)*

Қарағайлы ормандардағы өсімдік жамылғысының өрттен кейінгі қалыптасуы

Аннотация: Мақалада өрттен кейін кәдімгі қарағайлардың табиғи қалпына келуін зерттеудегі нәтижелер келтірілген. Далалық зерттеулер 2010 жылдан 2017 жыл аралығында жүргізілген. «Бурабай» Мемлекеттік ұлттық табиғи паркіндегі он орманшаруашылығы аумағы (Ақылбай, Бурабай, Қатаркөл, Золотобор, Мирный, Бармашин, Приозерный, Бұланды, Жалайыр, Темнобор) маршрутпен қамтылды. Қарағайлы ормандардың далалық және жас типтерінде зерттеу жүргізілген. Қатты өрттен кейін сингенездің бастапқы сатыларындағы флористикалық құрам жас өртенген жерлерде өрт шалмаған жерлердегі участіктерден өте алыс орналасқан.

Түйін сөздері: Көкшетау қыраты, қарағайлы ормандар, өртенген жерлер, «Бурабай» ұлттық паркі, өсімдік жамылғысы, орман түзуші тұқымдар.

Қазақстан Республикасының тұрақты дамуының Ұлттық стратегиясымен ормандарға еліміздің экологиялық қауіпсіздігінде айқындаушы рөл берілген. Ормандар бірегей табиғат ресурстарының және ұлттық байлықтың ең маңыздыларының бірі, үлкен экономикалық, әлеуметтік және табиғат қорғау мәніне ие және климат реттуші, орта түзуші, егіс-топырақ қорғаушы, күрделі табиғат жағдайларында су қорғаушы және санитарлық-гигиеналық функцияларды орындаушы және елдің биологиялық әртүрлілігінің 86 % табиғи резерваты болып табылуы, орманды қалпына келтіру және орман екпелерін кеңейту бойынша ауқымды жұмыстар жүргізуді талап етеді [1].

Еліміздің аумағында аса бағалы, реликтік және эндемиктік тұқымдардың болуымен, тұқым құрамы бойынша бірегей; өнімділігі мен генетикалық қасиеттері бойынша бірегей орман алаптары ұсынылған [2].

Далалық аймақта орман экожүйелері фрагменттік түрде таралған және шағын аудандарды алады. Осыған қарамастан, олар көптеген флора мен фаунаның сирек кездесетін түрлеріне баспана болып табылады, су сақтау және ландшафты-тұрақтандырушы рөл атқарады және дала ландшафтарының эстетикалық құндылығын арттырады [3].

ЮНЕСКО-мен өткізілетін «өмір сапасы» 31 көрсеткішінің 15-і тікелей орманмен байланысты немесе онымен анықталады. Ормандарды жаһандық биосфералық процестерді тұрақтандырушы және көптеген құнды өнімдердің көзі ретінде сақтау, осылайша, экологиялық қауіпсіздік пен адамзаттың тұрақты әлеуметтік-экономикалық дамуының қамтамасыз етілуінің қажетті шарты болып табылады [4].

1992 жылы Рио-де-Жанейродағы БҰҰ-ның қоршаған орта және тұрақты даму жөніндегі бүкіләлемдік конференциясынан кейін «тұрақты даму», «тұрақты дамуды басқару» және «тұрақты басқару» ұғымдары ғылыми айналымға берік кірді және өздеріне жекелеген елдер мен аймақтардың барлық орман фитоценозы кіретін, күрделі әлеуметтік-экономикалық және жеке биологиялық жүйелердің жұмыс істеуінің тұрақтылығын қамтамасыз етудің қажетті құралы ретінде назар аударғты.

Қазақстанда биоәртүрлілікті сақтау туралы конвенция шеңберінде қабылданған міндеттемелердің маңызды бөлігі орман қауымдастығын орнықты дамытуды табиғи процестерді тұрақтандырудың және халықтың мекендейтін жерлерінің экологиялық тепе-теңдігін қамтамасыз етудің негізгі факторы ретінде қарастырады және ол өндірістің орманшаруашылығы саласына сеніп тапсырылған [5].

Ормандардың экологиялық және ресурстық әлеуетін сақтау және ел экономикасының орман секторын тұрақты дамыту үшін қажетті жағдайларды Қазақстан Республикасының орман заңнамасын қағидаттарға негіздейді:

- ормандарды тұрақты дамыту;

- ормандардың, мемлекеттік табиғи-қорық қоры объектілерінің, мәдени және табиғи мұраның биологиялық әралуандығын сақтау [2].

Табиғи ландшафтардың, орман экожүйелерінің сақталуында және олардың тұрақты жұмыс істеуін қамтамасыз етуде шешуші рөлді Ұлттық табиғи парктер атқарады. «Бурабай» Мемлекеттік ұлттық табиғи паркі (МҰТП) республикалық маңызы бар ерекше қорғалатын табиғи аумақтар жүйесінің бөлігіне кіретін және Қазақстан Республикасы Президентінің іс басқармасымен басқарылатын табиғат қорғау мемлекеттік мекемесі болып табылады. Орман кәсіпорнын ұйымдастыру тарихы ХІХ ғасырға жатады, бұл кезде 1898 жылы ұлттық парктің қазіргі аумағының батыс бөлігінде Бурабай мемлекеттік орманшаруашылығы және орман мектебі құрылды [6].

«Бурабай» МҰТП-і бүгінгі мәртебесінде 2000 жылдан бастап жұмыс істейді және Ақмола облысының Бурабай және Еңбекшілдер аудандарының аумағында орналасқан. Табиғи саябақтың ауданы 129 935 гектарды құрайды. «Бурабай» ұлттық саябағы аумағы Щучинск-Бурабай курорттық аймағының шекарасында орналасқан.

«Бурабай» табиғи паркі қызметінің негізгі мақсаты - ұлттық табиғи парктің дамуы мен тұрақты жұмыс істеуі, ерекше экологиялық, ғылыми, мәдени рекреациялық құндылығы бар, бірегей Бурабай тау-орман сілемін сақтау, қалпына келтіру және зерттеу [7]. Бурабай ауданының ормандылығы Солтүстік Қазақстандағы ең жоғарғы көрсеткіш - ауданның 13% [8]. Ұлттық парк аумағындағы негізгі орманды қалыптастыратын түрлер, тиісінше аумақтың орман басқан 65 және 31% -ын құрайтын қарағай мен қайың болып табылады. Басқа ағаш және бұта тұқымдастары бар болғаны аумақтың 4% -ын алады.

Көкшетау қыратының ерекшеліктері, далалық зонада тұра, ерекше микроклиматтық жағдайы арқасында, оның аумағында кең қарағайлы ормандар қалыптасты [9,10].

Орман биогеоценозы ең күрделі экологиялық жүйелердің қатарына жатады. Оларды дамытуға әсер ететін экологиялық факторлардың бірі - өрттер, көп жағдайларда тұқымдардың өзгеруіне және өнімділіктің төмендеуіне алып келеді. Республиканың табиғи-климаттық жағдайларының негізгі параметрлері өрт қаупі бар жағдайлардың туындауына ықпал етеді. Ылғалдың жалпы жетіспеушілігі, елдің басым бөлігінде құрғақ және ыстық жаздың болуы, ыстық желмен шаң дауылдың қосақталуы, ұзақ құрғақшылықтың туындауына ықпал етеді. Нәтижесінде, топырақ жамылғысының негізгі бөлігі қауіпті жанғыш материалдарға айналып, тез құрғайды.

Қазақстандағы орман өрттерінің саны жыл сайын тапжылмай артып келеді. 2012 жылы орман өрттерінің саны 665 құрады (2011 жылмен салыстырғанда 11% -ға өсті), ал өрттің ауданы 6606 гектарды құрады (өсім 3%) [11]. Тек Ақмола облысында өрттің ауданы 2012 жылы 1 256 гектарды құрады, бұл өрттің жалпы аумағының 20% -ын құрайды. Өрттің санын мынадай көбеюі бірегей ботаникалық-географиялық кешені «Бурабай» Мемлекеттік ұлттық табиғи паркіне қауіп төндіруі мүмкін.

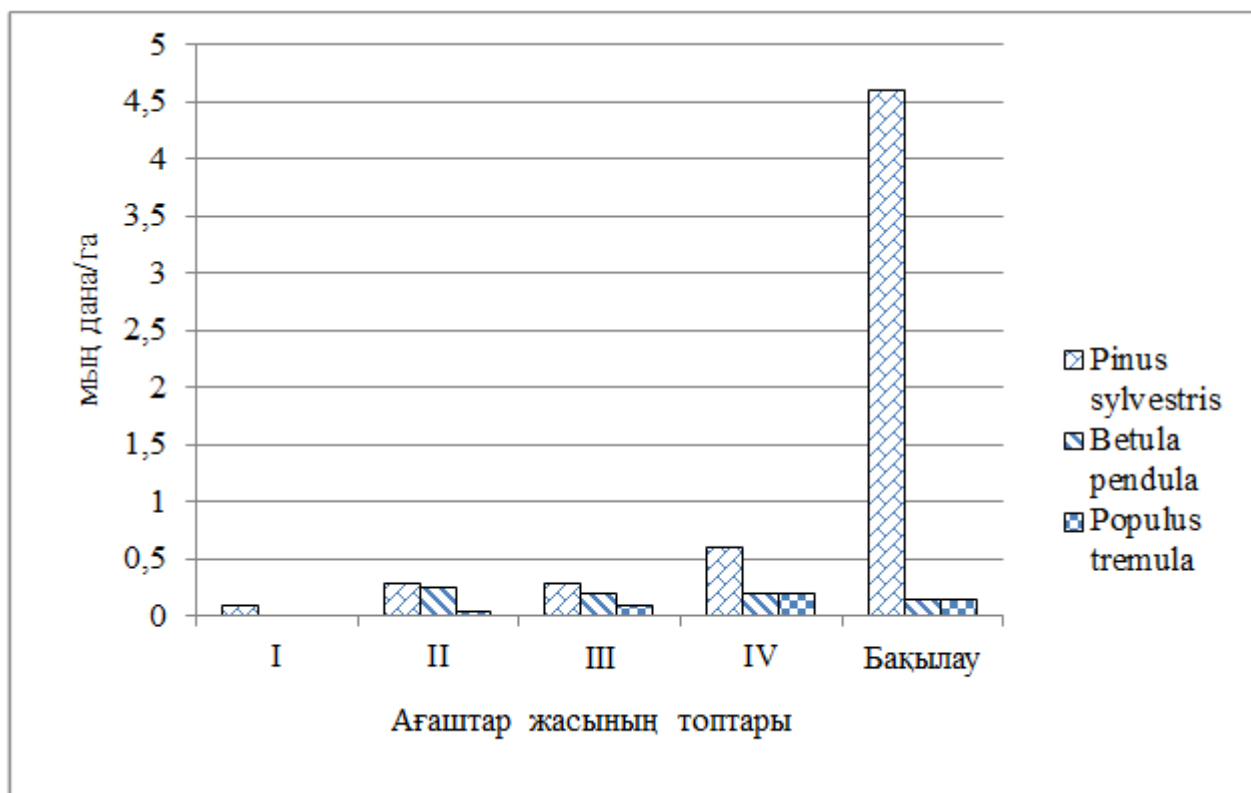
Соңғы он жылдықта экожүйеге антропогендік фактордан басқа аридизацияға әкеліп соғатын жаһандық жылыну өсімдіктердің ксерофиттілігін арттырады [12]. «Бурабай» ұлттық паркінің қарағай ормандары зерттеу нысаны болып табылды. Далалық зерттеу 2010 жыл мен 2017 жыл аралығында аумақтың он орманшаруашылығында: Ақылбай, Бурабай, Қатаркөл, Золотобор, Мирный, Бармашин, Приозерный, Бұланды, Жалайыр, Темноборда жүргізілді. Қарағайлы ормандардың типологиясын негіздеуге осы аумақ үшін Сукачев В.Н. (1948) әзірлеген жіктемесі алынды: тасты қарағайлы ормандар, өлі жабынды-қыналы қарағайлы ормандар, мүкті-шөпті құрғақ қарағайлы ормандар, бұталы қарағайлы ормандар, мүкті-шөпті ылғалды қарағайлы ормандар, сфагнумді қарағайлы ормандар. Қарағайлардың далалы тиісіне тасты қарағайлы ормандарды, өлі жабынды-қыналы қарағайлы ормандарды, бұталы қарағайлы ормандарды, жас қарағайлы ормандарға - мүкті-шөпті құрғақ қарағайлы ормандарды, шөпті ылғалды қарағайлы ормандарды, сфагнумді қарағайлы ормандарды жатқызамыз.

Өрт кезеңдері есептік деректер бойынша нақтыланды. Сукачев В. И. (1948), Горчаковский П.Л. (1987) жұмыстары есепке алына орман типтерін жазу жүргізілді. Барлығы 50-ден аса өртенген жерлер зерттелінді. Зерттелуші алаңдағы қарағайлы ормандарда өрт типтері және

оның қалпына келу уақыты анықталды. Өрт жүріп өткен аумақтармен қатар, сол орман типте өрт жүріп өтпеген бақылау участігі таңдалынды.

Әр есепке алынған алаңдарда орманды қалпына келтіруші тұқымдар (кәдімгі қарағай, қайың, терек, ағаш түріндегі талдар) саны есептелінді. Қарағай және қайыңдар үшін қалпына келуі және 2-ден – 15 жасқа дейінгі биіктігі 1,5 м-ге дейінгі жас биіктігі есепке алынды [13].

Тасты қарағайлы ормандарда негізгі орман түзуші тұқымдардың қалпына келуі. Бұл орман типіне жарылған тас, жарықтар және ұсақ топырақты алаңдарда жанғыш материалдың жиналуы тән. Әдетте – бұл қылқандардың және құрғақ бұтақтардың түсуі. Жуандығы – 5-тен 20 см-ге дейін. Өртпен қозғалмаған орман участігінде қарағайлардың қайта қалпына келуі төменгі деңгейде тұр- 4,60 мың дана/га. В.Г. Нестеров шкаласына сай қарағайлардың қайта қалпына келуі бақылауда әлсіз деуге болады [14]. Орман төсеніштерінің жоғары су өткізгіштігі және құрғақтылығы төменгі қатты және аралас өрттерде, топырақтардың қатты күйік шалуына әкеліп соқтырады. Жас, орта, және бұрынғы кезде өртенген жерлерде қалпына келудің өте төмен көрсеткіштері, өзіне көңіл аудартады (сурет 1).



Сурет 1. Тасты қарағайлы ормандардағы өртенген жерлерде негізгі орман түзуші тұқымдардың өсуі және қалпына келуі

Қарағайлардың қалпына келу саны 1 мың дана/га-дан, ал соңғы өртенген жерлерде 0,1 мың дана/га-дан аспайды. Өскіндер және жас шыбықтар жартас сызатында, ұсақ тастар мен қызып кеткен қылқандармен толтырылған микрошұңқырларда әртүрлі болып тараған. Жапырақты ағаштардың қалпына келуі қанағаттанарлық емес.

Әдебиет деректері [15,16] бойынша осы типтегі өртенген жерлер үшін жазықты қарағайлы ормандарда қалпына келу он реттен жоғары. Бәрінен бұрын, бұл тасты қарағайлы ормандардың орографиясына және сызаттар, ірі тастар және гранитты жартастар арасындағы жарылған жерлер бойынша орналастырылуы қалпына келуімен байланысты.

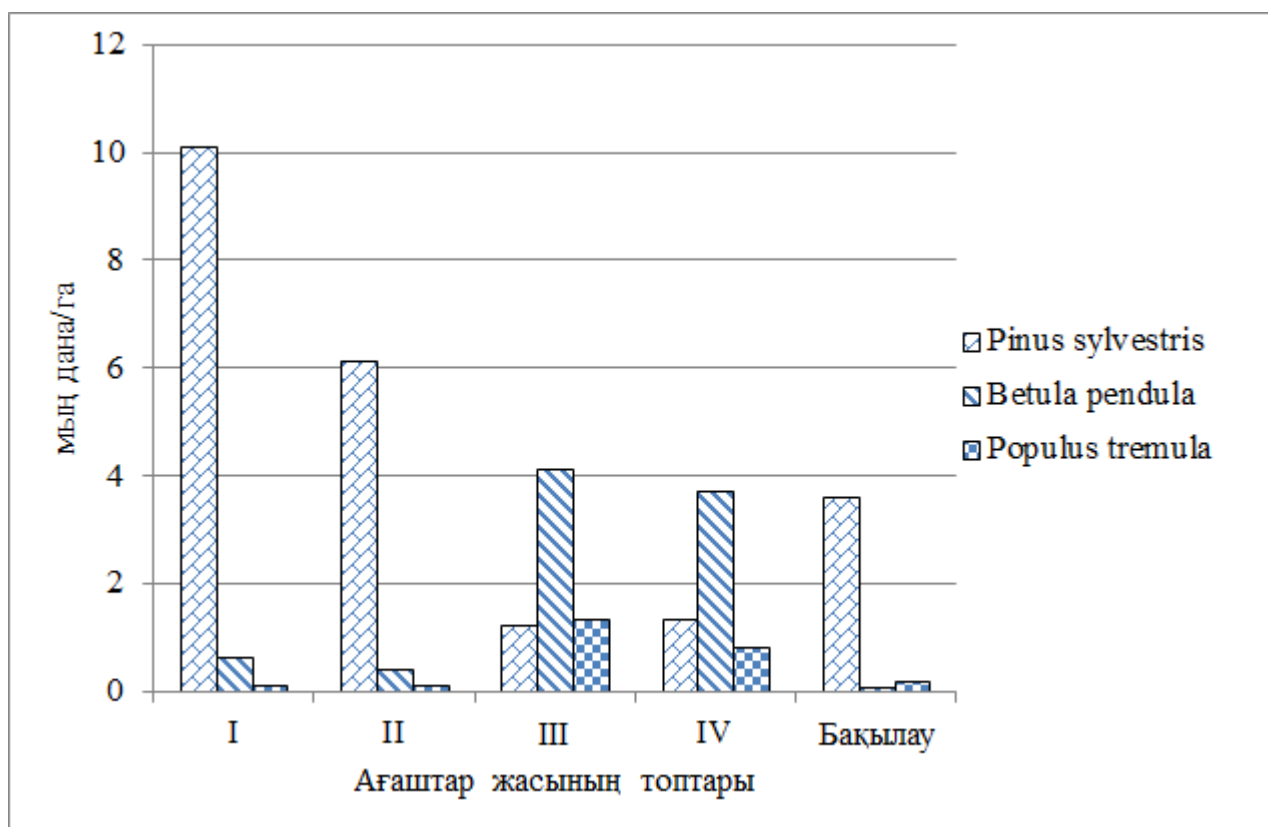
Соңғы өртенген жерлерде қарағайлар үлесі 100%-ға жетеді. Соңғы-, орта- және кеш кездегі өртенген жерлерде жаңару құрамында қайың және терек пайда болады. Олардың үлесі соңғы кездегі өртенген жерлерде шамамен 40%-ға жетеді, бірақ уақыты келе ол 20%-ға төмендейді.

Өлі жабынды-қыналы қарағайлы ормандарда негізгі орман түзуші тұқымдардың қалпына келуі. Біздің зерттеуімізде қарағайлардың отырғызылуы жас және бонитеті бойынша бірдей құрамда ажыратылды. Ұлттық паркке көп адамдардың келуі салдарынан қарағайлардың топырақ жабындысы біршама деңгейде антропогенді бұзылған.

Өрт шалмаған участіктерде қарағай және басқа орман түзуші ағаштардың аса әлсіз жаңаруы анықталды. Біздің бақылауларымыз бойынша 100 мың дана/га дейін жыл сайын өсімдік өсіріледі, олардың барлығы дерлік тіршілігінің бірінші жылында тіршілігін жояды.

Жаңа өртенген жерлерде қалпына келу өте жоғары - 10 мың дана / га, ал ескі өрттің өртенген жерлерінде - 1300 дана / га. Ерте және орта жастағы өртенген жерлерде қалпына келудің пайда болуы ұзын тамырсабақты дәнді дақылдар мен бірінші кезекте *Salmagrostis erigeios* қуатты дамуымен шектеледі.

Бертіңгі және бұрынғы кездегі өртенген жерлерде қарағайлардың қалпына келуі ұсақ жапырақты тұқымдардың тез қалыптасуымен (қайың және терек), 10 жылдан үлкен өртенген жерлерде сандары біршама өседі (сурет 2).



Сурет 2. Өлі жабынды-қыналы қарағайлы ормандардағы өртенген жерлерде негізгі орман түзуші тұқымдарының қалпына келуі

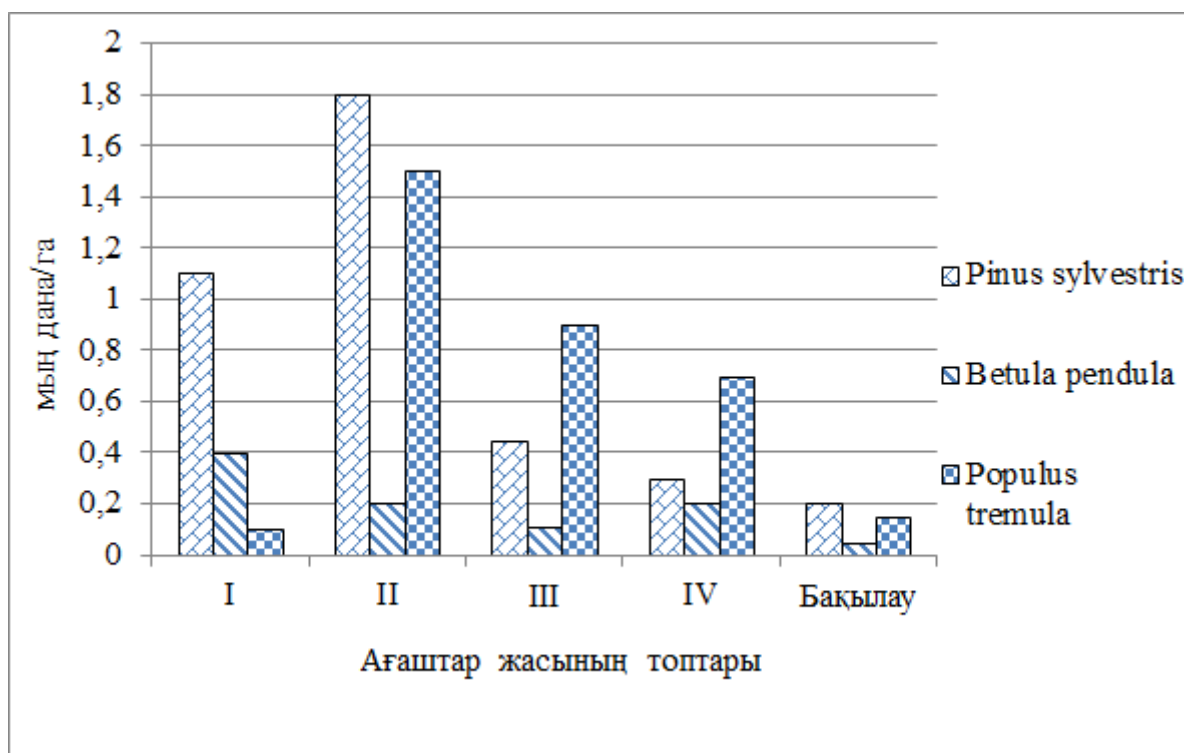
Айта кету керек, бұл орман түрінде қайта қалпына келу қарқыны Батыс Сібірдің оңтүстігіндегі ұқсас екепелерге қарағанда әлдеқайда кеңейтілген [16]. Ұсақ жапырақты тұқымдардағы бұндай кеңейтілудің пайда болуы, Батыс Сібірдің оңтүстігінде қарағайлы ормандарды концентрленген кесуінде анықталды [17].

Бұл орман түрін бақылағанда, сонымен қатар ерте – орта жастағы өртенген жерлерде де қарағайлар үлесі 90%-ға жетеді.

Орта жастағы өртенген жерлерде қалың шөпті жабындының қалыптасуы қарағайлардың шығуына кедергі жасап, олардың жаңару үлесін азайтады, қайыңдардың қайта қалпына келу үлесін арттырады. Бертіңгі және бұрынғы жылғы өртенген жерлерде қайыңдардың үлесі 60 %- дан астамын құрайды.

Бұталы қарағайлы ормандарда негізгі орман түзуші тұқымдардың қалпына келуі. Қарағайлардың қалпына келуі бірдей емес: зақымданған топырақ жабындарының участігінде көбіне жас шыбықтар және көктеулер пайда болса, қайыңдарда мұнда қоныстанады.

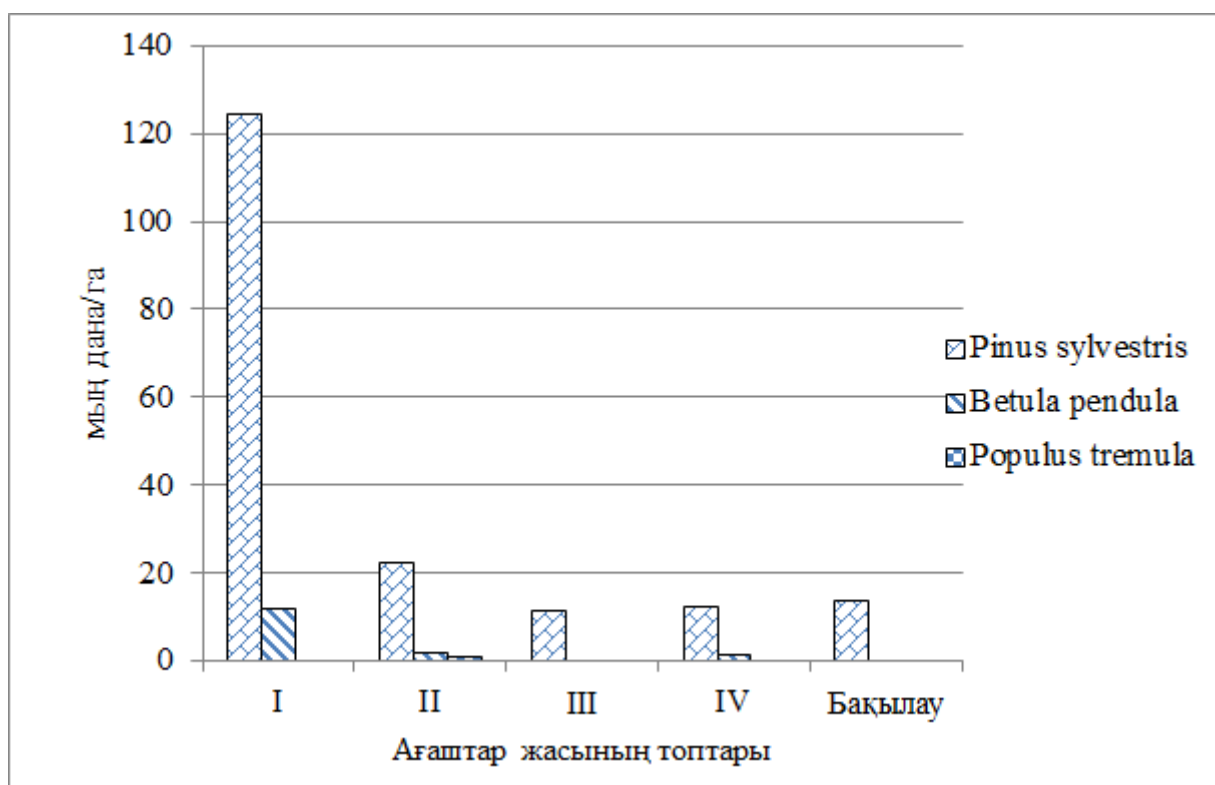
Теректердің қалпына келуі өртенген жерлер бойынша көбіне бірдей, негізінен бұлар өскінді жас өркендер. Қалпына келудің бірнеше саны тез *Salmagrostis erigeios* өркендерінің өртенген жерлер бетінің тез ұстауымен байланысты. Бұндай жағдайларда қарағайлардың көшеттері іс жүзінде пайда болмайды. *Salmagrostis erigeios* өртенген жерлердегі агрессиясы тек Қазақстан қарағайлы ормандарына ғана сипатты емес, Батыс Сібір оңтүстігіндегі Верхнеобский [18] қарағайлы ормандарына да тән. Қарағайлы ормандардың қалпына келуі климаттың жылыну жағдайында, қайыңды-теректі көшеттерге түрлендірілетін болуы мүмкін. Өртенген зақымданған участіктерде далалы болып табылатын бұталардан аласа орман қарқынды дамиды. Бұталардың қалпына келуінің аздаған деңгейі тұқымды дарақтардан, ал көп деңгейде парциалдық вегетативті өркендерден тұрады.



Сурет 3. Бұталы қарағайлы ормандардағы өртенген жерлерде негізгі орман түзуші тұқымдардың қалпына келуі

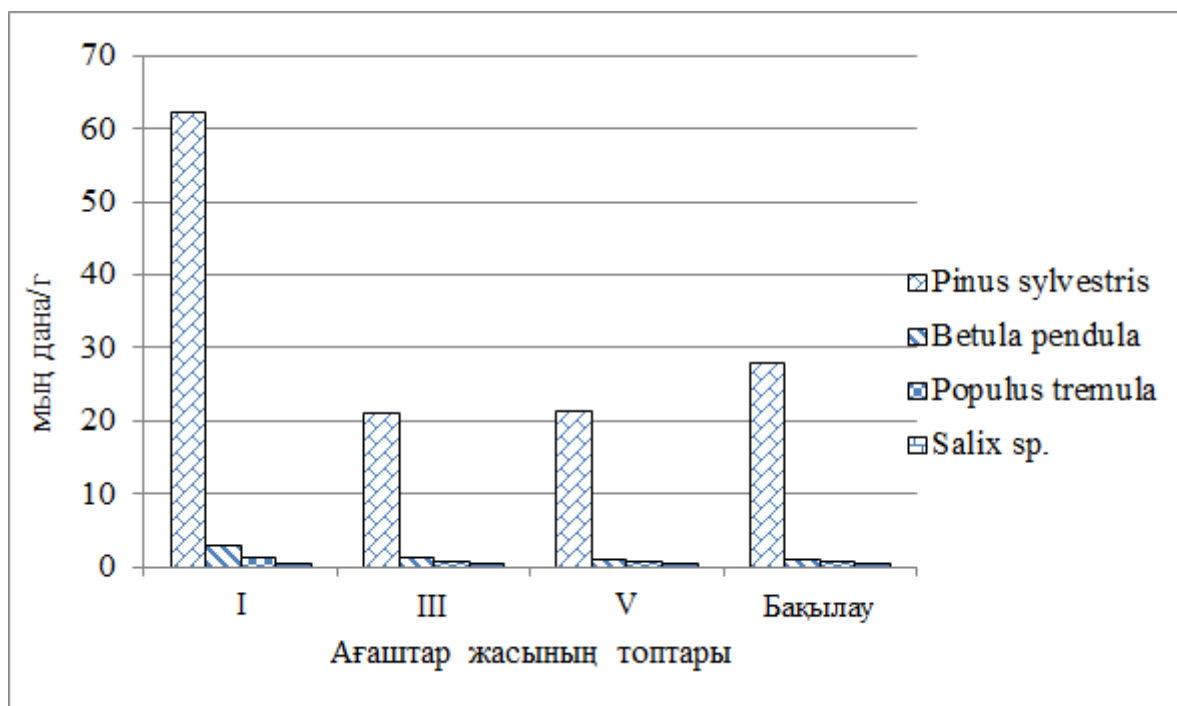
Жас өртенген ормандарда қарағайдың үлесі ең жоғары, онда ол шамамен 70%-ды құрайды (сурет 3). Кейін қарағайдың үлесі 25%-ға төмендейді, ал қайыңның қалпына келу үлесі 60%-ға дейін өседі.

Мүкті-шөпті құрғақ қарағайлы ормандарда негізгі орман түзуші тұқымдардың қалпына келуі. Жапырақты түрлерге қарағанда қарағайдың қалпына келуі еселеп артық. Қадағалау кезінде қалпына келу 13,5 мың дана/ га құрайды, бұл көрсеткіш далалы аймақтағы қарағайлы ормандар үшін айтарлықтай қанағаттанарлық болып саналады. Қалпына келудің ең көп мөлшері өрттен кейін құнарланған топырақтағы өсіп-өнудің жаппай пайда болуына байланысты жаңа өртенген жерлерде пайда болады (сурет 4). Алайда, қарағайдың өскіндерінің көбі жас шыбықтық қалпына келмей, тіршілігін жояды. Өртенген жерлерде қарағайдың қалпына келу санының азаюы байқалады және өртенгеніне көп болған жерлерде оның саны қадағалаумен сәйкес келеді. Мүкті-шөпті құрғақ қарағайлы ормандарда құрғақ тоғайлардан басқа, орман-дала мен дала аймағының оңтүстігінде өрттердің өрттенуіне тән мысал болып табылатын қайың және теректер қалпына келеді [19].



Сурет 4. Мүкті-шөпті құрғақ қарағайлы ормандардағы өртенген жерлерде негізгі орман түзуші тұқымдардың қалпына келуі

Бақылауда және әртүрлі жастағы өртенген жерлердің бұл орман типіндегі қалпына келудегі қарағайлардың үлесі 90% жуықты құрайды, қайыңдар мен теректердің қалпына келу үлесі аз ғана, шамамен 10%-дан аспайды.



Сурет 5. Мүкті-шөпті ылғалды қарағайлы ормандардағы өртенген жерлерде негізгі орман түзуші тұқымдардың қалпына келуі

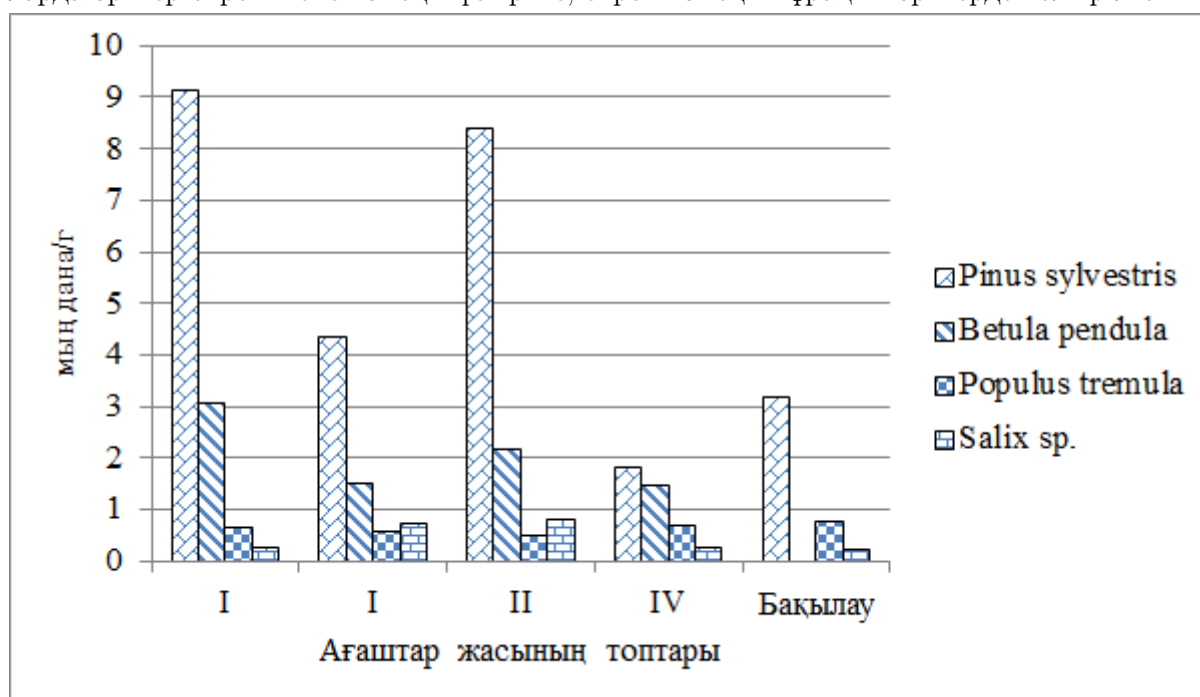
Мүкті-шөпті ылғалды қарағайлы ормандарда негізгі орман түзуші тұқымдардың қалпына келуі. Көңіл аудартатыны, бақылауға қарағанда, қайыңдар мен теректердің қайта қалпына келуі жоғары, алайда орта обтық қарағайлы ормандарға қарағанда азырақ [16].

Төменгі об және орта об қарағайлы ормандарындағы алынған нәтижелерімен тұтас алғанда қарағайлы ормандардың қайта қалпына келуі салыстырмалы, алайда Алтай өлкесі далалық зонасында орналасқан ұқсас ормандарға қарағанда көбірек [16,18].

Қарағайлардың қалпына келуі мүкті-шөпті ылғалды қарағайлы ормандардағы қатты төменнен кеткен өрттерден кейін жас өртенген жерлерде 62,27 мың дана/га құрайды және бұрынғы өртенген жерлерде 21,34 мың дана/га дейін азаяды (сурет 5). Атап өту қажет, қарағайлардың қалпына келуін бақылау – 27,8 мың дана/га молына жеткілікті. Алынған нәтижелер Заурал ормандары үшін алынған деректер екенін растайды [20]. Оңтүстік Заурал Джабык-Қарағай ормандарын зерттеу негізінде Ф. Ф. Симон (1934) «қарағай – өртенген жерлерде кездейсоқ қонақ емес»- деген, өртенген жерлердегі жас ағаштары тығыздығы 18–20 мың дана/га құрайды және оның пікірінше бұл табиғи «шама» деуге болады. Орта жастағы өртенген жерлерде қарағайлардың жаңаруы аса төмендеу, себебі ұзын тамырсабақты өсімдіктердің өсуінен және төменгі өрттерден кейін топырақтардың шымдануына байланысты болады және өртенген жерлерде жиі байқалатын құбылыс болып табылады [21].

Мүкті-шөптесін ылғалды қарағайлы ормандардағы өртенген жерлерде және бақылауда төмен, қарағайлардың қалпына келудегі үлесі 90% дан аспайды.

Сфагнумді қарағайлы ормандардағы негізгі орман түзуші тұқымдардың қалпына келуі. Сфагнумді қарағайлы ормандар жыңғылды көлдер жағалауында, жылғалар аңғарларында пайда болған. Олар шала, жоғары толықты, қалыптаспаған өсімдік жабынды. Оларда өрттер сирек және төменгі үстіртте, сирек төменгі тұрақты өрттерде келтірілген.



Сурет 6. Сфагнумді қарағайлы ормандарда негізгі орман түзуші тұқымдардың қалпына келуі және өсімі

Қалпына келу санының ең көбі жас өртенген жерлерде – 9,12 мың дана/га, бақылауға қарағанда, шамамен үш есе көбірек (сурет 6). Орта жастағы өртенген жерлерде қарағайлардың қалпына келуі бақылаудан 58% құрайды. Көңіл аудартатыны, қалпына келу құрамындағы қайыңдар - жас өртенген жерлерде 23%, ал орта жастағы өртенген жерлерде 35% құрайды.

Орманның далалық типтерінде қарағайлар өскіндерінің көптеп пайда болуы олардың уақытылы сақталуын қамтамасыз етпейді. Орманды қайта қалпына келуі жас орман типтерінде жақсы және қанағаттанарлық деуге болады. Орманның жас типтерінде қарағайлардың қалпына келуі қанағаттанарлық.

Тасты және бұталы қарағайлы ормандарда қалпына келудің төменгі мөлшерінің себебі, тұтас қарағайлы тұқымдардың орманды алқабының жойылуына алып келетін жалпы климаттың жылынуымен байланысты [22].

Әдебиеттер тізімі

1 Пятый национальный доклад Республики Казахстан о биологическом разнообразии. – Астана, 2014. [Электрон.ресурс]. - URL: <https://www.cbd.int/doc/world/kz/kz-nr-05-ru.pdf>. (жүгіну күні: 21.11.2017).

2 Қазақстан Республикасының Орман кодексі: Қазақстан Республикасының 2003 жылғы 8 шілдедегі N 477 Кодексі. [Электрон.ресурс]. - URL: <http://adilet.zan.kz/kaz/docs/K030000477>. (жүгіну күні: 21.11.2017).

3 Огарь Н.П. Инвентаризация и картографирование лесных угодий степной зоны с использованием экосистемного подхода, технологий дистанционного зондирования и ГИС // Биологическое разнообразие азиатских степей: Материалы II Международной научной конференции – Костанай, 2012. - С. 115-120.

4 Демаков Ю.П. Диагностика устойчивости лесных экосистем: методологические и методические аспекты / Ю.П. Демаков. - Йошкар-Ола, 2000. – 416 с.

5 Аманбаев А.К. Лесофизиологическая характеристика и разработка неотложных мер по снижению горимости хвойных лесов Казахстана: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. с.-х. наук / А.К. Аманбаев. – Алматы, 2004. - 30 с.

6 Султангазина Г.Ж. Флора национального природного парка «Бурабай» : монография / Г.Ж. Султангазина, И.А. Хрусталева, А.Н. Куприянов, С.М. Адекенов. – Новосибирск : Изд. СО РАН, 2014. - 242 с.

7 "Бурабай" мемлекеттік ұлттық табиғи паркі туралы: Қазақстан Республикасы Үкіметінің қаулысы 2000 жылғы 12 тамыз N 1246. [Электрон.ресурс]. - URL: http://adilet.zan.kz/kaz/docs/P000001246_. (жүгіну күні: 21.11.2017).

8 Научные исследования по биоразнообразию и экологической ситуации природного комплекса территории ГНПП «Бурабай»: отчёт о НИР. рук. А.А.Корчевский; исполн.: В.А. Кащеев и др. - Алматы, 2007. – 421 с.- по договору № 25/07.

9 Сукачев В.Н. Очерк лесной растительности заповедника «Боровое». // Тр. Государственного заповедника «Боровое», - Алма-Ата, 1948. -Вып. 1. - С. 14-41.

10 Горчаковский П.Л. Лесные оазисы Казахского мелкосопочника. - М. : Наука, 1987. -160 с.

11 Мамытбеков А. Аналитическая записка к оперативному отчету за 2012 год по проведению мониторинга стратегического плана Министерства сельского хозяйства РК на 2011-2015 годы. – Астана, 2012.

12 Парниковый эффект, изменение климата и экосистемы / Под ред. Б. Болина, Б.Д. Деса, Дж. Ягера, Р. Уоррика. - Л. : Гидрометеиздат, 1989. - 558 с.

13 Методы изучения лесных сообществ. СПбГУ. - Спб.: НИИ Химии, 2002. - 240 с.

14 Нестеров В.Г. Методика изучения естественного возобновления леса. – Красноярск : изд. Сиб. лесотехн. ин-та, 1948. - 144 с.

15 Куприянов А.Н., Заблоцкий В.И. Экологические условия появления всходов сосны на гарях // Кулундинская степь. Прошлое, настоящее, будущее. Материалы 3-й Международной научно-практической конференции – Барнаул, 2003. - С. 192–201.

16 Ильичев Ю.Н., Бушков Н.Т., Тараканов В.В. Естественное лесовозобновление на гарях Среднеобских боров. – Новосибирск : Наука, 2003. - 196 с.

17 Кругляков П.М., Куприянов А.Н. Флористический состав березовых лесов после рубки различной интенсивности // Вестник Кузбасского технического университета -2006. -№ 6. - С. 98–102.

18 Шершнев В.И. Восстановление лесов Приобья / В.И. Шершнев, В.И. Заблоцкий // Восстановление нарушенных ландшафтов - Барнаул, 2004. - С. 154-158.

19 Куприянов А.Н., Трофимов И.Т., Заблоцкий В.И. и др. Восстановление лесных экосистем после пожаров. – Кемерово, 2003. - 261 с.

20 Чудников П.И. Влияние пожаров на возобновление лесов Урала. - М.–Л., 1931. - 160 с.

21 Березюк И.Е. Особенности естественного возобновления сосны в Аракарагайском лесхозе Кустанайской области // Труды Института водного и лесного хозяйства. - Алма-Ата: Казгосиздат, 1956. -Т1. - С. 135–148.

22 Замолодчиков Д. Изменение климата и влияние лесов // Живой лес. Интернет журнал. [Электрон.ресурс]. - URL: <http://givoyles.ru/articles/nauka/izmenenie-klimata-i-vliyanie-lesov/>. (жүгіну күні: 21.11.2017).

Г.Ж. Султангазина, Б.Ж. Нұрбекова, Б.А. Амантайқызы, Г.Б. Ильясова

Костанайский государственный университет имени А. Байтурсынова, Костанай, Казахстан

Послепожарное формирование растительного покрова в сосновых лесах

Аннотация: В статье приведены результаты изучения естественного возобновления сосны обыкновенной после пожаров. Полевые исследования проводились в период с 2010 по 2017 гг. Маршрутами были охвачены территории десяти лесничеств Государственного национального природного парка «Бурабай» (Акылбайское, Боровское, Катаркольское, Золотоборское, Мирное, Бармашинское, Приозерное, Буландинское, Жалайырское, Темноборское). Исследования проводились в степных и свежих типах сосновых лесов. После сильных пожаров флористические составы начальных этапов сингенеза на свежих гарях чрезвычайно далеки от участков, не затронутых пожаром.

Ключевые слова: Кокшетауская возвышенность, сосновые леса, гари, национальный парк «Бурабай», растительный покров, лесообразующие породы.

G.Zh. Sultangazina, B.Zh. Nurbekova, B.A. Amantaykyzy, G.B. Iliasova

A.Baitursynov Kostanay State University, Kostanay, Kazakhstan

Post-fire recovery of vegetation in a Pine Forests

Abstract: The article presents the results of studying the natural regeneration of Scots pine after fires. Field surveys were conducted between 2010 and 2017. The routes covered the territory of ten forest areas of the State National Nature Park "Burabai" (Akylbai, Borovskoye, Katarkolskoe, Zolotoborskoye, Mirnoe, Barmashinskoe, Priozernoe, Bulandinskoe, Zhalayyr, Temnoborskoye). Studies were carried out in steppe and fresh types of pine forests. After strong fires, the floral compositions of the initial stages of syngeneses on fresh slashes are extremely different from areas not affected by the fire.

Keywords: Kokshetau Elevation, pine forests, cinders, Burabay National Park, plant cover, forest-forming species.

References

1 Pjatyj nacional'nyj doklad Respubliki Kazahstan o biologicheskom raznoobrazii [Fifth National Report of the Republic of Kazakhstan on Biological Diversity] (Astana, 2014). Available at: <https://www.cbd.int/doc/world/kz/kz-nr-05-ru.pdf>. [in Russian]. (accessed 21.11.2017).

2 Forest Code of the Republic of Kazakhstan: The Code of the Republic of Kazakhstan dated 8 July, 2003 No. 477. Available at: <http://adilet.zan.kz/eng/docs/K030000477>. [in English]. (accessed 21.11.2017).

3 Ogar' N.P. Inventarizacija i kartografirovanie lesnyh ugodij stepnoj zony s ispol'zovaniem jekosistemnogo podhoda, tehnologij distancionnogo zondirovanija i GIS [Inventory and mapping of forest lands of the steppe zone using the ecosystem approach, remote sensing technologies and GIS]. Materialy II Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii "Biologicheskoe raznoobrazie aziatskih stepej" [International conference on Biological diversity of Asian steppes]. Kostanay, 2012, pp. 115-120. [in Russian]

4 Demakov Ju.P. Diagnostika ustojchivosti lesnyh jekosistem: metodologicheskie i metodicheskie aspekty [Diagnostics of the sustainability of forest ecosystems: methodological and methodological aspects] (Yoshkar-Ola, 2000, pp. 416). [in Russian]

5 Amanbaev A.K. Lesopirologicheskaja harakteristika i razrabotka neotlozhnyh mer po snizheniju gorimosti hvojnnyh lesov Kazahstana [Forest pyrological characteristics and development of urgent measures on the reducing of coniferous forests burning capacity in Kazakhstan]. Extended abstract of candidate's thesis. (Almaty, 2004, pp. 30). [in Russian]

6 Sultangazina G.Zh. Flora nacional'nogo prirodnogo parka «Burabaj» [J]. G.Zh. Sultangazina, I.A. Hrustaleva, A.N. Kuprijanov, S.M. Adekenov. (Publishing house of the SB RAS, Novosibirsk, 2014, pp. 242). [in Russian]

7 "Burabaj" memlekettik ulttyk tabigi parki turaly [On the Burabay State National Nature Park]. Kazakstan Respublikasy Ukimetiniy kaulysy 2000 zhylygy 12 tamyz N 1246. [Government Resolution of the Republic of Kazakhstan of 12 August 2000 No. 1246]. Available at: http://adilet.zan.kz/kaz/docs/P000001246_. [in Kazakh]. (accessed 21.11.2017).

8 Korchevskij A.A., & Kashheev V.A. Nauchnye issledovanija po bioraznoobraziju i jekologicheskoy situacii prirodnogo kompleksa territorii GNPP «Burabaj» [Scientific research on biodiversity

and ecological situation of the natural complex in the Burabay SNNP's territory]. Otchjot o NIR [Research report] (Almaty, 2007. pp. 421). [in Russian]

9 Sukachev V.N. Oчерк lesnoj rastitel'nosti zapovednika «Borovoe» [An outline of the forest vegetation of the reserve "Borovoe"]. Trudy Gosudarstvennogo zapovednika «Borovoe» [Proceedings of the State Reserve "Borovoye"]. Almaty, 1948, pp. 14-41. [in Russian]

10 Gorchakovskij P.L. Lesnye oazisy Kazahskogo melkosopochnika [Forest oases of the Kazakh lowlands] (Nauka, Moscow, 1987, pp. 160). [in Russian]

11 Mamytbekov A. Analiticheskaja zapiska k operativnomu otchetu za 2012 god po provedeniju monitoringa strategicheskogo plana Ministerstva sel'skogo hozjajstva RK na 2011-2015 gody [Analytical note to the operational report for 2012 on monitoring the strategic plan of the Ministry of Agriculture of RK for 2011-2015]. (Astana, 2012). [in Russian]

12 Bolin B., Dees B.D., Jager Dzh., Uorrik R. (Eds). Parnikovyj jeffekt, izmenenie klimata i jekosistemy [Greenhouse effect, climate change and ecosystems] (Gidrometeoizdat, Leningrad, 1989, pp. 558). [in Russian]

13 Metody izuchenija lesnyh soobshhestv [Methods of studying forest communities] (NII Himii, Saint Petersburg, 2002, pp. 240). [in Russian]

14 Nesterov V.G. Metodika izuchenija estestvennogo vozobnovlenija lesa [Methods of studying the natural regeneration of forests]. (Publishing house of the Siberian Forestry Engineering Institute, Krasnoyarsk, 1948, pp. 144). [in Russian]

15 Kuprijanov A.N., Zablockij V.I. Jekologicheskie uslovija pojavlenija vshodov sosny na garjah [Ecological conditions for the emergence of the pine shoots on the burned places]. Materialy 3-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii "Kulundinskaja step'. Proshloe, nastojashhee, budushhee" [Proceedings of the 3rd international scientific and practical conference on the Kulunda steppe. Past, Present, Future]. Barnaul, 2003, pp. 192-201. [in Russian]

16 Il'ichev Ju.N., Bushkov N.T., Tarakanov V.V. Estestvennoe lesovozobnovlenie na garjah Sredneobskih borov [Natural reforestation on the hills of the Sredneobsk pineries]. (Nauka, Novosibirsk, 2003, pp. 196). [in Russian]

17 Krugljakov P.M., Kuprijanov A.N. Floristicheskij sostav berezovyh lesov posle rubki razlichnoj intensivnosti [Floristic composition of birch forests after felling of different intensity], Vestnik Kuzbasskogo tehničeskogo universiteta [Bulletin of Kuzbass Technical University], (6), 98–102 (2006). [in Russian]

18 Shershnev V.I. & Zablockij V.I. Vosstanovlenie lesov Priob'ja [Restoration of forests in the Ob region], Vosstanovlenie narushennyh landshaftov [Restoration of disturbed landscapes], (Barnaul, 2004, pp. 154-158). [in Russian]

19 Kuprijanov A.N., Trofimov I.T., Zablockij V.I. et al. Vosstanovlenie lesnyh jekosistem posle pozharov [Restoration of forest ecosystems after fires] (Kemerovo, 2003, pp. 261). [in Russian]

20 Chudnikov P.I. Vlijanie pozharov na vozobnovlenie lesov Urala [Influence of fires on renewal of forests in the Urals] (Moscow-Leningrad, 1931, pp. 160). [in Russian]

21 Berezjuk I.E. Osobennosti estestvennogo vozobnovlenija sosny v Arakaragajskom leshoze Kustanajskoj oblasti [Peculiarities of the natural renewal of pine in the Arakaragai leshoz of the Kustanai region]. Trudy Instituta vodnogo i lesnogo hozjajstva [Proceedings of the Institute of Water and Forestry]. Kazgosizdat, Alma-Ata, 1956, pp. 135–148. [in Russian]

22 Zamolodchikov D. Izmenenie klimata i vlijanie lesov [Climate change and the impact of forests], Zhivoj les. Internet zhurnal [Living forest. Online Magazine]. Available at: <http://givoyles.ru/articles/nauka/izmenenie-klimata-i-vliyanie-lesov/>. [in Russian]. (accessed 21.11.2017).

Сведения об авторах:

Сұлтанғазина Г.Ж. – биология ғылымдарының кандидаты, доцент, А.Байтұрсынов атындағы Қостанай мемлекеттік университеті, Аграрлы-биологиялық факультеті биология және химия кафедрасының меңгерушісі, Абай даңғ. 28, Қостанай, Қазақстан.

Нұрбекова Б.Ж. – жаратылыстану ғылымдарының магистрі, А.Байтұрсынов атындағы Қостанай мемлекеттік университеті, Аграрлы-биологиялық факультеті биология және химия кафедрасының оқытушысы, Абай даңғ. 28, Қостанай, Қазақстан. Амантайқызы Б. – А.Байтұрсынов атындағы Қостанай мемлекеттік университеті, Аграрлы-биологиялық факультеті 6М060700-Биология мамандығының магистранты, Абай даңғ. 28, Қостанай, Қазақстан.

Ильясова Г.Б. – А.Байтұрсынов атындағы Қостанай мемлекеттік университеті, Аграрлы-биологиялық факультеті 6М060700-Биология мамандығының магистранты, Абай даңғ. 28, Қостанай, Қазақстан.

Sultangazina G.J. – Candidate of biological sciences, Associate Professor, Head of the Biology and Chemistry department, faculty of Agriculture and Biology, A. Baitursynov Kostanay State University, 28 Abay Str., Kostanay, Kazakhstan.

Nurbekova B.Zh. – member of the Biology and Chemistry department, master of natural sciences, faculty of Agriculture and Biology, A. Baitursynov Kostanay State University, 8 Solnechnaiya 26 Str., Kostanay, Kazakhstan.

Amantaikyzy B. – master student of specialty 6M060700-Biology, A. Baitursynov Kostanay State University, faculty of Agriculture and Biology, Kostanay.

Iliasova G.B. – master student of specialty 6M060700-Biology, A. Baitursynov Kostanay State University, faculty of Agriculture and Biology, Kostanay.

Редакцияға 29.03.2018 қабылданды

А.М. Гаджимурадова¹, И.В. Киргизова², Н.Б. Калиев³, Р.М. Турпанова¹

¹ Евразийский национальный университет им.Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

² Омский государственный технический университет, Омск, Российская Федерация

³ Казахстанский филиал Московского государственного университета им.М.В Ломоносова, Астана, Казахстан

(E-mail: ¹ aisarat3878@mail.ru, ² irina.kz-89@mail.ru, ³ nkaliev1@gmail.com, ¹ rauza_enu@mail.ru)

Математическое моделирование динамики процессов роста растений-регенерантов картофеля сортов казахстанской селекции «Альянс», «Бабаев» и «Нарли» в условиях *in vitro* на основе динамических моделей обработки рядов

Аннотация: В биологических науках методы математического моделирования в последнее время находят широкое применение. В частности, в биотехнологии растений имеет место применение различных по гормональному и витаминному составу питательных сред, которые требуют изучения их эффективности в процессе роста растений. Так, при микроклональном размножении измерение высоты пробирочных растений, длины и количества корней являются основными показателями эффективности питательной среды. В данной статье отражены данные по математическому моделированию процессов роста растений-регенерантов при выращивании их на различных питательных средах. В исследовании использовано 3 сорта картофеля казахстанской селекции «Нарли», «Бабаев», «Альянс».

Ключевые слова: питательная среда, микроклональное размножение, математическое моделирование, сингулярный спектральный анализ.

На сегодняшний день технология клонального микроразмножения широко применяется во всем мире для оздоровления растений (картофель, плодовые, ягодные, декоративные и лесные) от инфекции, для ускоренного размножения посадочного материала без влияния сезонности, для сохранения редких и исчезающих видов растений.

Коэффициент размножения при клональном микроразмножении достигает 1:1000000 и позволяет до 8 раз сократить получение новых растений и посадочного материала.

Для каждого сорта растений, в том числе для картофеля необходимо проводить подбор питательных сред для более эффективного культивирования на разных этапах получения растений-регенерантов (каллусогенез, гемогенез, ризогенез). Далее применяли методы математического моделирования процессов роста растений-регенерантов на различных питательных средах.

Математическое моделирование в работах отечественных ученых Лебедевой Н.В. и Ковалева А.И. применено в микроклональном размножении картофеля *in vitro* для оптимизации гормонального состава питательной среды и условий культивирования использовался регрессионный анализ [1,2].

В нашем исследовании для построения математической модели динамики ростовых процессов использовались методы сингулярного спектрального анализа (SSA) и аппроксимации (LA) [4,5].

При анализе полученных результатов прогнозирования, культивирования растений сортов картофеля «Нарли», «Бабаев» и «Альянс», которые были любезно предоставлены КазНИИКО (г.Алматы), построены графики зависимости высоты картофеля от времени культивирования, при выращивании растений на питательных средах с различным содержанием витаминов и фитогормонов. В качестве минеральной основы для среды использовали компонентный состав стандартной прописи среды Мурасиге-Скуга (Таблица 1).

Целью прогнозирования процесса является наблюдение и дальнейшее предсказание будущего значения измеряемых характеристик изучаемого объекта. При анализе различных рядов данных главной задачей являлась реконструкция динамической системы. В соответствии с теорией Такенса-Мане приемлемое описание фазового пространства динамической системы можно получить, если взять вместо реальных переменных системы,

Таблица 1 – Варианты питательных сред для микроклонального размножения картофеля *in vitro* на основе среды Мурасиге-Скуга (МС)

Компоненты	Варианты питательной среды Мурасиге – Скуга (МС) (мг/л)			
	МС (контроль)	МС-1	МС-2	МС-3
Минеральные компоненты	по МС	По МС	По МС	По МС
Тиамин	0,1	0,5	1,0	1,5
Пиридоксин	0,5	0,5	1,0	1,0
Аскорбиновая кислота	–	1,0	2,0	3,0
Мезоинозит	100	–	–	–
Глицин	2,0	–	–	–
Феруловая кислота	–	0,001	0,002	0,005
Кинетин	–	0,25	0,5	0,5
ИУК	-	0,05	0,1	0,2
Сахароза	30000	20000	25000	30000
Агар	7,0			
pH	5,6 – 5,8			

которые могут быть неизвестны, k -мерные векторы задержек, составленные из значений ряда в последовательные моменты времени [6].

При выполнении условия $k > 2d_e + 1$, где d_e – размерность вложений, можно реконструировать фазовое пространство системы.

Для определения величины k наиболее оптимальным является функциональный метод, по причине малого размера ряда.

Согласно использованию метода Грассбергера-Прокачия [7], необходимо построить через равные промежутки времени, τ , последовательность y_1, y_2, \dots, y_n , наблюдаемой величины $x(t)$ следующим образом:

$$x(t) = y_1, x(t + \tau) = y_2, \dots, x(t + (n - 1)\tau) = y_n \quad (1)$$

Далее, из имеющейся последовательности выбирали, начиная с некоторого номера n , произвольную подпоследовательность размера k , и рассматривали возможные векторы значений наблюдаемой величины:

$$w^n = (y_{n-k+1}, y_{n-k+2}, \dots, y_{n-1}, y_n) \quad (2)$$

Допустим, что динамика рассматриваемой системы описывается одним дифференциальным уравнением первого порядка. Тогда эта последовательность будет определяться единственным начальным значением y_1 , а все остальные $y_{n,n} > 1$, будут функционально зависеть от него:

$$y_{n+1} = f(w^n) \quad (3)$$

Для моделирования данного биотехнологического процесса оптимальным будет такое значение k , при котором расстояние будет стремиться к нулю, где размерность вложения d_e – это минимальное значение k . Значение k – размер вектора задержек, d_e – размерность вложений. Значение τ – равные промежутки времени, $r(n, n_0) = |f(w^n) - f(w^0)|$ – расстояние между векторами задержек.

На основании метода сингулярного спектрального анализа преобразовывали полученный скалярный ряд, содержащий n значений наблюдаемой величины, в матрицу задержек, в которой y_k, y_n – это значения наблюдаемой величины, которые составляют элементы вектора последовательности w_n :

$$(y_1, 2, \dots, y_n) > Y_{k*(n-K+1)} = \begin{pmatrix} y_k & y_{k+1} & \dots & y_n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ y_2 & y_3 & \dots & y_{n-k+2} \\ y_1 & y_2 & \dots & y_{n-k+1} \end{pmatrix} \quad (4)$$

Размерность матрицы определяется количеством задержек k . В ходе построения матрицы задержек выбирается вид локального представления, т.е. вид функции, связывающей следующее значение ряда с предыдущими:

$$y_{t+1} = f(y_t, a), \quad (5)$$

где, a – вектор параметров представления, а y_t – это значения наблюдаемой величины.

В данном случае наиболее удобным вариантом является линейная аппроксимация первого порядка:

$$y_{t+1} = a_0 + ya \quad (6)$$

Далее выделяется локальная подобласть фазового пространства, в которой будет строиться прогноз данных. При решении данной задачи прогноз будет строиться на основе критерия вида:

$$|y_{n-k+1} - y_S| < \xi \quad (7)$$

где, ξ – является критерием выбора подобласти, это достаточно малое число, приблизительно равное 0.001, y_S – это некоторое значение наблюдаемой величины.

Параметры модели, а именно, вектор a , будет оцениваться методом наименьших квадратов (МНК). Оценка по методу наименьших квадратов для вектора a , обозначенного как \hat{a} , находится из следующих условий:

$$\hat{a} : \sum_{w_s} (y_{s+1} - f(y_s, \hat{a}))^2 \rightarrow \min \quad (8)$$

Оценив значения аппроксимации, строится прогноз следующего значения ряда $y_{t+1} = f(y_t, \hat{a})$, которое является результатом прогнозирования биотехнологического процесса.

Математическую обработку данных производили в программе Scilab 5.5.2, язык программирования C#. Язык программирования C# выбирался с требованием максимальной переносимости комплекта программ под различные операционные системы. Для создания графического интерфейса был использован Microsoft Visual Studio [8,9].

Результаты и их обсуждение. При микроклональном размножении картофеля сорта «Нарли» на питательной среде МС-1 с содержанием феруловой кислоты 0,001 мг/л, кинетина 0,25 мг/л, ИУК 0,05 мг/л, аскорбиновой кислоты 1,0 мг/л, тиамин 0,5 мг/л и пиридоксина 0,5 мг/л и сахарозы 20 000мг/л. максимальное значение высоты растений на 7 сутки составляло 4,1 см., на 14 сутки 6,0 см., на 21 сутки – 10,1 см. При культивировании растений на варианте питательной среды МС-2 с содержанием феруловой кислоты 0,002 мг/л, кинетина 0,5 мг/л, аскорбиновой кислоты 2,0 мг/л, тиамин 1,0 мг/л и пиридоксина 1,0 мг/л и сахарозы 25 000мг/л значение высоты растений составляло на 7 сутки - 4,3 см., на 14 сутки 6,3 см., на 21 сутки – 10,5 см, на среде МС-3 с содержанием 0,005 мг/л феруловой кислоты, 3,0 мг/л аскорбиновой кислоты, 0,5 мг/л кинетина, 0,2 мг/л ИУК, 1,5 мг/л тиамин, 1,0 мг/л пиридоксина и 30000 мг/л сахарозы – 4,5 см., 6,5 см, 10,7 см., на 7-е, 14-е, 21-е сутки соответственно. Данные показатели в контрольном варианте (безгормональная среда) составили - 3,0 см., 6,1 см., 10,0 см. В соответствии с полученными данными построена математическая модель динамики роста растений картофеля сорта «Нарли» (Рисунок 1).

Как видно из результатов исследований по высоте растений картофеля сорта «Нарли» положительное влияние оказывает среда МС-3 с большим содержанием феруловой кислоты, аскорбиновой кислоты, ИУК и кинетина.

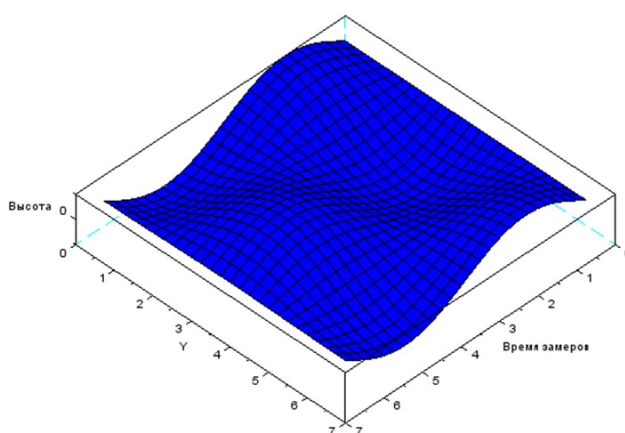
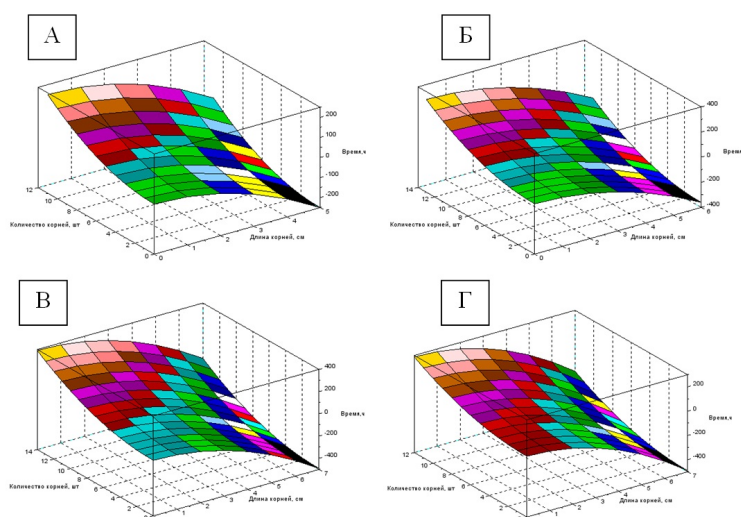


Рисунок 1 – Прогнозирование динамики роста растений-регенерантов в высоту сорта картофеля «Нарли» *in vitro*

Данная же среда оказала положительное влияние на количество и длину корней (Рисунок 2).



А – среда МС (контроль); Б – среда МС-1; В – среда МС-2; Г – среда МС-3

Рисунок 2 – Графики динамики роста корней в длину в зависимости от времени и условий культивирования сорта картофеля «Нарли» в условиях *in vitro*

Количество корней на 7 сутки варьировало в пределах 6-8 шт, на 14 сутки – 10-11 шт., на 21 сутки – 12-14 шт. на разных питательных средах. Максимальное значение длины корней отмечено на среде МС-3 - 7,8 см., тогда как в контрольном варианте данный показатель составил 6,9 см.

При изучении динамики роста растений-регенерантов сорта «Бабаев» на питательных средах МС-1, МС-2 и МС-3 также отмечена положительная динамика именно на среде МС-3, как и в случае с сортом «Нарли» (Рисунок 3).

Максимальное значение высоты побегов на среде МС-3 на 7, 14, 21 сутки составило - 4,3 см., 7,6 см., 12,4 см., соответственно. В контрольном варианте высота микропобегов на 7-е сутки составила 3,9 см., на 14-е сутки – 6,0 см., на 21-е сутки – 11,1 см.

По длине и количеству корней растения сорта «Бабаев» отличаются от сорта «Нарли», что соответствует его сортовым характеристикам. Так, на 7 сутки на среде МС-1 в среднем насчитывалось 7 корней, средняя длина которых составляла 2,5-3,0 см. на 14-е сутки - 9 шт. корней длиной 6,2-7,1 см. На 21-е сутки максимальное значение по количеству корней

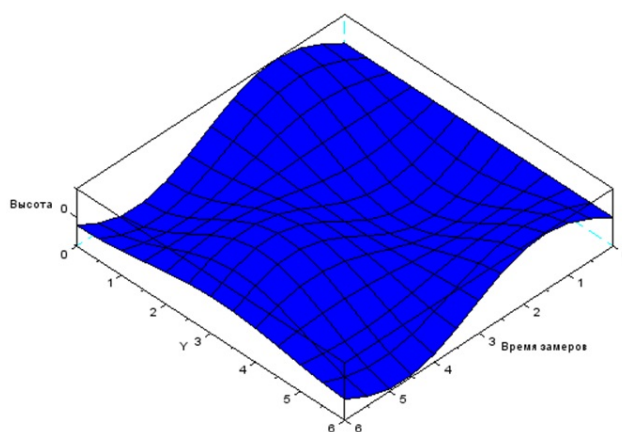
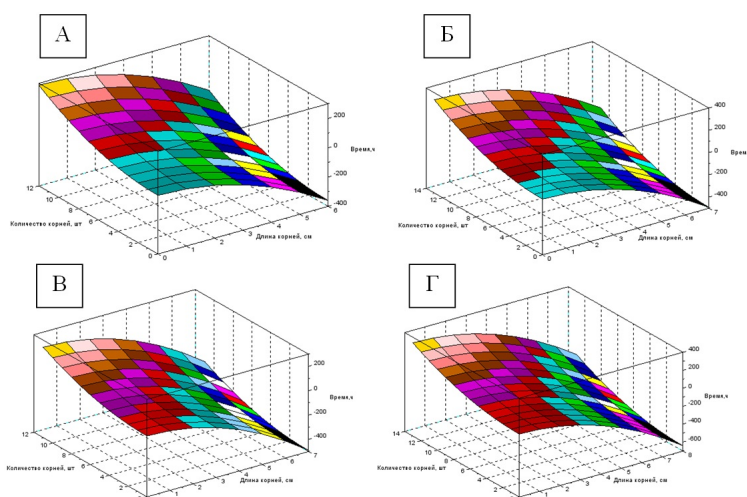


Рисунок 3 – Прогнозирование динамики роста растений-регенерантов в высоту сорта картофеля «Бабаев» *in vitro*

составило – 11 шт., по длине – 6,6-7,2 см. Ниже, на рисунке 4 представлены математические модели прогнозирования ростовых процессов сорта «Бабаев».



А – среда МС (контроль); Б – среда МС-1; В – среда МС-2; Г – МС-3.

Рисунок 4 – Графики динамики роста корней в длину в зависимости от времени и условий культивирования сорта картофеля «Бабаев» в условиях *in vitro*

Данные значения роста на среде МС-1 практически одинаковы с таковыми на среде МС-2 и МС контроль, однако, как и отмечалось, на питательной среде МС-3 данные показатели выше: количество корней на 1 растений в среднем составляло – 9-13 шт., максимальная длина достигала 8,0 см.

На безгормональной среде МС контроль при микрклональном размножении картофеля сорта «Альянс» также отмечались наиболее низкие показатели роста. Максимальное значение высоты растений-регенерантов на 21-е сутки культивирования составляло 12,8 см при культивировании на питательной среде МС-3. На питательной среде (МС-1) значение высоты растений составляло 11,7 см, а на питательной среде МС-2 – 12,2 см. На питательной среде МС (контроль) без внесения фитогормонов, максимальное значение высоты растений на 21-е сутки составляло 11,3 см. (Рисунок 5)

При культивировании растений-регенерантов сорта «Альянс» на питательной среде МС контроль отмечались наименьшие показатели по количеству и длине корней: на 21-е сутки культивирования максимальное количество корней составило 7 шт., максимальная длина – 6,9 см. на питательной среде МС-3 данные показатели отмечались на уровне 14 шт. корней при длине 8,3 см. (Рисунок 6)

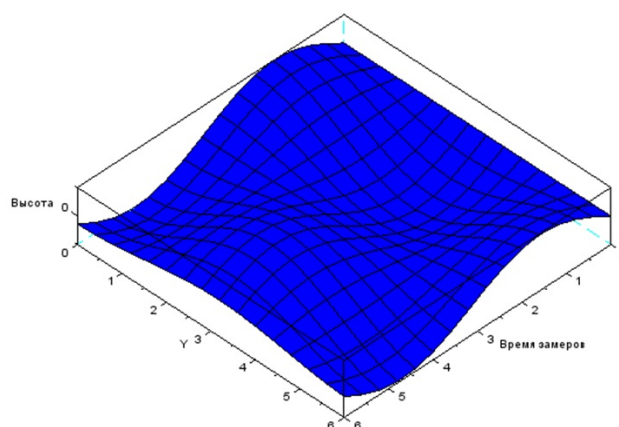
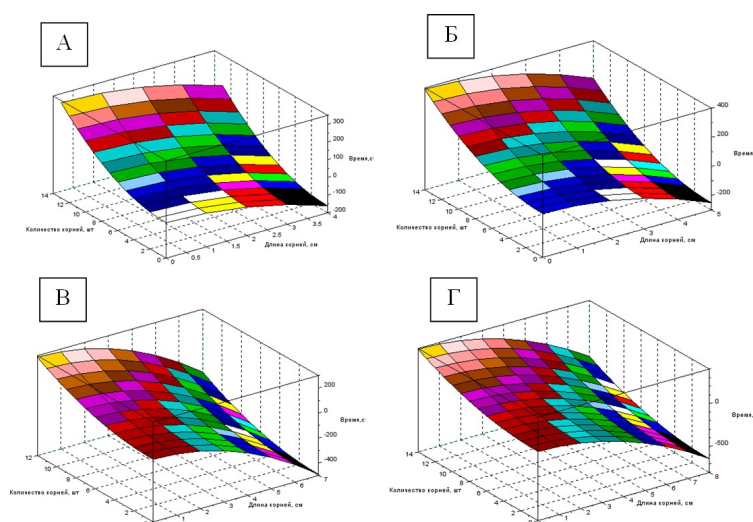


Рисунок 5 – Прогнозирование динамики роста растений-регенерантов в высоту сорта картофеля «Альянс» *in vitro*



А – среда МС (контроль); Б – среда МС-1; В – среда МС-2; Г – МС-3.

Рисунок 6 – Графики динамики роста корней в длину в зависимости от времени и условий культивирования сорта картофеля «Альянс» в условиях *in vitro*

На питательных средах МС-1 и МС-2 на 21-е сутки среднее значение по количеству корней составило 12-13 шт., длина корней 7,5 см.

Вывод. В результате проведенных математических расчетов моделирования на основе методов сингулярного спектрального анализа (SSA) и аппроксимации (LA) процессов роста картофеля сортов казахстанской селекции в условиях *in vitro*, при использовании разных вариантов питательных сред можно сделать вывод, что ростовые процессы сортов картофеля «Нарли», «Бабаев» и «Альянс» положительная динамика наблюдаются на питательной среде МС-3, содержащей в составе: МС-3 с содержанием 0,005 мг/л феруловой кислоты, 3,0 мг/л аскорбиновой кислоты, 0,5 мг/л кинетина, 0,2 мг/л ИУК, 1,5 мг/л тиамина, 1,0 мг/л пиридоксина и 30000 мг/л сахарозы.

Среди изучаемых сортов картофеля сорт «Альянс» оказался наиболее чувствительным к изменению концентрации фитогормонов и регуляторов роста, именно у него отмечались максимальные показатели роста корневой системы и микропобегов.

Разработанное программное обеспечение позволяет осуществить прогнозирование изучаемого биотехнологического процесса микрклонального размножения картофеля в культуре *in vitro*.

Список литературы

- 1 Лебедева Н. В. Ускоренное размножение ранних сортов картофеля в условиях *in vitro* и его использование в семеноводстве Северо-Запада РФ. Дис.канд.с-х.наук. Великие Луки, 2015. 166 с.
- 2 Ковалев А. И. Совершенствование приемов оздоровления и возделывания семенного картофеля в условиях нечерноземной зоны России. Дис.канд.с-х.наук. Великие Луки, 2015. 122 с.
- 3 Mathew S. Ferulic Acid: An antioxidant found naturally in plant cell walls and feruloyl esterases Involved in its Release and Their Applications // *Critical Reviews in Biotechnology* - 2004. - V.24. - P.59-83 doi: 10.1080/07388550490491467. - URL: <https://www.researchgate.net/publication/8222604.pdf>. (accessed 12.01.2018)
- 4 Лоскутов А. Ю. Анализ временных рядов. Курс лекций. Физический факультет МГУ - М.: 2008. - 183 с. URL: http://chaos.phys.msu.ru/loskutov/PDF/Lectures_time_series_analysis.pdf.
- 5 Лоскутов А.Ю. Основы теории сложных систем. Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2007. - 620 с.
- 6 Ruelle D. Superstable Interactions in Classical Statistical Mechanics // *Commun Math. Phys.* 1971. - V.20. - №167. URL: <http://www.ihes.fr/ruelle/PUBLICATIONS/>
- 7 Grassberger P. Measuring the strangeness of strange attractors // *Physica D.* - 1983. - V. 9. - P. 189-208. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-387-21830-4_12 (accessed 15.12.2017)
- 8 Хорев П. Объектно-ориентированное программирование с примерами на С#. М.: "Инфра", 2016. - 200 с. URL: <http://academia-moscow.ru/ftpshare/books/fragments/fragment18514.pdf>
- 9 Киргизова И.В., Гаджимурадова А.М., Калиев Н.Б. Математическое моделирование динамики ростовых процессов картофеля в условиях *in vitro* при использовании различных вариантов питательных сред на основе динамических моделей обработки рядов // Омский научный вестник №5 (155). - 2017. - с.168-174. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/matematicheskoe-modelirovanie-dinamiki-rostovyh-protsessov-kartofelya-v-usloviyah-in-vitro-pri-ispolzovanii-razlichnyh-variantov>

А.М. Гаджимурадова¹, И.В. Киргизова², Н.Б. Калиев³, Р.М. Турпанова¹

¹ Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

² Омбы мемлекеттік техникалық университеті, Омбы, Ресей Федерациясы

³ М.В. Ломоносов атындағы Мәскеу мемлекеттік университеті Қазақстан филиалы, Астана, Қазақстан

In vitro жағдайында өсірілген регенерант картоп дақыланың Қазақстандық сұрыптарының «Альянс», «Бабаев» және «Нәрлі» математикалық модельдерінің динамикасы

Аннотация: Биология ғылымдарында соңғы уақыттарда математикалық модельдеу әдістері кең етек алып келеді. Әсіресе, өсімдік биотехнологиясында әртүрлі қоректік орталар даярлау барысында гормоналды және дәрумендік қатынастарды анықтауда олардың өсімдік өсуіне әсерін бақылауда аса маңызды. Сонымен қатар, микроклональды көбейту барысында пробиркада өскен өсімдіктердің биіктігін, тамыр жүйесінің ұзындығы мен санын анықтау қоректік ортаның тиімділігін анықтайтын фактор болып табылады. Бұл мақалада регенерант өсімдіктерді әртүрлі қоректік орталарда өсіру барысында өсудің математикалық моделі ұсынылады. Зерттеу барысында картоптың отандық үш сорты: «Нәрлі», «Бабаев», «Альянс» қолданылды.

Түйін сөздер: қоректік орта, микроклональды көбейту, математикалық модельдеу жүйесі, сингулярлы спектральды талдау.

А.М. Gajimuradova¹, I.V. Kirgizova², N.B. Kaliev³, R.M. Turpanova¹

¹ L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

² Omsk State Technical University, Omsk, Russian Federation

³ M.V.Lomonosov Moscow State University Kazakhstan Branch, Astana, Kazakhstan

Mathematical modeling of the growth processes dynamics of potato plants Kazakhstani selection varieties "Alyans", "Babaev" and "Narli" in *in vitro* conditions on the basis of dynamic models of processing the series

Abstract: In the biological sciences, methods of mathematical modeling have recently found wide application. In particular, in the biotechnology of plants, there is a use of nutrient media that differ in hormonal and vitamin composition, which require the study of their effectiveness in the process of plant growth. Thus, with microclonal propagation, measuring the height of test tubes, the length and number of roots are the main indicators of the effectiveness of the nutrient medium. This article reflects data on mathematical modeling of growth processes of plant-regentants when growing them on various nutrient media. The study used 3 varieties of potato of Kazakhstani selection "Narli", "Babaev", "Alyans".

Keywords: nutrient medium, microclonal multiplication, mathematical modeling, singular spectral analysis.

References

- 1 Lebedeva N.V. Uskorennoe razmnnozhenie rannix sortov kartofelya v usloviyax *in vitro* i ego ispol'zovanie v semenovodstve Severo-Zapada RF [Accelerated reproduction of early potato varieties in *in vitro* conditions and its use in seed production in the North-West of the RF], Dis. cand.sel'skhozoyistvennyh nauk [Thesis of cand. of agricult. sciences], Velikie Luki, 2015. 166 p.
- 2 Kovalev A.I. Sovershenstvovanie priemov ozdorovleniya i vzdelyvaniya semennogo kartofelya v usloviyakh nechernozemnoy zony Rossii [Improvement of methods of healing and cultivation of seed potatoes in the non-chernozem

- zone of Russia], Dis. cand.sel'skhozayistvennyh nauk [Thesis of cand. of agricult. sciences], Velikie Luki, 2015. 122 p.
- 3 Mathew S. Ferulic Acid: An antioxidant found naturally in plant cell walls and feruloyl esterases Involved in its Release and Their Applications // Critical Reviews in Biotechnology - 2004. - V.24. - P.59-83 doi: 10.1080/07388550490491467. - Available at: <https://www.researchgate.net/publication/8222604.pdf>. (accessed 12.01.2018).
 - 4 Loskutov A.Yu. Analiz vremennykh ryadov. Kurs lektsiy. Fizicheskiy fakul'tet MGU [Time series analysis. Lecture course. Faculty of Physics, Moscow State University] (Moscow, 2008).
 - 5 Loskutov A.Yu. Osnovy teorii slozhnykh sistem [Fundamentals of the theory of complex systems], Institut komp'yuternykh issledovaniy (Institute of Computer Research, Moscow-Izhevsk, 2007).
 - 6 Ruelle D. Superstable Interactions in Classical Statistical Mechanics, Commun Math. Phys. 20 (167), 1971. Available at: <http://www.ihes.fr/ruelle/PUBLICATIONS/>
 - 7 Grassberger P. Measuring the strangeness of strange attractors, Physica D. 9, 189-208 (1983) Available at: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-387-21830-4_12 (accessed 15.12.2017).
 - 8 Horev P. Ob"ektно-orientirovannoe programmirovaniye s primerami na С# [About object-oriented programming with examples in C #] (Infra, Moscow, 2016) Available at: <http://academia-moscow.ru/ftpshare/books/fragments/fragment18514.pdf>
 - 9 Kirgizova I.V., Gajimuradova A.M., Kaliev N.B. Matematicheskoe modelirovaniye dinamiki rostovykh protsessov kartofelya v usloviyakh in vitro pri ispol'zovanii razlichnykh variantov pitatel'nykh sred na osnove dinamicheskikh modeley obrabotki ryadov [Mathematical modeling of the dynamics of potato growth processes under in vitro conditions using different variants of nutrient media on the basis of dynamic models for processing the series], Omskiy nauchnyy vestnik [Omsk Scientific Bulletin], 5, 168-174 (2017). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/v/matematicheskoe-modelirovaniye-dinamiki-rostovykh-protsessov-kartofelya-v-usloviyakh-in-vitro-pri-ispolzovanii-razlichnykh-variantov>. [in Russian]. (accessed 15.12.2017).

Сведения об авторах:

Гаджимурадова А.М. - Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті "Жалпы биология және геномика" кафедрасының 3 курс докторанты, Сәтпаев көшесі 2, Астана, Қазақстан.

И.В.Киргизова - Омбы мемлекеттік техникалық университеті "Биотехнология" кафедрасының 3 курс аспиранты, Мира көшесі 11, Омбы, Ресей Федерациясы.

Н.Б.Калиев - М.В.Ломоносов атындағы Мәскеу мемлекеттік университеті Қазақстан филиалы 2 курс магистранты, Сәтпаев көшесі 1, Астана, Қазақстан .

Р.М.Турпанова - Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті "Биотехнология және микробиология" кафедрасының доценті, а-ш.ғ.к., Сәтпаев көшесі 2, Астана, Қазақстан.

Gajimuradova A.M. - 3 course PhD student "General biology and genomics" Department L.N.Gumilov Eurasian National University, 2 Satpaev st., Astana, Kazakhstan.

Kirgizova I.V. - 3 course graduate student "Biotechnology" Department Omsk State Technical University, 11 Mira st., Omsk, Russian Federation.

Kaliev N.B. - 2 course master degree student of M.V. Lomonossov Moscow State University, 1 Satpaev st., Astana, Kazakhstan .

Turpanova R.M. - candidate of agricultural sciences, assistant professor Biotechnology and Microbiology Department L.N. Gumiloyv Eurasian National University, 2 Satpaev st., Astana, Kazakhstan .

Поступила в редакцию 01.02.2018

Б.Ш. Кедейбаев¹, К.М. Лаханова², Ж.Б. Махатов¹

¹ Южно-Казахстанский Государственный университет, Шымкент, Казахстан

² Международный Казахско-Турецкий университет им. Х. Ясави, Туркестан, Казахстан
(E-mail: makhatov_8008@mail.ru, mjasik92@mail.ru)

Исследование процесса получения полисахаридов из отходов переработки пшеницы

Аннотация: В статье приведены результаты по изучению ферментативного совмещенного (гибридного) процесса гидролиз-гидрирования с целью получения сорбита. В настоящей статье изложены результаты исследования предобработки и ферментативного гидролиза пшеничной соломы, а также процесс синтеза сорбита с целью повышения выхода ценных продуктов, необходимых для промышленности. Предобработку соломы проводили в диапазоне температур 190-250 °С при варьировании концентрации сернистой кислоты от 0,6 до 2,5 % масс. Оптимальная температура и продолжительность гидролиза соломы сернистой кислотой составили соответственно 160 °С – 170 °С и 30 – 80 минут. Во всех экспериментах гидролиза соломы наилучшие результаты достигнуты при концентрации сернистой кислоты 1,6 % масс и температуре опыта 150-160 °С. Проведены исследования процессов ферментативного гидролиза соломы. Поскольку бумага является практически чистой целлюлозой, то, при одинаковых кинетических параметрах процессов ферментации, количество образовавшихся сахаров в случае ферментации соломы было бы в 1,49 раза меньше, чем при использовании бумаги. Полученный очищенный глюкозный гидролизат подвергали гидрированию в присутствии никель-алюминий-железо-ванадиевого катализатора. Катализатор из сплава с 7,0% ванадия проявляет наибольшую активность, выход сорбита на котором при 100 °С и 6МПа на 60 минуте гидрирования составляет 58,075%, а скорость гидрирования глюкозы в 1,46 раза выше, чем на скелетном никеле без добавки. Показано, что с ростом давления водорода от 2 до 12 МПа и 40-120 °С скорость гидрирования глюкозы на промотированных титаном никель-алюминий-железо-ванадий катализаторах увеличивается.

Ключевые слова: солома пшеницы, сорбит, целлюлоза, катализатор, ферментативный гидролиз, биомасса.

Обзор литературы. К настоящему моменту получено достаточно большое количество экспериментальных данных о гидролизе целлюлозы в глюкозу, однако информации об одностадийных совмещенных (гибридных) процессах для получения сорбита недостаточно, а описанные в литературе результаты зачастую не согласуются друг с другом.

Анализ литературы по теме работы показал, что в исследуемой области есть ряд нерешенных проблем, поиск решения которых представляется полезным для создания эффективных биокаталитических технологий превращения углеводсодержащих растительного сырья и отходов в ценные химические вещества.

В работе Jianrong Li и др. [1] предлагается способ, который относится к генной инженерии и может быть использован в микробиологической промышленности. Производящие арабит дрожжи или грибы трансформируют ДНК, кодирующей образующую D-ксилозу, D-арабитолдегидрогеназу и ДНК, кодирующей ксилитолдегидрогеназу. Затем выращивают трансформированные дрожжи или грибы в условиях, обеспечивающих синтез ксилита. Ксилит извлекают. Дрожжи выбирают из *Lygoccharomycesrouxii*, *Candidapolymorpha*, *Torulopsiscandida*, *Pichiafarinosa*, *Torulasporahansenii*. Грибы выбирают из *Dendryphiellasalina* и *Schizophyllum commune*. Способ позволяет превращать легко доступные источники углерода, такие, как D-глюкоза в ксилит.

В работе Ning Yan и др. [2] целлюлозу и гемицеллюлозу в биомассе сначала декристаллизуют первый раз концентрированной серной кислотой и подвергают первому гидролизу, в результате чего получают гидролизат, насыщенный сахаром и кислотой. После этого удаляют содержащиеся в биомассе окислы кремния и направляют их на переработку. Затем оставшиеся твердые остатки подвергают повторной декристаллизации и повторному гидролизу.

Полученный в результате раствор сахара после этого подвергают ферментации, используя для этого микроорганизмы, преимущественно дрожжи и бактерии, обеспечивая ферментацию как гексозы, так и пентозы одновременно. Способ позволяет получать сахара из биомассы, содержащей целлюлозу и гемицеллюлозу, что экономически эффективно и не загрязняет окружающую среду.

В работе Jung Woo Han и др. [3] описан способ предварительной обработки целлюлозосодержащего сырья для ферментативного гидролиза, который предусматривает приготовление суспензии сырья и обработку раствором кислоты. В качестве раствора кислоты используют раствор азотной кислоты концентрацией 2,8-6,5%. Раствор нагревают до температуры 98-100 °С и выдерживают в течение 1-5 часов. Полученный продукт фильтруют, промывают. Причем в качестве целлюлозосодержащего сырья используют мискантус или плодовые оболочки злаков. Отработанный по завершению одного цикла раствор кислоты укрепляют концентрированной азотной кислотой до концентрации раствора 2,8-6,5% и многократно используют вновь. Отработанный 18-25 циклов раствор нейтрализуют аммиаком с получением раствора нитрата аммония для использования в виде удобрения.

Способ, относящийся к микробиологической, а также пищевой промышленности и который может быть использован при утилизации отходов, содержащих целлюлозу описан в работе Jianguo Li и др. [4]. Способ предусматривает предварительную обработку целлюлозосодержащего сырья, из которого используют ячменную или рисовую дробину, или хлопковый линт, или гуза-паю для разрушения кристаллической структуры и увеличения его удельной поверхности. Эту обработку осуществляют путем экструзии. Полученный экструдат подвергают ферментативному гидролизу ферментными препаратами Asp. mix B 2000 или V1mix или целловиридином Г20х, при массовом соотношении фермент: экструдат 1-3:1-9 соответственно. Предлагаемый способ является безотходным, экологичным и недорогим, характеризуется высокой степенью биоконверсии сырья при значительном сокращении времени, необходимого для ее осуществления.

Трофимовой Н.Н. и др. [5] разработан способ включающий стадию гидролиза целлюлозосодержащей биомассы с получением водного сахарного раствора. Затем полученный водный сахарный раствор фильтруют через наночелювчичу мембрану и/или обратноосмотическую мембрану. Очищенный сахарный раствор собирают со стороны впуска и удаляют ингибирующие ферментацию вещества со стороны фильтрата. Указанные ингибирующие ферментацию вещества представляют собой одно или более соединений из органических кислот, соединений фурана и фенольных соединений. Изобретение позволяет получить очищенный от ингибирующих ферментацию соединений сахарный сироп простым способом и повысить эффективность ферментационного получения различных химических продуктов.

В работе [6] сравнивали активность 6 штаммов *Zyomonasmobilis* в отношении D-сорбита и глюконовой кислоты.

Штамм *Zyomonasmobilis* ATCC-29191 по сравнению с другими показал сравнительно хороший рост и высокий выход продуктов. Для данного штамма было исследовано влияние начальной концентрации субстратов на выход D-сорбита и глюконовой кислоты в периодическом процессе [7]. Эквимолярные концентрации глюкозы и фруктозы варьировали от 100 до 750 г/л. Увеличение продуктивности происходило при повышении начальной концентрации субстрата до 650 г/л. При достижении 750 г/л наблюдалось падение продуктивности.

Также было установлено, что при начальной концентрации 100 г/л глюкоза и фруктоза одинаково превращались в сорбит и глюконовую кислоту, особенно в начальный период реакции. Однако после 20 минут происходил сдвиг в метаболизме сахаров, характеризующийся: повышением потребления глюкозы, сильным уменьшением потребления фруктозы, снижением выхода сорбита и уменьшением концентрации глюконовой кислоты. Увеличение концентрации субстратов до 600 г/л приводило почти к полной конверсии сахаров до сорбита и глюконовой кислоты.

Материалы и методы. Нами представлены результаты исследования предобработки и ферментативного гидролиза пшеничной соломы, а также процесс синтеза сорбита с целью повышения выхода ценных продуктов, методом совмещенного (гибридного) процесса гидролиз-гидрирование. Предварительно исследуемое растительное сырье измельчалось и сортировалось. Индивидуальные моносахариды в гидролизатах анализировали бумажной хроматографией с использованием бумаги Filtrak FN-3, 11 и 14 в системах растворителей бутанол-уксусная кислота - вода (4:1:5). Вещества обнаруживали опрыскиванием сначала первым проявителем K_2SO_4 , затем смесью бензидина, ацетона и соляной кислоты в соотношении 10:2:1. Сплавы готовили в высокочастотной плавильной печи по разработанной нами технологии. В кварцевый тигель помещали рассчитанное количество алюминия и постепенно нагревали до $1000 - 1100^\circ C$, затем вводили рассчитанное количество никеля, железа и титана. В результате экзотермической реакции температура расплава поднималась до $1700-1800^\circ C$, который перемешивался в течении 3-5 минут индукционным полем. В графитовых изложницах сплав охлаждали на воздухе и измельчали до зерен 0,25 мм. Активацию сплавов проводили путем выщелачивания 10-ным водным раствором едкого натрия, взятом в объеме 40 см³ на 1 г сплава на кипящей водяной бане в течение 1 часа, после чего катализатор отмывали от щелочи водой до нейтральной реакции по фенолфталеину. Полученные таким образом катализаторы использовали для гидрирования глюкозы. Для экспрессного выявления оптимального катализатора и изучения кинетических закономерностей опыты первоначально проводили в видеоизмененном реакторе периодического действия. Аппарат снабжен герметическим приводом мощностью 0,6 кВт, скорость вращения мешалки 2800 об/мин, что позволяет убрать диффузионные осложнения реакции.

Результаты и обсуждение. Предобработку соломы проводили в диапазоне температур $190-250^\circ C$ при варьировании концентрации сернистой кислоты от 0,6 до 2,5 % масс. Повышение температуры в большей степени, по сравнению с повышением концентрации кислоты, способствовало сокращению продолжительности обработки, необходимой для достижения максимального выхода редуцирующих веществ (РВ), больше, чем реакции разложения моносахаридов. Выход моносахаридов, следовательно, увеличивается вместе с температурой реакции. Влияние концентрации сернистой кислоты при температурах ниже $150^\circ C$ заметно проявляется, но при повышении температуры до $160^\circ C$ этот эффект не проявляется.

Оптимальная температура и продолжительность гидролиза соломы сернистой кислотой составили соответственно $160^\circ C - 170^\circ C$ и 30 – 80 минут. С повышением концентрации сернистой кислоты наблюдается увеличение скорости распада сахаров. Оптимальной является концентрация сернистой кислоты 1,77 % масс. Предобработку соломы проводили в следующих условиях гидромодуля от 1:3 до 1:5, 1,6 масс. процентов сернистой кислоты температура опыта $150^\circ C$. Наибольший выход РВ достигнут при гидромодуле 1:3,5, 1:5 и 1:5,8 и составил 26,8 %, 27,0 % и 29,2 % соответственно. Моносахаридный состав гидролизатов был представлен преимущественно глюкозой, концентрация которой в гидролизате достигала 25 г/л.

Таким образом, обработка соломы 1,35 % масс. сернистой кислотой при температуре $150^\circ C$, гидромодуле 1:3 в течение 60 мин позволяет получать гидролизаты с концентрацией редуцирующих веществ до 7,6 %, что будет способствовать их дальнейшему использованию в микробиологической промышленности. При применении гидромодуля 1:4,5 максимальная концентрация редуцирующих веществ в гидролизате достигнута при температуре $160^\circ C$, концентрации сернистой кислоты 1,6 % масс. Выход редуцирующих веществ составил 25,57% от абсолютно сухого вещества. Во всех экспериментах гидролиза соломы наилучшие результаты достигнуты при концентрации сернистой кислоты 1,6 % масс и температуре опыта $150-160^\circ C$.

Модельные эксперименты для изучения ферментативной кинетики осуществляли, используя в качестве источника целлюлозы бумагу. В экспериментальных процессах ферментализации использовалась предварительно размолотая, просеянная и просушенная до постоянной величины в сушильном шкафу при температуре $120^\circ C$ в течение 2 часов пшеничная солома,

которая предварительно запаривалась в автоклаве при избыточном давлении 0,05 - 0,1 МПа в течение 0,5 - 1 часа.

Процессы ферментализации проводили при поддержании активной кислотности в диапазоне 4,9-5,0 ед. рН и температуре 49 °С. Длительность процессов ферментализации составляла 7-10 часов.

Исследования кинетики и стехиометрии реакций ферментативного гидролиза дисперсных твердофазных субстратов растительного происхождения проводили в лабораторном ферментере с автоматизированным регулированием рН и термостатированием в присутствии ферментами *Aspergillus awamori* F-RKM 0719 и *Aspergillus terreus* штамм 499.

Результаты эксперимента приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты ферментализации соломы пшеницы в ферментере

Номер процесса	Количество фермента, активности ед.	Максимальная концентрация РВ, %	Выход РВ, %
1	62-75,8	0,43	5,16
2	62-75,8	0,46	5,52
3	6,2-17,6	0,46	5,52
4	31-37,9	0,48	5,72
5	62-75,8	0,32	3,84
6	1,6-1,9	0,26	3,12
7	3,0-3,8	0,26	3,12
8	4,6-5,7	0,22	2,64

С целью снижения погрешности и проверки действия фермента на однокомпонентных субстратах была проведена серия экспериментов по ферментализации измельченной обеззоленной бумаги в ферментализеробъемномetricconverterProductID6 лб л.

Легко убедиться, что зависимость конечной концентрации РВ (следовательно, и средней скорости ферментализации) от средней фермента линейна, что и теоретически следует из модели Михаэлиса-Ментен.

Результаты сравнительных процессов ферментализации соломы пшеницы бумаги представлены на рисунке 1.

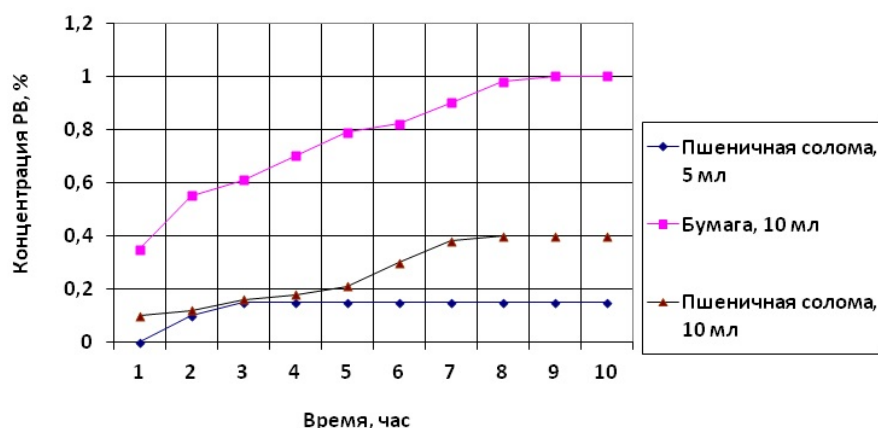


Рисунок 1 – Изменение концентрации РВ в процессах ферментализации бумаги и пшеничной соломы

Поскольку бумага является практически чистой целлюлозой, то, при одинаковых кинетических параметрах процессов ферментализации, количество образовавшихся сахаров в случае ферментализации соломы было бы в 1,49 раза меньше, чем при использовании бумаги. Однако в действительности структура соломы отличается большей плотностью упаковки

волокон и присутствием других, мешающих компонентов, что приводит к замедлению скорости процесса ферментализа в 2,5 раза.

Полученный очищенный глюкозный гидролизат подвергали гидрированию в присутствии никель-алюминий-железо-ванадиевого катализатора. Из таблицы 2 видно, что исследуемые никелевые катализаторы в изученных нами условиях проявляют высокую активность и стабильность по сорбиту, скорость образования последнего меняется в зависимости количества легирующих металлов в исходных сплавах. Катализатор из сплава с 7,0% ванадия проявляет наибольшую активность, выход сорбита на котором при 100 °С и 6МПа на 60 минуте гидрирования составляет 58,075%, а скорость гидрирования глюкозы в 1,46 раза выше, чем на скелетном никеле без добавки.

Таблица 2 – Влияние количества введенной добавки титана на активность никель-алюминий-железного-ванадиевого катализатора, (PН2 = 6МПа, Топ -100 ° С)

Добавка, %	топ., °С	Выход сорбита (%) во времени (мин)					W. 104 моль/Г кт.мин
		0	10	20	40	60	
0	100	16,56	21,39	26,91	36,11	43,815	12,535
1,0	100	16,675	21,045	28,175	35,995	44,275	12,995
3,0	100	18,745	25,875	31,97	42,55	50,255	14,72
5,0	100	20,585	27,83	33,005	46,575	55,545	16,215
7,0	100	21,505	29,095	36,915	47,61	58,075	18,285
10,0	100	17,595	26,45	34,155	39,215	56,695	17,02

Показано, что с ростом давления водорода от 2 до 12 МПа и 40-120 °С скорость гидрирования глюкозы на промотированных титаном никель-алюминий-железо катализаторах увеличивается. Однако предельные значения давления водорода не установлены. "Кажущееся" стремления скорости реакции к обусловлено недостатком гидрируемого соединения на поверхности катализатора, о чем свидетельствует дробный порядок реакции по глюкозе. Порядок по водороду зависит как от температуры опыта, так и от давления водорода. Опыты по влиянию концентрации глюкозы и водорода показывают, что порядок реакции по гидрируемому веществу изменяется от нулевого до дробного, а по водороду – дробный.

Список литературы

- 1 Jianrong Li, Helena S. M. P. Soares, Jacob A. Moulijnand Michiel Makkee. Simultaneous hydrolysis and hydrogenation of cellobiose to sorbitol in molten salt hydrate media. Catalysis Science & Technology/ The Royal Society of Chemistry 2013 Catal. Sci. Technol., 2013, 3, 1565-1572
- 2 Ning Yan, Chen Zhao, Chen Luo, Paul J. Dyson, Haichao Liu, and Yuan Kou One-Step Conversion of Cellobiose to C6-Alcohols Using a Ruthenium Nanocluster Catalysis Communications j.am.chem. SOC. 9 VOL. 128, NO. 27, 2006 8715 Published on Web 06/20/2006
- 3 Joung Woo Han, Hyunjoo Lee, Joung Woo Han, Hyunjoo Lee. Direct conversion of cellulose into sorbitol using dual-functionalized catalysts inneutral aqueous solution. Catalysis Communications 19 (2012) 115–118
- 4 Jianrong Li, Helena S. M. P. Soares, Jacob A. Moulijn and MichielMakkee. Simultaneous hydrolysis and hydrogenation of cellobiose to sorbitol in molten salt hydrate media. Catalysis Science & Technology/ This journal is c The Royal Society of Chemistry 2013 Catal. Sci. Technol., 2013, 3, 1565-1572
- 5 N.N.Trofimova, V.A.Babkin Study of acid hydrolysis of larch wood polysaccharides to obtain crystalline glucose/ Chemistry of plant raw materials. 2009. №3. p. 31-37.
- 6 S.A.Autlov, N.G.Bazarnova, E.Yu.Kushnir Microcrystalline cellulase: structure, properties and applications (review)// Chemistry of plant raw materials. 2013. №3.p.33-41.
- 7 S.Ardizzone, F.S.Dioguardi, T.Mussini, P.R.Mussini, S.Rondinini, B.Vercelli, A.Vertova Microcrystalline cellulose powders: structure, surface features and water sorption capability// Cellulose 1999. Vol. 6. N1.P. 57–69.

Б.Ш.Кедельбаев¹, К.М. Лаханова², Ж.Б. Махатов¹

¹ М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент қ., Қазақстан.

² Х.А.Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан қ., Қазақстан.

(E-mail:makhatov_8008@mail.ru, mjasik92@mail.ru)

Бидай қалдықтарынан полисахаридтерді қайта өңдеу арқылы алу үдерісін зерттеу

Аннотация: Мақалада сорбитті алу мақсатында гидролиз – сутектендірудің ферментативті аралас (гибридті) үрдістерін зерттеудің нәтижелері көрсетілген. Дәл осы мақалада өндіріске қажетті бағалы өнімдердің шығымын жоғарылату мақсатында, бидай сабағын алдын-ала өңдеу және ферментативті гидролиз нәтижелері сонымен қатар сорбит синтезін зерттеу нәтижелері көрсетілген. Сабанды алдын-ала өңдеуді температурасы 190-250 °С аралығында күкіртті қышқылдың 0,6 бастап 2,5 % масс.концентрацияларында түрлендіріп жүргізілді. Сабанды күкіртті қышқылда гидролиздеудің оңтайлы температурасы 160 °С–170 °С және ұзақтығы 30–80 минутты құрады. Сабанды гидролиздеудің барлық тәжірибелеріндегі ең жақсы нәтиже күкіртті қышқылдың 1,6% масс.концентрациясында және 150-160 °С температурада болды. Сабанды ферментативті гидролиздеу үрдістеріне зерттеулер жүргізілді. Қағаз - тәжірибе жүзінде қаншалықты таза целлюлоза болып табылатындықтан, кинетикалық параметрлері бірдей ферментолиз үдерісінің кезінде сабан ферментолизі жағдайында түзілетін қант мөлшері, қағазды қолданғанға қарағанда 1,49 есе аз. Алынған тазаланған глюкоза гидролизаты никель-алюминий-темір-хромдық катализатордың қатысуымен сутектендірілді. 7,0% хром құймасынан жасалған катализатор сорбиттің шығуына үлкен белсенділік көрсетеді, 100 °С және 6МПа, 60 минут кезіндегі сутектендіру 50,5%, ал глюкозаны сутектендіру қоспасыз қаңқалы никельге қарағанда жылдамдығы 1,46 есе жоғары. Сутектің қысымының өсуі 2 ден 12 МПа дейін және 40-120 °С глюкозаны сутектендіру жылдамдығы белсендірілген титан никель-алюминий-темір катализаторында үлкейетіндігі көрсетілді.

Түйін сөздер: бидай сабағы, сорбит, целлюлоза, катализатор, ферментативті гидролиз, биомасса.

B.Sh. Kedelbayev¹, K.M.Lakhanova², Zh.B. Makhatov¹

¹ M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan.

² Yassawi International Kazakh-Turkish University, Turkestan, Kazakhstan.

(E-mail:makhatov_8008@mail.ru,mjasik92@mail.ru)

Study of the polysaccharides obtaining process from wheat processing waste

Abstract: The article presents the results of the study of the enzymatic combined (hybrid) hydrolysis-hydrogenation process for the production of sorbitol. This article describes the results of the pre-treatment and enzymatic hydrolysis of wheat straw, as well as the synthesis of sorbitol in order to increase the yield of valuable products needed for industry. Pretreatment of straw carried out in the temperature range 190-250 °C with a variation in the concentration of sulfuric acid from 0.6 to 2.5% by weight. The optimum temperature and duration of hydrolysis of straw with sulfurous acid at 160 °C - 170 °C and in 30-80 minutes, respectively. In all straw hydrolysis experiments, the best results achieved with a sulfuric acid concentration of 1.6% by weight and an experimental temperature of 150-160 °C. Studies of the processes of enzymatic hydrolysis of straw carried out. As well as, the paper is practically pure cellulose, then, with the same kinetic parameters of the fermentolysis processes, the amount of formed sugars in the case of fermentolysis of straw would be 1.49 times less than when using paper. The resulting purified glucose hydrolyzate was subjected to hydrogenation in the presence of a nickel-aluminum-iron-chromium catalyst. The catalyst of the alloy with 7.0% chromium exhibits the greatest activity, the yield of sorbitol at which at 100 °C and 6MPa for 60 minutes of hydrogenation is 50.5%, and the rate of hydrogenation of glucose is 1.46 times higher than for skeleton nickel without an additive. It is shown that with increasing hydrogen pressure from 2 to 12 MPa and from 40-120 °C, the rate of hydrogenation of glucose on titanium-promoted nickel-aluminum-iron catalysts increases.

Keywords: wheat straw, sorbitol, cellulose, catalyst, enzymatic hydrolysis, biomass.

References

- 1 Jianrong Li, Helena S. M. P. Soares, Jacob A. Moulijnand Michiel Makkee. Simultaneous hydrolysis and hydrogenation of cellobiose to sorbitol in molten salt hydrate media. Catalysis Science & Technology/ The Royal Society of Chemistry 2013 Catal. Sci. Technol., 2013, 3, 1565-1572
- 2 Ning Yan, Chen Zhao, Chen Luo, Paul J. Dyson, Haichao Liu, and Yuan Kou One-Step Conversion of Cellobiose to C6-Alcohols Using a Ruthenium Nanocluster Catalysis Communications j.am.chem. SOC. 9 VOL. 128, NO. 27, 2006 8715 Published on Web 06/20/2006
- 3 Joung Woo Han, Hyunjoo Lee, Joung Woo Han, Hyunjoo Lee. Direct conversion of cellulose into sorbitol using dual-functionalized catalysts inneutral aqueous solution. Catalysis Communications 19 (2012) 115–118
- 4 Jianrong Li, Helena S. M. P. Soares, Jacob A. Moulijn and MichielMakkee. Simultaneous hydrolysis and hydrogenation of cellobiose to sorbitol in molten salt hydrate media. Catalysis Science & Technology/ This journal is c The Royal Society of Chemistry 2013 Catal. Sci. Technol., 2013, 3, 1565-1572
- 5 N.N.Trofimova, V.A.Babkin Study of acid hydrolysis of larch wood polysaccharides to obtain crystalline glucose/ Chemistry of plant raw materials. 2009. №3. p. 31-37.
- 6 S.A.Autlov, N.G.Bazarnova, E.Yu.Kushnir Microcrystalline cellulase: structure, properties and applications (review)// Chemistry of plant raw materials. 2013. №3.p.33-41.
- 7 S.Ardizzone, F.S.Dioguardi, T.Mussini, P.R.Mussini, S.Rondinini, B.Vercelli, A.Vertova Microcrystalline cellulose powders: structure, surface features and water sorption capability// Cellulose 1999. Vol. 6. N1.P. 57–69.

Сведения об авторах:

Кедельбаев Б.Ш. – техникалық ғылымдар докторы, профессор, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан Мемлекеттік университеті.

Лаханова К.М. – ауылшаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, Қожа Ахмед Яссауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, «Адам морфологиясы және физиологиясы» кафедрасы.

Махатов Ж.Б. – докторант, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, «Химиялық инженерия және Биотехнология» жоғары мектебі, «Биотехнология» кафедрасы.

Kedelbaev B.Sh. – Doctor of Technical Sciences, Professor, M.Auezov South-Kazakhstan State University, Higher School of "Chemical Engineering and Biotechnology", Department of "Biotechnology";

Lakhanova K.M. – Doctor of agricultural sciences, professor, H.A.Yasaui International Kazakh-Turkish University; Department of Human Morphology and Physiology;

Makhatov Z.B. – Phd student, M.Auezov South-Kazakhstan State University, Higher School of "Chemical Engineering and Biotechnology", Department of "Biotechnology".

Поступила в редакцию 07.04.2018

R.Zh. Yermukhambetova, A.Zh. Dogabayev, A.A. Bari, Zh.K. Masalimov

*L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
(E-mail: rozazhaks@gmail.com)*

Oxidative stress response in plants to combined abiotic and biotic stress factors

Abstract: Reactive oxygen species were considered to be toxic by-products of aerobic metabolism, which were disposed of using antioxidants. However, it has become apparent that plants actively produce reactive oxygen species as signalling molecules to control processes such as programmed cell death, abiotic stress responses and pathogen defense. Oxidative stress, accompanied by increased generation of reactive oxygen species, occurs under the influence of both abiotic and biotic factors. Despite extensive studies of oxidative stress caused by temperature and various pathogens, there is a little understanding about cross-interaction between these factors. This review attempts to focus on influence of a combined action of abiotic and biotic factors on oxidative stress responses in plants. This knowledge might help to provide an insight into mechanisms of molecular interactions in response to multiple stress factors.

Keywords: oxidative stress, abiotic factors, biotic factors, reactive oxygen species, viral infection.

Reactive oxygen species (ROS) are derivatives of O₂ produced during normal cellular aerobic metabolism. They are free radicals such as superoxide, hydroxyl radicals, hydrogen peroxide and singlet oxygen. However, high concentrations of ROS are also generated by the action of environmental stresses such as UV and ionizing radiation, xenobiotics and pathogen infection. Each of these abiotic and biotic stress factors lead to the disruption of cellular homeostasis resulting in an enhanced generation of ROS that can pose a threat to organisms. Cells in this condition are known to be in a state of oxidative stress. Oxidative stress, defined as a shift of the balance between prooxidative and antioxidative reactions in favor of the former seems to be a common denominator of the action of various agents on living organisms[1].

An oxidative stress triggered by all environmental and biotic stresses can damage cell components and cause their dysfunction. The oxidative stress is caused by the following: (a) an imbalance between ROS generation and detoxification due to disturbance of 'normal' cell physiology; (b) ROS biosynthesis de novo as a constituent part of stress signaling and immunity response needed for defense and adaptation [2]. In humans and animals, oxidative stress is thought to underlie many diseases and contribute to the process of aging. Studies with plants in this field are less abundant but oxidative stress does not seem to be less important than in the animal world [3].

Plant oxidative stress is a complex physiological phenomenon. As for all organisms, plant ROS also play a dual role depending on their concentration. They were initially thought to be toxic byproducts of aerobic metabolism, but have now been acknowledged as central players in the complex signaling network of cells [4]. In the plant cell, ROS can directly cause strengthening of cell walls via cross-linking of glycoproteins, or lipid peroxidation and membrane damage. An increased level of ROS causes damage to cells, whereas at acceptable concentration they have additional signaling roles in plant adaptation to the stress. ROS are important signals mediating defense gene activation. Additional regulatory functions for ROS in defense occur in conjunction with other plant signaling molecules [5-7]. However, ROS also regulate additional plant responses in relation to other signals. Reactive oxygen species play a major role in plant defense against pathogens. Because of the duality of ROS, it is important for the cells to tightly control the level of ROS to not cause an oxidative stress and at the same time not to eliminate them completely. A balance is achieved by an antioxidative system that involves several antioxidant molecules. Some well known enzymatic antioxidants are superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and some peroxidases and reductases [2].

Unlike other organisms, due to their sessile lifestyle, plants are continuously exposed to a wide range of environmental stimuli and stresses. Several abiotic stress factors such as temperature, drought, salinity and radiation alter physiological processes in plants and negatively affect yield of agricultural crops. Moreover, plants have to face attacks by various pests and pathogens, including

bacteria, fungi, viruses, nematodes, and herbivores. At the same time, some environmental factors have an effect on plant-pathogen interactions. Particularly high and low temperature conditions might suppress an immunity of plants against viral pathogens. These observations have a tremendous significance because temperature stress is becoming the major concern for plant scientists worldwide due to the changing climate. Current climate prediction models indicate a gradual increase in ambient temperature. The difficulty of climate change is further added considering its precisely projecting potential agricultural impacts. For example, global warming will be accompanied by heat waves that drastically affect the conditions under which crop plants are grown [8].

Therefore, it is important to focus on complex cross-talks between plant responses to both abiotic and biotic stress factors in order to enhance plant immunity and crop productivity. Until now, little has been known about plants exposed to simultaneously occurring abiotic and biotic stresses [8]. An implementation of a versatile multifactorial test system, allowing simultaneous application of heat, chilling (low non-freezing temperatures) and virus stress to plants might shed some light on molecular plant responses to multiple stress factors.

Oxidative DNA damage, unless repaired, may have detrimental consequences and increase genetic instability. Therefore, it is important to determine the role of heat-shock or chilling induced oxidative stress on induction and repair of DNA damage in relation to oxidative stress tolerance in virus infected plants. It seems that heat-stress or chilling-stress factors influence on the interactions between plants and virus pathogens and act on pathogenicity and host defense responses.

It is possible that an abiotic stress can weaken or strengthen the plant protection against pathogens. Earlier we have shown that heat as a constant factor of the environment leads to increased generation of ROS in water and aqueous solutions [1].

Chilling stress is another major environmental factor that often affects plant growth and crop productivity and leads to significant crop losses. Heat and chilling oxidative stresses include responses that lead to the excess accumulation of toxic compounds, especially reactive oxygen species. The end result of ROS accumulation is oxidative stress [9]. It is also known that many mammals are sensitive to the action of viruses under the influence of low temperatures. We also found that low temperatures lead to an increase in aldehyde oxidase (AO) activity in barley plants.

It is well known that reactive oxygen species signaling network is involved in the regulation of numerous biological processes, including resistance to pathogens [10]. One of the earliest plant responses to pathogen invasion is a significant increase of ROS production, called oxidative (respiratory) burst [11, 12]. Recently we showed an involvement of plant AO in defense mechanisms against viral infection. In addition, the infection caused an increased accumulation of hydrogen peroxide, compared to mock-inoculated plants [13]. The virus infection resulted in increased activity of catalase (CAT) and superoxide dismutase (SOD) in roots and leaves of *N. benthamiana*. Moreover, activation of two additional CAT isoforms was observed in the leaves of plants after virus inoculation. Our findings indicated that the virus infection significantly affects enzymes responsible for the balance of ROS accumulation in plant tissue in response to pathogen attack [13].

Interestingly, it has been recently shown, that the increased content of hydrogen peroxide in virus infected plants promote the spread of silencing signal between different cells, contributing to the activation of RNA interference (RNAi) in the whole organism [14]. Nevertheless, many aspects of the interaction of the type as a temperature-plant-virus are open to investigation. For example, we know that an attack by pathogens leads to an increased generation of ROS, but we also know that because of the ROS the mammalian organism resists infection [11]. Therefore, can temperature-induced oxidative stress increase plant resistance to infection? This study is poorly understood in relation to the plants. In certain cases, such crosstalk can lead to a cross-tolerance and enhancement of a plant's resistance against pathogens. An investigation is needed to give an insight into cross-tolerance between abiotic and biotic stress, focusing on the molecular level and regulatory pathways.

The very early response of plant cells to infection or elicitors, the oxidative burst, which is fast stimulated, may hold a key for triggering the cascade reactions which are involved in the hypersensitive resistance response. Some organisms, for example, the pathogenic *Phytophthora* fungi seem to acquire the potential factors, suppressors, to overcome the system of the oxidative burst of host plant cells for the establishment of a compatible host-parasite relationship. In this sense, the oxidative

burst in plant cells may be an emergency signal for the expression of the active defence response in plants [11, 16]. Unfortunately, published data on this crosslinks are scarce, there is only a very limited number of studies which shed light on interaction between the viral intervention, temperature induced oxidative burst and plant response. Therefore, more research is needed.

It is clear plants potentially carry a self-defence system with or without resistance-encoding genes to certain pathogens. An incompatible recognition by plant cells may automatically trigger the oxidative burst through a signal transduction system, and then construct the chemical and/or physical defence barrier. The switching-on for the oxidative burst may be responsible for the successful resistance even in susceptible host cultivars. Plant cultivars without major resistance genes to their pathogens also carry the system for the oxidative burst and expression of the defence genes and metabolism. From this viewpoint, there is no need to introduce resistance-encoding genes or genes associated with the expression of resistance [8, 11]. In connection with the above, it is necessary to understand: 1) does the temperature affect the "aggressiveness" of the virus attack against the plant; 2) can plants use a temperature-induced oxidative "explosion" against a viral infection; 3) what will be the response of the plant to the "combined" (temperature and viral infection) oxidative stress.

Moreover knowing how to control the oxidative burst system will be much more effective to protect plants depending on their own latent potential of resistance. Therefore a better understanding of the oxidative burst and its associated signal transduction in plants may provide some reagents which can induce the acquired immunity depending on their own latent defence systems, and contribute to the sustainable development of crop production by reduction of the use of chemicals for the control of pathogens.

The need to study a biological complex relationship between abiotic stress-plant-pathogen is because a plant disease control is largely based on the use of fungicides, bactericides, and insecticides - chemical compounds toxic to plant invaders, causative agents, or vectors of plant diseases. However, the hazardous effect of these chemicals or their degradation products on the environment and human health strongly necessitates the search for new, harmless means of disease control [16]. There must be some natural phenomenon of induced resistance to protect plants from disease. A study is required that investigates molecular responses of combined stress, where the elevated level of ROS in plants formed as a result of temperature-induced oxidative stress will be directed by a host-plants against viral invasion. Thus understanding of molecular mechanisms of natural regulation in plant "fights" against pathogen attack could minimize the scope of chemical control, thus contributing to the development of sustainable agriculture. A successful research in this field will determine the role of temperature-induced ROS in the plant combating the pathogen action and, accordingly, will identify novel ways of defending plants against infection.

References

1. Bruskov V.I., Malakhova L.V., Masalimov Zh.K, and Chernikov A.V. Heat-induced formation of reactive oxygen species and 8-oxoguanine, a biomarker of damage to DNA // *Nucleic Acids Res.* - 2002. - V. 30. № 6. - P. 1354-1363.
2. Demidchik V. Mechanisms of oxidative stress in plants: From classical chemistry to cell biology // *Environmental and Experimental Botany* – 2015. - V.109. - P. 212-228.
3. Bartosz G. Oxidative stress in plants // *Acta Physiologiae Plantarum* – 1997. – V. 19. № 1. – P. 47-64.
4. Mittler R., Vanderauwera S., Suzuki N., Miller G., Tognetti V.B., Vandepoele K., Gollery M., Shulaev V. and Breusegem F. ROS signaling: the new wave? // *Trends in Plant Science* – 2011. - V. 16. № 6. – P. 300-309.
5. Liu X., Williams C.E., Nemacheck J.A., Wang H., Subramanyam S., Zheng C. and Chen M.S. Reactive Oxygen Species Are Involved in Plant Defense against a Gall Midge // *Plant Physiol.* – 2010. – V.152. № 2. – P. 985-999.
6. Hasanuzzaman M., Nahar K., Alam M., Roychowdhury R. and Fujita M. Physiological, Biochemical, and Molecular Mechanisms of Heat Stress Tolerance in Plants // *International Journal of Molecular Sciences.* – 2013. V.14. № 5. – P. 9643-9684.

7. Torres M.A., Jones J.D.G. and Dangl J.L. Reactive Oxygen Species Signaling in Response to Pathogens // *Plant Physiol.* – 2006. – V. 141. № 2. – P. 373-378.
8. Prasch C. M., Sonnewald U. Simultaneous Application of Heat, Drought, and Virus to Arabidopsis Plants Reveals Significant Shifts in Signaling Networks // *Plant Physiology.* – 2013. – V. 162. № 4. – P. 1849-1866.
9. Suzuki N., Mittler R. Reactive oxygen species and temperature stresses: a delicate balance between signaling and destruction // *Physiologia Plantarum.* – 2006. – V. 126. № 1. – P. 45-51.
10. Baxter A., Mittler R., Suzuki N. ROS as key players in plant stress signaling // *J. Exp. Bot.* – 2013. – V. 65. № 5.– P. 1229-1240.
11. Doke N., Miura Y., Sanchez L.M., Park H.-J., Noritake T., Yoshioka H., Kawakita K. The oxidative burst protects plants against pathogen attack: mechanism and role as an emergency signal for plant bio-defence // *Gene.* – 1996. – V. 179. № 1. – P. 45-51.
12. Mittler R., Vanderauwera S., Suzuki N., Miller G., Tognetti V.B., Vandepoele K., Gollery M., Shulaev V., Van Breusegem F. ROS signaling: the new wave? // *Trends Plant Sci.* – 2011. – V. 16. № 6. – P. 300-309.
13. Yergaliyev T.M., Nurbekova Z., Mukiyanova G., Akbassova A., Sutula M., Zhangazin S., Bari A., Tleukulova Z., Shamekova M., Masalimov Z.K., Omarov R.T. The involvement of ROS producing aldehyde oxidase in plant response to Tombusvirus infection // *Plant Physiol Biochem.* – 2016. V. 109. P. 36-44.
14. Liang D., White R.G., Waterhouse P.M. 2014. Mobile gene silencing in Arabidopsis is regulated by hydrogen peroxide // *PeerJ.* -2014. – V. 2. P. 701.
15. Kobayashi M., Yoshioka M., Asai S., Nomura H., Kuchimura K., Mori H., Doke N., Yoshioka H. StCDPK5 confers resistance to late blight pathogen but increases susceptibility to early blight pathogen in potato via reactive oxygen species burst // *New Phytol.* – 2012. – V. 196. № 1. P. 223-237.
16. Thakur M., Sohal B.S. Role of Elicitors in Inducing Resistance in Plants against Pathogen Infection: A Review // *ISRNBiochem.* – 2013. – V. 2013. – P. 1-10.

Р.Ж. Ермухамбетова, А.Ж. Догабаев, А.А. Бари, Ж.К. Масалимов

Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева Астана, Казахстан

Реакция окислительного взрыва у растений к одновременным абиотическим и биотическим стрессовым факторам

Аннотация: активные формы кислорода считаются токсичными побочными продуктами аэробного метаболизма, в дальнейшем устранимые антиоксидантами. Однако было установлено, что растения активно производят активные формы кислорода в качестве сигнальных молекул для контроля некоторых клеточных процессов как апоптоз, реакции к абиотическим стрессовым факторам и защита от патогенов.

Окислительный взрыв, сопровождающийся увеличением концентраций активных форм кислорода, происходит как ответ к абиотическим и биотическим факторам. Несмотря на достаточное количество исследований окислительного взрыва, возникающего из-за температуры и различных патогенов, взаимосвязанное влияние этих факторов все еще остается мало изученным.

Данный обзор рассматривает эффект комбинированного действия абиотических и биотических факторов на окислительный взрыв у растений, который поможет раскрыть механизмы молекулярных взаимодействий в ответ к нескольким стрессовым факторам одновременно.

Ключевые слова: окислительный взрыв, абиотические факторы, биотические факторы, активные формы кислорода, вирусная инфекция.

Р.Ж. Ермухамбетова, А.Ж. Догабаев, А.А. Бари, Ж.К. Масалимов

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті Астана, Қазақстан

Бір мезгілдегі абиотикалық және биотикалық стресстік факторларға жауап ретіндегі өсімдіктегі тотығу жарылысы

Аннотация: оттегінің белсенді формалары антиоксиданттар көмегімен жойылатын аэробты метаболизмнің зиянды қосымша өнімдері болып саналады. Алайда өсімдіктер оттегінің белсенді формаларын сонымен қатар апоптоз, абиотикалық стресске жауап және патогендерден қорғаныс секілді процестерді бақылауға қажетті сигнал молекулалары ретінде де белсенді түрде түзеді. Оттегінің белсенді формалары мөлшерінің артуымен жүретін тотығу жарылысы абиотикалық және биотикалық факторларға жауап ретінде орын алады. Температура және патогендер себебінен туындайтын тотығу жарылысына арналған зерттеу жұмыстары жеткілікті болғанымен, аталған факторлардың біріккен әсері әлі де белгісіз болып отыр. Бұл шолу абиотикалық және биотикалық факторлардың біріккен эффектісінің

өсімдіктегі тотығу жарылысына әсерін қарастырады және бірнеше стресстік факторларға жауап ретіндегі молекулалық өзара әрекеттердің механизмін ашуға көмек береді.

Түйін сөздер: тотығу жарылысы, абиотикалық факторлар, биотикалық факторлар, оттегінің белсенді формалары, вирустық инфекция.

References

1. Bruskov V.I., Malakhova L.V., Masalimov Zh.K, and Chernikov A.V. Heat-induced formation of reactive oxygen species and 8-oxoguanine, a biomarker of damage to DNA, *Nucleic Acids Res.*, **30** (6), 1354-1363, (2002).
2. Demidchik V. Mechanisms of oxidative stress in plants: From classical chemistry to cell biology, *Environmental and Experimental Botany*, **109**, 212-228 (2015).
3. Bartosz G. Oxidative stress in plants, *Acta Physiologiae Plantarum*, **19** (1), 47-64 (1997).
4. Mittler R., Vanderauwera S., Suzuki N., Miller G., Tognetti V.B., Vandepoele K., Gollery M., Shulaev V. and Breusegem F. ROS signaling: the new wave?, *Trends in Plant Science*, **16** (6) 300-309, (2011).
5. Liu X., Williams C.E., Nemacheck J.A., Wang H., Subramanyam S., Zheng C. and Chen M.S. Reactive Oxygen Species Are Involved in Plant Defense against a Gall Midge, *Plant Physiology*, **152** (2), 985-999, (2010).
6. Hasanuzzaman M., Nahar K., Alam M., Roychowdhury R. and Fujita M. Physiological, Biochemical, and Molecular Mechanisms of Heat Stress Tolerance in Plants, *International Journal of Molecular Sciences*, **14** (5) 9643-9684, (2013).
7. Torres M.A., Jones J.D.G. and Dangl J.L. Reactive Oxygen Species Signaling in Response to Pathogens, *Plant Physiology*, **141** (2), 373-378 (2006).
8. Prasad C. M., Sonnewald U. Simultaneous Application of Heat, Drought, and Virus to Arabidopsis Plants Reveals Significant Shifts in Signaling Networks, *Plant Physiology*, **162** (4), 1849-1866 (2013).
9. Suzuki N., Mittler R. Reactive oxygen species and temperature stresses: a delicate balance between signaling and destruction, *Physiologia Plantarum*, **126** (1), 45-51 (2006).
10. Baxter A., Mittler R., Suzuki N. ROS as key players in plant stress signaling, *J. Exp. Bot.*, **65** (5) 1229-1240, (2013).
11. Doke N., Miura Y., Sanchez L.M., Park H.-J., Noritake T., Yoshioka H., Kawakita K. The oxidative burst protects plants against pathogen attack: mechanism and role as an emergency signal for plant bio-defence, *Gene*, **179** (1), 45-51 (1996).
12. Mittler R., Vanderauwera S., Suzuki N., Miller G., Tognetti V.B., Vandepoele K., Gollery M., Shulaev V., Van Breusegem F. ROS signaling: the new wave?, *Trends Plant Sci.*, **16** (6), 300-309 (2011).
13. Yergaliyev T.M., Nurbekova Z., Mukiyanova G., Akbassova A., Sutula M., Zhangazin S., Bari A., Tleukulova Z., Shamekova M., Masalimov Z.K., Omarov R.T. The involvement of ROS producing aldehyde oxidase in plant response to Tombusvirus infection, *Plant Physiol Biochem.*, **109**, 36-44, (2016).
14. Liang D., White R.G., Waterhouse P.M. 2014. Mobile gene silencing in Arabidopsis is regulated by hydrogen peroxide, *Peer J.*, **2**, 701, (2014).
15. Kobayashi M., Yoshioka M., Asai S., Nomura H., Kuchimura K., Mori H., Doke N., Yoshioka H. StCDPK5 confers resistance to late blight pathogen but increases susceptibility to early blight pathogen in potato via reactive oxygen species burst, *New Phytology*, **196** (1), 223-237, (2012).
16. Thakur M., Sohal B.S. Role of Elicitors in Inducing Resistance in Plants against Pathogen Infection: A Review, *ISRN Biochemistry*, 2013, 1-10, (2013).

Сведения об авторах:

Ермухамбетова Р.Ж – преподаватель кафедры биотехнологии и микробиологии, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул.К.Мунайпасова 13, Астана, Казахстан.

Догабаев А.Ж – преподаватель кафедры биотехнологии и микробиологии, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул.К.Мунайпасова 13, Астана, Казахстан.

Бари А.А – и.о.доцента кафедры биотехнологии и микробиологии, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул.К.Мунайпасова 13, Астана, Казахстан.

Масалимов Ж.К – доцент кафедры биотехнологии и микробиологии, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул.К.Мунайтпасова 13, Астана, Казахстан.

Yermukhambetova Roza – teaching assistant at the department of biotechnology and microbiology, L.N.Gumilyov Eurasian National University, 13 Munaitpasov str., Astana, Kazakhstan.

Dogabayev Azamat – teaching assistant at the department of biotechnology and microbiology, L.N.Gumilyov Eurasian National University, 13 Munaitpasov str., Astana, Kazakhstan.

Bari Assyl – acting associate professor at the department of biotechnology and microbiology, L.N.Gumilyov Eurasian National University, 13 Munaitpasov str., Astana, Kazakhstan.

Masalimov Zhaksylyk – associate professor at the department of biotechnology and microbiology, L.N.Gumilyov Eurasian National University, 13 Munaitpasov str., Astana, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 23.01.2018

Chien-Hung Chen¹, Dos D. Sarbassov²

¹ *Department of Molecular and Cellular Oncology, University of Texas M. D. Anderson Cancer Center, Houston, TX 77030, USA*

² *The University of Texas Graduate School of Biomedical Sciences at Houston, Houston, TX 77030, USA*

(E-mail: dsarbass@mdanderson.org)

The rictor phosphorylation is growth factor dependent in the breast cancer cells

Abstract: In spite of advances in early diagnosis breast cancer remains a dreadful disease, approximately 40,000 women die every year. Deregulation of growth factor signaling has been assigned as a hallmark in cancer development and progression. A multi-step process driven by a highly selective pressure takes place in transformation of mammary epithelial cells and development of malignant phenotype. Activation of cellular signaling pathways engaged in regulation of cell proliferation, survival, and migration is a key factor in tumorigenesis. In this regard, one of the most frequently activated signaling component in human cancer is Akt that provides leverage for cancer cells in up-regulation of cellular proliferation and survival required for sustained tumor growth. In our previous work we have identified mammalian Target of Rapamycin Complex 2 (mTORC2) as a crucial regulator of Akt. An important role of the novel mTORC2 complex as a regulator of Akt attracts a great interest in cancer research. The central hypothesis of this study is that during cellular transformation the mTORC2 signaling is up-regulated to activate the Akt pathway as an important step in development of primary breast cancer tumors. According our study, the development of the novel breast cancer marker based on indirect evaluation of the mTORC2 activity is feasible. Besides, it will be highly valuable to develop a specific inhibitor of mTORC2 to target the breast cancer linked to hyperactivation of Akt. The study of mTORC2 regulation is a promising area of research for development the breast cancer therapeutics. The novel breast cancer marker will identify the mTORC2-dependent types of breast cancers and be applied for early diagnostics and characterization of breast cancer. Development of a specific inhibitor of mTORC2 will provide the specific targeting tool to suppress the growth factor signaling in breast cancer.

Keywords: rictor, breast cancer, mTOR, mTORC1, mTORC2, insulin-like growth factor I

A. Background. A-1. Hyperactivation of the Akt signaling in breast cancer. In spite of advances in early diagnosis breast cancer remains a dreadful disease: approximately 40,000 women die of the disease every year (Greenlee et al., 2000). Deregulation of growth factor signaling is a hallmark in cancer development and progression. The insulin-like growth factor (IGF) or epidermal growth factor (EGF) tyrosine kinase signaling pathways are commonly deregulated pathways in human breast cancer (Klijn et al., 1992; Slamon et al., 1989; Surmacz, 2000; Zhang and Yee, 2000). Amplification of the growth factor-dependent ras and phosphatidylinositol-3-OH kinase (PI3K) pathways leads to hyperactivation of the Akt signaling, which provides leverage for cancer cells in the up-regulation of cellular proliferation and survival required for sustained tumor growth (Brognard et al., 2001; Hutchinson et al., 2004; Shaw and Cantley, 2006). The IGFI expression has been shown to be associated with most human breast cancers (Surmacz, 2000). Overexpression of HER2 is associated with tumorigenesis and amplified HER2 has been identified in 20% -30% of breast cancers (van de Vijver et al., 1988). Mutations in ras genes are not common in breast cancer but the highly active ras proteins have been identified in approximately 50% of the studied breast tumors (von Lintig et al., 2000), most likely linked to up-regulation of growth factor signaling. The clustered regions of point mutations have been revealed in the p110a catalytic subunit of PI3K in 20%-30% of the breast, colon, brain, and gastric tumors examined (Samuels et al., 2004). In addition, a loss of PTEN is the most common mechanism of PI3K activation in human cancers. PTEN lipid phosphatase acts as an enzyme to reverse the kinase reaction catalized by PI3K. PTEN catalyzes removal of the D3 phosphate from phosphatidylinositol-3,4,5-triphosphates and thereby counterbalances the PI3K signaling (Maehama and Dixon, 1998). A large number of sporadic mutations of PTEN are identified in a high level in many tumor types, including breast, ovarian, and colon cancers and

glioblastoma, defining PTEN as the second most commonly mutated tumor suppressor gene after p53 (Shaw and Cantley, 2006).

A role of Akt in cancer development associated with its hyperactivation and phosphorylation on the Ser-473 site has been intensively studied in various human cancers (Balsara et al., 2004; Kreisberg et al., 2004; Sun et al., 2001; Tsurutani et al., 2006), and it has been found in more than 40% of breast cancers that correlated with disease progression from abnormal hyperplasia to tumor invasion (Zhou et al., 2004). Akt is the evolutionarily conserved serine/threonine kinase and an essential downstream effector of the PI3K pathway in growth factor signaling. Akt is represented by subfamily of kinases containing three isoforms, Akt1, Akt2, and Akt3. The Akt kinases are members of the AGC (protein kinase A, G, and C) kinase family that act on a wide spectrum of substrates (Bellacosa et al., 2005). The Akt signaling is engaged in multiple signaling pathways and involved in regulation of a various of cellular processes, including cell proliferation, growth, survival, and metabolism. We only recently identified mTORC2 (mammalian Target Of Rapamycin Complex 2) as a long sought Ser-473 kinase of Akt (Sarbassov et al., 2005). An important role of the novel mTORC2 complex as a regulator of Akt attracts a great interest in cancer research.

A-2 The mTORC2 complex regulates Akt by phosphorylating its Ser-473 site. The Akt kinase is a well-characterized essential effector of PI3K in growth factor signaling. Activation of PI3K results in accumulation of phosphatidylinositol-3,4,5-triphosphates (PIP3s) which initiate recruitment of Akt to plasma membrane by its plekstrin homology domain. At this location Akt is phosphorylated on the Thr-308 and Ser-473 sites required to fully activate Akt (Bellacosa et al., 2005). The activation loop of Akt on Thr-308 is phosphorylated by the phosphoinositide-dependent kinase 1 (PDK1) that required for the kinase activity of Akt (Alessi et al., 1997) (Stephens et al., 1998). PDK1 was identified in 1997, but the Ser-473 kinase of Akt, named PDK2, which was sought for many ears, was only recently identified as the mTOR Complex 2 (mTORC2) (Sarbassov et al., 2005). Although several candidates were proposed earlier as PDK2 (Dillon et al., 2007), the mouse genetic studies confirmed the role of mTORC2 as the Ser-473 kinase of Akt (Guertin et al., 2006; Jacinto et al., 2006; Shiota et al., 2006; Yang et al., 2006). This phosphorylation event is coupled to activation of Akt and it is involved in regulation of the PDK1-dependent phosphorylation on Thr-308 of Akt by facilitating recognition of Akt by PDK1 (Scheid et al., 2002; Yang et al., 2002).

The mTORC2 complex is assembled by the mTOR interacting proteins rictor, Sin1, and mLST8 (Frias et al., 2006; Jacinto et al., 2006; Jacinto et al., 2004; Sarbassov et al., 2004). mTORC2 as a regulator of Akt, an essential kinase downstream of PI-3 kinase, expands mTOR's function to regulation of cellular proliferation, survival, motility, and metabolism. A role of mTORC2 in regulating of PKCa and the cytoskeleton has also been reported (Jacinto et al., 2004; Sarbassov et al., 2004). A central component of this complex is mTOR, an essential and highly conserved protein. It contains multiple HEAT repeats at the N-terminal half of the protein that are known to form a scaffolding structure for protein/protein interactions. The FRB domain responsible for binding of the rapamycin/FKBP12 complex is a stretch of 100 amino acids located in the C-terminal half of mTOR. The mTOR kinase domain is located at the C-terminus, structurally resembles a kinase domain of PI3K but functions as a serine/threonine protein kinase and it is essential for mTOR's function (Harris and Lawrence, 2003). In contrast to mTORC1, mTORC2 does not bind the rapamycin/FKBP12 complex, suggesting that the FRB domain on mTOR that is responsible for the binding is not accessible on mTORC2. Nevertheless, prolonged rapamycin treatment causes an indirect effect on mTORC2 by inhibiting the assembly of this complex. In some cell types, mostly lymphoma cells, the prolonged rapamycin treatment causes inhibition of Akt because of a dramatic effect on the abundance of mTORC2 (Sarbassov et al., 2006). Within the mTORC2 complex, mLST8 also known as GbL, a small adaptor protein containing seven WD40 repeats, binds tightly to the kinase domain of mTOR (Jacinto et al., 2004; Sarbassov et al., 2004). Binding of mLST8 to mTOR is required for the kinase activity of mTOR (Kim et al., 2003). Another mTORC2 component rictor forms a low affinity complex with mTOR and it is indispensable for the function of mTORC2. Rictor remains poorly characterized. The full length of the human rictor polypeptide containing 1,708 amino acids reveals no homology with any known functional domain or protein, although it is relatively conserved in all eukaryotes (Sarbassov et al., 2004; Sarbassov et al., 2005). Initially,

riCTOR's ortholog, *pianissimo*, was identified in *Dictyostelium* as a critical player in chemotaxis and cAMP signal relay (Chen et al., 1997). The recently identified fourth component of mTORC2, Sin1, might provide more insights into the regulation and function of mTORC2. Two Sin1 functional domains have been proposed: the Raf-like Ras binding domain (RBD) and a pleckstrin homology domain (Schroder et al., 2007). The RBD domain points out Ras as a potential up-stream effector of mTORC2, and localization of mTORC2 at the plasma membrane might depend on the pleckstrin homology domain of Sin1. Like rictor's, Sin1's ortholog was initially identified as an important regulator of chemotaxis and in addition as a Ras interacting protein 3 in *Dictyostelium* (Lee et al., 2005; Lee et al., 1999). In this proposed project, we examined the role of PI3K in regulation of the mTORC2 activity.

B. Results B-1 Rictor phosphorylation is linked to regulation of the mTORC2 kinase activity. To study growth factor dependent activation of mTORC2, we examined the IGF1-dependent phosphorylation of its substrate Akt in three breast cancer cell lines, MDA-MB-231, MCF7, and MDA-MB-435. We found that the IGF1 stimulation of the serum-starved cells induced a robust phosphorylation of Akt on the Ser-473 site in all three breast cancer cell lines (Fig. 1A and B). It indicates that all three cancer cell lines are highly sensitive to the IGF1 stimulation that associates with the phosphorylation of the mTORC2 substrate Akt. We also observed the change of rictor's mobility in a gel. In our initial characterization of rictor we have shown that rictor's mobility is depend on its phosphorylation state (Sarbasov et al., 2004). Taken together, these data suggest that the IGF1-dependent activation of the mTORC2 function is linked to phosphorylation its component rictor. It is possible that in active state of mTORC2, mTOR acts as a rictor kinase and the phosphorylation of rictor takes place within the mTORC2 complex. In the next experiment we addressed whether the activation of mTORC2 takes place following the stimulation of cells with IGF1 by performing in vitro mTORC2 kinase assay as described previously (Sarbasov et al., 2005). We detected a greater kinase activity in the mTORC2 sample purified from the IGF1 stimulated cells than in the sample purified from serum starved cells (Fig. 1B, the upper panel). Thus, the growth factor-dependent phosphorylation of rictor is linked to activation of the kinase activity of mTORC2.

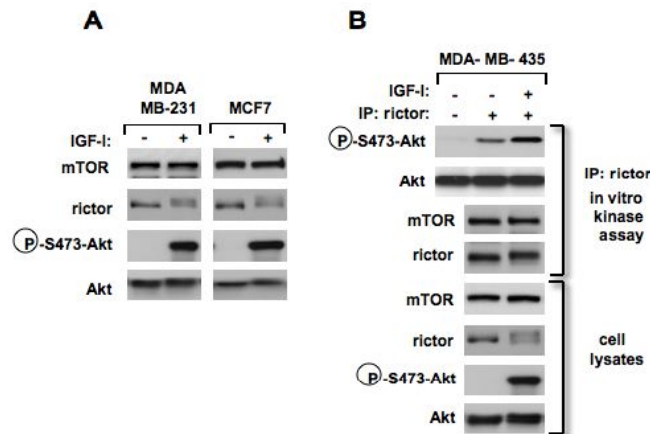


Figure 1 – Rictor phosphorylation associates with the IGF1-dependent stimulation of the mTORC2 kinase activity
A. The IGF1 stimulation causes a slower mobility of rictor protein. The serum starved MDA-MB-231 and MCF7 cells were stimulated by IGF1. The lysates were analyzed by immunoblotting for indicated proteins and phosphorylation of Akt. **B.** The IGF1 stimulation induced the phosphorylation of rictor and a kinase activity of mTORC2. The rictor immunoprecipitates from the serum starved or IGF1 stimulated MDA-MB-435 cells were used in a kinase assay with a full-length wild type Akt1 as a substrate. Immunoblotting was used to detect the phosphorylation of Akt on Ser-473 and the amount of mTOR, rictor, and Akt1 in the kinase assay. Akt1 itself without immunoprecipitate was used in a kinase assay to detect a basal phosphorylation of the substrate (upper panel). The MDA MB 435 cell lysates were analyzed in parallel as described in A (lower panel).

B-2 The IGF1-dependent phosphorylation sites of the mTORC2 component rictor. Regulation of the mTORC2 activity by IGF1 is linked to phosphorylation of its component rictor, although the function of this phosphorylation in the mTORC2 signaling is unknown. Identification of the phosphorylation sites on rictor is a critical step in addressing this lack of knowledge. This project was initiated by the mass spectrometry analysis of the immunopurified rictor samples from

the stimulated HeLa cells. We selected several rictor peptides as potential carriers of phosphorylation sites on the basis of their distinct mass readings. To study these potential phosphorylation sites of rictor, we initiated development of the rictor phospho-specific antibodies. The first three antibodies that recognize the rictor phosphorylation sites on Thr-1135, Thr-1177, and Ser-1219 were recently developed and validated.

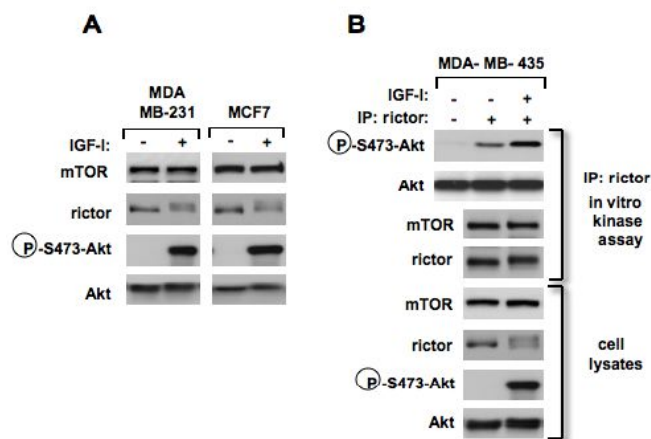


Figure 2 – Detection of the IGF1 dependent phosphorylation sites of the mTORC2 component rictor
The serum starved MDA-MB-435 cells with or without the IGF1 stimulation were lysed and analyzed by immunoblotting for the indicated proteins and phosphorylation states by the phospho-specific rictor and Akt antibodies. Where indicated the cells were also pre-incubated with LY294002 at 20 micromolar concentration for 24 hrs (left panel). In parallel, in the similar conditions the mTOR bound rictor phosphorylations were analyzed in the mTOR immunoprecipitates as shown in a right panel.

We found that a detection of rictor by the rictor phospho-Thr-1135 and Ser-1219 antibodies was greater in the cellular extracts of MDA-MB-435 cells stimulated by IGF1 than it was those of unstimulated serum-starved cells (Fig. 2, a left panel). This finding confirmed that the rictor phosphorylation at least on Thr-1135 and Ser-1219 sites takes place following stimulation of cells with IGF1. However the signal detected by the rictor phospho-Thr-1177 antibody showed no increase following IGF1 stimulation, suggesting either constitutive phosphorylation of this site or that the antibody binding to rictor is independent of the phosphorylation of this site. Validation of this rictor site will be undertaken with a different batch of the antibody. As also shown in Fig. 2 (left panel), a pre-incubation of cells for 16 hrs with the PI3K inhibitor LY294002 (also known as inhibitor of the mTOR kinase activity) caused a decrease of the basal signal detected by these phospho-specific rictor antibodies under unstimulated conditions. This implies that under serum-starved condition, PI3K or mTOR carries sufficient basal activity to sustain a low level of rictor phosphorylation. Most importantly, the pre-incubation of cells with LY294002 inhibited the IGF1 induced phosphorylation of rictor on Thr-1135 and Ser-1219 indicating that PI3K or mTOR plays a role in this phosphorylation event.

After studying rictor phosphorylation in total cellular lysates, we analyzed it in association with the mTORC2 complex. We purified mTORC2 by immunoprecipitating mTOR from cells in experimental conditions similar to those described above by lysing cells in a buffer containing a mild detergent, CHAPS, to preserve the complex. We found that the mTORC2 component rictor was phosphorylated in response to the IGF1 stimulation on Thr-1135 and Ser-1219 sites and this phosphorylation was sensitive the pre-incubation of cells to LY294002 (Fig. 2, a right panel). We found a similar pattern of the rictor phosphorylation in the total cellular extracts and the immunopurified mTORC2. Thus, the rictor phosphorylation in total cellular extracts indicates the rictor phosphorylation within the mTORC2 complex and can be applied as the indirect activity marker of this kinase complex. Also, in the same samples of total cellular lysates and immunopurified mTOR we also detected the growth factor-dependent changes in mobility of the Sin1 protein. It implies a role of phosphorylation of Sin1 in growth factor-dependent regulation of mTORC2.

C. Discussion and future directions. Deregulation of growth factor signaling is a hallmark in cancer development and progression. The IGF or EGF signaling pathways are commonly deregulated pathways in human breast cancer. Amplification of the growth factor-dependent ras and

phosphatidylinositol-3-OH kinase (PI3K) pathways leads to hyperactivation of the Akt signaling, which provides leverage for cancer cells in the up-regulation of cellular proliferation and survival required for sustained tumor growth. The focus of this study is mTORC2, the important player in growth factor signaling with its enzymatic kinase activity that attracts a great interest as a novel anti-cancer drug target.

C-1. Hyperactivation of Akt is common in breast cancer and it is linked to its phosphorylation on the regulatory Ser-473 site by mTORC2. As described in the Results (Sections B1 and B2), we have identified the phosphorylation sites of the mTORC2 components rictor and mTOR, and these post-translational modifications are coupled to the functional activity of the mTORC2 complex as the regulatory Ser-473 kinase of Akt. We found that the phosphorylation of rictor on Thr-1135 and Ser-1219 sites takes place in a process of activation of the mTORC2 kinase in breast cancer cells stimulated by IGFI. This finding allows an indirect evaluation of the kinase activity of mTORC2 by applying the phospho-specific rictor and mTOR antibodies validated in this study. The both phosphorylation sites of rictor could serve as the novel markers to assess activity of the mTORC2 kinase activity in breast cancer based on detection of the rictor phosphorylation. It will be a valuable tool to identify and characterize the mTORC2-dependent types of breast cancer.

Development of the novel breast cancer marker based on detection of the mTORC2 activity will be valuable to assess this regulatory Ser-473 kinase of Akt. Hyperactivation of Akt is associated with variety types of cancer including breast cancer. The high abundance of the mTORC2 components rictor and mTOR in human breast tumors correlates with its role as the regulatory Ser-473 kinase of Akt required for sustained tumor growth. Development of the novel breast cancer marker can be based on detection of the rictor phosphorylation by the phospho-specific rictor antibodies described in Results section B-2. Initially, the study has to determine if the antibodies will recognize their phosphorylation sites on the non-denatured native form of rictor. It is likely that the phospho-specific antibodies will efficiently immunoprecipitate rictor from the IGFI-stimulated but not from the serum-starved cells. The CHAPS lysis buffer will be applied to preserve the mTORC2 complex. If the phosphorylation sites of rictor will not be accessible for the antibodies in the complex, the cells will be lysed in the Triton lysis buffer known to disintegrate the mTORC2 complex. It might be necessary to validate the phospho-specific rictor antibodies in the immunofluorescence study of the serum-starved or IGFI-stimulated breast cancer cells. If necessary the permeabilization step will be introduced by incubating the fixed cells in a stringent Triton containing buffer. To assure the specificity of staining the knock down of rictor by the retroviral expression of shRNAs targeting rictor mRNA will be instrumental. Extension of the rictor phospho-specific antibody applications to stain breast tumors by immunohistochemistry (IHC) is a critical final step in the marker development. The breast tumor samples for IHC can be first obtained from the mouse mammary tumor virus (MMTV)-HER2 transgenic mice to determine a feasibility of the phospho-rictor antibodies for detection the HER-dependent mTORC2 activation. After the validation of the phospho-specific rictor antibodies in the IHC staining of the mouse tumor samples, it will be feasible to initiate the staining of human breast tumors.

C-2. An important role of mTORC2 as regulator of Akt attracts a lot of attention and translates mTORC2 to a highly attractive anti-cancer drug target, particular for cancer types with the hyper-activated Akt pathway. It correlates well with our finding that demonstrates the up-regulation of the mTORC2 components rictor and mTOR in human breast tumors as shown in the Results section B-3. In our previous work we found that a prolonged rapamycin treatment causes only a partial inhibition of the mTORC2 assembly and in most of the cancer cells the Akt pathway remains insensitive to rapamycin treatment. It can be predicted that active compounds affecting the mTORC2 function in combination with rapamycin will have a synergistic impact on cancer cells linked to the potent inhibition of Akt. Our study incites a development of the mTORC2 inhibitor that will have a great potential in translational research.

Targeting the mTORC2 complex in breast cancer by developing of its specific inhibitor is a promising approach to suppress breast tumorigenesis. The National Cancer Institute library of natural chemical compounds will be valuable to carry out the screening studies. The different types of high through-put screening (HTS) assays are necessary to develop a specific and potent inhibitor

of mTORC2. First, the screening for the mTORC2 kinase activity can be analyzed by detection of the rictor phosphorylation in a cell-based assay. The rictor phospho-specific antibodies described in this study will provide the functional read-out of the mTORC2 activity. Second, it will be practical to perform the screen to identify the synergistic cell toxicity effect in combination with rapamycin. It has been shown in our previous study that a prolonged rapamycin treatment inhibits assembly of mTORC2 and a compound inhibiting mTORC2 in combination with rapamycin will be highly effective in suppressing mTORC2 and cell survival by mimicking a loss of mTORC2. Third, the HTS assay for the compounds causing effect on integrity and assembly of mTORC2 will provide an additional approach to search for the potent inhibitors of mTORC2. This screening approach will be based the mTORC2 purification and analyzing its integrity. The affinity purification of mTOR allows to analyze integrity of both mTORC1 and mTORC2 by detecting abundance of bound raptor or rictor to mTOR. Identification of compound with a specific and selective effect on integrity of the mTORC2 but not to the mTORC1 will be a main interest in this screening approach. A highly quantitative pulse and chase experiment can be applied to study effect of inhibitory compounds on assembly of mTORC2. Most importantly, a mechanism of direct targeting and binding of inhibitory compounds to the mTORC2 will validate the screening studies by co-purification experiments of the mTORC2 components with radiolabeled inhibitory compounds.

References

- Alessi D.R., James S.R., Downes C.P., Holmes A.B., Gaffney P.R., Reese C.B., Cohen P. Characterization of a 3-phosphoinositide-dependent protein kinase which phosphorylates and activates protein kinase B α // *Curr Biol* -1997. № 7. -C. 261-269.
- Balsara B.R., Pei J., Mitsuchi Y., Page R., Klein-Szanto A., Wang H., Unger M., Testa J.R. Frequent activation of AKT in non-small cell lung carcinomas and preneoplastic bronchial lesions// *Carcinogenesis* -2004. № 25. -C. 2053-2059.
- Bellacosa A., Kumar, C.C., Di Cristofano A., Testa J.R. Activation of AKT kinases in cancer: implications for therapeutic targeting// *Adv Cancer Res* -2005. № 94. -C. 29-86.
- Brogna J., Clark A.S., Ni Y., Dennis P.A. Akt/protein kinase B is constitutively active in non-small cell lung cancer cells and promotes cellular survival and resistance to chemotherapy and radiation// *Cancer Res* - 2001. № 61. -C. 3986-3997.
- Brunet A., Bonni A., Zigmond M.J., Lin M. Z., Juo P., Hu L.S., Anderson M.J., Arden K.C., Blenis J., Greenberg M. E. Akt promotes cell survival by phosphorylating and inhibiting a Forkhead transcription factor// *Cell* -1999. № 96. -C. 857-868.
- Cantley L.C. The phosphoinositide 3-kinase pathway// *Science* -2002. № 296. -C. 1655-1657.
- Chen M.Y., Long Y., Devreotes P.N. A novel cytosolic regulator, Pianissimo, is required for chemoattractant receptor and G protein-mediated activation of the 12 transmembrane domain adenylyl cyclase in *Dictyostelium*// *Genes Dev* -1997. № 11. -C. 3218-3231.
- Chiang G.G., Abraham R.T. Phosphorylation of mammalian target of rapamycin (mTOR) at Ser-2448 is mediated by p70S6 kinase// *J Biol Chem* -2005. № 280 -C. 25485-25490.
- Cross D. A., Alessi D.R., Cohen P., Andjelkovich M., Hemmings B.A. (1995). Inhibition of glycogen synthase kinase-3 by insulin mediated by protein kinase B// *Nature* -119. № 378. -C. 785-789.
- Datta S. R., Dudek H., Tao X., Masters S., Fu H., Gotoh Y., Greenberg M.E. Akt phosphorylation of BAD couples survival signals to the cell-intrinsic death machinery// *Cell* -1997. № 91. -C. 231-241.
- del Peso L., Gonzalez-Garcia M., Page C., Herrera R., Nunez G. Interleukin-3-induced phosphorylation of BAD through the protein kinase Akt // *Science* -1997. № 278. -C. 687-689.
- Dillon R.L., White D.E., Muller W.J. (2007). The phosphatidylinositol 3-kinase signaling network: implications for human breast cancer// *Oncogene* -2007. № 26. -C. 1338-1345.
- Frias M.A., Thoreen C.C., Jaffe J.D., Schroder W., Sculley T., Carr S.A., Sabatini D.M. mSin1 is necessary for Akt/PKB phosphorylation, and its isoforms define three distinct mTORC2s// *Curr Biol* -2006. № 16. -C. 1865-1870.
- Greenlee R.T., Murray T., Bolden S., Wingo P.A. Cancer statistics, 2000// *CA Cancer J Clin* -2000. № 50. -C. 7-33.
- Guertin D.A., Stevens D.M., Thoreen C.C., Burds A.A., Kalaany N.Y., Moffat J., Brown M., Fitzgerald K.J., Sabatini D. M. (2006). Ablation in mice of the mTORC components raptor, rictor, or mLST8 reveals that mTORC2 is required for signaling to Akt-FOXO and PKC α , but not S6K1// *Dev Cell* -2006. № 11. -C. 859-871.
- Harris T.E., Lawrence J.C. Jr. TOR signaling// *Sci STKE*. - 2003, re15.
- Holz M. K., Blenis J. Identification of S6 kinase 1 as a novel mammalian target of rapamycin (mTOR)-phosphorylating kinase // *J Biol Chem* -2005. № 280. -C. 26089-26093.

- Hutchinson J.N., Jin J., Cardiff R.D., Woodgett J.R., Muller W.J. Activation of Akt-1 (PKB-alpha) can accelerate ErbB-2-mediated mammary tumorigenesis but suppresses tumor invasion// *Cancer Res* -2004. № 64. -C. 3171-3178.
- Inoki K., Li Y., Zhu T., Wu J., Guan K.L. TSC2 is phosphorylated and inhibited by Akt and suppresses mTOR signalling// *Nat Cell Biol* -2002. № 4. -C. 648-657.
- Jacinto E., Facchinetti V., Liu D., Soto N., Wei S., Jung S.Y., Huang Q., Qin J., Su, B. SIN1/MIP1 maintains rictor-mTOR complex integrity and regulates Akt phosphorylation and substrate specificity// *Cell* -2006. № 127. -C. 125-137.
- Jacinto E., Loewith R., Schmidt A., Lin S., Ruegg M. A., Hall A., Hall M.N. Mammalian TOR complex 2 controls the actin cytoskeleton and is rapamycin insensitive// *Nat Cell Biol* -2004. № 6. -C. 1122-1128.
- Kim D.H., Sarbassov D.D., Ali S.M., Latek R.R., Guntur K.V., Erdjument-Bromage H., Tempst P., Sabatini D.M. GbetaL, a positive regulator of the rapamycin-sensitive pathway required for the nutrient-sensitive interaction between raptor and mTOR// *Mol Cell* 2003. № 11. -C. 895-904.
- Klijn J.G., Berns P.M., Schmitz P.I., Foekens J.A. (1992). The clinical significance of epidermal growth factor receptor (EGF-R) in human breast cancer: a review on 5232 patients// *Endocr Rev* -1992. № 13. -C. 3-17.
- Kohn A.D., Summers S.A., Birnbaum M.J., Roth R.A. Expression of a constitutively active Akt Ser/Thr kinase in 3T3-L1 adipocytes stimulates glucose uptake and glucose transporter 4 translocation// *J Biol Chem* -1996. № 271. -C. 31372-31378.
- Kreisberg J.I., Malik S.N., Prihoda T.J., Bedolla R.G., Troyer D.A., Kreisberg S., Ghosh P.M. (2004). Phosphorylation of Akt (Ser473) is an excellent predictor of poor clinical outcome in prostate cancer// *Cancer Res* -2004. № 64. -C. 5232-5236.
- Lee S., Comer F.I., Sasaki A., McLeod I.X., Duong Y., Okumura K., Yates J.R., 3rd, Parent C.A., Firtel R.A. TOR complex 2 integrates cell movement during chemotaxis and signal relay in Dictyostelium// *Mol Biol Cell* -2005. №16. -C. 4572-4583.
- Lee S., Parent C.A., Insall R., Firtel, R. A. A novel Ras-interacting protein required for chemotaxis and cyclic adenosine monophosphate signal relay in Dictyostelium// *Mol Biol Cell* -1999. № 10. -C. 2829-2845.
- Manning B.D., Tee A.R., Logsdon M.N., Blenis J., Cantley L.C. (2002). Identification of the tuberous sclerosis complex-2 tumor suppressor gene product tuberin as a target of the phosphoinositide 3-kinase/akt pathway// *Mol Cell* -2002. №10. -C. 151-162.
- Peterson R.T., Beal P.A., Comb M.J., Schreiber S.L. (2000). FKBP12-rapamycin-associated protein (FRAP) autophosphorylates at serine 2481 under translationally repressive conditions// *J Biol Chem* -2000. № 275. -C. 7416-7423.
- Sancak Y., Thoreen C.C., Peterson T.R., Lindquist R.A., Kang S.A., Spooner E., Carr S.A., Sabatini D.M. PRAS40 is an insulin-regulated inhibitor of the mTORC1 protein kinase// *Mol Cell* -2007. № 25. -C. 903-915.
- Sarbassov D.D., Ali S.M., Kim D. H., Guertin D.A., Latek R.R., Erdjument-Bromage H., Tempst P., Sabatini D.M. (2004). Rictor, a novel binding partner of mTOR, defines a rapamycin-insensitive and raptor-independent pathway that regulates the cytoskeleton// *Curr Biol* -2004. № 14. -C. 1296-1302.
- Sarbassov D.D., Ali S.M., Sengupta S., Sheen J.H., Hsu P.P., Bagley A.F., Markhard A.L., Sabatini D.M. (2006). Prolonged rapamycin treatment inhibits mTORC2 assembly and Akt/PKB // *Mol Cell* -2006. №22. -C. 159-168.
- Sarbassov D.D., Guertin D.A., Ali S.M., Sabatini D.M. Phosphorylation and regulation of Akt/PKB by the rictor-mTOR complex// *Science* -2005. № 307. -C 1098-1101.
- Scheid M.P., Marignani P.A., Woodgett J.R. Multiple phosphoinositide 3-kinase-dependent steps in activation of protein kinase B// *Mol Cell Biol* -2002. № 22. -C. 6247-6260.
- Schroder W.A., Buck M., Cloonan N., Hancock J.F., Suhrbier A., Sculley T., Bushell G. Human Sin1 contains Ras-binding and pleckstrin homology domains and suppresses Ras signalling// *Cell Signal* -2007. № 19. -C. 1279-1289.
- Shaw R.J., Cantley L.C. Ras, PI(3)K and mTOR signalling controls tumour cell growth// *Nature* -2006. № 441. -C. 424-430.
- Shiota C., Woo J. T., Lindner J., Shelton K.D., Magnuson M.A. (2006). Multiallelic disruption of the rictor gene in mice reveals that mTOR complex 2 is essential for fetal growth and viability// *Dev Cell* -2006. № 11. -C. 583-589.
- Slamon D.J., Godolphin W., Jones L.A., Holt J.A., Wong S.G., Keith D. E., Levin W.J., Stuart S.G., Udove J., Ullrich A., and et al. Studies of the HER-2/neu proto-oncogene in human breast and ovarian cancer// *Science* -1989. № 244. -C. 707-712.
- Stephens L., Anderson K., Stokoe D., Erdjument-Bromage H., Painter G.F., Holmes A.B., Gaffney P.R., Reese C.B., McCormick F., Tempst P., et al. Protein kinase B kinases that mediate phosphatidylinositol 3,4,5-trisphosphate-dependent activation of protein kinase B// *Science* -1998. № 279. -C. 710-714.
- Sun M., Wang G., Paciga J.E., Feldman R.I., Yuan Z.Q., Ma X.L., Shelley S.A., Jove R., Tsichlis P.N., Nicosia S.V., Cheng J.Q. AKT1/PKBalpha kinase is frequently elevated in human cancers and its constitutive activation is required for oncogenic transformation in NIH3T3 cells// *Am J Pathol* -2001. № 159. -C. 431-437.
- Surmacz E. Function of the IGF-I receptor in breast cancer// *J Mammary Gland Biol Neoplasia* -2000. № 5. -C. 95-105.
- Testa J.R., Bellacosa A. (2001). AKT plays a central role in tumorigenesis// *Proc Natl Acad Sci USA* -2001. № 98. -C. 10983-10985.

- Tsurutani J., Fukuoka J., Tsurutani H., Shih J.H., Hewitt S.M., Travis W.D., Jen J., Dennis P.A. Evaluation of two phosphorylation sites improves the prognostic significance of Akt activation in non-small-cell lung cancer tumors// J Clin Oncol -2006. № 24. -C. 306-314.
- Vander Haar E., Lee S.I., Bandhakavi S., Griffin T.J., Kim D.H. Insulin signalling to mTOR mediated by the Akt/PKB substrate PRAS40// Nat Cell Biol -2007. №9. -C. 316-323.
- Viglietto G., Motti M. L., Bruni P., Melillo R.M., D'Alessio A., Califano D., Vinci F., Chiappetta G., Tschlis P., Bellacosa A., et al. Cytoplasmic relocalization and inhibition of the cyclin-dependent kinase inhibitor p27(Kip1) by PKB/Akt-mediated phosphorylation in breast cancer // Nat Med -2002. № 8. -C. 1136-1144.
- Yang J., Cron P., Thompson V., Good V. M., Hess D., Hemmings B. A., Barford D. Molecular mechanism for the regulation of protein kinase B/Akt by hydrophobic motif phosphorylation// Mol Cell -2002. № 9. -C. 1227-1240.
- Yang Q., Inoki K., Ikenoue T., Guan K.L. Identification of Sin1 as an essential TORC2 component required for complex formation and kinase activity // Genes Dev -2006. № 20. -C. 2820-2832.
- Zhang X., Yee D. Tyrosine kinase signalling in breast cancer: insulin-like growth factors and their receptors in breast cancer// Breast Cancer Res -2000. № 2. -C. 170-175.
- Zhou B.P., Liao Y., Xia W., Spohn B., Lee M.H., Hung M. C. Cytoplasmic localization of p21Cip1/WAF1 by Akt-induced phosphorylation in HER-2/neu-overexpressing cells// Nat Cell Biol -2001. № 3. -C. 245-252.
- Zhou B.P., Liao Y., Xia W., Zou Y., Spohn B., Hung M.C. HER-2/neu induces p53 ubiquitination via Akt-mediated MDM2 phosphorylation// Nat Cell Biol -2001. № 3. -C. 973-982.
- Zhou X., Tan M., Stone Hawthorne V., Klos K.S., Lan K.H., Yang Y., Yang W., Smith T.L., Shi D., Yu D. (2004). Activation of the Akt/mammalian target of rapamycin/4E-BP1 pathway by ErbB2 overexpression predicts tumor progression in breast cancers//Clin Cancer Res -2004. № 10. -C. 6779-6788.

Чиен-Ханг Чен¹, Дос Сарбасов²

¹ *PhD, профессор. М.Д. Андерсон атындағы Техас университеті, Молекулалық және клеткалық онкология департаменті, Хьюстон, Техас 77030, АҚШ*

² *PhD. Техас жоғары мектебінің биомедициналық ғылымдары университеті, Хьюстон, Техас 77030, АҚШ*

Риктордың фосфорлануы сүт безі қатерлі ісігінің өсу факторларына байланысты

Аннотация Ерте диагностика әдістерінің жетілуіне қарамастан, сүт безі қатерлі ісігі әлі де жылына шамамен 40 000 әйелдің өліміне себепші ауыр дерт болып саналады. Ісіктің туындауы мен дамуы өсу факторлары сигналдық жолдарының бақылаудан шығуымен сипатталады. Сүт безі эпителий клеткаларының трансформациясы және қатерлі ісік фенотипінің дамуы жоғары селективті қысымға негізделген көп сатылы процесс болып табылады. Ісік түзілуінің басты факторы болып клеткалардың пролиферациясы, өміршеңдігі және миграциясын реттеуге қатысатын клеткалық сигналдық жолдардың активтенуі саналады. Осыған байланысты, ісік түзілуі барысында адамда жиі активтенетін сигналдық компоненттердің бірі бұл Akt. Ол ісіктің ұзақ мерзімді өсуіне қажетті ісік клеткаларының пролиферациясы және өміршеңдігі механизмдерінің қосылуын қамтамасыз етеді. Алдыңғы жұмыста біз сүтқоректілердің рапамицин нысаны 2-кешені (Target of Rapamycin Complex 2 - mTORC2) Akt-тық негізгі реттегіші екендігін анықтаған болатынбыз. Осы жаңа кешен mTORC2-нің бұл маңызды қызметі ісікті зерттеу жұмыстары үшін үлкен қызығушылық тудырып отыр. Берілген жұмыстың орталық гипотезасы - клеткалық трансформация кезінде mTORC2 активтенуі өз кезегінде сүт безі біріншілік ісігінің дамуындағы аса маңызды сатысы ретінде Akt сигналдық жолының активтелуіне себеп болады. Біздің зерттеуімізге сәйкес, mTORC2 активтілігін жанама бағалауға негізделген сүт безі қатерлі ісігінің жаңа маркерін дайындау мүмкіндігі бар. Онымен қоса, Akt гиперактивациясымен сипатталатын сүт безі ісігіне бағытталған mTORC2 спецификалық ингибиторын жасау өте пайдалы болар еді. mTORC2 реттелуін зерттеу аталған ісік түрінің терапиясы бағытындағы зерттеу жұмыстарының болашағы зор саласы болып табылады. Жаңа маркер mTORC2-тәуелді ісік түрлерін анықтап, сүт безі ісігінің ерте диагностикасы және бағалауы үшін қолданылады. mTORC2 спецификалық ингибиторын жасау сүт безі ісігі кезіндегі өсу факторлары сигналдық жолдарын мақсатты тежеуді қамтамасыз етеді.

Түйін сөздер риктор, сүт безі қатерлі ісігі, mTOR, mTORC1, mTORC2, инсулин тәуелді өсу факторы

Чиен-Ханг Чен¹, Дос Сарбасов²

¹ *PhD, профессор. Департамент молекулярной и клеточной онкологии, Техасский университет М.Д. Андерсона, Хьюстон, Техас 77030, США*

² *PhD, Университет Техасской высшей школы биомедицинских наук в Хьюстоне, Хьюстон, Техас 77030, США*

Фосфорилирование риктора зависит от фактора роста в клетках рака молочной железы

Аннотация: Несмотря на успехи в ранней диагностике, рак молочной железы все еще остается серьезным заболеванием, из-за которого ежегодно умирают около 40 000 женщин. Возникновение и развитие рака характеризуются потерей контроля над сигнальными путями ростовых факторов. Трансформация эпителиальных клеток молочной железы и развитие злокачественного фенотипа являются многоэтапным процессом, обусловленным высокоселективным давлением. Основным фактором в опухолеобразовании считается активация клеточных сигнальных путей, вовлеченных в регуляцию пролиферации, жизнестойкости и миграции клеток. В связи с этим одним из часто активируемых сигнальных компонентов в образовании опухоли у человека является Akt, который обеспечивает включение механизмов пролиферации и выживаемости у раковых клеток, необходимых для продолжительного роста опухоли. Ранее мы установили комплекс 2 мишени рапамицина (Target of Rapamycin Complex 2 - mTORC2) млекопитающих в качестве ключевого регулятора Akt. Эта важная роль нового комплекса mTORC2 вызывает огромный интерес в онкологии. Центральная гипотеза данной работы заключается в том, что во время клеточной трансформации как важнейший этап в развитии первичной опухоли молочной железы активируется mTORC2, что в свою очередь ведет к активации сигнального

пути Akt. Согласно нашему исследованию, является возможным разработку нового маркера рака молочной железы на основе косвенной оценки активности mTORC2. Кроме того, было бы чрезвычайно полезно создать специфический ингибитор mTORC2, направленный на рак молочной железы с гиперактивацией Akt. Изучение регуляции mTORC2 является перспективной областью исследований в целях разработки методов лечения данного типа рака. Новый маркер определит mTORC2-зависимые типы рака и будет применяться для ранней диагностики и оценки рака молочной железы. Создание специфического ингибитора mTORC2 обеспечит целенаправленное подавление сигнальных путей факторов роста при раке молочной железы.

Ключевые слова: риктор, рак молочной железы, mTOR, mTORC1, mTORC2, инсулино-подобный фактор роста 1

References

- Alessi, D. R., James, S. R., Downes, C. P., Holmes, A. B., Gaffney, P. R., Reese, C. B., and Cohen, P. (1997). Characterization of a 3-phosphoinositide-dependent protein kinase which phosphorylates and activates protein kinase Balpha. *Curr Biol* 7, 261-269.
- Balsara, B. R., Pei, J., Mitsuuchi, Y., Page, R., Klein-Szanto, A., Wang, H., Unger, M., and Testa, J. R. (2004). Frequent activation of AKT in non-small cell lung carcinomas and preneoplastic bronchial lesions. *Carcinogenesis* 25, 2053-2059.
- Bellacosa, A., Kumar, C. C., Di Cristofano, A., and Testa, J. R. (2005). Activation of AKT kinases in cancer: implications for therapeutic targeting. *Adv Cancer Res* 94, 29-86.
- Brogard, J., Clark, A. S., Ni, Y., and Dennis, P. A. (2001). Akt/protein kinase B is constitutively active in non-small cell lung cancer cells and promotes cellular survival and resistance to chemotherapy and radiation. *Cancer Res* 61, 3986-3997.
- Brunet, A., Bonni, A., Zigmond, M. J., Lin, M. Z., Juo, P., Hu, L. S., Anderson, M. J., Arden, K. C., Blenis, J., and Greenberg, M. E. (1999). Akt promotes cell survival by phosphorylating and inhibiting a Forkhead transcription factor. *Cell* 96, 857-868.
- Cantley, L. C. (2002). The phosphoinositide 3-kinase pathway. *Science* 296, 1655-1657.
- Chen, M. Y., Long, Y., and Devreotes, P. N. (1997). A novel cytosolic regulator, Pianissimo, is required for chemoattractant receptor and G protein-mediated activation of the 12 transmembrane domain adenylyl cyclase in Dictyostelium. *Genes Dev* 11, 3218-3231.
- Chiang, G. G., and Abraham, R. T. (2005). Phosphorylation of mammalian target of rapamycin (mTOR) at Ser-2448 is mediated by p70S6 kinase. *J Biol Chem* 280, 25485-25490.
- Cross, D. A., Alessi, D. R., Cohen, P., Andjelkovich, M., and Hemmings, B. A. (1995). Inhibition of glycogen synthase kinase-3 by insulin mediated by protein kinase B. *Nature* 378, 785-789.
- Datta, S. R., Dudek, H., Tao, X., Masters, S., Fu, H., Gotoh, Y., and Greenberg, M. E. (1997). Akt phosphorylation of BAD couples survival signals to the cell-intrinsic death machinery. *Cell* 91, 231-241.
- del Peso, L., Gonzalez-Garcia, M., Page, C., Herrera, R., and Nunez, G. (1997). Interleukin-3-induced phosphorylation of BAD through the protein kinase Akt. *Science* 278, 687-689.
- Dillon, R. L., White, D. E., and Muller, W. J. (2007). The phosphatidylinositol 3-kinase signaling network: implications for human breast cancer. *Oncogene* 26, 1338-1345.
- Frias, M. A., Thoreen, C. C., Jaffe, J. D., Schroder, W., Sculley, T., Carr, S. A., and Sabatini, D. M. (2006). mSin1 is necessary for Akt/PKB phosphorylation, and its isoforms define three distinct mTORC2s. *Curr Biol* 16, 1865-1870.
- Greenlee, R. T., Murray, T., Bolden, S., and Wingo, P. A. (2000). Cancer statistics, 2000. *CA Cancer J Clin* 50, 7-33.
- Guertin, D. A., Stevens, D. M., Thoreen, C. C., Burds, A. A., Kalaany, N. Y., Moffat, J., Brown, M., Fitzgerald, K. J., and Sabatini, D. M. (2006). Ablation in mice of the mTORC components raptor, rictor, or mLST8 reveals that mTORC2 is required for signaling to Akt-FOXO and PKCalpha, but not S6K1. *Dev Cell* 11, 859-871.
- Harris, T. E., and Lawrence, J. C., Jr. (2003). TOR signaling. *Sci STKE* 2003, re15.
- Holz, M. K., and Blenis, J. (2005). Identification of S6 kinase 1 as a novel mammalian target of rapamycin (mTOR)-phosphorylating kinase. *J Biol Chem* 280, 26089-26093.
- Hutchinson, J. N., Jin, J., Cardiff, R. D., Woodgett, J. R., and Muller, W. J. (2004). Activation of Akt-1 (PKB-alpha) can accelerate ErbB-2-mediated mammary tumorigenesis but suppresses tumor invasion. *Cancer Res* 64, 3171-3178.
- Inoki, K., Li, Y., Zhu, T., Wu, J., and Guan, K. L. (2002). TSC2 is phosphorylated and inhibited by Akt and suppresses mTOR signalling. *Nat Cell Biol* 4, 648-657.
- Jacinto, E., Facchinetti, V., Liu, D., Soto, N., Wei, S., Jung, S. Y., Huang, Q., Qin, J., and Su, B. (2006). SIN1/MIP1 maintains rictor-mTOR complex integrity and regulates Akt phosphorylation and substrate specificity. *Cell* 127, 125-137.
- Jacinto, E., Loewith, R., Schmidt, A., Lin, S., Ruegg, M. A., Hall, A., and Hall, M. N. (2004). Mammalian TOR complex 2 controls the actin cytoskeleton and is rapamycin insensitive. *Nat Cell Biol* 6, 1122-1128.
- Kim, D. H., Sarbassov, D. D., Ali, S. M., Latek, R. R., Guntur, K. V., Erdjument-Bromage, H., Tempst, P., and Sabatini, D. M. (2003). GbetaL, a positive regulator of the rapamycin-sensitive pathway required for the nutrient-sensitive interaction between raptor and mTOR. *Mol Cell* 11, 895-904.
- Klijn, J. G., Berns, P. M., Schmitz, P. I., and Foekens, J. A. (1992). The clinical significance of epidermal growth factor receptor (EGF-R) in human breast cancer: a review on 5232 patients. *Endocr Rev* 13, 3-17.
- Kohn, A. D., Summers, S. A., Birnbaum, M. J., and Roth, R. A. (1996). Expression of a constitutively active Akt

- Ser/Thr kinase in 3T3-L1 adipocytes stimulates glucose uptake and glucose transporter 4 translocation. *J Biol Chem* 271, 31372-31378.
- Kreisberg, J. I., Malik, S. N., Prihoda, T. J., Bedolla, R. G., Troyer, D. A., Kreisberg, S., and Ghosh, P. M. (2004). Phosphorylation of Akt (Ser473) is an excellent predictor of poor clinical outcome in prostate cancer. *Cancer Res* 64, 5232-5236.
- Lee, S., Comer, F. I., Sasaki, A., McLeod, I. X., Duong, Y., Okumura, K., Yates, J. R., 3rd, Parent, C. A., and Firtel, R. A. (2005). TOR complex 2 integrates cell movement during chemotaxis and signal relay in *Dictyostelium*. *Mol Biol Cell* 16, 4572-4583.
- Lee, S., Parent, C. A., Insall, R., and Firtel, R. A. (1999). A novel Ras-interacting protein required for chemotaxis and cyclic adenosine monophosphate signal relay in *Dictyostelium*. *Mol Biol Cell* 10, 2829-2845.
- Manning, B. D., Tee, A. R., Logsdon, M. N., Blenis, J., and Cantley, L. C. (2002). Identification of the tuberous sclerosis complex-2 tumor suppressor gene product tuberlin as a target of the phosphoinositide 3-kinase/akt pathway. *Mol Cell* 10, 151-162.
- Peterson, R. T., Beal, P. A., Comb, M. J., and Schreiber, S. L. (2000). FKBP12-rapamycin-associated protein (FRAP) autophosphorylates at serine 2481 under translationally repressive conditions. *J Biol Chem* 275, 7416-7423.
- Sancak, Y., Thoreen, C. C., Peterson, T. R., Lindquist, R. A., Kang, S. A., Spooner, E., Carr, S. A., and Sabatini, D. M. (2007). PRAS40 is an insulin-regulated inhibitor of the mTORC1 protein kinase. *Mol Cell* 25, 903-915.
- Sarbassov, D. D., Ali, S. M., Kim, D. H., Guertin, D. A., Latek, R. R., Erdjument-Bromage, H., Tempst, P., and Sabatini, D. M. (2004). Rictor, a novel binding partner of mTOR, defines a rapamycin-insensitive and raptor-independent pathway that regulates the cytoskeleton. *Curr Biol* 14, 1296-1302.
- Sarbassov, D. D., Ali, S. M., Sengupta, S., Sheen, J. H., Hsu, P. P., Bagley, A. F., Markhard, A. L., and Sabatini, D. M. (2006). Prolonged rapamycin treatment inhibits mTORC2 assembly and Akt/PKB. *Mol Cell* 22, 159-168.
- Sarbassov, D. D., Guertin, D. A., Ali, S. M., and Sabatini, D. M. (2005). Phosphorylation and regulation of Akt/PKB by the rictor-mTOR complex. *Science* 307, 1098-1101.
- Scheid, M. P., Marignani, P. A., and Woodgett, J. R. (2002). Multiple phosphoinositide 3-kinase-dependent steps in activation of protein kinase B. *Mol Cell Biol* 22, 6247-6260.
- Schroder, W. A., Buck, M., Cloonan, N., Hancock, J. F., Suhrbier, A., Sculley, T., and Bushell, G. (2007). Human Sin1 contains Ras-binding and pleckstrin homology domains and suppresses Ras signalling. *Cell Signal* 19, 1279-1289.
- Shaw, R. J., and Cantley, L. C. (2006). Ras, PI(3)K and mTOR signalling controls tumour cell growth. *Nature* 441, 424-430.
- Shiota, C., Woo, J. T., Lindner, J., Shelton, K. D., and Magnuson, M. A. (2006). Multiallelic disruption of the rictor gene in mice reveals that mTOR complex 2 is essential for fetal growth and viability. *Dev Cell* 11, 583-589.
- Slamon, D. J., Godolphin, W., Jones, L. A., Holt, J. A., Wong, S. G., Keith, D. E., Levin, W. J., Stuart, S. G., Udove, J., Ullrich, A., and et al. (1989). Studies of the HER-2/neu proto-oncogene in human breast and ovarian cancer. *Science* 244, 707-712.
- Stephens, L., Anderson, K., Stokoe, D., Erdjument-Bromage, H., Painter, G. F., Holmes, A. B., Gaffney, P. R., Reese, C. B., McCormick, F., Tempst, P., et al. (1998). Protein kinase B kinases that mediate phosphatidylinositol 3,4,5-trisphosphate-dependent activation of protein kinase B. *Science* 279, 710-714.
- Sun, M., Wang, G., Paciga, J. E., Feldman, R. I., Yuan, Z. Q., Ma, X. L., Shelley, S. A., Jove, R., Tschlis, P. N., Nicosia, S. V., and Cheng, J. Q. (2001). AKT1/PKB α kinase is frequently elevated in human cancers and its constitutive activation is required for oncogenic transformation in NIH3T3 cells. *Am J Pathol* 159, 431-437.
- Surmacz, E. (2000). Function of the IGF-I receptor in breast cancer. *J Mammary Gland Biol Neoplasia* 5, 95-105.
- Testa, J. R., and Bellacosa, A. (2001). AKT plays a central role in tumorigenesis. *Proc Natl Acad Sci U S A* 98, 10983-10985.
- Tsurutani, J., Fukuoka, J., Tsurutani, H., Shih, J. H., Hewitt, S. M., Travis, W. D., Jen, J., and Dennis, P. A. (2006). Evaluation of two phosphorylation sites improves the prognostic significance of Akt activation in non-small-cell lung cancer tumors. *J Clin Oncol* 24, 306-314.
- Vander Haar, E., Lee, S. I., Bandhakavi, S., Griffin, T. J., and Kim, D. H. (2007). Insulin signalling to mTOR mediated by the Akt/PKB substrate PRAS40. *Nat Cell Biol* 9, 316-323.
- Viglietto, G., Motti, M. L., Bruni, P., Melillo, R. M., D'Alessio, A., Califano, D., Vinci, F., Chiappetta, G., Tschlis, P., Bellacosa, A., et al. (2002). Cytoplasmic relocation and inhibition of the cyclin-dependent kinase inhibitor p27(Kip1) by PKB/Akt-mediated phosphorylation in breast cancer. *Nat Med* 8, 1136-1144.
- Yang, J., Cron, P., Thompson, V., Good, V. M., Hess, D., Hemmings, B. A., and Barford, D. (2002). Molecular mechanism for the regulation of protein kinase B/Akt by hydrophobic motif phosphorylation. *Mol Cell* 9, 1227-1240.
- Yang, Q., Inoki, K., Ikenoue, T., and Guan, K. L. (2006). Identification of Sin1 as an essential TORC2 component required for complex formation and kinase activity. *Genes Dev* 20, 2820-2832.
- Zhang, X., and Yee, D. (2000). Tyrosine kinase signalling in breast cancer: insulin-like growth factors and their receptors in breast cancer. *Breast Cancer Res* 2, 170-175.
- Zhou, B. P., Liao, Y., Xia, W., Spohn, B., Lee, M. H., and Hung, M. C. (2001a). Cytoplasmic localization of

p21Cip1/WAF1 by Akt-induced phosphorylation in HER-2/neu-overexpressing cells. Nat Cell Biol 3, 245-252.
Zhou, B. P., Liao, Y., Xia, W., Zou, Y., Spohn, B., and Hung, M. C. (2001b). HER-2/neu induces p53 ubiquitination via Akt-mediated MDM2 phosphorylation. Nat Cell Biol 3, 973-982.
Zhou, X., Tan, M., Stone Hawthorne, V., Klos, K. S., Lan, K. H., Yang, Y., Yang, W., Smith, T. L., Shi, D., and Yu, D. (2004). Activation of the Akt/mammalian target of rapamycin/4E-BP1 pathway by ErbB2 overexpression predicts tumor progression in breast cancers. Clin Cancer Res 10, 6779-6788.

Сведения об авторах:

Чен-Ханг Чен - PhD, профессор. Департамент молекулярной и клеточной онкологии, Техасский университет М.Д. Андерсона, Хьюстон, Техас 77030, США.

Дос Д. Сарбасов - PhD, Университет Техасской высшей школы биомедицинских наук в Хьюстоне, Хьюстон, Техас 77030, США.

Чен-Ханг Чен - Department of Molecular and Cellular Oncology, University of Texas M. D. Anderson Cancer Center, Houston, TX 77030, USA.

Dos D. Sarbassov - The University of Texas Graduate School of Biomedical Sciences at Houston, Houston, TX 77030, USA.

Поступила в редакцию 23.01.2018

«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы. Биологиялық ғылымдар сериясы» журналында мақала жариялау ережесі

1. Журнал мақсаты. Биохимия, молекулалық биология, биотехнология, биоинформатика, вирусология, биофизика, биоинженерия, физиология, ботаника, зоология, эволюциялық биология, генетика, микробиология, биомедицина салалары бойынша мұқият тексеруден өткен ғылыми құндылығы бар мақалалар жариялау.

2. Журналда мақала жариялаушы автор мақаланың қол қойылған 1 дана қағаз нұсқасын Ғылыми басылымдар бөліміне (редакцияға, мекенжайы: 010008, Қазақстан Республикасы, Астана қаласы, Қ. Сәтпаев көшесі, 2, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Бас гимарат, 408 кабинет) және *eurjourbio@enu.kz* электрондық поштасына PDF, Tex форматтарындағы нұсқаларын жіберу қажет. Мақаланың мәтінінің қағаз нұсқасы мен электронды нұсқалары бірдей болулары қажет. Мақалалар қазақ, орыс, ағылшын тілдерінде қабылданады. Мақаланың тех фарматындағы үлгісі *bulbio.enu.kz* журнал сайтында берілген.

3. Автордың қолжазбаны редакцияға жіберуі мақаланың Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысында басуға келісін, шетел тіліне аударылып қайта басылуына келісін білдіреді. Автор мақаланы редакцияға жіберу арқылы автор туралы мәліметтің дұрыстығына, мақала көшірілмегендігіне (плагиаттың жоқтығына) және басқа да заңсыз көшірмелердің жоқтығына кепілдеме береді.

4. Мақаланың көлемі 18 беттен аспауға тиіс (6 беттен бастап).

5. Мақаланың құрылымы

ГТАМРК <http://grnti.ru/>

Автор(лар)дың аты-жөні

Мекеменің толық атауы, қаласы, мемлекеті (егер авторлар әртүрлі мекемеде жұмыс жасайтын болса, онда әр автор мен оның жұмыс мекемесі қасында бірдей белгі қойылу керек)

Автор(лар)дың E-mail-ы

Мақала атауы

Аннотация (100-200 сөз; формуласыз, мақаланың атауын мейлінше қайталамауы қажет; әдебиеттерге сілтемелер болмауы қажет; мақаланың құрылысын (кіріспе /мақаланың мақсаты/ міндеттері /қарастырылып отырған сұрақтың тарихы, зерттеу әдістері, нәтижелер/талқылау, қорытынды) сақтай отырып, мақаланың қысқаша мазмұны берілуі қажет).

Түйін сөздер (6-8 сөз не сөз тіркесі. Түйін сөздер мақала мазмұнын көрсетіп, мейлінше мақала атауы мен аннотациядағы сөздерді қайталамай, мақала мазмұнындағы сөздерді қолдану қажет. Сонымен қатар, ақпараттық-ізвестіру жүйелерінде мақаланы жеңіл табуға мүмкіндік беретін ғылым салаларының терминдерін қолдану қажет).

Негізгі мәтін мақаланың мақсаты/ міндеттері/ қарастырылып отырған сұрақтың тарихы, зерттеу әдістері,нәтижелер/талқылау, қорытынды бөлімдерін қамтуы қажет.

Таблица, суреттер – аталғаннан кейін орналастырылады. Әр таблица, сурет қасында оның аталуы болуы қажет. Сурет айқын, сканерден өтпеген болуы керек.

Мақаладағы **формулалар** тек мәтінде оларға сілтеме берілсе ғана нөмірленеді.

Жалпы қолданыста бар **аббревиатуралар** мен **қысқартулардан** басқалары міндетті түрде алғаш қолданғанда түсіндірілуі берілуі қажет. **Қаржылай көмек туралы** ақпарат бірінші бетте көрсетіледі.

Әдебиеттер тізімі

Мәтінде әдібиеттерге сілтемелер тікжақшаға алынады. Мәтіндегі әдебиеттер тізіміне сілтемелердің нөмірленуі мәтінде қолданылуына қатысты жүргізіліде: мәтінде кездескен әдебиетке алғашқы сілтеме [1] арқылы, екінші сілтеме [2] арқылы т.с.с. жүргізіледі. Кітапқа жасалатын сілтемелерде қолданылған беттер де көрсетілуі керек (мысалы, [1, 45 бет]). Жарияланбаған еңбектерге сілтемелер жасалмайды. Сонымен қатар, рецензиядан өтпейтін басылымдарға да сілтемелер жасалмайды (әдебиеттер тізімінің әзірлеу үлгілерін төмендегі мақаланы рәсімдеу үлгісінен қараңыз).

Мақала соңындағы әдебиеттер тізімінен кейін **библиографиялық мәліметтер** орыс және ағылшын тілінде (егер мақала қазақ тілінде жазылса), қазақ және ағылшын тілінде (егер мақала орыс тілінде жазылса), орыс және қазақ тілінде (егер мақала ағылшын тілінде жазылған болса) беріледі.

Авторлар туралы мәлімет: автордың аты-жөні, ғылыми атағы, қызметі, жұмыс орны, жұмыс орнының мекен-жайы, телефон, e-mail – қазақ, орыс және ағылшын тілдерінде толтырылады.

6. Қолжазба мұқият тексерілген болуы қажет. Техникалық талаптарға сай келмеген қолжазбалар қайта өңдеуге қайтарылады. Қолжазбаның қайтарылуы оның журналда басылуына жіберілуін білдірмейді.

7. Редакцияға түскен мақала жабық (анонимді) тексеруге жіберіледі. Барлық рецензиялар авторларға жіберіледі. Автор (рецензент мақаланы түзетуге ұсыныс берген жағдайда) үш күн аралығында қайта қарап, қолжазбаның түзетілген нұсқасын редакцияға қайта жіберуі керек. Рецензент жарамсыз деп таныған мақала қайтара қарастырылмайды. Мақаланың түзетілген нұсқасы мен автордың рецензентке жауабы редакцияға жіберіледі.

8. Төлемақы. Басылымға рұқсат етілген мақала авторларына төлем жасау туралы ескертіледі. Төлем көлемі 2018 жылы 4500 тенге – ЕҮҮ қызметкерлері үшін және 5500 тенге басқа ұйым қызметкерлеріне.

Реквизиттер:

Цеснабанк: КВЕ16

БИН 010140003594

РНН 031400075610

ИИК KZ 91998

ВТВ 0000003104

TSES KZ KA

Положение о рукописях, представляемых в журнал «Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева. Серия Биологические науки»

1. Цель журнала. Публикация тщательно отобранных оригинальных научных работ по направлениям биохимия, молекулярная биология, биотехнология, биоинформатика, вирусология, биофизика, биоинженерия, физиология, ботаника, зоология, эволюционная биология, генетика, микробиология, биомедицина.

2. Автору, желающему опубликовать статью в журнале необходимо представить рукопись в твердой копии (распечатанном варианте) в одном экземпляре, подписанном автором в Отдел научных изданий (по адресу: 010008, Казахстан, г.Астана, ул. Сатпаева, 2, Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, Учебно-административный корпус, каб. 408) и по e-mail eurjourbio@enu.kz в формате Tex и PDF. При этом должно быть строго выдержано соответствие между Tex-файлом, PDF-файлом и твердой копией. Шаблон статьи в формате tex приведен на сайте журнала bulbio.enu.kz.

Язык публикаций: Казахский, русский, английский.

3. Отправление статей в редакцию означает согласие авторов на право Издателя, Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, издания статей в журнале и переиздания их на любом иностранном языке. Представляя текст работы для публикации в журнале, автор гарантирует правильность всех сведений о себе, отсутствие плагиата и других форм неправомерного заимствования в рукописи, надлежащее оформление всех заимствований текста, таблиц, схем, иллюстраций.

4. Объем статьи не должен превышать 18 страниц (от 6 страниц).

5. Схема построения статьи

ГРНТИ <http://grnti.ru/>

Инициалы и Фамилию автора(ов)

Полное наименование организации, город, страна (если авторы работают в разных организациях, необходимо поставить одинаковый значок около фамилии автора и соответствующей организации)

E-mail автора(ов)

Название статьи

Аннотация (100-200 слов; не должна содержать формулы, по содержанию повторять название статьи; не должна содержать библиографические ссылки; должна отражать краткое содержание статьи, сохраняя структуру статьи – введение/ постановка задачи/ цели/ история, методы исследования, результаты/обсуждения, заключение/выводы).

Ключевые слова (6-8 слов/словосочетаний). Ключевые слова должны отражать основное содержание статьи, использовать термины из текста статьи, а также термины, определяющие предметную область и включающие другие важные понятия, позволяющие облегчить и расширить возможности нахождения статьи средствами информационно-поисковой системы).

Основной текст статьи должен содержать введение/ постановку задачи/ цели/ историю, методы исследования, результаты/обсуждение, заключение/выводы.

Таблицы, рисунки необходимо располагать после упоминания. С каждой иллюстрацией должна следовать надпись. Рисунки должны быть четкими, чистыми, несканированными.

В статье нумеруются лишь те **формулы**, на которые по тексту есть ссылки.

Все **аббревиатуры и сокращения**, за исключением заведомо общеизвестных, должны быть расшифрованы при первом употреблении в тексте.

Сведения о **финансовой поддержке** работы указываются на первой странице в виде сноски.

Список литературы

В тексте ссылки обозначаются в квадратных скобках. Ссылки должны быть пронумерованы строго по порядку упоминания в тексте. Первая ссылка в тексте на литературу должна иметь номер [1], вторая - [2] и т.д. Ссылка на книгу в основном тексте статьи должна сопровождаться указанием использованных страниц (например, [1, 45 стр.]). Ссылки на неопубликованные работы не допускаются. Нежелательны ссылки на нецензурируемые издания (примеры описания списка литературы, описания списка литературы см. ниже в образце оформления статьи).

В конце статьи, после списка литературы, необходимо указать **библиографические данные** на русском и английском языках (если статья оформлена на казахском языке), на казахском и английском языках (если статья оформлена на русском языке) и на русском и казахском языках (если статья оформлена на английском языке).

Сведения об авторах: фамилия, имя, отчество, научная степень, должность, место работы, полный служебный адрес, телефон, e-mail – на казахском, русском и английском языках.

6. Рукопись должна быть **тщательно выверена**. Рукописи, не соответствующие техническим требованиям, будут возвращены на доработку. Возвращение на доработку не означает, что рукопись принята к опубликованию.

7. Работа с электронной корректурой. Статьи, поступившие в Отдел научных изданий (редакция), отправляются на анонимное рецензирование. Все рецензии по статье отправляются автору. Авторам в течение трех дней необходимо отправить корректуру статьи. Статьи, получившие отрицательную рецензию к повторному рассмотрению не принимаются. Исправленные варианты статей и ответ автора рецензенту присылаются в редакцию. Статьи, имеющие положительные рецензии, представляются редколлегии журнала для обсуждения и утверждения для публикации.

Периодичность журнала: 4 раза в год.

8.Оплата. Авторам, получившим положительное заключение к опубликованию необходимо произвести оплату по следующим реквизитам (для сотрудников ЕНУ – 4500 тенге, для сторонних организаций – 5500 тенге):

Реквизиты:

Цеснабанк: КБЕ16

БИН 010140003594

РНН 031400075610

ИИК KZ 91998

ВТВ 0000003104

TSES KZ KA

**Provision on articles submitted to the journal "Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University.
BIOSCIENCE Series"**

1. Purpose of the journal. Publication of carefully selected original scientific works in the fields of Biochemistry, Molecular Biology, Biotechnology, Bioinformatics, Virology, Biophysics, Bioengineering, Physiology, Botany, Zoology, Evolutionary Biology, Genetics, Microbiology, Biomedicine.

2. An author who wishes to publish an article in a journal must submit the article in hard copy (printed version) in one copy, signed by the author to the scientific publication office (at the address: 010008, Republic of Kazakhstan, Astana, Satpayev St., 2. L.N. Gumilyov Eurasian National University, Main Building, room 408) and by e-mail eurjourbio@enu.kz in Word, PDF and Tex format. At the same time, the correspondence between Tex-version, PDF-version and the hard copy must be strictly maintained. Article template in tex-format you can find on the journal web-site bulbio.enu.kz

Language of publications: Kazakh, Russian, English.

3. Submission of articles to the scientific publication office means the authors' consent to the right of the Publisher, L.N. Gumilyov Eurasian National University, to publish articles in the journal and the re-publication of it in any foreign language. Submitting the text of the work for publication in the journal, the author guarantees the correctness of all information about himself, the lack of plagiarism and other forms of improper borrowing in the article, the proper formulation of all borrowings of text, tables, diagrams, illustrations.

4. The volume of the article should not exceed 18 pages (from 6 pages).

5. Structure of the article

GRNTI <http://grnti.ru/>

Initials and Surname of the author (s)

Full name of the organization, city, country (if the authors work in different organizations, you need to put the same icon next to the name of the author and the corresponding organization)

Author's e-mail (s)

Article title

Abstract (100-200 words, it should not contain a formula, the article title should not repeat in the content, it should not contain bibliographic references, it should reflect the summary of the article, preserving the structure of the article - introduction/ problem statement /goals/ history, research methods, results /discussion, conclusion).

Keywords (6-8 words/word combination. Keywords should reflect the main content of the article, use terms from the article, as well as terms that define the subject area and include other important concepts that make it easier and more convenient to find the article using the information retrieval system).

The main text of the article should contain an introduction/ problem statement/ goals/ history, research methods, results / discussion, conclusion. Tables, figures should be placed after the mention. Each illustration should be followed by an inscription. Figures should be clear, clean, not scanned.

In the article, only those **formulas** are numbered, to which the text has references.

All **abbreviations**, with the exception of those known to be generally known, must be deciphered when first used in the text.

Information on **the financial support** of the article is indicated on the first page in the form of a footnote.

References

In the text references are indicated in square brackets. References should be numbered strictly in the order of the mention in the text. The first reference in the text to the literature should have the number [1], the second - [2], etc. The reference to the book in the main text of the article should be accompanied by an indication of the pages used (for example, [1, 45 p.]). References to unpublished works are not allowed. Unreasonable references to unreviewed publications (examples of the description of the list of literature, descriptions of the list of literature in English, see below in the sample of article design).

At the end of the article, after the list of references, it is necessary to indicate bibliographic data in Russian and English (if the article is in Kazakh), in Kazakh and English (if the article is in Russian) and in Russian and Kazakh languages (if the article is English language).

Information about authors: surname, name, patronymic, scientific degree, position, place of work, full work address, telephone, e-mail - in Kazakh, Russian and English.

6. The article must be **carefully verified**. Articles that do not meet technical requirements will be returned for revision. Returning for revision does not mean that the article has been accepted for publication.

7. Work with electronic proofreading. Articles received by the Department of Scientific Publications (editorial office) are sent to anonymous review. All reviews of the article are sent to the author. The authors must send the proof of the article within three days. Articles that receive a negative review for a second review are not accepted. Corrected versions of articles and the author's response to the reviewer are sent to the editorial office. Articles that have positive reviews are submitted to the editorial boards of the journal for discussion and approval for publication.

Periodicity of the journal: 4 times a year.

8. Payment. Authors who have received a positive conclusion for publication should make payment on the following requisites (for ENU employees - 4,500 tenge, for outside organizations - 5,500 tenge):

Requisites:

Tsesnabank: КБЕ16

БИИ 010140003594

РНН 031400075610

ИИК KZ 91998

ВТБ 0000003104

TSES KZ KA

Мақаланы рәсімдеу үлгісі

МРНТИ 27.25.19

А.Ж. Жубанышева¹, Н. Темиргалиев², А.Б. Утесов³

¹ *Институт теоретической математики и научных вычислений Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан*

² *Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова, Актюбе, Казахстан*

(Email: ¹ *axaulezh@mail.ru*, ² *ntmath10@mail.ru*, ³ *adilzhan_71@mail.ru*)

Численное дифференцирование функций в контексте Компьютерного (вычислительного) перечника

Аннотация: В рамках компьютерного (вычислительного) перечника полностью решена задача приближенного дифференцирования функций, принадлежащих классам Соболева по неточной информации, полученной от произвольного конечного множества тригонометрических коэффициентов Фурье-Лебега дифференцируемой функции... [100-200 слов]

Ключевые слова: приближенное дифференцирование, восстановление по неточной информации, предельная погрешность, компьютерный (вычислительный) перечник. [6-8 слов/словосочетаний]

Введение

Текст введения...

Авторам не следует использовать нестандартные пакеты LaTeX (используйте их лишь в случае крайней необходимости)

Заголовок секции

1.1 Заголовок подсекции

Окружения.

Теорема 1. ...

Лемма 1. ...

Предложение 1. ...

Определение 1. ...

Следствие 1. ...

Замечание 1. ...

Теорема 2 (Темиргалиев Н. [2]). *Текст теоремы.*

Д о к а з а т е л ь с т в о. Текст доказательства.

2. Формулы, таблицы, рисунки

$$\delta_N(\varepsilon_N; D_N)_Y \equiv \delta_N(\varepsilon_N; T; F; D_N)_Y \equiv \inf_{(l^{(N)}, \varphi_N) \in D_N} \delta_N \left(\varepsilon_N; \left(l^{(N)}, \varphi_N \right) \right)_Y, \quad (1)$$

где

$$\begin{aligned} \delta_N \left(\varepsilon_N; \left(l^{(N)}, \varphi_N \right) \right)_Y &\equiv \delta_N(\varepsilon_N; T; F; \left(l^{(N)}, \varphi_N \right))_Y \equiv \\ &\equiv \sup_{\substack{f \in F \\ |\gamma_N^{(\tau)}| \leq 1 (\tau=1, \dots, N)}} \left\| Tf(\cdot) - \varphi_N \left(l_N^{(1)}(f) + \gamma_N^{(1)} \varepsilon_N^{(1)}, \dots, l_N^{(N)}(f) + \gamma_N^{(N)} \varepsilon_N^{(N)}; \cdot \right) \right\|_Y. \end{aligned}$$

Таблицы, рисунки необходимо располагать после упоминания. С каждой иллюстрацией должна следовать надпись.

3. Ссылки и библиография

Таблица 1 – Название таблицы

Простые	Не простые
2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29	4, 6, 8, 9, 10, 12, 14



Рисунок 1 – Название рисунка

Для ссылок на утверждения, формулы и т. п. можно использовать метки. Например, теорема 2, Формула (1)

Для руководства по \LaTeX и в качестве примера оформления ссылок, см., например, *Львовский С.М.* Набор и верстка в пакете \LaTeX . Москва: Космосинформ, 1994.

Список литературы оформляется следующим образом.

Список литературы

- 1 Локуциевский О.М., Гавриков М.Б. Начала численного анализа. –М.: ТОО "Янус", 1995. –581 с. - **книга**
- 2 Темиргалиев Н. Компьютерный (вычислительный) поперечник как синтез известного и нового в численном анализе // Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева –2014. –Т.4. №101. –С. 16-33. doi: ... (при наличии) - **статья**
- 3 Жубанышева А.Ж., Абикинова Ш. О нормах производных функций с нулевыми значениями заданного набора линейных функционалов и их применения к поперечниковым задачам // Функциональные пространства и теория приближения функций: Тезисы докладов Международной конференции, посвященная 110-летию со дня рождения академика С.М.Никольского, Москва, Россия, 2015. – Москва, 2015. –С.141-142. - **труды конференций**
- 4 Курмуков А.А. Ангиопротекторная и гипополипидемическая активность леукомизина. –Алматы: Бастау, 2007. –С. 3-5 - **газетные статьи**
- 5 Кыров В.А., Михайличенко Г.Г. Аналитический метод вложения симплектической геометрии // Сибирские электронные математические известия –2017. –Т.14. –С.657-672. doi: 10.17377/semi.2017.14.057. – URL: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. (дата обращения: 08.01.2017). - **электронный журнал**

А.Ж. Жұбанышева¹, Н. Темірғалиев¹, А.Б. Утесов²

¹ *Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің теориялық математика және ғылыми есептеулер институты, Астана, Қазақстан*

² *Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті, Ақтөбе, Қазақстан*

Компьютерлік (есептеуіш) диаметр мәнінде функцияларды сандық дифференциалдау

Аннотация: Компьютерлік (есептеуіш) диаметр мәнінде Соболев класында жататын функцияларды олардың тригонометриялық Фурье-Лебег коэффициенттерінің ақырлы жиынынан алынған дәл емес ақпарат бойынша жуықтау есебі толығымен шешілді [100-200 сөз]

Түйін сөздер: жуықтап дифференциалдау, дәл емес ақпарат бойынша жуықтау, шектік қателік, Компьютерлік (есептеуіш) диаметр [6-8 сөз/сөз тіркестері].

A.Zh.Zhubanysheva¹, N. Temirgaliyev¹, A.B. Utesov²

¹ *Institute of Theoretical Mathematics and Scientific Computations of L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan*

² *K.Zhubanov Aktobe Regional State University, Aktobe, Kazakhstan*

Numerical differentiation of functions in the context of Computational (numerical) diameter

Abstract: The computational (numerical) diameter is used to completely solve the problem of approximate differentiation of a function given inexact information in the form of an arbitrary finite set of trigonometric Fourier coefficients. [100-200 words]

Keywords: approximate differentiation, recovery from inexact information, limiting error, computational (numerical) diameter, massive limiting error. [6-8 words/word combinations]

References

- 1 Lokucievskij O.M., Gavrikov M.B. Nachala chislenogo analiza [Elements of numerical analysis] (Yanus, Moscow, 1995). [in Russian]
- 2 Temirgaliyev N. Komp'yuternyj (vychislitel'nyj) poperechnik kak sintez izvestnogo i novogo v chislenom analize [Computational (numerical) diameter as a synthesis of the known and the new in numerical analysis], Vestnik Evrazijskogo nacional'nogo universiteta imeni L.N. Gumileva [Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University], 4 (101), 16-33 (2014). [in Russian]
- 3 Zhubanysheva A.Zh., AbikenovaSh.K. O normah proizvodnyh funkcionov s nulevymi znachenijami zadannogo nabora linejnyh funkcionov i ih primenenija k poperechnikovyh zadacham [About the norms of the derivatives of functions with zero values of a given set of linear functionals and their application to the width problems]. Tezisy dokladov Mezhdunarodnoj konferencii, posvjashhennaja 110-letiju so dnja rozhdenija akademika S.M.Nikol'skogo "Funkcional'nye prostranstva i teorija priblizhenija funkcionov" [International conference on Function Spaces and Approximation Theory dedicated to the 110th anniversary of S. M. Nikol'skii]. Moscow, 2015, pp. 141-142. [in Russian]
- 4 Kurmukov A. A. Angioprotekturnaja i gipolipidemicheskaia aktivnost' leukomycina [Angioprotective and lipid-lowering activity of leukomycin] (Bastau, Almaty, 2007, P. 3-5). [in Russian]
- 5 Kyrov V.A., Mihajlichenko G.G. Analiticheskij metod vlozhenija simplekticheskoj geometrii [The analytic method of embedding symplectic geometry], Cibirskie jelektronnye matematicheskie izvestija [Siberian Electronic Mathematical Reports], 14, 657-672 (2017). doi: 10.17377/semi.2017.14.057. Available at: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. [in Russian]. (accessed 08.01.2017).

Сведения об авторах:

Жубаньшева А.Ж. - Старший научный сотрудник Института теоретической математики и научных вычислений, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Сатапаева 2, Астана, Казахстан.

Темиргалиев Н. - Директор Института теоретической математики и научных вычислений, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Сатапаева 2, Астана, Казахстан.

Утесов А.Б. - кандидат физико-математических наук, доцент кафедры Математики, Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова, пр. А.Молдагуловой 34, Актобе, Казахстан.

Zhubanysheva A.Zh. - Senior researcher of the Institute of Theoretical Mathematics and Scientific Computations, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Astana, Kazakhstan.

Temirgaliyev N. - Head of the Institute of Theoretical Mathematics and Scientific Computations, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Astana, Kazakhstan.

Utesov A.B. - candidate of physical and mathematical sciences, Associate Professor of the Department of Mathematics, K.Zhubanov Aktobe Regional State University, A.Moldagulova Prospect, 34, Aktobe, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 15.05.2017

Редакторы: Р.І. Берсімбай

Шығарушы редактор, дизайн: А. Нұрболат

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің
Хабаршысы. Биологиялық ғылымдар сериясы.
- 2018. 1(122) - Астана: ЕҰУ. 71-б.
Шартты б.т. - 8,86. Таралымы - 20 дана.

Мазмұнына типография жауап бермейді

Редакция мекен-жайы: 010008, Астана қ.,
Мұнайтпасов көшесі, 13.
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті
Тел.: (8-717-2) 70-95-00(ішкі 31-428)

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің баспасында басылды