

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

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ
Өсімдіктердің биологиясы және биотехнологиясы институтының

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Института биологии и биотехнологии растений

NEWS

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

**SERIES
OF BIOLOGICAL AND MEDICAL**

1 (331)

JANUARY – FEBRUARY 2019

PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р

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

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

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Биология және медициналық сериясы».

ISSN 2518-1629 (Online),

ISSN 2224-5308 (Print)

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

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

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
<http://biological-medical.kz/index.php/en/>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2019

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

Главный редактор

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

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

«Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская».

ISSN 2518-1629 (Online),

ISSN 2224-5308 (Print)

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

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

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

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

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2019

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

Editor in chief

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

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

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

ISSN 2518-1629 (Online),

ISSN 2224-5308 (Print)

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

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

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

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

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2019

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

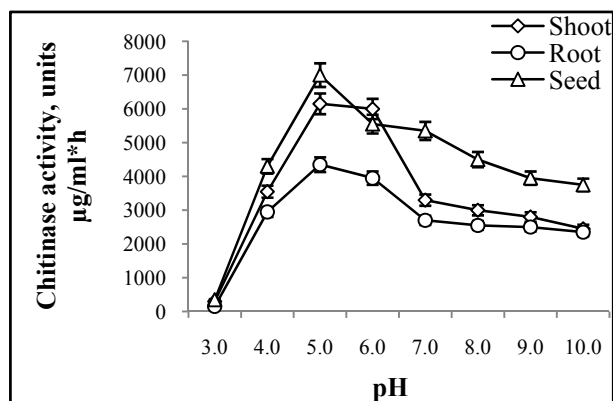


Figure 2 – The effect of pH on chitinase activity from different organs of a 5-day seedlings

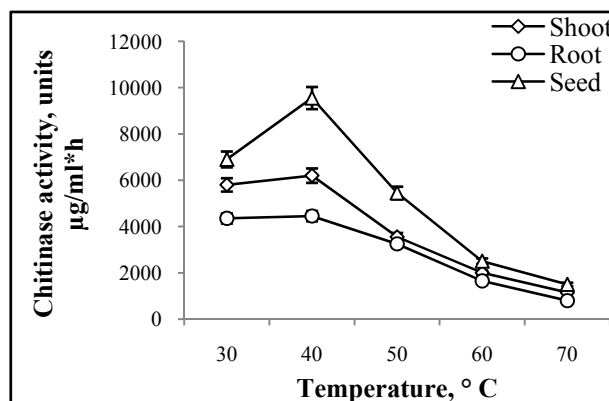


Figure 3 – The effect of temperature on the activity of chitinases from different organs of a 5-day seedlings

For this, metals were introduced into the incubation medium of the enzyme with the substrate in the form of chloride salts at a concentration of cations of 1, 5, and 10 mM. In addition, the enzyme itself was preincubated with the cation for 10 min. The data presented in figure 5 indicate significant differences in the effect of different metals on the chitinase activity of wheat seedlings.

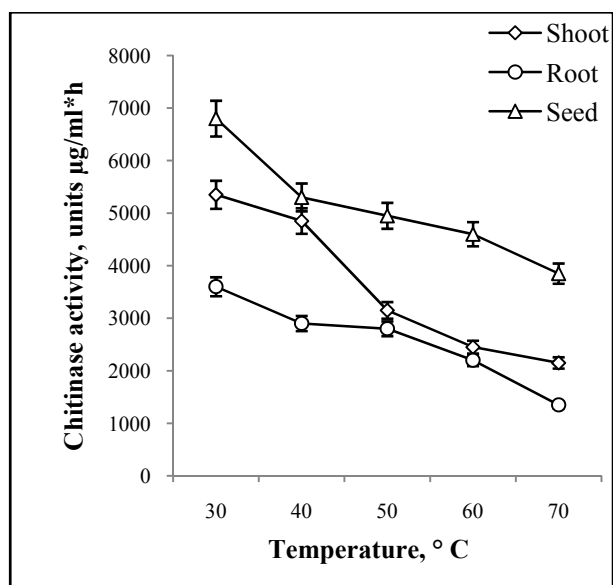


Figure 4 – Thermal stability of chitinases from different organs of a 5-day seedlings

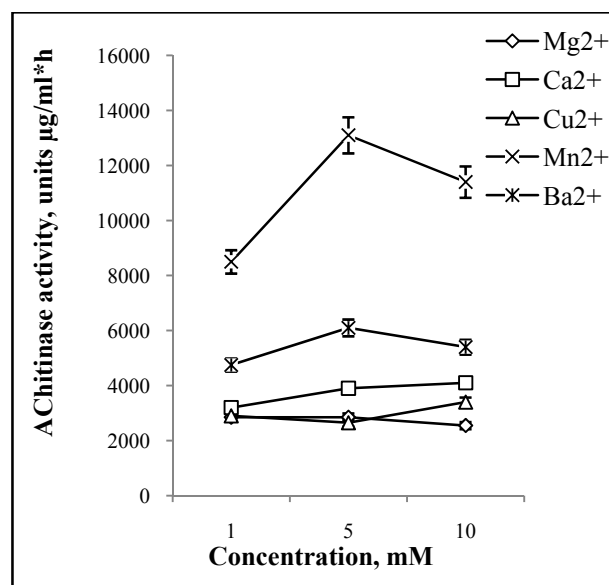


Figure 5 – The effect of metal cations on the activity of seedling chitinase

The highest inhibitory effect was observed for the Cu²⁺ cations and in the metal concentration of 10 mM the enzyme was almost completely inactivated. In contrast, the Mn²⁺ cations increased chitinase activity (at 5 mM concentration). Ba²⁺ cations and slightly less Mg²⁺ had a similar activating effect.

Conclusion. Purification of wheat chitin-binding chitinase was carried out using substrate affinity chromatography, their composition and some physicochemical properties were determined. According to the SDS-Na₂ electrophoresis of ChB chitinases, seedlings were represented by several proteins with molecular masses in the region of 30 kD. In shoots and roots, the composition of the enzyme was similar and included three proteins with masses of 28, 33 and 35 kD, and two additional components with masses of 26 and 30 kD were present in the germinating seeds. The presence of acidic, neutral and alkaline isoforms has been established using native IEF as part of ChB chitinase. The spectrum of chitinases in the vegetative organs (root, shoot) and in the seed as a whole is similar. Major components were pI 9.0, 8.7, 8.2, 5.0, 4.6, 4.0.

A number of other physicochemical properties ChB chitinases of wheat, which are important for the demonstration of activity, have been studied. The enzyme was active in a wide pH range - from 3.5 to 9.5 with an optimum in the range of 5-5.5. The optimum temperature for the demonstration of chitinase catalytic activity is 40°C. Differences in the thermal stability of the purified enzymes were revealed. It was established that chitinase retained significant activity at 60°C for 10 min, however, heating at 70°C almost completely inactivated the enzyme. As part of chitinases, acidic isoforms are most sensitive to temperature increases. Established significant differences in the action of different metals on the activity of chitinases. The greatest inhibitory effect was exerted by the Cu^{2+} cations. In contrast, Mn^{2+} cations stimulated the activity of the enzyme. Ba^{2+} and a little less Mg^{2+} had a similar activating effect.

Authors' contributions. Zh.D. Beskempirova and A.O. Abaildaev participated in the preparation of plant material, extracts and measurement of the enzyme activity, V.A. Kuzovlev - in the protein electrophoresis and IEF, A. A. Khakimzhanov - in general guidance and preparation of the article.

Ж. Д. Бескемпірова, Ә. О. Абайлдаев, В. А. Кузовлев, А. А. Хәкімжанов

ҚР БҒМ ҒК РММ «М. А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты»,
Алматы, Қазақстан

БИДАЙ ЭНДОХИТИНАЗАСЫНЫҢ БИОХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ ЖӘНЕ ТАЗАРТУ

Аннотация. Хитиноптикалық ферменттер әртүрлі патогендерге қарсы өсімдік қорғау жүйесінің маңызды компоненттері болып табылады. Хитиназалар саңырауқұлақтардың, нематодтардың және жәндіктердің жасушалық қабырғасының құрамына кіретін полимерлі субстраттары (хитин, хито-олигосахаридтер) бар N-ацетил-β-глюкозаминді гидролиздейді. Астық тұқымдастылардағы, оның ішінде бидайдағы хитиназалардың жоғары полиморфизмі, олардың биохимиялық қасиеттерін және белсенділіктерін реттеудің нашар зерттелгендігі - бұл фермент кешенінің жұмыс істеуін түсінудегі негізгі кедергілердің бірі болып табылады.

Жұмыстың мақсаты бидай эндохитиназасының кейбір физико-химиялық ерекшеліктерін зерттеу болды. Арнайы хитинді аффинді сорбенттегі хроматография көмегімен бидайдың өскіндерінен, тамырынан және дәндерінен эндохитиназа тазартылды. Фермент молекулалық салмағы шамамен 30 кДа және ИЭН қышқылдық, бейтарап және сілтілік аймақтардағы бірнеше изоформалар көрсетті. Бидайдың әр түрлі мүшелеріндегі эндохитиназаның изоферменттік құрамында айтарлықтай айырмашылықтар анықталмады. Бидай эндохитиназасының кейбір физико-химиялық қасиеттері - рН және температура оңтайлылығы, термиялық тұрақтылығы, белсенділікке әртүрлі 2-валентті металл катиондарының әсері анықталды. Нәтижелер өсімдіктер мен фитопатогендік саңырауқұлақтардың өзара әрекеттесу энзимологиясында қолданылуы мүмкін.

Түйін сөздер: бидай, эндохитиназа, изоферменттер.

Ж. Д. Бескемпірова, Ә. О. Абайлдаев, В. А. Кузовлев, А. А. Хақимжанов

РГП на ПХВ «Институт молекулярной биологии и биохимии» им. М. А. Айтхожина КН МОН РК,
Алматы, Казахстан

ОЧИСТКА И БИОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭНДОХИТИНАЗЫ ПШЕНИЦЫ

Аннотация. Хитиноптические ферменты являются важнейшими компонентами защитной системы растений против различных патогенов. Хитиназы гидролизуют N-ацетил-β-глюкозамин содержащие полимерные субстраты (хитин, хитоолигосахариды), входящие в состав клеточных стенок грибов, нематод и насекомых. Высокая полиморфность хитиназ у злаковых, в том числе пшеницы, слабая изученность их биохимических свойств и регуляции активности является одним из основных препятствий в понимании функционирования этого ферментного комплекса.

Целью работы явилось исследование некоторых физико-химических особенностей эндохитиназы пшеницы. С помощью хроматографии на специфичном аффинном сорбенте хитине была очищена эндохитиназа из ростков, корней и зерновок проростков пшеницы. Фермент был представлен несколькими изоформами с молекулярным весом около 30 кД и ИЭТ в кислой, нейтральной и щелочной области. Существенных различий в изоферментном составе эндохитиназы из различных органов проростка пшеницы не выявлено. Определены некоторые физико-химические свойства эндохитиназы пшеницы – рН- и температурный оптимумы,

термостабильность, влияние разных 2-валентных катионов металлов на активность. Результаты могут быть использованы в энзимологии взаимодействия растений и фитопатогенных грибов.

Ключевые слова: пшеница, эндохитиназа, изоферменты.

Information about authors:

Beskempirova Zhalgas Duisenbekovna, Master of Chemistry, Researcher Laboratory of Biochemistry of cereals, RSE on REM "Institute of Molecular Biology and Biochemistry" named M. A. Aitkhozhina CS MES RK, Almaty, Kazakhstan; jalga-88@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2872-5076>

Abildayev Aset Orazalyevich, Master of Biotechnology, Researcher Laboratory of Biochemistry of cereals, RSE on REM "Institute of Molecular Biology and Biochemistry" named M. A. Aitkhozhina CS MES RK, Almaty, Kazakhstan; asetbionano@mai.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6627-1407>

Kuzovlev Vladimir Anatolyevich, c.b.s., Leading Researcher Laboratory of Biochemistry of cereals, RSE on REM "Institute of Molecular Biology and Biochemistry" named M. A. Aitkhozhina CS MES RK, Almaty, Kazakhstan; vlad.kuzovlev@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7303-4605>

Khakimzhanov Aidar Atymtayevich, c.b.s., Head of the Laboratory of Biochemistry of cereals, RSE on REM "Institute of Molecular Biology and Biochemistry" named M. A. Aitkhozhina CS MES RK, Almaty, Kazakhstan; a.khakimzhanov@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9776-7950>

REFERENCES

- [1] Ebrahim S., Usha K., Singh B. Pathogenesis related (PR) proteins in plant defense mechanism // In: Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances, A. Mendez-Vilas (ed.). 2011. P. 1043-1054.
- [2] Sharma V. Pathogenesis related defence functions of plant chitinases and β -1,3-glucanases // *Vegetos*. 2013. Vol. 26. P. 205-218. doi.org/10.5958/j.2229-4473.26.2s.141.
- [3] Kasprzewska A. Plant chitinases – regulation and function // *Cell. Mol. Biol. Lett.* 2003. Vol. 8(3). P. 809-824.
- [4] Grover A. Plant chitinases: genetic diversity and physiological roles // *Crit. Rev. Plant Sci.* 2012. Vol. 31. P. 57-73. doi.org/10.1080/07352689.2011.616043.
- [5] Sharma N., Sharma K.P., Gaur R.K., Gupta V.K. Role of chitinase in plant defense // *Asian J. Biochem.* 2011. Vol. 6(1). P. 29-37. doi.org/10.3923/ajb.2011.29.37.
- [6] Brunner F., Stintzi A., Friting B., Legrand M. Substrate specificities of tobacco chitinases // *Plant J.* 1998. Vol. 14(2). P. 225-234. doi.org/10.1046/j.1365-3113x.1998.00112.x.
- [7] Xu F., Fan Ch., He Y. Chitinases in *Oryza sativa* ssp. japonica and *Arabidopsis thaliana* // *J. Gen. Genom.* 2007. Vol. 34(2). P. 138-150. doi.org/10.1016/s1673-8527(07)60015-0.
- [8] Taira T. Structures and antifungal activity of plant chitinases // *J. Appl. Glycosci.* 2010. Vol. 57. P. 167-176. doi.org/10.5458/jag.57.167.
- [9] Beintema J.J. Structural features of plant chitinases and chitin-binding proteins // *FEBS Lett.* 1994. Vol. 350. P. 159-163. doi.org/10.1016/0014-5793(94)00753-5.
- [10] Taira T., Ohnuma T., Yamagami T., Aso Y., Ishiguro M., Ishihara M. Antifungal activity of rye (secale cereale) seed chitinases: the different binding manner of class I and class II chitinases to the fungal cell walls // *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 2002. Vol. 66(5). P. 970-977. doi.org/10.1271/bbb.66.970.
- [11] Aleandri M.P., Magro P., Chilosi G. Influence of environmental pH modulation on efficiency of apoplastic PR proteins during *Fusarium culmorum* – wheat seedling interaction // *Plant Pathology*. 2008. Vol. 57. P. 1017-1025. doi.org/10.1111/j.1365-3059.2008.01859.x.
- [12] Mamytova N.S., Dalelhankyzy A., Tilegen B., Beskempirova Zh.D., Kuzovlev V.A., Hakimzhanov A.A. Vliyanie fusariovoj kisloty na aktivnost' β -1,3-gljukazy i hitinazy rastenija pshenicy // *Izvestija NAN RK. Ser. biol. i med.* 2016. N 1. P. 77-83. <https://doi.org/10.32014/2018.2518-1629>. ISSN 2518-1629 (Online). ISSN 2224-5308 (Print).
- [13] Dalelhankyzy A., Mamytova N.S., Beskempirova Zh.D., Tilegen B., Kuzovlev V.A., Hakimzhanov A.A. Vliyanie hitin-gljukanovogo kompleksa i hitozan oligosaharida na aktivaciju β -1,3-gljukazy i hitinazy prorostkov pshenicy // *Izvestija NAN RK. Ser. biol. i med.* 2016. N 3. P. 46-53. <https://doi.org/10.32014/2018.2518-1629>. ISSN 2518-1629 (Online). ISSN 2224-5308 (Print).
- [14] Fink W., Liefland M., Mendgen K. Chitinases and β -1,3-glucanases in the apoplastic compartment of oat leaves (*Avena sativa* L.) // *Plant Physiol.* 1988. Vol. 88. P. 270-275. doi.org/10.1104/pp.88.2.270.
- [15] Shen Q. Pan, Xiang S.Ye, Kuc J. A technique for detection of chitinase, β -1,3-glucanases, and protein patterns after a single separation using polyacrylamide gel electrophoresis or isoelectrofocusing // *Phytopathology*. 1991. Vol. 9, N 9. P. 970-974. doi.org/10.1094/phyto-81-970.

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

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

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

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

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

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

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

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

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

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

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

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

Подписано в печать 13.02.2019.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
6,4 п.л. Тираж 300. Заказ 1.