



DOI: <http://dx.doi.org/10.15688/jvolsu11.2015.1.1>

УДК 544.777

ББК 28.592

## **БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЦИТРУСОВОГО ПЕКТИНА, СУКЦИНАТА ХИТОЗАНА И ИХ ПРОИЗВОДНЫХ В КАЧЕСТВЕ ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН**

**Базунова Марина Викторовна**

Кандидат химических наук,  
доцент кафедры высокомолекулярных соединений и общей химической технологии,  
Башкирский государственный университет  
[mbazunova@mail.ru](mailto:mbazunova@mail.ru)  
ул. Заки Валиди, 32, 450076 г. Уфа, Российская Федерация

**Зайков Геннадий Ефремович**

Доктор химических наук, руководитель отдела полимеров,  
специалист в области физико-химии полимеров,  
Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН  
[chembio@sky.chph.ras.ru](mailto:chembio@sky.chph.ras.ru)  
ул. Косыгина, 4, 119334 г. Москва, Российская Федерация

**Захаров Вадим Петрович**

Проректор по научной работе, заведующий кафедрой высокомолекулярных соединений  
и общей химической технологии, доктор химических наук, профессор,  
Башкирский государственный университет  
[zaharovvp@mail.ru](mailto:zaharovvp@mail.ru)  
ул. Заки Валиди, 32, 450076 г. Уфа, Российская Федерация

**Жукова Алина Насимовна**

Студент IV курса кафедры высокомолекулярных соединений и общей химической технологии,  
Башкирский государственный университет  
[alina93muha@mail.ru](mailto:alina93muha@mail.ru)  
ул. Заки Валиди, 32, 450076, г. Уфа, Российская Федерация

**Аннотация.** В работе исследованы различные способы деструкции водорастворимых полисахаридов природного происхождения цитрусового пектина и сукцината хитозана (кислотный гидролиз, радикально-цепная деструкция) с целью получения их низкомолекулярных гомологов. Установлено, что динамическая вязкость растворов пектина и сукцината хитозана и в случае кислотного гидролиза, и в случае радикально-цепной деструкции резко уменьшается в первые 60–70 мин процесса. Показано, что 0,001 %-е растворы продуктов деструкции пектина и сукцината хитозана оказывают положительное влияние на энергию роста семян пшеницы сортов «Экада-70» и «Башкирская». Определена оптимальная концентрация продуктов деструкции цитрусового пектина и сукцината хитозана в составе пленкообразующей композиции для предпосевной обработки семян, равная 0,001 %.

**Ключевые слова:** средства защиты растений, цитрусовый пектин, сукцинат хитозана, деструкция, предпосевная обработка семян, динамическая вязкость.

## Введение

В сельском хозяйстве становится все более актуальным применение экологически безопасных и эффективных средств защиты и регуляторов роста растений. Одним из наиболее эффективных способов защиты растений является метод индуцирования их устойчивости к внешним неблагоприятным условиям и болезням. Особенно перспективны в этом плане биогенные стимуляторы, в том числе природные полисахариды (пектины, хитозан и их производные) [1].

Так, пектины вместе с другими компонентами клеточных стенок растений обеспечивают их прочность и растяжимость, предохраняют растения от высыхания, обеспечивая засухоустойчивость и морозостойкость, выполняют защитную роль во взаимоотношениях растений с фитопатогенами, способствуют ликвидации повреждений и выходу растения из состояния стресса. Их макромолекулы являются определяющими в прорастании семян и роста растений, в созревании и хранении овощей и фруктов, а структура может существенно меняться в процессе роста и развития растения.

Хитозан и его производные также обладают широким спектром биологических эффектов: антибактериальной, фунгицидной, адсорбционной активностью, антиоксидантными свойствами [2; 6; 8–12; 14–20; 22–23].

Наибольший интерес вызывает использование пектинов, хитозана и их производных в качестве пленкообразующей основы композиций для предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур. Несомненно, что главным

препятствием для применения хитозана в составе композиции для предпосевной обработки семян является его плохая растворимость в воде. Этого недостатка лишены низкомолекулярные полимергомологи хитозана, а также карбоксиметилированные, сукцинированные производные, четвертичные аммонийные соли хитозана, растворимые при pH выше 7–8 [3].

Следовательно, целесообразным является сравнительное исследование различных способов деструкции цитрусового пектина и сукцината хитозана (далее – СХТЗ) для получения низкомолекулярных гомологов, и последующее изучение влияния продуктов деструкции на энергию роста семян сельскохозяйственных растений.

## Методология проведения работы

В работе использованы образцы цитрусового пектина (ГОСТ 29186-91) со степенью этерификации 70 % и СХТЗ (ТУ 9284-027-11734126-08) с М.м. = 207 кДа и степенью замещения 75 % производства ЗАО «Бипрогресс» (Щелково, Россия).

Динамическую вязкость растворов пектина (концентрация 1 г/дл), СХТЗ (концентрация 2–5 г/дл) в воде и продуктов деструкции измеряли на реометре Haake Mars II (Thermo Fisher, Германия) при 200 °С в режиме постоянного напряжения сдвига со скоростью сдвига от 0,1 до 100 с<sup>-1</sup>.

Радикально-цепную деструкцию пектина и СХТЗ осуществляли в присутствии 0,2 % пероксида водорода при температуре 65–70 °С в течение 3,5–4 часов.

Кислотный гидролиз пектина и СХТЗ проводили в присутствии 0,05 н раствора соляной кислоты при до 65–70 °С в течение 3,5–4 часов.

Исследование влияния растворов пектина и СХТЗ и продуктов их деструкции на энергию роста семян проводили на примере семян пшеницы сортов «Экада-70» и «Башкирская», предоставленных отделом биологических испытаний Научно-исследовательского технологического института гербицидов и регуляторов роста растений (г. Уфа). Методика эксперимента: в чашки Петри помещали бумажный фильтр, затем заливали необходимым для опыта количеством жидкости и раскладывали сухие семена зерновых культур. В контрольном опыте использовалась вода. Количество жидкости зависит от размера семян – от 4 до 8 мл. Длительность опытов составляла 3 дня. Повторность каждого варианта 3-кратная.

### Результаты работы

Для получения низкомолекулярных гомологов пектина и СХТЗ, обладающих лучшей растворимостью в водных средах по сравнению с исходными полисахаридами, проведено сравнительное исследование различных способов деструкции растворов пектина и СХТЗ. Установлено, что динамическая вязкость растворов пектина и СХТЗ и в случае кислотного гидролиза, и в случае радикально-цепной деструкции резко уменьшается в первые 60–70 мин процесса (рис. 1, 2). Изменение динамической вязкости, которое для растворов пектина и ряда его производных в области малых концентраций обычно коррелирует с изменением молекулярной массы, подчиняется уравнению первого порядка [7; 13].

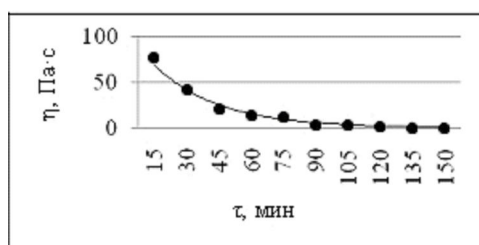


Рис. 1. Зависимость наибольшей динамической вязкости при 200 °С для 5 %-го раствора СХТЗ от времени процесса деструкции в присутствии 0,01 моль/л H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> при 65–70 °С

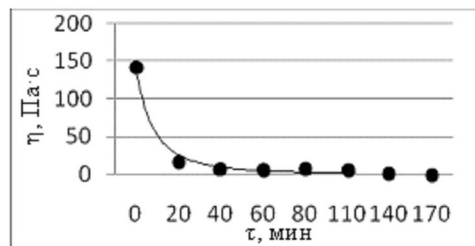


Рис. 2. Зависимость наибольшей динамической вязкости при 200 °С для 5 %-го раствора СХТЗ от времени процесса кислотного гидролиза в присутствии 0,05 н HCl при 65–70 °С

Оптимальная концентрация продуктов деструкции пектина и СХТЗ в составе пленкообразующей композиции для предпосевной обработки семян определена по результатам биологических испытаний в пределах концентраций пленкообразующей основы от 10–1 до 10–4 г/л (рис. 3, 4). Обработанные семена пшеницы высевались в чашки Петри диаметром 15 см по 20 семян в каждый [3–5]. В течение трех дней проводились визуальные наблюдения (табл. 1).

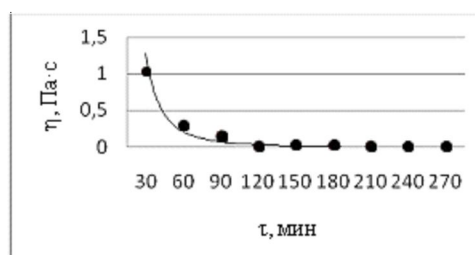


Рис. 3. Зависимость наибольшей динамической вязкости при 200 °С для 1 %-го раствора пектина от времени процесса деструкции в присутствии 0,01 моль/л H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> при 65–70 °С

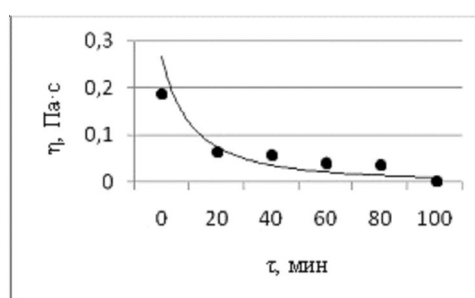


Рис. 4. Зависимость наибольшей динамической вязкости при 200 °С для 1 %-го раствора пектина от времени процесса кислотного гидролиза в присутствии 0,05 н HCl при 65–70 °С

Данные, приведенные в таблице 1, показывают, что производные пектина и СХТЗ стимулируют начальные процессы роста растений

**Влияние пектина, СХТЗ и продуктов их деструкции на энергию роста семян пшеницы**

Пленкообразующая основа	Концентрация в рабочем растворе, г/л	Длина стебля, см	Длина корня, см	Всхожесть семян, %	Зараженность семян, %
Контроль (дистиллированная вода)	–	3,3 ± 0,2	6,3 ± 0,7	82 ± 6,3	23 ± 5,2
Цитрусовый пектин	0,1	1,8 ± 0,1	1,1 ± 0,2	35 ± 5,1	18 ± 4,8
	0,01	6,6 ± 0,3	11,9 ± 1,6	87 ± 8,9	6 ± 2,1
	0,001	5,5 ± 0,7	9,7 ± 0,9	87 ± 4,6	23 ± 7,4
	0,0001	4,2 ± 0,4	6,2 ± 0,8	83 ± 6,7	10 ± 3,6
Продукт кислотного гидролиза цитрусового пектина	0,1	2,5 ± 0,2	1,9 ± 0,4	70 ± 2,8	0 ± 0
	0,01	6,6 ± 0,8	9,0 ± 1,2	78 ± 9,5	3 ± 0,9
	0,001	9,0 ± 1,3	12,0 ± 1,5	87 ± 5,1	5 ± 1,3
	0,0001	6,7 ± 1,1	9,2 ± 1,6	78 ± 7,0	1 ± 0,2
Продукт кислотного гидролиза СХТЗ	0,1	3,9 ± 0,4	5,0 ± 0,9	82 ± 6,2	0 ± 0
	0,01	3,0 ± 0,2	4,0 ± 0,3	72 ± 8,4	3 ± 1,1
	0,001	4,5 ± 1,1	8,8 ± 0,8	92 ± 9,3	0 ± 0
	0,0001	4,3 ± 0,6	5,8 ± 1,1	85 ± 5,6	0 ± 0
Продукт радикально-цепной деструкции цитрусового пектина	0,1	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	25 ± 7,4
	0,01	6,0 ± 1,2	8,5 ± 0,7	88 ± 10,1	1 ± 0,4
	0,001	5,9 ± 0,5	8,1 ± 0,9	87 ± 9,4	1 ± 0,1
	0,0001	4,8 ± 0,2	6,3 ± 1,0	85 ± 4,9	1 ± 0,6
Продукт радикально-цепной деструкции СХТЗ	0,1	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	15 ± 2,9
	0,01	5,5 ± 1,4	9,6 ± 1,4	82 ± 3,6	11 ± 3,2
	0,001	5,4 ± 0,8	8,3 ± 0,8	87 ± 4,2	6 ± 0,8
	0,0001	6,1 ± 1,6	8,7 ± 1,3	78 ± 8,9	13 ± 3,9

пшеницы, значительно увеличивая всхожесть семян, в сравнении с контрольным вариантом, где семена обрабатывались водой.

Установлено, что 0,001 %-е растворы продуктов деструкции пектина и СХТЗ оказывают положительное влияние на энергию роста семян пшеницы сортов «Экада-70» и «Башкирская».

**Выводы**

Таким образом, результаты предварительных биологических испытаний продуктов деструкции пектина и СХТЗ показали их положительное влияние на энергию роста семян пшеницы сорта Экада-70, следовательно, их можно рекомендовать в качестве пленкообразующей основы композиций для предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Галактионов, С. Г. Биологически активные вещества / С. Г. Галактионов. – М. : Мол. гв., 1988. – 270 с.

2. Гольцова, О. И. Получение лекарственных пленок хитозан-йод / О. И. Гольцова, С. В. Колесов // Успехи интеграции академической и вузовской науки по химическим специальностям : материалы Республиканской научно-практической конференции. – Уфа : Изд-во БашГУ, 2006. – С. 161.

3. Иванцова, Е. А. Влияние пестицидов на микрофлору почвы и полезную биоту / Е. А. Иванцова // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11, Естественные науки. – 2013. – № 1. – С. 35–40.

4. Иванцова, Е. А. Защита растений от вредителей : учеб. пособие / Е. А. Иванцова. – Волгоград : ВГСХА, 2011. – 373 с.

5. Иванцова, Е. А. Оптимизация фитосанитарного состояния агробиоценозов Нижнего Поволжья : дис. ... д-ра с.-х. наук / Иванцова Елена Анатольевна. – Саратов, 2009. – 453 с.

6. Кузнецов, В. А. Хитозан и дезоксирахмал в качестве полимерных частиц для иммобилизации биологически активных компонентов / В. А. Кузнецов, В. Л. Лапенко // Вестник МИ ТХТ. – 2009. – Т. 4, № 3. – С. 97–102.

7. Кулиш, Е. И. Изучение процесса ферментативного расщепления хитозана в растворе искусной кислоты / Е. И. Кулиш, И. Ф. Туктарова, В. В. Чернова, С. В. Колесов // Вестник Башкирского университета. – 2013. – Т. 18, № 3. – С. 688–690.

8. Мукатова, М. Д. Биостимулятор повышения урожайности для сельскохозяйственных культур / М. Д. Мукатова, Т. В. Боева // Рыбпром. – 2010. – № 3. – С. 106–107

9. Нудьга, Л. А. Четвертичные производные хитозана. Синтез и антимикробные свойства / Л. А. Нудьга, В. А. Петрова, В. Н. Шелегедин // Эфиры целлюлозы и крахмала: синтез, свойства, применение : материалы 10-й юбил. Всерос. науч.-техн. конф. с междунар. участием, посвящ. 45-летию создания науч. направления «Эфиры целлюлозы», г. Суздаль, 5–8 мая, 2003. – С. 130–133.

10. Abreu Feenanda R. Получение и характеристика карбоксиметилхитозана / R. Abreu Feenanda, P. Campana-Filho Sergio // Polim.: cienc. e tecnol. – 2005. – Vol. 15, № 2. – P. 79–83.

11. Caffall, K. H. The structure, function, and biosynthesis of plant cell wall pectic polysaccharides / K.H. Caffall, D. Mohnen // Carbohydr. Res. – 2009. – Vol. 344. – P. 1879–1900.

12. Chen Lingyun. Соотношение между молекулярной структурой и удерживанием влаги карбоксиметилхитином и хитозаном / Chen Lingyun [et al.] // J. Appl. Polym. Sci. – 2002. – Vol. 83, № 6. – P. 1233–1241.

13. Chernova, V. V. The influence of a way of preparation of film coverings on a basis of chitosan on process of their enzymatic destruction / V. V. Chernova, A.R. Galina, M.V. Bazunova, G.E. Zaikov // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17, № 1. – С. 208–209.

14. Fenghong, Li. Растворимость и твердость структуры О, О-дилауроилхитозана олигосахаридов / Li. Fenghong, Chu Hui-shu // Polym. Mater. Sci. Technol. Eng. – 2009. – Vol. 25, № 5. – P. 139–142.

15. Fernandes, A. L. P. Влияние окислительной деструкции на получение наночастиц хитозана / A. L. P. Fernandes [et al.] // Colloid and Polym. Sci. – 2005. – Vol. 284, № LP. – P. 1–9.

16. Jones, A. M. Pectin agent and method of making / A. M. Jones // Food process ind. – 2001. – Vol. 56, № 10. – P. 12–15.

17. Khotimchenko, M. Acidic method for the low molecular pectin preparation / M. Khotimchenko, V. Kovalev, E. Kolenchenko, Y. Khotimchenko // Int. J. Pharm. Pharmaceutical Sci. – 2012. – Vol. 4, Suppl. 1. – P. 279–283.

18. Li Pvuì-guo. Получение производных хитозана и их использование в косметике / Li Pvuì-guo // Riyong huaxue gongye. – 2004. – Vol. 34, № 5. – P. 319–322.

19. Lingyun Chen. Влияние степени деацетилирования замещения карбоксиметилхитозана на его агрегирование / Chen Lingyun [et al.] // J. Polym. Sci. B. – 2005. – Vol. 43, № 3. – P. 296–305.

20. Mohamed, В. Фунгицидные и инсектицидные свойства О-ацилпроизводных хитозана

/ В. Mohamed [et al.] // Polym. Bull. – 2005. – Vol. 54, № 4–5. – P. 279–289.

21. Qin, W. Гидратационные и увлажняющие свойства N-сукцинилхитозанов / W. Qin, W. Li, W. Ai-Gin // Riyong huaxue gongye. – 2005. – V. 35, № 4. – P. 223–226.

22. Round, A. N. A new view of pectin structure revealed by acid hydrolysis and atomic force microscopy / A. N. Round, N. M. Rigby, A. J. MacDougal, V. J. Morris // Carbohydr. Res. – 2010. – Vol. 345. – P. 487–497.

23. Xia Jin-Lan. Получение и антимикробная активность карбоксиметил-хитозан-Ag-тиобендазола / Xia Jin-Lan [et al.] // Ziran kexue ban. – 2005. – Vol. 36, № 1. – P. 34–37.

## REFERENCES

1. Galaktionov S.G. *Biologicheski aktivnye veshchestva* [Biologically Active Substances]. Moscow, Molodaya gvardiya, 1988. 270 p.

2. Goltsova O.I., Kolesov S.V. Poluchenie lekarstvennykh plenok khitozan-yod [Obtaining Medicinal Chitosan-Iodine Films]. *Uspekhi integratsii akademicheskoy i vuzovskoy nauki po khimicheskim specialnostyam: materialy Respublikanskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii* [The Successes of the Integration of Academic and University Research on Chemical Specialties: Proceedings of the Republican Research and Practice Conference]. Ufa, Izd-vo BashGU, 2006, p. 161.

3. Ivantsova E.A. Vliyanie pestitsidov na mikrofluoru pochvy i poleznuyu biotu [The Effect of Pesticides on the Soil Microflora and Healthy Biota]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria 11, Estestvennye nauki* [Science Journal of Volgograd State University. Natural Sciences], 2013, no. 1, pp. 35–40.

4. Ivantsova E.A. *Zashchita rasteniy ot vreditel'ey: uchebnoe posobie* [Pest Control: a Tutorial]. Volgograd, VGSKhA Publ., 2011. 373 p.

5. Ivantsova E.A. *Optimizatsiya fitosanitarnogo sostoyaniya agrobiotsenozov Nizhnego Povolzhya: dis. ... d-ra s.-kh. nauk* [The Optimization of Phytosanitary Status of Agrobiocenoses of the Lower Volga Region. Dr. agr. sci. diss.]. Saratov, 2009. 453 p.

6. Kuznetsov V. A., Lapenko V. L. Khitozan i dezoksikrakhmal v kachestve polimernykh chastits dlya immobilizatsii biologicheskii aktivnykh komponentov [Chitosan and Deoxy Starch as the Polymer Particles for Immobilization of Biologically Active Components]. *Vestnik MI TKhT*, 2009, vol. 4, no. 3, pp. 97–102.

7. Kulish E.I., Tuktarova I.F., Chernova V.V., Kolesov S.V. Izuchenie protsessa fermentativnogo rasshchepleniya khitozana v rastvore uksusnoy kisloty [Studying the Process of Enzymatic

Degradation of Chitosan in the Solution of Acetic Acid]. *Vestnik Bashkirskogo Universiteta*, 2013, vol. 18, no 3, pp. 688-690.

8. Mukatova M.D., Boeva T.V. Biostimulyator povysheniya urozhaynosti dlya selskokhozyaystvennykh kultur [Biostimulator of Increasing Yields for Crops]. *Rybprom*, 2010, no. 3, pp. 106-107.

9. Nudga L.A., Petrova V.A., Shelegedin V.N. Chetvertichnye proizvodnye khitozana. Sintez i antimikrobnye svoystva [Quaternary Chitosan Derivatives. Synthesis and Antimicrobial Properties]. *Efiry tsellyulozy i krakhmala: sintez, svoystva, primeneniye: materialy 10 Yubileynoy Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoy 45-letiyu sozdaniya nauchnogo napravleniya "Efiry tsellyulozy"*, Suzdal, 5-8 maya, 2003 [The Esters of Cellulose and Starch: Synthesis, Properties and Application: Proceedings of the 10<sup>th</sup> Jubilee All-Russian Scientific and Technical Conference With International Participation, Dedicated to the 45<sup>th</sup> Anniversary of "Cellulose Ethers" Scientific Direction, Suzdal, May 5-8, 2003]. pp. 130-133.

10. Abreu Feenanda R., Campana-Filho S.P. Fabrication and Characterization of Carboxymethylchitosan. *Polim.: cienc. e tecnol.*, 2005, vol. 15, no. 2, pp. 79-83.

11. Caffall K.H., Mohnen D. The Structure, Function, and Biosynthesis of Plant Cell Wall Pectic Polysaccharides. *Carbohydr. Res.*, 2009, vol. 344, pp. 1879-1900.

12. Chen L., et al. Sootnoshenie mezhdru molekulyarnoy strukturoy i uderzhivaniem vlagi karboksimetilkhitinom i khitozanom [The Correlation Between Molecular Structure and Moisture Retention by Carboxymethyl Chitin and Chitosan]. *J. Appl. Polym. Sci.*, 2002, vol. 83, no. 6, pp. 1233-1241.

13. Chernova V.V., Galina A.R., Bazunova M.V., Zaikov G.E. The Influence of the Way of Film Coverings Preparation on the Basis of Chitosan on the Process of Their Enzymatic Destruction. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*, 2014, vol. 17, no. 1, pp. 208-209.

14. Fenghong Li, Chu Hui-shu. Rastvorimost i tverdost struktury O, O-dilauroilkhitozana oligosakharidov [The Solubility and Hardness of the Structure of O, O-Dilauroylchitin of Oligosaccharides]. *Polym. Mater. Sci. Technol. Eng.*, 2009, vol. 25, no.5, pp. 139-142.

15. Fernandes A.L.P. Vliyanie oksidativnoy destruktzii na poluchenie nanochastits khitozana [The Influence of Oxidative Degradation on Obtaining the Nanoparticles of Chitosan]. *Colloid and Polym. Sci.*, 2005, vol. 284, no. LP, pp. 1-9.

16. Jones A.M. Pectin Agent and Method of Making. *Food process ind.*, 2001, vol. 56, no. 10, pp. 12-15.

17. Khotimchenko M., Kovalev V., Kolenchenko E., Khotimchenko Y. Acidic Method for the Low Molecular Pectin Preparation. *Int. J. Pharm. Pharmaceutical Sci.*, 2012, vol. 4, Suppl. 1, pp. 279-283.

18. Li P-vui-guo. Poluchenie proizvodnykh khitozana i ikh ispolzovanie v kosmetike [Obtaining the Derivatives of Chitosan and Their Use in Cosmetics]. *Riyong huaxue gongye*, 2004, vol. 34, no. 5, pp. 319-322.

19. Chen L. Vliyanie stepeni deatsetilirovaniya zameshcheniya karboksimetilkhitozana na ego agregirovanie [Effect of the Degree of Substitution of Carboxymethyl Chitosan Deacetylation Its Aggregation]. *J. Polym. Sci. B.*, 2005, vol. 43, no. 3, pp. 296-305.

20. Mohamed B. Fungitsidnye i insektitsidnye svoystva O-atsilproizvodnykh khitozana [Fungicidal and Insecticidal Properties of o-ACI-Derivatives of Chitosan]. *Polym. Bull.*, 2005, vol. 54, no. 4-5, pp. 279-289.

21. Qin W., Li W., Ai-Gin W. Hydration and Moisturizing Properties of N-Succinylcholine. *Riyong huaxue gongye*, 2005, vol. 35, no. 4, pp. 223-226.

22. Round A.N., Rigby N.M., MacDougal A.J., Morris V.J. A New View of Pectin Structure Revealed by Acid Hydrolysis and Atomic Force Microscopy. *Carbohydr. Res.*, 2010, vol. 345, pp. 487-497.

23. Xia Jin-Lan, et al. Obtaining and Antimicrobial Activity of Carboxymethyl-Chitosan-Ag-Thiabendazole. *Ziran kexue ban*, 2005, vol. 36, no. 1, pp. 34-37.

**THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF CITRUS PECTIN,  
SUCCINATE OF CHITOSAN, AND THEIR DERIVATES  
AS FILM-FORMING COMPONENTS OF THE COMPOSITION  
FOR SEED PRE-TREATMENT**

**Bazunova Marina Viktorovna**

Candidate of Chemical Sciences, Assistant Professor,  
Department of Macromolecular Compounds and General Chemical Technology,  
Bashkir State University  
mbazunova@mail.ru  
Zaki Validi St., 32, 450076 Ufa, Russian Federation

**Zaikov Gennadiy Efremovich**

Doctor of Chemical Sciences, Head of Department of Polymers,  
Specialist in the Field of Physical Chemistry of Polymers,  
Institute of Biochemical Physics named after N.M. Emanuel, Russian Academy of Sciences  
chembio@sky.chph.ras.ru  
Kosygina St., 4, 119334 Moscow, Russian Federation

**Zakharov Vadim Petrovich**

Doctor of Chemical Sciences, Professor, Vice-Rector for Research,  
Head of Department of Macromolecular Compounds and General Chemical Technology,  
Bashkir State University  
zaharovvp@mail.ru  
Zaki Validi St., 32, 450076 Ufa, Russian Federation

**Zhukova Alina Nasimovna**

Student, Department of Macromolecular Compounds and General Chemical Technology,  
Bashkir State University  
alina93muha@mail.ru  
Zaki Validi St., 32, 450076 Ufa, Russian Federation

**Abstract.** The article deals with the possibility of using pectin and chitosan, and their water-soluble derivatives as film-forming compositions for pre-treatment of seed crops. The authors of the present research investigate the different methods of destructing the water-soluble polysaccharides of natural origin – citrus pectin and succinate of chitosan – (by means of acid hydrolysis and radical-chain destruction) for receiving low-molecular homologues. It is revealed that the dynamic viscosity of the solutions of pectin and succinate of chitosan in case of acid hydrolysis, and in case of radical-chain degradation, is reduced drastically in the first 60-70 minutes of the process. It is shown that 0,001 % solutions of pectin and succinate of chitosan degradation products have a positive impact on the energy growth of Ekada-70 and Bashkirskaya wheat seed varieties. The optimum concentration of degradation products of citrus pectin and chitosan succinate as part of film-forming composition for seed pre-treatment is 0,001 %.

**Key words:** means of plant protection, citrus pectin, succinate of chitosan, destruction, seed pre-treatment, dynamic viscosity.