5. Sabitov M. M., Zaharov A. I. Sovershenstvovanie tekhnologii vozdeleyvaniya ozimoy pshenicy // Zemledelie. – 2002, № 4. – S. 11.
6. Kazakov G. I. Obrabotka pochvy v Srednem Povolzh'e i puti ee sovershenstvovaniya // Differenciatsiya sistem zemledeliya i plodorodie chernozema lesostepi Povolzh'ya. – Ulyanovsk. – 1996. – S. 47-60.
7. Syuris A. I. Vliyanie razlichnykh organicheskikh udobrenij na plodorodie erodirovannykh pochv i produktivnost' sel'skohozyajstvennykh kul'tur // Adaptivno-landshaftnoe zemledelie: Vyzovy XXI veka. Sbornik dokladov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoy 70-letiyu so dnya rozhdeniya chlena korrespondenta RAN G.N. Cherkasova, 12-14 sentyabrya 2018 g. – Kursk: FGBNU «Kurskij federal'nyj agrarnyj nauchnyj centr» – Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut zemledeliya i zashchity pochv ot erozii. – 2018. – S. 97-101.
8. Rode A. A. Osnovy ucheniya o pochvennoj vlage // Metody izucheniya vodnogo rezhima pochv. – L.: Gidrometeoizdat. – 1969. – S. 287.
9. Lazarev V. I., Lazareva R. I., Il'in B. S., Minchenko ZH. N. Ekologo-ekonomicheskaya ocenka tekhnologii vozdeleyvaniya yarovoj pshenicy s razlichnym urovnem biologizatsii v usloviyah Kurskoj oblasti // Problemy i perspektivy nauchno-innovacionnogo obespecheniya agropromyshlennogo kompleksa regionov. Sbornik dokladov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Kursk, 11-13 sentyabrya 2019 g. – Kursk FGBNU «Kurskij federal'nyj agrarnyj nauchnyj centr». – 2019. – S. 79-85.
10. Zelyukov N. I. Nauchnyye osnovy vosпроизводства plodorodiya Chernozemov CCHZ: Avtoref. Dis... d-ra s.-h. nauk. – Voronezh. – 1993.
11. Pimintel D., Burgess M. Soil erosion Threatens Food Production. /Agriculture. – 2013, №3. – Pp. 443-463.
12. Lizovicz Tranciszek. The occurrence of cereal crop diseases depending on the system of farming // I. Plat Prot. Res. – 1999. – V. 39. – № 2. – P. 116-131.
13. Gvozdev V. A., Svirina V. A. Rol' organicheskogo veshchestva v PPK pashni pri nedostatochnom obespechenii pochv pitatel'nymi elementami (na primere yuzhnoj i yugo-vostochnoj chasti Ryazanskoy oblasti) // Innovacionnye napravleniya agrarnoj nauki na sovremenno etape: Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya, posvyashchennaya 30-letiyu Ulyanovskogo NIISKH (Rossiya, Ulyanovskaya oblast', p. Timiryazevskij, 16-17 iyulya 2019 goda): sbornik nauchnykh trudov. – Ulyanovsk: UIGTU. – 2019. – S. 54-60.
14. Campbell C. A., Zentner R. P., Jong R. Effect of cropping, summer fallow and fertiliser nitrogen on nitrate nitrogen lost by leaching on brown chernozem loam // Can. J. of Soil Sci. 1984. – V. 64. – № 1. – P. 61-64.
15. MacLeen A., Hors F. Manures and compost. Ottawa, Canada. – 1974. – 14 p.
16. Reiman. M. S. The impact of deep manure injection of water infiltration, nutrient distribution and corn yields. M. Thesis; South Dakota State University: Brookings, 2006.
17. Zvyaginets D. G. Pochva i mikroorganizmy. – M.: Izd-vo Mosk. un-ta. – 1987. – 256 s.
18. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). – M.: Agropromizdat. – 1985. – S. 351.

Поступление/Received: 07.04.2020

Принято/Accepted: 21.05.2020

УДК 633.2/3.032:631.8

DOI: 10.37574/2658-7963-2020-1-24-28

Применение пектиновых полисахаридов на многолетних травах

Лобанов А. Ю., Тулинов А. Г.

Институт агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН

Использование многолетних трав на естественных пастбищах, лугах и сенокосах является важным источником кормовой базы крупного рогатого скота. Однако их эксплуатация без ежегодного поддержания быстро приводит к истощению луговой растительности. Важным является восполнение выноса питательных веществ с урожаем путем внесения минеральных удобрений, а также использование регуляторов роста растений. Пектиновые полисахариды, получаемые из различных растений, являются такими веществами. Важная их функция – обеспечивать тургор растений, что позволяет лучше противостоять негативным факторам среды. В период с 2016 по 2018 год были проведены исследования двух пектиновых полисахаридов, полученных из хвои ели обыкновенной (Picea abies) и борщевика Сосновского (Heraclium sosnowskij L.). Данные полисахариды были испытаны в опыте на естественном заливном луге в пойме реки Вытегра в чистом виде и по фону минеральных удобрений. Исследование влияния пектиновых полисахаридов на урожайность и качество естественных многолетних травостоев показало повышение устойчивости растений к неблагоприятным абиотическим факторам (недостаток влаги и повышенные температуры). Это приводит к росту урожайности в отдельные годы на 20-42% (внесение полисахаридов в чистом виде) и на 51-52% (по фону NPK). Установлено, что применение пектинового полисахарида из экстракта хвои ели обыкновенной (Picea abies) по фону минеральных удобрений и в чистом виде способствует значительному повышению содержания сырого протеина, сбора обменной энергии и кормовых единиц.

Ключевые слова: многолетние травы, естественные луга, минеральные удобрения, пектины, полисахариды, урожайность, качество зелёной массы

Благодарности: Работа выполнена в рамках Государственного задания № 0412-2019-0051, Рег. № НИОКТР АААА-А20-12002790009-4.

Корма естественных пастбищ, лугов, сенокосов являются одним из основных и надежных источников пищи для сельскохозяйственных животных [1]. Однако при уборке растений с поля отчуждаются элементы питания, которые необходимы для

следующей генерации трав. Невосполнение потерь может привести к истощению луговой растительности (снижение урожайности, питательности и биоразнообразия). Возвращение почве хотя бы того же количества питательных элементов, которое

ежегодно выносятся с урожаем, поддерживает урожайность многолетних естественных сенокосов на должном уровне, а стимулирование роста и развития растений различными регуляторами роста позволяет повысить качество получаемого корма [2].

Применение регуляторов роста обеспечивает повышение урожая и качества выращиваемой продукции, усиливает сопротивляемость растений к вредителям, болезням, различным стрессовым воздействиям, улучшает завязываемость плодов, обеспечивает получение более ранней продукции, ее сохранность, предотвращает полегание зерновых культур. В развитых зарубежных странах регуляторами роста обрабатывается 50-80% посевов сельскохозяйственных культур [3, 4].

Одними из таких регуляторов являются препараты на основе пектиновых полисахаридов. Пектиновые вещества являются одним из основных компонентов клеточной стенки растений и выполняют очень важные биологические функции. Они обуславливают тургор растений – препятствуют их увяданию и высыханию, усиливают их морозостойкость и засухоустойчивость, участвуют в регуляции водно-солевого режима растения, выполняют защитную роль при взаимодействии с фитопатогенами, способствуют прорастанию семян, а также регулируют рост растений [5, 6].

Цель исследований – изучение влияния пектиновых полисахаридов на продуктивность и качество многолетних сенокосов.

Материал и методы. Полевой опыт проводился с 2016 по 2018 год на естественных сенокосах в пойме реки Вычегды в местечке Красный Затон (Республика Коми, г. Сыктывкар, 61°40'40" с.ш. 50°58'30" в.д.). Почва опытного участка дерново-подзолистая, супесчаная. Реакция почвы сильнокислая (рН – 3,8-4,0), обеспеченность подвижным калием и фосфором средняя (116,4-135,7 мг/кг; 49,6-67,9 мг/кг соответственно), количество кальция и магния в почве очень низкое (Ca – 1,1-1,3 мг/кг; Mg – 0,43-0,50 мг/кг).

Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема опыта

№	Вариант	Доза
1	Контроль (естественный луг)	Без удобрений
2	НРК (фон)	N – 60 кг/га, РК – по 45 кг/га
3	Фон + PA _o	N – 60 кг/га, РК – по 45 кг/га + 720 г/га
4	Фон + HS _w	N – 60 кг/га, РК – по 45 кг/га + 720 г/га
5	PA _o *	720 г/га
6	HS _w **	720 г/га

*PA_o – пектиновый полисахарид, выделенный из хвои ели обыкновенной (*Picea abies*) [8].

**HS_w – пектиновый полисахарид, выделенный из борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* L.) [9].

Учетная площадь делянки – 10 м², повторность опыта четырехкратная [7].

Минеральные удобрения вносили поверхностно после схода паводковых вод в фазу активного отрастания травостоя из расчета N₆₀P₄₅K₄₅ кг д.в. на 1 га. Стимуляторы роста PA_o и HS_w – путем внекорневой подкормки (опрыскивание) в фазу кущения. Расход рабочей жидкости – 300 л/га.

Урожайность и качество кормов определены по общепринятым методикам в третьей декаде июня [10, 11]. Статистическая обработка полученных данных проводилась путем дисперсионного анализа [12] с помощью программ STATVIVA (Система статистического анализа, 1991) и пакета анализа данных Microsoft Office Excel 2007.

Результаты и их обсуждение

Погодные условия оказали большое влияние на урожайность естественных сенокосов (таблица 2). В 2017 году погодные условия раннего периода отрастания травостоя после паводка (вторая декада мая) характеризовались пониженными температурами (на 2,2-4,4 °C ниже нормы) и избыточным увлажнением в третьей декаде (на 6,3 мм выше средней многолетней).

В связи с этим в 2017 году урожайность естественного сенокоса без применения минеральных удобрений и стимуляторов роста оказалась самой низкой за три года исследований – 6,0 т/га (таблица 3).

Наибольшая же урожайность на контроле получена в 2018 году – 13,0 т/га, что связано с повышенной температурой во второй декаде мая (начало роста растений) и увлажненностью, близкой к норме, в период роста и развития растений.

Урожайность естественного луга в 2016 году оказалась средней за весь период изучения – 10,8 т/га, что связано с избыточной увлажненностью во второй декаде мая, переходящей в засуху в третьей (период интенсивного отрастания, температура воздуха на 3,0-5,8 °C превышала норму).

В вариантах с использованием минеральных удобрений и пектиновых полисахаридов тенденция, отмеченная на естественном луге, сохраняется.

Наибольшая достоверная прибавка к урожаю получена в вариантах с использованием минеральных удобрений в чистом виде и совместно с препаратами. Однако, если в 2016 году применение пектиновых полисахаридов по фону НРК дало достоверную прибавку выше фона минеральных удобрений на 3,8 т/га, а в 2017 году данная прибавка была

незначительной, то в 2018 году стимуляторы роста дали результат ниже варианта с применением NPK. Это можно объяснить тем, что пектиновые полисахариды повышают устойчивость растений к понижению влажности

при повышенных температурах в период активного отрастания, чем и характеризовалась третья декада мая 2016 года.

Таблица 2 – Метеорологические условия проведения исследований в 2016-2018 гг.

Месяц	Декада	Температура, °C				Количество осадков, мм			
		2016	2017	2018	средняя многолет- няя	2016	2017	2018	средняя многолет- няя
Май	I	8,3	4,1	3,8	5,9	5,2	27,8	31,5	15,0
	II	10,8	5,6	10,7	7,8	28,1	8,9	18,3	17,0
	III	15,5	5,3	9,5	9,7	6,9	24,3	30,2	18,0
за месяц		11,5	5,0	8,0	7,8	40,2	61,0	80,0	50,0
Июнь	I	10,3	10,5	7,1	11,7	18,0	20,2	34,0	18,0
	II	15,7	14,4	12,8	14,4	28,0	43,0	30,9	19,0
	III	17,8	12,3	20,5	16,4	32,0	32,5	10,1	20,0
за месяц		14,6	12,4	13,5	14,2	78,0	97,5	75,0	57,0
Июль	I	19,5	15,8	18,2	16,5	22,0	13,6	46,4	24,0
	II	19,7	20,6	20,7	16,8	50,0	9,7	45,0	25,0
	III	20,3	18,6	19,5	16,6	18,0	53,0	0,0	27,0
за месяц		19,8	18,3	19,5	16,6	97,0	76,3	91,4	76,0
Август	I	20,7	15,0	15,6	15,6	30,4	60,4	15,4	24,0
	II	19,3	16,6	14,8	14,0	81,2	16,0	24,7	23,0
	III	17,7	16,4	13,2	12,2	58,8	7,1	11,4	22,0
за месяц		19,2	16,0	14,5	13,9	170,4	83,5	51,5	69,0
за май-август		16,3	12,9	13,9	13,1	385,6	316,5	297,9	252,0

В среднем за три года применение минеральных удобрений повысило урожайность трав на 46%, применение пектиновых полисахаридов по фону NPK – на 51-52%.

В условиях засушливой третьей декады мая 2017 года стимуляторы роста позволили добиться достоверной прибавки урожайности на 20-42%. В остальные годы наблюдений и в среднем за три года прибавка урожайности по отношению к контролю являлась статистически не значимой.

Таблица 3 – Влияние пектиновых полисахаридов на урожайность зелёной массы, т/га (2016-2018 гг.)

№ вариан- та	Урожайность (по годам), т/га			Сред- нее
	2016	2017	2018	
1	10,8	6,0	13,0	9,9
2	16,4	8,6	18,5	14,5
3	20,2	8,9	17,7	15,6
4	20,2	8,9	16,3	15,1
5	13,0	6,1	13,5	10,9
6	15,4	6,1	15,8	12,4
НСР ₀₅	2,4	1,2	2,2	2,7

Все изучаемые варианты по качеству полученной зелёной массы показали себя лучше контроля на 8-24% по сбору обменной энергии, на 21-57% по сбору кормовых единиц и на 0,3-0,7% по содержанию сырого протеина, за исключением использования пектинового полисахарида из экстракта борщевика Сосновского. Данный вариант по содержанию сырого протеина показал себя хуже контроля на 0,3% (таблица 4).

Наибольшего сбора обменной энергии (+24%), кормовых единиц (+57%) и содержания сырого протеина (+0,7%) по отношению к

контролю удалось добиться в варианте с применением пектинового полисахарида из хвои ели обыкновенной по фону минеральных удобрений. Данный способ также превышал по этим показателям вариант с применением NPK в чистом виде.

Таблица 4 – Влияние пектиновых полисахаридов на качество зелёной массы (среднее за 2016-2018 гг.)

№ вариан- та	Сбор об- менной энергии, ГДж/га	Сбор кормо- вых единиц, тыс./га в а.с.в.	Содержа- ние сырого протеина в а.с.в., %
1	6,57	2,8	11,1
2	7,52	4,2	11,4
3	8,18	4,4	11,8
4	7,93	3,6	11,7
5	7,14	3,4	11,4
6	7,29	3,5	10,8

Выводы. Исследование влияния пектиновых полисахаридов на урожайность и качество естественных многолетних травостоев показало повышение устойчивости растений к неблагоприятным абиотическим факторам (недостаток влаги и повышенные температуры). Это приводит к росту урожайности в отдельные годы на 20-42% (внесение полисахаридов в чистом виде) и на 51-52% (по фону NPK). Установлено, что применение пектинового полисахарида из экстракта хвои ели обыкновенной по фону минеральных удобрений и в чистом виде способствует значительному повышению содержания сырого протеина, сбора обменной энергии и кормовых единиц.

Список литературы

1. Шморгунов Г. Т., Тулинов А. Г., Булатова Н. В. и др. Система земледелия Республики Коми: монография. – Сыктывкар: ГОУ ВО КРАГСиУ. – 2017. – 225 с.
2. Косолапов В. М., Трофимов И. А. Справочник по кормопроизводству. М.: Россельхозакадемия. – 2014. – 717 с.
3. Беляева Р. А., Козлова Ю. А. Влияние макро и микроудобрений на продуктивность пойменных лугов реки Печора // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2012. – № 4. – С. 36-38.
4. Беляева Р. А., Каракчиева Е. Ф., Регорчук Н. В. Влияние микроэлементов и биологически активных веществ на продуктивность естественных лугов в пойме реки Сысола // Кормопроизводство. – 2009. – № 8. – С. 18-20.
5. Тулинов А. Г., Михайлова Е. А., Шубаков А. А. Применение пектиновых полисахаридов в качестве стимуляторов роста и развития *Solanum tuberosum* L. // Химия растительного сырья. – 2018. – № 4. – С. 289-298.
6. Оводов Ю. С. Современные представления о пектиновых веществах // Биоорганическая химия. – 2009. – Т. 35. – № 3. – С. 293-310.
7. Методика опытных работ на сенокосах и пастбищах. М.: Сельхозгиз. – 1961. – 288 с.
8. Патова О. А., Головченко В. В., Оводов Ю. С. Пектиновые полисахариды: структура, свойства // Известия Академии наук. Серия химическая. – 2014. – № 9. – С. 1901-1925.
9. Шахматов Е. Г., Михайлова Е. А., Макарова Е. Н. Структурно-химическая характеристика и биологическая активность полисахаридов *Heracleum Sosnowskyi* Manden // Химия растительного сырья. – 2015. – № 4. – С. 15-22.
10. Руководство по анализам кормов. М.: Колос. – 1982. – 75 с.
11. Методическое пособие по определению энергетических затрат при производстве продовольственных ресурсов и кормов для условий Северо-Востока европейской части Российской Федерации. – Киров. – 1997. – 62 с.
12. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос. – 1979. – 416 с.

Сведения об авторах:

Лобанов Александр Юрьевич, младший научный сотрудник,

Тулинов Алексей Геннадьевич, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник

Институт агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, 167023, Россия, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Ручейная, д. 27

e-mail: toolalgen@mail.ru

Application of pectin polysaccharides on perennial grasses

A. Yu. Lobanov, A. G. Tulinov

Institute of Agrobiotechnology, Federal Research Center, Komi Scientific Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

*The use of perennial grasses on natural pastures, grasslands and hayfields is an important source of forage for cattle. However, their exploitation without annual maintenance quickly leads to depletion of meadow vegetation. It is important to replenish the removal of nutrients with the harvest by applying mineral fertilizers, as well as the use of plant growth regulators. Pectin polysaccharides obtained from various plants are such substances. Their important function is to provide plant turgor, which makes it possible to better resist negative environmental factors. In the period from 2016 to 2018, studies were conducted on two pectin polysaccharides obtained from the needles of common spruce (*Picea abies*) and hogweed *Sosnowski* (*Heracleum sosnowskyi* L.). These polysaccharides were tested in natural water-meadows in the floodplain of the Vychegda River in its pure form and against the background of mineral fertilizers. According to the results of studies of the effect of pectin polysaccharides on the yield and quality of natural perennial grass stands in pure form and on the background of mineral fertilizers, an increase in plant resistance to unfavorable abiotic factors (lack of moisture and elevated temperatures) was revealed, which leads to an increase in yield in some years on 20-42% (in pure form) and on 51-52% (based on NPK background). It has been established that the use of pectin polysaccharide from the extract of common spruce (*Picea abies*) needles by the background of mineral fertilizers and in its pure form contributes to a significant increase in the collection of exchange energy, feed units and the content of crude protein.*

Key words: *perennial grasses, natural meadows, mineral fertilizers, pectins, polysaccharides, productivity, quality*

References

1. Shmorgunov G. T., Tulinov A. G., Bulatova N. V. i dr. Sistema zemledeliya Respubliki Komi: monografiya. – Syktyvkar: GOU VO KRAGSiU. – 2017. – 225 s.
2. Kosolapov V. M., Trofimov I. A. Spravochnik po kormoproizvodstvu. M.: Rossel'hozakademiya. – 2014. – 717 s.
3. Belyaeva R. A., Kozlova YU. A. Vliyanie makro i mikroudobrenij na produktivnost' pojmyennyh lugov reki Pechora // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. – 2012. – № 4. – С. 36-38.
4. Belyaeva R. A., Karakchieva E. F., Regorchuk N. V. Vliyanie mikroelementov i biologicheski aktivnyh veshchestv na produktivnost' estestvennyh lugov v pojme reki Sysola // Kormoproizvodstvo. – 2009. – № 8. – С. 18-20.
5. Tulinov A. G., Mihajlova E. A., SHubakov A. A. Primenenie pektinovyh polisaharidov v kachestve stimulya-torov rosta i razvitiya *Solanum tuberosum* L. // Himiya rastitel'nogo syr'ya. – 2018. – № 4. – С. 289-298.
6. Ovodov YU. S. Sovremennye predstavleniya o pektinovyh veshchestvah // Bioorganicheskaya himiya. – 2009. – Т. 35. – № 3. – С. 293-310.
7. Metodika opytnyh rabot na senokosah i pastbishchah. M.: Sel'hozgiz. – 1961. – 288 s.

8. Patova O. A., Golovchenko V. V., Ovodov YU. S. Pektinovyе polisaharidy: struktura, svojstva // Izvestiya Akademii nauk. Seriya himicheskaya. – 2014. – № 9. – S. 1901-1925.
9. Shahmatov E. G., Mihajlova E. A., Makarova E. N. Strukturno-himicheskaya harakteristika i biologicheskaya aktivnost' polisaharidov Heracleum Sosnowskyi Manden // Himiya rastitel'nogo syr'ya. – 2015. – № 4. – S. 15-22.
10. Rukovodstvo po analizam kormov. M.: Kolos. – 1982. – 75 s.
11. Metodicheskoe posobie po opredeleniyu energozatrat pri proizvodstve prodovol'stvennyh resursov i kor-mov dlya uslovij Severo-Vostoka evropejskoj chasti Rossijskoj Federacii. – Kirov. – 1997. – 62 s.
12. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij). M.: Kolos. – 1979. – 416 s.

Поступление/Received: 09.05.2020

Принято/Accepted: 30.05.2020

УДК 633:631.8.022.3:632.93

DOI: 10.37574/2658-7963-2020-1-28-32

О значимости агрометеорологических и техногенных факторов при возделывании культур полевого севооборота на северо-западе России

Фесенко М. А., Шпанёв А. М., Смук В. В.

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
"Агрофизический научно-исследовательский институт"*

В агроэкологическом стационаре Меньковского филиала ФГБНУ АФИ (Ленинградская обл., Гатчинский район) в 2012–2016 гг. проведены исследования по оценке влияния средств защиты растений и минерального удобрения в различающихся условиях вегетации на культуры полевого севооборота в Северо-Западном регионе с целью выявления взаимосвязей, взаимовлияния и действия каждого из факторов на урожайность. Представлены данные о вкладе в формирование урожайности ярового ячменя, озимой ржи, картофеля и ярового рапса гидро-термических условий вегетации и факторов интенсификации земледелия – минеральных удобрений и интегрированной системы защиты растений. Гидротермические условия вегетации определяли 60% урожайности у картофеля, 59% – у озимой ржи и 34% – у ярового ячменя. Приоритетность техногенных факторов, определяющих урожайность, различна для культур полевого севооборота. Определяющим зерновую продуктивность озимой ржи (на 21% в среднем за годы изучения) и ярового ячменя (на 33%) показателем является уровень агрофона. Урожайность картофеля в равной степени (на 9-10% в среднем за годы изучения) может определяться или уровнем минерального питания, или эффективностью системы защиты растений. Эффект от фитосанитарных мероприятий возрастал с увеличением уровня минерального питания (с 60% до 73%). Урожайность рапса менее всего зависит непосредственно от погодных условий (на 9%) и определяется совокупным действием интегрированной системы защиты растений (24%) и удобрений (15%) в конкретных условиях вегетации (вклад взаимодействия трех факторов – 28%).

Ключевые слова: урожайность, минеральные удобрения, средства защиты растений, картофель, озимая рожь, яровой ячмень, яровой рапс

Продуктивность сельскохозяйственных культур – результат их существования в конкретных почвенно-климатических условиях. Она определяется совокупным действием лимитирующих (погода), детерминированных (почва) и антропогенных (средства агротехнологий), факторов. Посевы полевых культур утратили к настоящему времени в значительной степени устойчивость к негативному воздействию природных и техногенных стрессоров и поэтому нуждаются в постоянном управляющем воздействии со стороны человека [1]. В основе современных систем управления продуктивностью лежит применение удобрений и средств защиты растений.

Дерново-подзолистые почвы Северо-Запада характеризуются низким содержанием основных элементов питания и повышенной кислотностью, поэтому использование минеральных удобрений, в первую

очередь азотных, имеет решающее значение в формировании урожая [2]. Ввиду значительного удорожания минеральных удобрений трендом последних двух десятилетий в регионе является предпочтительное применение моноазотной минеральной системы удобрения, направленное на устранение дефицита самого лимитирующего продуктивность элемента [3].

Известно, что использование минеральных удобрений, в первую очередь азотных, приводит к увеличению вегетативной массы и полеганию растений. Перевод зерновых культур на короткостебельную основу избавил посевы от полегания, но обострил проблему борьбы с сорными растениями и приблизил колос к источникам почвенной и напочвенной инфекции [4]. Удовлетворение потребности растений в повышенных дозах нитратов, способствовало удлинению периода вегетации растений, в том числе и перио-