

УДК 581.524.4;557.175.14

¹Ж.М. Басыгараев*, ¹Г.А. Арыстанова, ²Э.А. Буkenова, ³Н.Н. Правин

¹Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
Республика Казахстан, г. Алматы

²Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,
Республика Казахстан, г. Астана

³Казахстанско-Российский медицинский университет,
Республика Казахстан, г. Алматы

*E-mail: Zhosik_kaz82@list.ru

Изучение влияния биостимулятора на устойчивость к низким температурным условиям проростков пшеницы сорта «Стекловидная-24»

В настоящее время цитокинины мало используются в практике экологии и сельского хозяйства. Однако есть целый ряд перспективных направлений, где их применение может принести большую пользу. В связи с этим в данной статье было изучено влияние биостимулятора на устойчивость к стрессовым факторам, а также определена оптимальная концентрация цитокинина на рост и развитие семян мягкой пшеницы (*Triticum aestivum*) сорта «Стекловидная-24» при низких температурных режимах.

Выявлено, что биостимулятор при концентрации 100 мкг/л проявляет высокую цитокининовую активность и в перспективе может быть использован в качестве стимулирующих агентов, повышающих биопродуктивность сельскохозяйственных злаковых культур.

Ключевые слова: биостимулятор, цитокининовая активность, стресс, проросток пшеницы, устойчивость.

Zh.M. Bassygaraev, G.A. Arystanova, E.A. Bukanova, N.N. Pravin

The influence of bio-stimulator on resistance to low temperature conditions of «Steklovidnaya-24» seedlings cultivar

Nowadays cytokinins are not widely used in practice of ecology and agriculture. However, there are a number of promising areas where their application can be of great benefit. Thereby, this paper investigated the effect of bio-stimulator on resistance to stress factors and determined the optimal concentration of cytokinin on growth and development of seed wheat (*Triticum aestivum*) varieties "Steklovidnaya-24" at low temperatures.

It was revealed that the bio-stimulant at the concentration of 100 mg/l cytokinin exhibits high activity and can potentially be used as stimulating agents that enhance cereal bio-productiveness of agricultural crops.

Key words: bio-stimulant, cytokinin activity, stress, seedling wheat, resistance.

Ж.М. Басыгараев, Г.А. Арыстанова, Э.А. Буkenова, Н.Н. Правин

«Стекловидная-24» бидай сорты өскінінің төменгі температураға төзімділігін арттыруда биореттегіштің әсерін зерттеу

Қазіргі уақытта экология және ауылшаруашылық практикасында цитокинин биореттегіш аз қолданысқа ие. Алайда оны қолданудың бірқатар тиімді салалары белгілі. Осыған орай, мақалада жұмсақ бидай өскіндеріне стрестік факторлардың әсері зерттеліп, төменгі температура жағдайында «Стекловидная-24» (*Triticum aestivum*) жұмсақ бидай сорты дәндерінің қалыпты өсу мен дамуына қажетті цитокинин концентрациясы анықталды.

Зерттеу нәтижесінде 100 мкг/л концентрацияда биореттегіш жоғары деңгейде цитокининдік белсенділік танытып, болашақта ауылшаруашылық дәнді-дақыл өсімдіктерінің биоөнімділігінің артыруын жеделдеткіш агент ретінде қолдану мүмкіндігі зор екені айқындалды.

Түйін сөздер: биореттегіш, цитокининді белсенділік, стресс, бидай өскіндері, төзімділік.

Территория Казахстана лежит в самом сердце огромного евразийского материка. Поэтому климат нашей Республики резко континентальный, что создает различные жесткие стрессовые условия для произрастающих растений. Для смягчения экологической обстановки требуются разработки принципиально новых экобиотехнологий управления адаптацией растений к стрессовым факторам. Наиболее перспективным в этом направлении является создание новых высокоэффективных биостимуляторов. Современные биостимуляторы действуют в малых концентрациях, но их действие приводит к крупным сдвигам в росте, развитии и адаптации растений. Поэтому их применение высокорентабельно и позволяет получить качественно новые результаты с высоким экономическим эффектом.

Выбор направлений исследования обусловлен новизной и перспективностью использования биостимулятора для вегетативного размножения древесных растений, для повышения стрессоустойчивости, биопродуктивности растений и всхожести семян в экологии и сельском хозяйстве.

Большой интерес для практики экологии и сельского хозяйства представляют цитокинины, которые повышают сопротивляемость растений к стрессовым факторам [1-4]. Однако, по причине очень низкого содержания этих гормонов в растениях их долго не удавалось выделить в чистом виде и определить структурные формулы [5]. В данное время синтезировано большое количество соединений, обладающих цитокининовой активностью. В основном это производные аденина. Среди них наиболее активным искусственным цитокинином является 6-бензиламинопурин. За способность индуцировать и поддерживать процесс деления клеток кинетин часто называют цитокинином [6].

В настоящее время цитокинины обнаружены в микроорганизмах, водорослях, папоротниках, мхах и во многих высших растениях [7]. Все присутствующие в растениях цитокинины являются производными изопентениладенина. Однако содержание их в тканях растений очень мало [8].

Наиболее высокая концентрация цитокининов в развивающихся семенах и плодах растений, причем именно в тех местах, где наблю-

дается активное деление клеток [9]. Существует четкая зависимость между интенсивностью роста и содержанием цитокинина в органах. Цитокинины участвуют в регуляции физиологических процессов у высших растений, причем, как и другие фитогормоны, они обладают полифункциональностью действия. Однако наиболее типичный эффект от применения цитокининов – стимуляция деления клеток [10]. Так, при размножении генетически ценных сортов сельскохозяйственных и древесных растений используют культуру каллусных тканей, рост которых обеспечивается цитокинином. Разрабатываются методы выращивания больших масс каллусных тканей лекарственных растений и получения препаратов, необходимых в медицине [11].

Таким образом, цитокинины играют большую роль в повышении стрессоустойчивости и продуктивности растений. Из-за высокой стоимости этих препаратов их применение в экологии и сельском хозяйстве ограничено. В нашей работе было установлено, что очищенный нами биостимулятор проявляет цитокининовую активность. Авторами впервые из проросших семян пшеницы с помощью углеродно-кремниевое сорбента, полученного методом карбонизации рисовой шелухи [12-17], впервые был очищен биорегулятор, имеющий фузикококциновую природу. Полученный регулятор повышал продуктивность озимой пшеницы. Таким образом, цитокинин и его аналоги могут применяться в качестве новых биорегуляторов [18-19].

Исходя из вышесказанного, целью нашего исследования явилось изучение влияния биостимулятора на стрессоустойчивость и биопродуктивность проростков семян пшеницы мягких сортов «Стекловидная-24».

Материалы и методы исследования

Предметом исследования явились зеленые колосковые чешуйки пшеницы, содержащие высокоактивный стимулятор.

Объектами исследования явились семена мягкой пшеницы (*Triticum aestivum*) сорта «Стекловидная-24».

Для решения поставленных задач был использован УФ-монитор типа Uvicord S II произ-

водства фирмы LKB (Швеция) для контроля хроматографического разделения биостимулятора. Для сравнительного анализа, полученного биостимулятора с коммерческим фузикоцином, проводили высокоэффективную хроматографию высокого давления на HPLC-хроматографе фирмы «Waters» типа 616 (США). Флюориметрическое определение конъюгации меченного флюорохромом специфического пептида из протонной АТФазы с 14-3-3 белками и фузикоцином проводилось в лаборатории профессора Альберта Дебура в «Свободном Университете» города Амстердам.

Семена проращивали в стерильных условиях на фильтровальной бумаге в чашках Петри при температуре 20°C в термостате. Проростки пшеницы выращивали на стерильной водопроводной воде в течение 1-2 недель.

Полученные количественные результаты обработаны стандартным компьютерным статистическим методом с помощью программы Origin. Примененные в работе приборы отвечают всем требованиям современной метрологии.

Результаты и их обсуждение

Ввиду резко континентального климата Казахстана растение часто испытывает воздействие весеннего и осеннего холодного стрессов. В результате действия весенних и осенних заморозков часто наблюдается гибель растений или их сильное повреждение. Поэтому для нашей

республики весьма актуальным является создание технологий, повышающих устойчивость растений к холодному стрессу. В этом плане особенно перспективным является создание биостимуляторов, смягчающих вредное действие холодного стресса. Поэтому мы решили испытать созданный нами биостимулятор на способность к преодолению холодного стресса.

Для определения влияния биостимулятора на устойчивость семян к холодному и солевому стрессам нами был проведен опыт по воздействию биостимулятора на прорастание семян озимой пшеницы при пониженной температуре. Для опыта покоящиеся семена озимой пшеницы сорта «Стекловидная-24» замачивали в растворе биостимулятора (25,100 мкг/л) в течение 12-ти часов, после чего их переносили в чашки Петри на влажную фильтровальную бумагу и затем семена проращивали при температуре 5°C. В контрольном варианте семена замачивали в воде в течение 12-ти часов, после чего их переносили в чашки Петри на влажную фильтровальную бумагу и затем семена проращивали при температуре 5°C. Результаты опыта представлены на рисунке 1.

Как видно из рисунка 1, в контрольном варианте при температуре 5°C семена пшеницы не проросли, тогда как в опытном варианте наблюдается хорошее прорастание семян. Эти результаты говорят о том, что биостимулятор существенно повышает устойчивость проростков пшеницы к холодному стрессу.



(а) – контроль.

Прорастание семян пшеницы без обработки биостимулятором



(б) – опыт.

Прорастание семян пшеницы, обработанных биостимулятором (50 мкг/л) при температуре 5°C

Рисунок 1 – Влияние биостимулятора на прорастание семян озимой пшеницы сорта «Стекловидная-24» при температуре 5°C

Далее были изучены количественные параметры, характеризующие эффективность биостимулятора на повышение устойчивости

проростков пшеницы к холодному стрессу. Результаты проведенного опыта представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние биостимулятора на повышение устойчивости проростков озимой пшеницы сорта «Стекловидная-24» к холодному стрессу на 7-14 дни прорастания

Варианты опыта: концентрация биостимулятора	Сроки прорастания	Количество проросших семян, из 250 шт.	Количество погибших семян, шт.	Наибольшая длина проростков, см
контроль (вода)	7-й день	139	111	0,9
25 мкг/л (из 250 штук)		161	89	1,1
100 мкг/л (из 250 штук)		176	74	1,2
контроль (вода)	8-й день	163	87	0,1
25 мкг/л (из 250 шт.)		175	75	1,3
100 мкг/л (из 250 шт.)		181	69	1,4
контроль (вода)	9-й день	171	79	1,2
25 мкг/л (из 250 шт.)		181	69	1,6
100 мкг/л (из 250 шт.)		188	62	1,7
контроль (вода)	10-й день	177	73	1,4
25 мкг/л (из 250 шт.)		186	64	1,9
100 мкг/л (из 250 шт.)		192	58	2,1
контроль (вода)	11-й день	182	68	1,9
25 мкг/л (из 250 шт.)		195	55	2,8
100 мкг/л (из 250 шт.)		200	50	2,9
контроль (вода)	12-й день	188	62	2,3
25 мкг/л (из 250 шт.)		202	48	4,1
100 мкг/л (из 250 шт.)		205	45	4,3
контроль (вода)	13-й день	181	69	2,6
25 мкг/л (из 250 шт.)		200	50	4,3
100 мкг/л (из 250 шт.)		210	40	4,7
контроль (вода)	14-й день	194	56	3,6
25 мкг/л (из 250 шт.)		212	38	4,9
100 мкг/л (из 250 шт.)		219	31	5,4

Как видно из представленных таблиц, наибольший рост проростков семян пшеницы при температуре 5°C наблюдается при действии биостимулятора, взятого в концентрации 100 мкг/л. Таким образом, наши результаты показывают очень сильное отрицательное действие холода на прорастание семян пшеницы.

Для выяснения самой эффективной концентрации биостимулятора необходимо было опыты провести в трехкратной повторности. Мы

приводим средние данные по динамике прорастания семян пшеницы в виде диаграмм. Благодаря этим исследованиям мы установили, что оптимальная концентрация нашего регулятора на количество проростков составляет 100 мкг/л, тогда как для длины проростков она равна 25 мкг/л. Результаты изучения влияния разных концентраций биостимулятора на число проросших семян пшеницы при температуре 5°C представлены на рисунке 2.

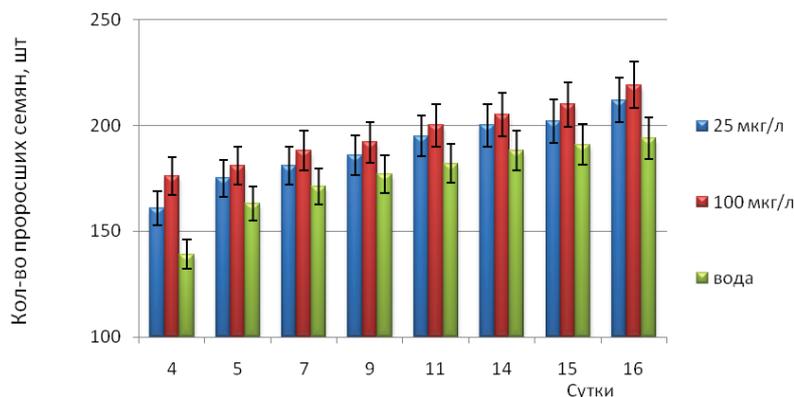


Рисунок 2 – Влияние разных концентраций биостимулятора на число проросших семян пшеницы при температуре 5°C

Как видно из рисунка, оптимальной концентрацией для прорастания семян пшеницы при температуре 5°C является концентрация, равная 100 мкг/л.

Также было изучено влияние разных концентраций биостимулятора на рост проростков семян пшеницы при температуре 5°C. Результаты этого опыта представлены на рисунке 3.

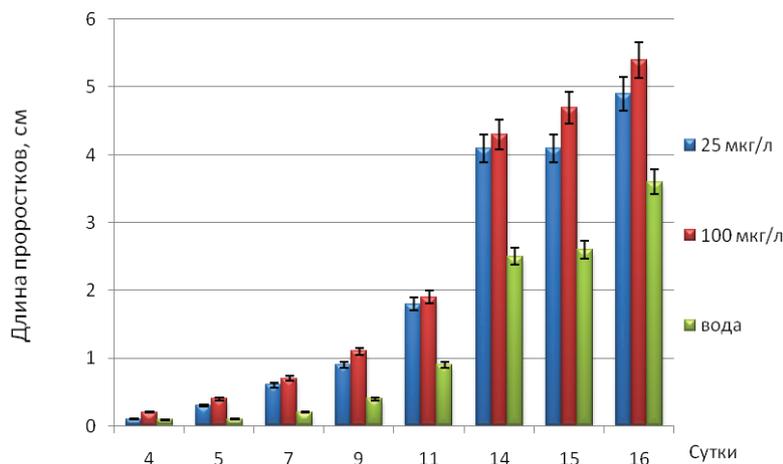


Рисунок 3 – Влияние разных концентраций биостимулятора на рост проростков семян пшеницы при температуре 5°C

Как видно из рисунка, оптимальной концентрацией для роста семян пшеницы при температуре 5°C является концентрация, равная 100 мкг/л. Эта диаграмма показывает усредненные результаты за три года проведенных исследований. Как видно из представленных рисунков и таблиц биостимулятор существенно повышает устойчивость прорастающих семян к холодовому стрессу, увеличивая рост проростков при температуре 5°C.

В результате наших исследований были сделаны следующие выводы:

Изучение действия низких температур на прорастание семян пшеницы показало, что при температуре 5°C действие биостимулятора повышает прорастание семян пшеницы на 10% по сравнению с контрольными.

Установлено, что биостимулятор существенно повышает энергию прорастания семян злаков. В результате исследований выявлено, что самой оптимальной концентрацией биостимулятора для увеличения прорастания пшеницы является 100 мкг/л.

Литература

- 1 Ибрагимова С.А., Гильманов М.К., Басыгараев Ж.М., Омирбекова Н.Ж., Садыкова С.И. Новый биорегулятор – медиатор цитокинина из пшеницы // Труды междунар. конференции по пшенице. – Ташкент, 2004. – С. 201-204.
- 2 Ruixin Shao, Kaibo Wang, Zhouping Shangguan Cytokinin – induced photosynthetic adaptability of *Zea mays* L. to drought stress associated with nitric oxide signal: probed by ESR spectroscopy and fast OJIP fluorescence rise // *Journal of Plant Physiology*. – Volume 167. – Issue 6. – 15 April 2010. – P.472-479
- 3 Dolf Weijers, Gerd Jürgens Funneling auxin action: specificity in signal transduction // *Current Opinion in Plant Biology*. – Volume 7. – Issue 6. – December 2004. – P. 687-693.
- 4 Thomas Berleth, Naden T Krogan, Enrico Scarpella Auxin signals- turning genes on and turning cell around // *Current Opinion in Plant Biology*. – Volume 7. – Issue 5. – October 2004. – P. 553-563.
- 5 Andras Szekacs, Gyöngyver Hegedus, Istvan Tobias, Miklos Pogany, Balazs Barna Immunoassays for plant cytokinins as tools for the assessment of environmental stress and disease resistance // *Analytica Chimica Acta*. – Volume 421. – Issue 2. – 29 September 2000. – P. 135-146.
- 6 Jian-Chang Yang, Kai Liu, Shen-Feng Zhang, Xue-Ming Wang, Zhi-Qin Wang, Li-Jun LIU Hormones in rice spikelets in responses to water stress during meiosis // *Acta Agronomica Sinica*. – Volume 34. – Issue 1. – January 2008. – P. 111-118
- 7 Sziráki, E. Balázs, Z. Király Role of different stresses in inducing systemic acquired resistance to TMV and increasing cytokinin lever in tobacco *Physiological Plant Pathology*. – Volume 16. – Issue 2. – March 1980. – P. 277-280, IN13-IN14, 281-284.
- 8 Cristiane Brauer Zaicovski, Teodoro Zimmerman, Leonardo Nora, Fabiana Roos Nora, Jorge Adolfo Silva, Cesar Valmor Rombaldi, Water stress increases cytokinin biosynthesis and delays postharvest yellowing of broccoli florets // *Postharvest Biology and Technology*. – Volume 49. – Issue 3. – September 2008. – P. 436-439.
- 9 Andras Szekacs, Gyöngyver Hegedus, Istvan Tobias, Miklos Pogany, Balazs Barna Immunoassays for plant cytokinins as tools for the assessment of environmental stress and disease resistance // *Analytica Chimica Acta*. – Volume 421. – Issue 2. – 29 September 2000. – P. 135-146.
- 10 Садыкова С.И., Ибрагимова С.А., Ригер Н.Г. Басыгараев Ж.М. Изучение физиологических свойств медиатора цитокинина – нового биорегулятора растений // *Материалы III междунар. научной конференции*. – Талдыкорган, 2005. – С. 206-210.
- 11 Gilmanov M., Ibragimova S., Sadykova Sv., Basygaraev Zh., Sabitov A.N. Signal transduction of cytokinin // *OP-2. Oral Prestations. Integration of Metabolism and Survival. The FEBS Journal*. – 2006. – Vol. 273. – P. 42.
- 12 Жунусбаева Ж.К., Гильманов М.К., Омирбекова Н.Ж., Шулембаева К.К., Басыгараев Ж.М. Изучение действия медиатора цитокинина на элементы продуктивности сортов мягкой пшеницы // *Вестник КазНУ. Серия биологическая*. – 2006. – № 3. – С. 131-135.
- 13 Ibragimova S., Sabitov A.N., Sadykova S.I., Basygaraev Zh., Omerveikova N.Zh. The biochemical and physiological properties of cytokinin secondary hormone // *Материалы научно-практической конференции «Современные проблемы биохимии и эндокринологии», посвященной 90-летию со дня выдающегося ученого биохимика и эндокринолога Ялкина Халматовича Туракулова*. – Ташкент, 2006. – P. 172.
- 14 Гильманов М.К., Садыкова С.И., Ригер Н.Г., Ибрагимова С.А., Басыгараев Ж.М. Биохимико-физиологические свойства медиатора цитокинина // *Вестник КазНУ. Серия биологическая*. – 2007. – № 2. – С. 98.
- 15 Sabitov A.N., Musabekov K.B., Gilmanov M.K., Ibragimova S.A., Basygaraev Zh. The secondary hormone of Cytokinin and studying of its biochemical properties // *Вестник КазНУ. Серия химическая*. – 2007. – № 1. – P. 427.
- 16 Мансуров З.А., Емуранов М.М., Бийсенбаев М.А., Сабитов А.Н., Басыгараев Ж.М., Ибрагимова С.А., Гильманов М.К. Новый углерод – минеральный сорбент для очистки биологически активных веществ // *Вестник КазНУ. Серия химическая*. – 2007. – № 1. – С. 296.
- 17 Ibragimova S.A., Basygaraev Zh.M., Sadykova S.I., Kulbaeva G.A., Kurmanov B.K. Cytokinin secondary hormone from wheat seeds embryos: purification, properties and application // *Abstracts of 2nd international Symposium «Plant Growth Substances: Intracellular hormonal Signaling and applying in Agriculture»*. – Kyiv, 2007. – P. 125.
- 18 Басыгараев Ж.М. Перспективы применения вторичного гормона цитокинина для предпосевной обработки семян злаковых культур с целью повышения их урожайности и стрессоустойчивости // *Регуляция роста развития и продуктивности растений: Материалы V международной научной конференции*. – Минск, 2007. – С. 98.
- 19 Browse J. & Xin Z. (2001) Temperature sensing and cold acclimation. *Current Opinion in Plant Biology*. – Vol. 4(3). – Pp. 241-246.

References

- 1 Ibragimova S.A., Gilmanov M.K., Basygaraev Zh.M., Omirbekova N.Zh., Sadykova S.I. Novyj bioreguljator – mediator citokina iz pshenicy // *Trudy mezhd. konferencii po pshenice*. – Tashkent, 2004. – S. 201-204.
- 2 Ruixin Shao, Kaibo Wang, Zhouping Shangguan Cytokinin – induced photosynthetic adaptability of *Zea mays* L. to drought stress associated with nitric oxide signal: probed by ESR spectroscopy and fast OJIP fluorescence rise // *Journal of Plant Physiology*. – Volume 167. – Issue 6. – 15 April 2010. – R.472-479
- 3 Dolf Weijers, Gerd Jürgens Funneling auxin action: specificity in signal transduction // *Current Opinion in Plant Biology*. – Volume 7. – Issue 6. – December 2004. – R. 687-693.

- 4 Thomas Berleth, Naden T Krogan, Enrico Scarpella Auxin signals- turning genes on and turning cell around // *Current Opinion in Plant Biology*. – Volume 7. – Issue 5. – October 2004. – R. 553-563.
- 5 Andras Szekacs, Gyöngyver Hegedus, Istvan Tobias, Miklos Pogany, Balazs Barna Immunoassays for plant cytokinins as tools for the assessment of environmental stress and disease resistance // *Analytica Chimica Acta*. – Volume 421. – Issue 2. – 29 September 2000. – R. 135-146.
- 6 Jian-Chang Yang, Kai Liu, Shen-Feng Zhang, Xue-Ming Wang, Zhi-Qin Wang, Li-Jun LIU Hormones in rice spikelets in responses to water stress during meiosis // *Acta Agronomica Sinica*. – Volume 34. – Issue 1. – January 2008. – R. 111-118
- 7 Sziráki, E. Balázs, Z. Király Role of different stresses in inducing systemic acquired resistance to TMV and increasing cytokinin lever in tobacco *Physiological Plant Pathology*. – Volume 16. – Issue 2. – March 1980. – P. 277-280, IN13-IN14, 281-284.
- 8 Cristiane Brauer Zaicovski, Teodoro Zimmerman, Leonardo Nora, Fabiana Roos Nora, Jorge Adolfo Silva, Cesar Valmor Rombaldi, Water stress increases cytokinin biosynthesis and delays postharvest yellowing of broccoli florets // *Postharvest Biology and Technology*. – Volume 49. – Issue 3. – September 2008. – R. 436-439.
- 9 Andras Szekacs, Gyöngyver Hegedus, Istvan Tobias, Miklos Pogany, Balazs Barna Immunoassays for plant cytokinins as tools for the assessment of environmental stress and disease resistance // *Analytica Chimica Acta*. – Volume 421. – Issue 2. – 29 September 2000. – R. 135-146.
- 10 Sadykova S.I., Ibragimova S.A., Riger N.G. Basygaraev Zh.M. Izuchenie fiziologicheskikh svojstv mediatora citokinina – novogo bioreguljatora rastenij // *Materialy III mezhd. nauchnoj konferencii*. – Taldykorgan, 2005. – S. 206-210.
- 11 Gilmanov M., Ibragimova S., Sadykova Sv., Basygaraev Zh., Sabitov A.N. Signal transduction of cytokinine // *OP-2. Oral Prestatements. Integration of Metabolism and Survival. The FEBS Journal*. – 2006. – Vol. 273. – R. 42.
- 12 Zhunusbaeva Zh.K., Gil'manov M.K., Omirbekova N.Zh., Shulembaeva K.K., Basygaraev Zh.M. Izuchenie dejstvija mediatora citokinina na jelementy produktivnosti sortov mjagkoj pshenicy // *Vestnik KazNU. Serija biologicheskaja*. – 2006. – № 3. – S. 131-135.
- 13 Ibragimova S., Sabitov A.N., Sadykova S.I., Basygaraev Zh., Omervekova N.Zh. The biochemical and physiologicall properties of cytokinine secondary hormone // *Materialy nauchno-prakticheskoy konferencii «Sovremennye problemy biohimii i jendokrinologii», posvjashhennoj 90-letiju so dnja vydajushhegosja uchenogo biohimika i jendokrinologija Jalkina Halmatovicha Turakulova*. – Tashkent, 2006. – R. 172.
- 14 Gil'manov M.K., Sadykova S.I., Riger N.G., Ibragimova S.A., Basygaraev Zh.M. Biohimiko-fiziologicheskije svojstva mediatora citokinina // *Vestnik KazNU. Serija biologicheskaja*. – 2007. – № 2. – S. 98.
- 15 Sabitov A.N., Musabekov K.B., Gilmanov M.K., Ibragimova S.A., Basygaraev Zh. The cecondary hormohe of Cytokinine and studying of its biochemical properties // *Vestnik KazNU. Serija himicheskaja*. – 2007. – № 1. – R. 427.
- 16 Mansurov Z.A., Emuranov M.M., Bijsenbaev M.A., Sabitov A.N., Basygaraev Zh.M., Ibragimova S.A., Gil'manov M.K. Novyj uglerod –mineral'nyj sorbent dlja ochistki biologicheskij aktivnyh veshhestv // *Vestnik KazNU. Serija himicheskaja*. – 2007. – № 1. – S. 296.
- 17 Ibragimova S.A., Basygaraev Zh.M., Sadykova S.I., Kulbaeva G.A., Kurmanov B.K. Cytonokinine secondary hormone from wheat seeds embryos: purification, properties and application // *Abstracts of 2nd international Symposium «Plant Growth Substances: Intracellular hormonal Signaling and applying in Agriculture»*. – Kyiv, 2007. – R. 125.
- 18 Basygaraev Zh.M. Perspektivy primenenija vtorichnogo gormona citokinina dlja predposevnoj obrabotki semjan zlakovyh kul'tur s cel'ju povyshenija ih urozhajnosti i stressoustojchivosti // *Reguljacija rosta razvitija i produktivnosti rastenij: Materialy V mezhdunarodnyj nauchnoj konferencii*. – Minsk, 2007. – S. 98.
- 19 Browse J. & Xin Z. (2001) Temperature sensing and cold acclimation. *Current Opinion in Plant Biology*. – Vol. 4(3). – Pp. 241-246.