

ИССЛЕДОВАНИЕ КАРБОКСИМЕТИЛИРОВАННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В КАЧЕСТВЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

INVESTIGATION OF CARBOXYMETHYLATED PLANT RAW MATERIALS AS GROWTH REGULATORS FOR SPRING WHEAT

Ключевые слова: регуляторы роста, растительное сырьё, карбоксиметилирование, древесные опилки, лузга подсолнечника, лузга гречихи, цветковые плёнки овса, стержни кукурузных початков, яровая пшеница, ауксины.

С целью изучения росторегулирующей способности карбоксиметилированного растительного сырья получены водорастворимые (46,6-75,2%) карбоксиметилпроизводные композиции с содержанием карбоксиметильных групп 13,3-29,3%. Результаты исследования карбоксиметилированного растительного сырья (древесных опилок, лузги подсолнечника и гречихи, цветковых плёнок овса, стержней початков кукурузы, листвы тополя) на рост и развитие яровой пшеницы при внесении сухих препаратов (67 кг/га) и в виде предпосевной обработки семян (концентрация 15%) показали, что изучаемые препараты в условиях вегетационного периода 2017 г. оказали влияние на ростовые процессы яровой пшеницы. Отмечалась активность развития культуры как при внесении сухих препаратов, так и при предпосевной обработке семян. Препараты способствовали увеличению продуктивной кустистости и урожайности пшеницы. Увеличение продуктивности пшеницы от применения препаратов варьировало от 22 до 43%. Наибольший эффект получен от обработки семян препаратами, полученными на основе листвы тополя и лузги гречихи. В условиях АО «Кипринское» рентабельность производства яровой пшеницы при применении препарата, полученного из лузги подсолнечника (NaKMP), возросла на 5,9%, при снижении себестоимости – на 39 руб/т.

Keywords: growth regulators, vegetable raw materials, carboxymethylation, wood sawdust, sunflower husks, buckwheat husks, oat flower films, corn cobs, spring wheat, auxins.

To study growth regulating ability of carboxymethylated vegetable raw materials, water-soluble (46.6-75.2%) carboxymethyl derivatives with a content of carboxymethyl groups of 13.3-29.3% were obtained. As a result of the study of carboxymethylated plant material effect (sawdust, sunflower husks and buckwheat hulls, oat flower blossoms, corn cobs, poplar foliage) on the growth and development of spring wheat, with the introduction of dry preparations (67 kg ha) and in the form of pre-sowing seed treatment concentration (15%) I was found that the studied preparations under the conditions of the growing season of 2017 had influence on the growth processes of spring wheat. The activity in the crop development was revealed, both with the introduction of dry preparations and with pre-sowing seed treatment. The preparations contributed to increased productive tillage capacity and wheat yield. The increased wheat productivity through the use of preparations ranged from 22 to 43%. The greatest effect was obtained from seed treatment with preparations obtained from poplar foliage and buckwheat hulls. In the AO "Kiprinskoye", the profitability of spring wheat cultivation with the use of the preparation obtained from sunflower husk (NaKMP) increased by 5.9% with decreased cost price by 39 rubles per ton.

Мальцев Михаил Ильич, к.с.-х.н., доцент, зав. каф. общего земледелия, растениеводства и защиты растений, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: uoshs@mail.ru.

Кароннов Александр Александрович, аспирант, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: uoshs@mail.ru.

Калюта Елена Владимировна, к.х.н., доцент каф. химии, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: uoshs@mail.ru.

Maltsev Mikhail Ilyich, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of General Agriculture, Crop Production and Plant Protection, Altai State Agricultural University. E-mail: uoshs@mail.ru.

Karonnov Aleksandr Aleksandrovich, post-graduate student, Altai State Agricultural University. E-mail: uoshs@mail.ru.

Kalyuta Yelena Vladimirovna, Cand. Chem. Sci., Assoc. Prof., Chair of Chemistry, Altai State Agricultural University. E-mail: uoshs@mail.ru.

Неверова Алена Михайловна, аспирант, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: uoshs@mail.ru.

Панина Алина Эдуардовна, агроном, АО «Кипринское», Алтайский край. E-mail: uoshs@mail.ru.

Neverova Alena Mikhaylovna, post-graduate student, Altai State Agricultural University. E-mail: uoshs@mail.ru.

Panina Alina Eduardovna, Agronomist, AO "Kiprinskoye", Altai Region. E-mail: uoshs@mail.ru.

Введение

Практически все предприятия, перерабатывающие сельскохозяйственную продукцию, сталкиваются с серьезной проблемой утилизации отходов производства. Многие существующие технологии по утилизации не решают вопросов по нормализации экологической обстановки в местах массовых сбросов и накопления отходов, что приводит к загрязнению окружающей среды.

Одним из возможных путей решения данной проблемы является карбоксиметилирование растительного сырья (например, древесных опилок, лузги подсолнечника и гречихи, цветковых плёнок овса), с получением водорастворимых полимерных продуктов, содержащих в своем составе карбоксиметилированные основные структурные компоненты (целлюлоза, лигнин, гемицеллюлозы), обладающие комплексом полезных свойств, в т.ч. и способностью регулировать рост растений [1-3].

В Алтайском государственном аграрном университете проведена определенная работа в области применения инновационных препаратов, изготовленных учеными Алтайского государственного университета. Разработаны новые препараты из отходов переработки растительного сырья, содержащих в своем составе карбоксиметилированные основные структурные компоненты (целлюлозу, лигнин, гемицеллюлозу), обладающие комплексом полезных свойств, которые, как показывают исследования, демонстрируют ростостимулирующую активность [4-6].

Алтайский край является крупным сельскохозяйственным регионом Западной Сибири. Территория Алтайского края весьма разнообразна по природно-климатическим условиям, поэтому при разработке технологии применения регуляторов роста требуется дифференцированный подход. Подбор доз и способов внесения инновационных препаратов, которые бы в полной мере использо-

вали биоклиматический потенциал растений, – это комплексная задача. Ее решение связано с разработкой и внедрением технологий, учитывающих зональные почвенно-климатические особенности и материально-технические возможности.

Приводятся результаты полевых исследований, проведенных в условиях учебно-опытной сельскохозяйственной станции Алтайского ГАУ и АО «Кипринское» Шелаболихинского района.

Цель исследований заключалась в определении действия препаратов, полученных из карбоксиметилированного растительного сырья (древесных опилок, лузги подсолнечника и гречихи, цветковых плёнок овса, стержней початков кукурузы, листья тополя), на рост и развитие яровой мягкой пшеницы в условиях лесостепи Алтайского Приобья.

Объекты и методы исследований

На кафедре органической химии АлтГУ разработан и запатентован способ карбоксиметилирования лигноуглеводных материалов [7]. Способ карбоксиметилирования лигноуглеводных материалов заключается в том, что исходный материал обрабатывают раствором гидроксида натрия в изопропиловом спирте в течение 0,5-6,0 ч при 20-150°C, затем монохлоруксусной кислотой в течение 0,5-4,0 ч при 20-60°C. В качестве исходных используют лигноуглеводные материалы, содержащие 35-60% целлюлозы, 20-40% лигнина, 13-35% гемицеллюлозы [7].

При карбоксиметилировании лигнина в составе растительного сырья могут образовываться фрагменты, имеющие строение, сходное с природными фитогармонами. Отмечено, что для фрагментов карбоксиметилированного лигнина характерны основные особенности строения регуляторов ауксинового типа. Полисахариды при карбоксиметилировании также претерпевают де-

струкцию, что, возможно, повышает их биологическую активность в качестве экзогенных регуляторов [3].

Таким образом, на основании известных литературных данных и теоретических предпосылок можно ожидать определённую росторегулирующую активность со стороны карбоксиметилированных производных на основе растительного сырья [8-12].

Полученные препараты представляют собой порошки от светло-желтого до черного цвета (в зависимости от исходного растительного сырья), с растворимостью в воде 47-75%. Препараты, изготовленные из растительного сырья (древесных опилок, лузги подсолнечника и гречихи, цветковых плёнок овса, стержней початков кукурузы, листы тополя, ТУ 928900-005-02067818-2015), проявляют следующие основные свойства:

- легко растворяются в воде, способствуют загущению водных растворов;
- сохраняют вязкость в течение длительного времени;
- образуют прозрачную и прочную плёнку при высыхании;
- обладают устойчивыми связывающими и стабилизирующими свойствами;
- не имеют запаха.

Действующее вещество:

- карбоксиметилированный лигнин, имеющий строение, сходное с известными регуляторами роста ауксинового типа.

Полевой мелкоделяночный опыт. Изучали действие препаратов в растворённом и сухом виде. Семена обрабатывали водным раствором препаратов с концентрацией 15,0%. Сухие препараты вносили непосредственно перед посевом в почву на глубину заделки семян. Норма внесения препаратов – 1 г на 0,15 м² (67 кг/га).

Схема:

1. Контроль.
2. NaKMO (сухие цветковые плёнки овса).
3. NaKMP (сухая лузга подсолнечника).
4. NaKMD (сухие древесные опилки).
5. NaKMO (раствор цветковых плёнок овса).

6. NaKMP (раствор лузги подсолнечника).

7. NaKMD (раствор древесных опилок).

8. NaKMG (раствор лузги гречихи).

9. NaKMK (раствор стержней кукурузных початков).

10. NaKML (раствор листы тополя).

Производственные испытания проводили на территории учебно-опытной сельскохозяйственной станции Алтайского ГАУ и АО «Кипринское» Шелаболихинского района. Изучали действие карбоксиметилированной лузги подсолнечника в виде предпосевной обработки семян водным раствором с концентрацией 15%. Данным препаратом обрабатывали семена пшеницы Омская 36 перед посевом (18 мая – учебно-опытная с.-х. станция, 20 мая – АО «Кипринское»). Площадь поля: 1,0 га на территории учебно-опытной сельскохозяйственной станции Алтайского ГАУ; 10 га в АО «Кипринское».

Приобская сельскохозяйственная зона характеризуется холмисто-увалистым рельефом, наличие склонов (преимущественно выпуклой и прямой формы) значительной длины (до 3 км) и крутизны (до 6°). Почвенный покров представлен в основном черноземами обыкновенными и выщелоченными разной степени эродированности. Материнскими породами являются пылеватые лесовидные суглинки, что предопределяет легкую размываемость почв талыми и ливневыми водами. Климат резко континентальный, сумма годовых осадков 470-520 мм. Гидротермический коэффициент вегетационного периода 0,6-1,2 [13].

Результаты исследований

Исследования по изучению действия карбоксиметилированного растительного сырья при внесении сухих препаратов и в виде предпосевной обработки семян на рост и развитие яровой пшеницы показали, что изучаемые препараты в условиях вегетационного периода 2017 г. оказывали влияние на ростовые процессы яровой пшеницы. Отмечалась активность развития культуры как при внесении сухих препаратов, так и при предпосевной обработке семян (табл. 1).

**Элементы структуры урожая пшеницы Омская 36
при использовании карбоксиметилированных препаратов
(мелкоделяночный опыт, учебно-опытная с.-х. станция Алтайского ГАУ, 2017 г.)**

Вариант	Количество продуктивных стеблей, шт.	Длина стеблей		Масса 1000 семян		Урожайность	
		см	±	г	±	г/1 м ²	±
1. Контроль	1	84,6	0	29,3	0	117,2	0
2. NaKMO сух.	1,4	87,7	+3,1	29,0	-0,3	143,2	+26,0
3. NaKM П сух.	1,4	84,2	-0,4	29,5	+0,2	150,0	+32,8
4. NaKMД сух.	1,4	88,8	+4,2	30,5	+1,2	158,4	+41,2
5. NaKMO p-p	1,2	87,0	+2,4	29,7	+0,4	152,8	+35,6
6. NaKMП p-p	1,4	88,1	+3,5	30,0	+0,7	151,6	+34,4
7. NaKMД p-p	1,4	85,7	+1,1	32,0	+2,7	158,8	+41,6
8. NaKMГ p-p	1,3	86,6	+2	33,0	+3,7	165,2	+48,0
9. NaKMK p-p	1,3	85,5	+0,9	31,0	+1,7	160,0	+42,8
10. NaKMЛ p-p	1,4	88,3	3,7	31,5	+2,2	168,0	+50,8
HCP ₀₅		4,7		1,9		18,7	

Из данных таблицы 1 следует, что препараты способствовали увеличению продуктивной кустистости и урожайности пшеницы. Увеличение урожайности пшеницы от применения препаратов варьировала от 22 до 43%. Наибольший эффект в условиях вегетационного периода 2017 г. получен от обработки семян препаратами, полученными на основе листвы тополя и лузги гречихи.

Производственные испытания препарата, полученного на основе лузги подсолнечника, в условиях учебно-опытной сельскохозяйственной станции показали эффективность препарата, прибавка урожайности составила 0,18 т/га (табл. 2).

Препарат NaKMП, полученный на основе лузги подсолнечник, в условиях АО «Кипринское» также

проявил ростостимулирующую способность. На варианте с обработкой семян пшеницы препаратом получена прибавка урожайности 0,22 т/га (табл. 3).

При расчёте экономической эффективности было установлено, что издержки производства на контрольном варианте составили 7727,4 руб. При использовании инновационного препарата NaKMП затраты увеличились на 330 руб. Увеличение издержек производства связано со стоимостью препарата и затратами на обработку семян. Рентабельность производства яровой пшеницы при применении препарата, полученного из лузги подсолнечника (NaKMП), возрастает на 5,9%, при снижении себестоимости на 39 руб/т. (табл. 4).

Таблица 2

**Элементы структуры урожая пшеницы Омская 36
(учебно-опытная с.-х. станция Алтайского ГАУ, 2017 г.)**

Вариант	Количество продуктивных стеблей, шт.	Масса 1000 семян, г	Урожайность, т/га
1. Контроль	1,8	30,0	1,29
2. NaKMП	1,9	32,0	1,47
HCP ₀₅			0,16

Таблица 3

Урожайность яровой пшеницы Омская 36, (АО «Кипринское», 2017 г.)

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка, т/га
1. Контроль	3,56	-
2. NaKMП	3,78	0,22

Экономическая эффективность возделывания яровой пшеницы при использовании биопрепарата НаКМП в 2017 г. АО «Кипринское»

Варианты	Ур-ть, т/га	Прибавка, т/га	Цена, руб/т	Стоимость зерна с 1 га, руб.		Материально-денежные затраты на 1 га, руб.		Чистый доход с 1 га, руб.		Уровень рентабельности, %	Себестоимость 1 т зерна, руб.
				всего	в т.ч. доп. прод.	всего	в т.ч. на доп. прод.	всего	в т.ч. на доп. прод.		
Контроль	3,56	-	7000	24920	-	7727,4	-	17192,6	-	222,5	2170,6
НаКМП	3,78	0,22	7000	26460	1540	8057,4	330,0	18402,6	1210,0	228,4	2131,6

Заключение

Исследования по изучению действия карбоксиметилированного растительного сырья при внесении сухих препаратов (67 кг/га) и в виде предпосевной обработки семян водным раствором (концентрация 15%) на рост и развитие яровой пшеницы показали, что изучаемые препараты в условиях вегетационного периода 2017 г. оказывали влияние на ростовые процессы яровой пшеницы. Отмечалась активность развития культуры как при внесении сухих препаратов, так и при предпосевной обработке семян. Препараты способствовали увеличению продуктивной кустистости и урожайности пшеницы. Увеличение продуктивности пшеницы от применения препаратов варьировало от 22 до 43%. Наибольший эффект в условиях вегетационного периода 2017 г. получен от обработки семян препаратами, полученными на основе листы тополя и лужги гречихи.

Производственные испытания препарата, полученного на основе лужги подсолнечника, в условиях учебно-опытной сельскохозяйственной станции Алтайского ГАУ и АО «Кипринское» Шелаболихинского района показали, что при предпосевной обработке семян прибавка урожайности, соответственно, составила 0,18 и 0,22 т/га.

В условиях АО «Кипринское» рентабельность производства яровой пшеницы при применении препарата, полученного из лужги подсолнечника (НаКМП), возрастает на 5,9%, при снижении себестоимости на 39 руб/т.

Библиографический список

1. Брыкалов А.В. Комплексная биотехнология регуляторов роста растений // Биотехнология в ФЦП «Интеграция». – СПб., 1999. – С. 127-128.
2. Баштан-Кандыбович И.И. Биологическая модификация гидролизного лигнина // Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья. – Барнаул, 2007. – С. 142-144.
3. Маркин В.И. Карбоксиметилирование растительного сырья. Теория и практика. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2010. – 167 с.
4. Калюта Е.В., Мальцев М.И., Маркин В.И., Катраков И.Б., Базарнова Н.Г. Исследование влияния карбоксиметилированного растительного сырья на активность прорастания мягкой яровой пшеницы // Химия растительного сырья. – 2013. – № 3. – С. 249-253.
5. Мальцев М.И., Александрова Т.Н., Калюта Е.В. Из опыта по применению карбоксиметилированных композиций в качестве регуляторов роста пшеницы, полученных из продуктов переработки растительного сырья // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. ст. IX Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 кн. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2015. – Кн. 2. – С. 152-154.
6. Мальцев М.И., Александрова Т.Н., Калюта Е.В. Исследование инновационных препаратов ЭКО-СТИМ в качестве регулятора роста пшеницы культур // Наука: опыт, проблемы, перспективы развития: матер. XIV Междунар. науч.-практ.

конф.: в 2 ч. – Красноярск: Изд-во Краснояр. гос. аграр. ун-т, 2015. – Ч. II. – С. 202-204.

7. Пат. 2130947 (РФ). Способ карбоксиметилирования лигноуглеводных материалов / Галочкин А.И., Маркин В.И., Базарнова Н.Г., Заставенко Н.В., Крестьянникова Н.С.

8. Муромцев Г.С. Регуляторы роста растений. – М.: Колос, 1979. – 246 с., ил.

9. Дерфлинг К. Гормоны растений. Системный подход: пер. с нем. / под ред. Кефели. – М.: Мир, 1985. – 304 с.

10. Ishikawa H., Evans M. Comparative growth and gravitropism studies in auxin response mutants of *Arabidopsis thaliana* // *Biological Sciences in Space*. – 1993. – Vol. 7 (2). – P. 133-140.

11. Shimazu T., et al. Suitable experimental design for determination of auxin polar transport in space using a spacecraft // *Biological Sciences in Space*. – 2000. – Vol. 14 (1). – P. 9-13.

12. Katayama M., et al. Synthesis and biological activities of 4-trifluoromethylindole-3-acetic acid: a new fluorinated indole auxin // *Biosci. Biotechnol. Biochem.* – 2008. – Vol. 72 (8). – P. 2025-2033.

13. Агроклиматические ресурсы Алтайского края. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 155 с.

References

1. Brykalov A.V. Kompleksnaya biotekhnologiya regulyatorov rosta rasteniy // *Biotekhnologiya v FTsP «Integratsiya»*. – SPb., 1999. – S. 127-128.

2. Bashtan-Kandybovich I.I. Biologicheskaya modifikatsiya gidroliznogo lignina // *Novye dostizheniya v khimii i khimicheskoy tekhnologii rastitel'nogo syrya*. – Barnaul, 2007. – S. 142-144.

3. Markin V.I. Karboksimetilirovanie rastitel'nogo syrya. Teoriya i praktika. – Barnaul: Izd-vo Alt. un-ta, 2010. – 167 s.

4. Kalyuta Ye.V., Maltsev M.I., Markin V.I., Katrakov I.B., Bazarnova N.G. Issledovanie vliyaniya karboksimetilirovannogo rastitel'nogo syrya na aktivnost

prorastaniya myagkoy yarovoy pshenitsy // *Khimiya rastitel'nogo syrya*. – 2013. – № 3. – S. 249-253.

5. Maltsev M.I., Aleksandrova T.N., Kalyuta Ye.V. Iz opyta po primeneniyu karboksimetilirovannykh kompozitsiy v kachestve regulyatorov rosta pshenitsy, poluchennykh iz produktov pererabotki rastitel'nogo syrya // *Agrarnaya nauka – sel'skomu khozyaystvu: sb. statey IX Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.: v 3 kn.* – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2015. – Kn. 2. – S. 152-154.

6. Maltsev M.I., Aleksandrova T.N., Kalyuta Ye.V. Issledovanie innovatsionnykh preparatov EKO-STIM v kachestve regulyatora rosta pshenitsy kultur // *Nauka: opyt, problemy, perspektivy razvitiya: materialy XIV mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii: v 2 ch.* – Krasnoyarsk: Izd-vo: Krasnoyarsk. gos. agrar. un-t, 2015. – Chast II. – S. 202-204.

7. Patent 2130947 (RF). Sposob karboksimetilirovaniya lignouglevodnykh materialov / Galochkin A.I., Markin V.I., Bazarnova N.G., Zastavenko N.V., Kretyannikova N.S.

8. Muromtsev G.S. Regulyatory rosta rasteniy. – М.: Kolos, 1979. – 246 с., ил.

9. Derfling K. Gormony rasteniy. Sistemnyy podkhod / K. Derfling; per. s nem.; pod red. Kefeli. – М.: Mir, 1985. – 304 с.

10. Ishikawa H., Evans M. Comparative growth and gravitropism studies in auxin response mutants of *Arabidopsis thaliana* // *Biological Sciences in Space*. – 1993. – Vol. 7 (2). – P. 133-140.

11. Shimazu T., et al. Suitable experimental design for determination of auxin polar transport in space using a spacecraft // *Biological Sciences in Space*. – 2000. – Vol. 14 (1). – P. 9-13.

12. Katayama M., et al. Synthesis and biological activities of 4-trifluoromethylindole-3-acetic acid: a new fluorinated indole auxin // *Biosci. Biotechnol. Biochem.* – 2008. – Vol. 72 (8). – P. 2025-2033.

13. Агроклиматические ресурсы Алтайского края. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 155 с.

