

## ВЛИЯНИЕ ВНЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ МОЧЕВИНОЙ НА НАГНЕТАЮЩУЮ И СИНТЕТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ОВСА

**В.И. ЗОТИКОВ**, член-корреспондент РАН

**А.К. ДЖАКСЫЛЫКОВА\***, кандидат сельскохозяйственных наук  
ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

\*КАЗАХСКИЙ АГРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.СЕЙФУЛЛИНА

*В статье изложены результаты научных исследований по изучению реакции различных сортов овса на внекорневую подкормку мочевиной, как на один из приемов повышения продуктивности и кормовых качеств зеленой массы. Значительный интерес представляло изучение влияния внекорневой азотной подкормки на рост и деятельность не только надземных органов, но и корневой системы овса, что можно осуществить только в условиях вегетационного опыта. О нагнетающей и метаболической деятельности корневой системы судили по интенсивности выделения пасоки и определения ее состава. Впервые выявлено стимулирующее действие внекорневой азотной подкормки мочевиной на рост и деятельность корневой системы овса.*

**Ключевые слова:** вегетационные опыты, мочевина, внекорневая подкормка, пасока, азот, суточный ритм, корневая система.

В вегетационных опытах с различными сортами овса (Львовский 1026, Синельниковский 14 и Эверест) изучалось участие листьев различных ярусов и корневой системы в усвоении и переработке экзогенного азота, вносимого при некорневой подкормке мочевиной. Эти сорта различаются между собой не только по темпам развития, но и по хозяйственному использованию. Овёс Львовский 1026 выращивался на зерно, Синельниковский 14 и Эверест – предназначены для получения зеленой массы. Если роль первых можно изучить и в полевых условиях, то жизнедеятельность корневой системы можно достаточно полно исследовать лишь в контролируемых условиях вегетационного опыта.

### Материалы и методы исследований

Опыты проводились методом почвенной культуры в сосудах емкостью 7,0 кг почвы на фоне  $N_{0,2}P_{0,2}$  (0,2 д.в. на 1 кг абсолютно сухой почвы). Посев производился сухими семенами. Число растений в сосуде – 8. Общее количество сосудов в опытах не менее 120. Повторность пятикратная, по пять сосудов с варианта. Сосуды размещались на специальных стеллажах, которые обычно снабжались пленочными укрытиями на случаи дождя (рис. 1).

Поливы осуществлялись ежедневно по весу до влажности 70-80% от полной влагоемкости. Для определения влагоемкости и влажности почвы пробы отбирались в день набивки сосудов. Определения производились по методике, описанной в «Большом практикуме по физиологии растений» [1]. После каждого полива производились перестановки сосудов на стеллаже. Внекорневая подкормка мочевиной производилась в конце трубкования овса перед началом выметывания в дозе 1,4 г N или 3,04 г мочевины на 1 сосуд. Во избежание попадания раствора на почву, поверхность почвы во время опрыскивания закрывалась слоем ваты.

Сбор и анализ пасоки – сока плача растений, характеризующего деятельность корневой системы, проводился по методике [1, 2]. На пенёк одевалась пробирка с адсорбентом, в качестве которого использовалась мелко нарезанная химически чистая хроматографическая бумага. Взвешивая пробирки с адсорбентом до сбора и через 4 часа сбора, находили количество выделившегося за этот период сока плача растений. Из адсорбента пасока вымывалась 80% спиртом с водой. В полученном элюате определялось содержание нитратного и аминного азота, сахаров и общего фосфора [1, 2].



Рис. 1. Внешний вид вегетационного опыта с овсом

### Результаты и обсуждение

Сбор пасоки производился на десятый день (в фазу выметывания) после подкормки растений мочевиной, каждые 4 часа в течение суток. Таким образом, с каждого декапитированного растения за сутки было сделано шесть последовательных сборов пасоки, что дало возможность изучить изменения в суточном ритме деятельности корневой системы овса, происходящие под влиянием внекорневой подкормки азотом. Такие исследования с овсом проводятся, судя по полному отсутствию данных в литературе, впервые. Одновременно с этим определялась сухая масса корней опытных и контрольных растений.

Результаты исследований показали, что внекорневая азотная подкормка увеличивала не только общую массу сухого вещества корневой системы, но и интенсивность выделения пасоки в расчете на 1 растение (табл. 1).

Таблица 1

#### Масса и нагнетающая деятельность корневой системы овса в зависимости от сорта и внекорневой подкормки мочевиной (фаза выметывания)

Сорт	Масса сухого вещества корней, г/растение		Количество пасоки за сутки, г			
	контроль	подкормка	На 1 растение		На 1 г сухих корней	
			контроль	подкормка	контроль	подкормка
Льговский 1026	1,66	1,74	5,99	6,30	3,61	3,62
Синельниковский 14	1,68	1,86	6,45	7,60	3,83	4,08
Эверест	1,93	2,22	7,23	7,42	3,75	3,36

Что же касается увеличения выделившейся пасоки под влиянием внекорневой подкормки при расчете на 1 г сухих корней, то оно было незначительным и наблюдалось в среднем только у сорта Синельниковский 14. У других двух сортов оно имело место только в отдельные годы, а в другие отмечалось даже уменьшение количества пасоки при таком расчете. Из этого вытекает, что усиление выделения пасоки у опытных растений, по сравнению с контрольным вариантом, происходило, в основном, за счет увеличения размеров корней. Как можно заметить, увеличение сухой массы корней под влиянием внекорневой подкормки было неодинаковым у отдельных сортов.

В среднем наибольшее увеличение сухой массы корней под влиянием подкормки происходило у позднеспелого сорта Эверест – на 0,29 г. (15%) от контроля. У Синельниковского 14 она увеличилась на 0,18 г (11%) и у Льговского 1026, наиболее

скороспелого сорта, всего на 0,08 г (5%). Следовательно, отзывчивость корневой системы на подкормку оказалась в прямой зависимости от длины вегетационного периода сортов овса. Но при этом следует учитывать, что, согласно ряду исследований с овсом и другими культурами при усилении азотного питания через корни их масса и размеры не только не возрастают, а наоборот заметно уменьшаются [3, 4, 5, 6].

Таким образом, в зависимости от способа внесения азотных подкормок последние оказывают прямо противоположное воздействие на ростовые процессы в корневой системе. Это, по-видимому, является еще одной характерной особенностью внекорневого питания растений азотом отличающей его от питания через корни.

О нагнетающей и метаболической деятельности корневой системы судили по интенсивности выделения пасоки и определения ее состава.

Суточный ритм подачи аминного и нитратного азота с пасокой показан на рисунках 2 и 3.

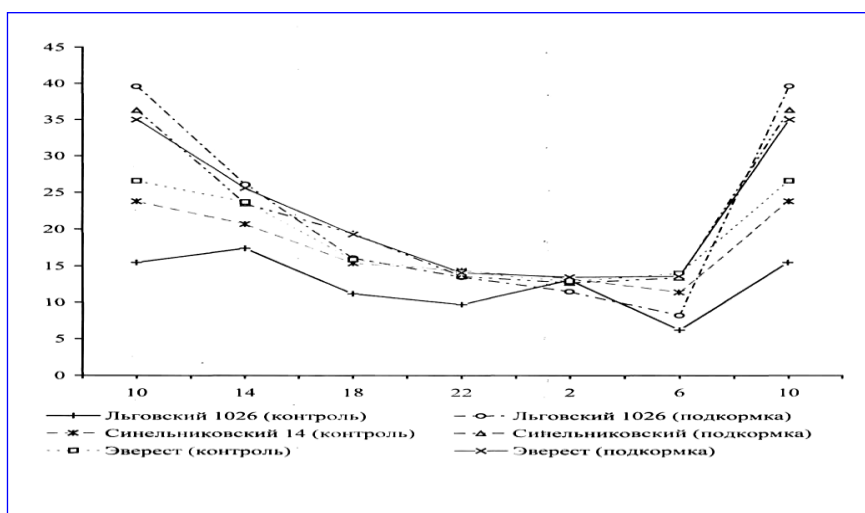


Рис. 2. Интенсивность поступления аминного азота с пасокой овса в течение суток (ось абсцисс – часы суток, ось ординат – подача аминного азота, мкг/растение)

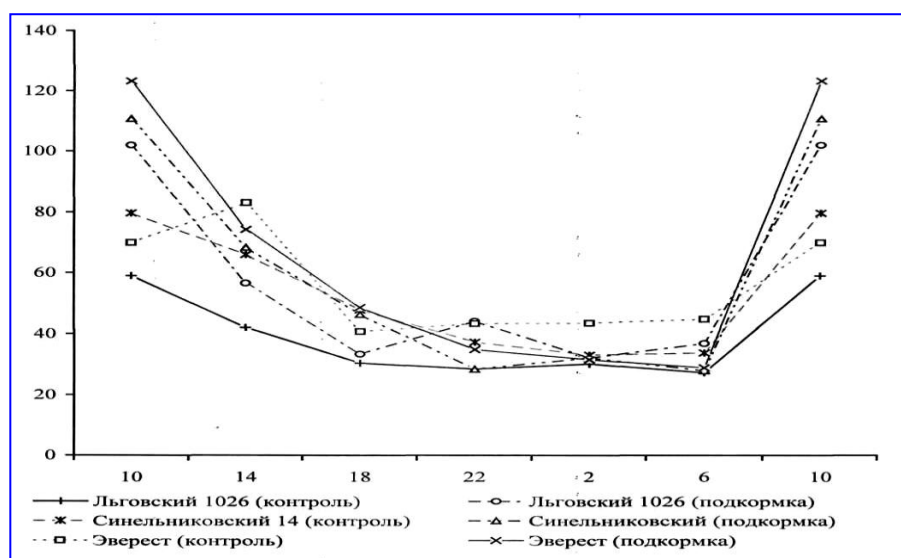


Рис. 3. Интенсивность поступления нитратного азота с пасокой овса в течение суток (ось абсцисс – часы суток, ось ординат – подача нитратного азота, мкг/растение)

Из представленных на них данных видно, что наиболее интенсивно этот процесс происходил в первые три срока сбора пасоки после декапитации растений, т.е. в светлое время суток, а в ночные часы он резко снижался. Близкие данные были получены Е.Е. Крастиной [7] с подсолнечником. В её опытах максимум выделения с пасокой аминокислот также приходился на дневные часы. Такая динамика этого процесса в суточном цикле, по мнению автора, носит эндогенный характер, поскольку она сохранялась в течение нескольких суток в константных условиях.

В наших исследованиях суточная ритмичность проявилась и в степени влияния внекорневой подкормки на интенсивность подачи с пасокой различных форм азота, в особенности аминной формы. В наибольшей мере нагнетающая деятельность стимулировалась подкормкой в первые два-три сбора (т.е. в дневные часы), а в последующем (ночью) различия в интенсивности подачи азота между опытными и контрольными растениями сглаживались.

О заметном стимулирующем действии внекорневой подкормки на интенсивность подачи с пасокой обеих фракций азота показывают данные таблицы 2.

Таблица 2

**Интенсивность подачи в надземные органы овса с пасокой аминного и нитратного азота, мкг/растение за сутки**

Сорт	Содержание азота мкг/растение сутки					
	аминокислот		нитратов		Аминокислот и нитратов в сумме	
	контроль	подкормка	контроль	подкормка	контроль	подкормка
Льговский 1026	292	460	869	1221	1161	1681
Синельниковский 14	396	475	1191	1256	1587	1731
Эверест	429	484	1305	1366	1823	1850

В ней приводится суммарное количество аминного и нитратного азота поступающего с пасокой из корневой системы за сутки. Внекорневая подкормка в большинстве случаев более заметно усиливала поступление в надземные органы аминного азота, нежели нитратного. Вследствие этого неизбежно возрастает (по сравнению с контрольным вариантом) величина отношения аминного азота к нитратному в пасоке у растений, получивших внекорневую подкормку, что говорит о преобладании активного метаболического поглощения элементов минерального питания над пассивным механизмом поступления азотистых веществ в растения. Согласно литературным данным повышение содержания аминного азота связано с более интенсивным синтезом аминокислот в корнях [8, 9].

Полученные данные указывают на то, что внекорневая подкормка стимулировала не только поглощающую и нагнетающую деятельность корневой системы, но и её синтезирующую активность. О последнем свидетельствует и такой факт: увеличение доли аминного азота в пасоке происходило в значительной степени за счет повышения его концентрации, что хорошо видно из данных таблицы 3.

Таблица 3

**Концентрация аминного азота в пасоке и его отношение к нитратному азоту в зависимости от внекорневой подкормки мочевиной**

Сорт	Концентрация аминного азота в пасоке, мкг/мл		Отношение аминного азота к нитратному	
	контроль	подкормка	контроль	подкормка
Льговский 1026	49	73	0,34	0,39
Синельниковский 14	60	62	0,35	0,41
Эверест	59	66	0,41	0,41

Как известно [10, 11], фосфор играет ведущую роль в энергетическом обмене живой клетки и его поглощение происходит в основном метаболическим путем с образованием

макроэргических соединений. Поэтому усиление его подачи с пасоккой может свидетельствовать о том, что внекорневая подкормка активизирует и метаболическую активность корневой системы (рис. 4).

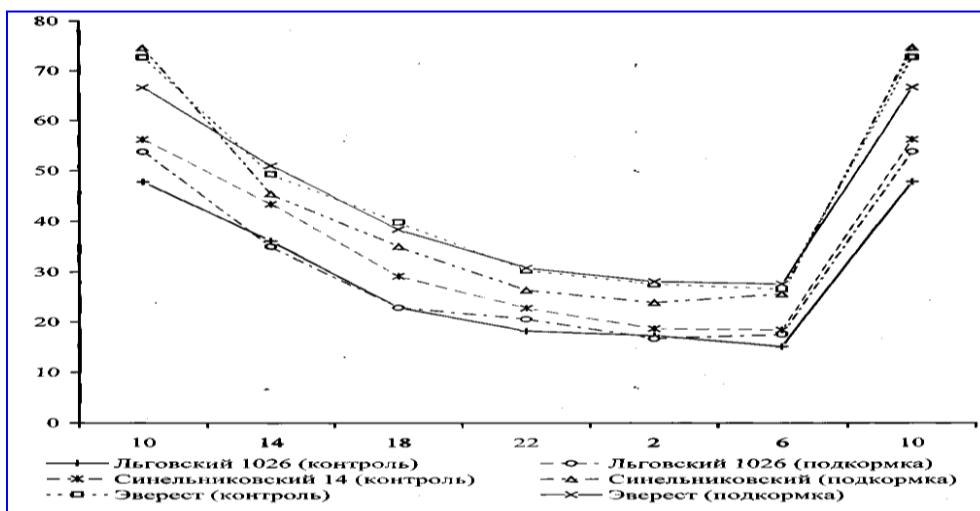


Рис. 4. Интенсивность поступления общего фосфора с пасоккой в течение суток (ось абсцисс – часы суток, ось ординат – подача фосфора, мкг/растение)

Количество общего фосфора в пасоке овса на опытном варианте, как правило, не снижалось, а чаще всего даже было большим, чем на контрольном варианте.

Наконец, в наших исследованиях было выявлено еще одно, правда, косвенное доказательство активизации метаболической деятельности корневой системы под влиянием внекорневой подкормки – значительное уменьшение (почти в два раза) возвращения неиспользованных в корневой системе сахаров с пасоккой в надземные органы (табл. 4).

Возвращение сахаров из корней в надземные органы обычно наблюдается, когда корневая система находится в неблагоприятных условиях произрастания растений, например, при недостатке фосфора в питательной среде [12], при снижении интенсивности освещения и при недостаточном водоснабжении [13].

Таблица 4

**Концентрация сахаров в пасоке и интенсивность их возвращения из корневой системы с восходящим током**

Сорт	Концентрация сахаров, %		Интенсивность возвращения сахаров, мг/растение в сутки	
	контроль	подкормка	контроль	подкормка
Льговский 1026	1,23	0,66	7,37	4,08
Синельниковский 14	1,32	0,70	9,0	5,46
Эверест	1,13	0,69	8,11	5,08

Результаты по определению суточного ритма поступления этой фракции углеводов с пасоккой опытных и контрольных растений различных сортов овса показаны на рисунке 5.

В наших опытах наблюдалось прямо противоположное явление: возвращение сахаров уменьшалось под влиянием внекорневой азотной подкормки, причем исключительно за счет снижения их концентрации в пасоке, поскольку интенсивность выделения последней при этом возрастала. Это свидетельствует о более полном использовании ассимилятов на ростовые и метаболические процессы в корнях.

Что же касается заметного увеличения содержания азота, поступающего с пасоккой в надземные органы овса при проведении внекорневой подкормки, то этот показатель, как уже отмечалось, не может служить бесспорным доказательством усиления поглощающей

деятельности корневой системы, поскольку она может подавать с пасоккой не только азот, который поглощают из почвы, но и возвращать часть легкоподвижных азотистых веществ, ранее поступивших из листьев [10, 14].

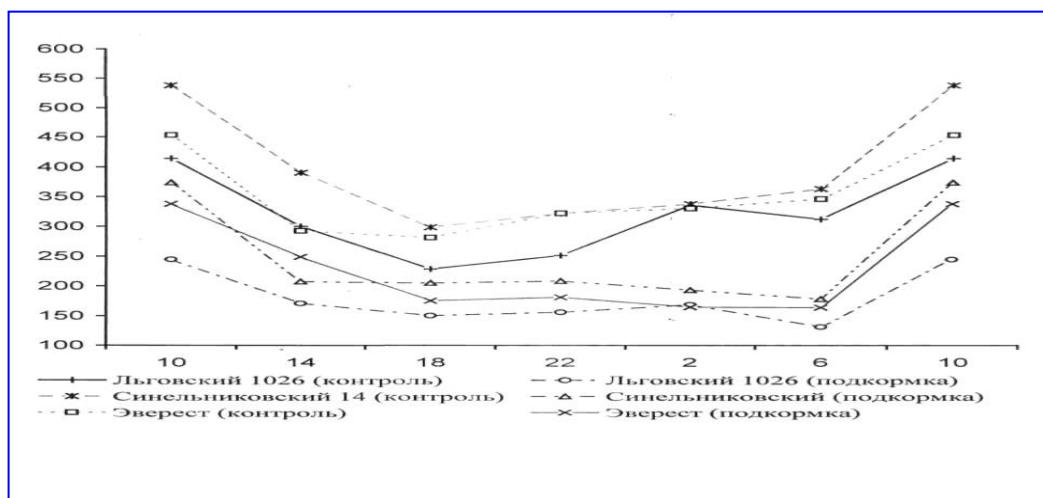


Рис. 5. Интенсивность возвращения сахаров с пасоккой овса в течение суток (ось абсцисс – часы суток, ось ординат – подача сахаров, мг/растение)

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать выводы, что внекорневая подкормка овса мочевиной заметно стимулирует поглощающую, нагнетающую и синтезирующую деятельность корневой системы, что сопровождается интенсивной подачей с пасоккой в надземные органы овса аминного, нитратного азота, фосфора и сахаров. Вследствие этого в надземных органах опытных растений может накапливаться азота больше, чем вносится с подкормкой. Эффективность последней находится в прямой зависимости от размеров листовой поверхности. Сорта овса, имеющие большую облиственность, более отзывчивы на внекорневую азотную подкормку.

### Литература

1. Большой практикум по физиологии растений. Минеральное питание и т.д. – М: ВШ, – 1978. – С.5-8.
2. Байтулин И.С. Строение и работа корневой системы растений. – Алма-Ата: Наука, – 1987. – 312 с.
3. Можаяева О.И. Влияние возрастающих доз азота на нагнетающую и метаболическую деятельность корневой системы ярового рапса при разных сроках посева// сб. Интенсивные технологии в кормопроизводстве в Северном Казахстане. Тр. Акмолинского СХИ. – Акмола, – 1974. – С.48-54.
4. Альжанова Р.М., Джаксылыкова А.К. Эффективность некорневой подкормки азотом в зависимости от сорта и сроков посева овса // Труды Целиноградского СХИ. Целиноград, - 1994. – Т.49. – С.23-31.
5. Сарсенбаев Б.А., Добрунов Л.Г. Влияние возрастающих доз азотно-фосфорного удобрения на азотный обмен и рост риса // Известия АН Каз.ССР, серия биология. – Алма-Ата, – 1973. – № 5. – С.1-5.
6. Schilling G., Römer W., Augustin J. Abhängigkeit des Wurzelwachstums von einigen exogenen und endogenen Faktoren sowie Konsequenzen für die Phosphatnahrung der Pflanzen / Tagungsber/ Akad/ Landwirtschaftswissenschaften DDR. – 1985. № 231. – С.179-193.
7. Крастина Е.Е., Кондратьев М.Н., Бехера П.К. Последствия фотопериода на транспорт нитрат-иона, аминокислот и амидов с пасоккой подсолнечника // Известия Тимирязевской с-х академии. – М., - 1989.- №5. – С.83-87.
8. Измайлов С.Ф. Азотный обмен в растениях – М.:Изд-во Наука, - 1986.
9. María Mar Areco, Leila Saleh-Medina, María Alcira Trinelli, Jose Luis Marco-Brown, María dos Santos Afonso Adsorption of Cu(II), Zn(II), Cd(II) and Pb(II) by dead *Avena fatua* biomass and the effect of these metals on their growth // Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. 2013. – V. 110. – P 305-312.
10. Malcherek K.J. Breuer I. Schuphan, B. Schmidt Metabolism of 4-nitrophenol in aseptically cultivated plants of the species wheat (*Triticum aestivum* L.), soybean (*Glycine max* L.), wild oat (*Avena fatua* L.) and corn cockle (*Agrostemma githago* L.) // Journal of Plant Physiology. – 1998.V. 153, – P. 192-199.
11. Данилова Н.С. Определение нитратов в растительном материале // Физиология растений – М. – 1963 – Т.10. – В.4. – С.492-497.
12. Альжанова Р.М., Кудрявцев В.А. Влияние освещенности наземных органов на метаболическую деятельность корней пшеницы // конф. ДАН СССР, – 1968. – Т.183. № 4. – С.970-973.

## INFLUENCE OF FOLIAR TOP DRESSING WITH UREA ON THE INJECTING AND SYNTHETIC ACTIVITY OF THE ROOT SYSTEM OF VARIOUS VARIETIES OF OATS

V.I. Zotikov, A.K. Dzhaksylykova\*

FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

\* SAKEN SEIFULLIN KAZAKH AGRO TECHNICAL UNIVERSITY

**Abstract:** *This project investigated the role of the root system in the absorption and processing of nitrogen in oat plants, by collecting and analyzing sap. Sap is supplied to aerial organs from the root system, and its flow rate and composition can be used to determine the synthesizing and absorption activity of roots, as well as root pressure. For the first time, the stimulating effect of foliar nitrogen fertilizing with urea on the growth and activity of the oat root system was revealed.*

**Keywords:** vegetative experiments, urea, foliar top dressing, sap, nitrogen, diurnal rhythm, root system.

УДК 633.13: 631.527

## НОВЫЕ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫЕ ЦЕННЫЕ ПО КАЧЕСТВУ СОРТА ОВСА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕЗОПАСНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

О.Г. МИШЕНЬКИНА, старший научный сотрудник

В.Г. ЗАХАРОВ, доктор сельскохозяйственных наук  
ФГБНУ «УЛЬЯНОВСКИЙ НИИСХ»

*В статье представлены результаты изучения урожайности, устойчивости к болезням, качества зерна новых сортов овса Стиплер, Всадник и Кентер, включенных в Государственный реестр селекционных достижений. По данным конкурсного сортоиспытания изучаемые сорта на 0,2-0,4 т/га превышают по урожайности зерна стандартный сорт Конкур. Они обладают способностью к формированию высококачественного зерна с хорошими физическими и крупяными свойствами, соответствующими ценным по качеству сортам. За годы исследований плёнчатость зерна у сорта Кентер составила – 24,9%, Стиплер – 24,9%, Всадник – 26%, содержание белка в зерне варьировало от 12,1 до 12,4%. Крупа из зерна новых сортов отличается хорошей разваримостью, а каша – высокими вкусовыми свойствами. Оценка устойчивости к пыльной головне на искусственном инфекционном фоне показала, что сорта Всадник и Стиплер являются высокоустойчивыми, а Кентер среднеустойчивым к патогену. Изучение перспективных селекционных линий и сортов овса на устойчивость к фузариозу и накоплению микотоксинов позволило выделить ценный селекционный материал. Выявлено, что Всадник является первым, официально зарегистрированным сортом овса относительно устойчивым к поражению фузариозом зерна и с низким уровнем накопления микотоксинов в зерне.*

**Ключевые слова:** овёс, сорт, урожайность, пыльная головня, корончатая ржавчина, патоген, фузариоз, микотоксины, устойчивость, качество зерна, крупяные свойства.

В настоящее время овёс является перспективной сельскохозяйственной культурой с точки зрения новых способов переработки исходного сырья, поскольку обладает рядом ценных свойств, отвечающих требованиям функциональности продуктов питания, а также позволяющих использовать его в кормовых и медико-профилактических целях. В связи с этим, при селекции новых сортов, большое внимание, одновременно со способностью к реализации генотипом потенциала урожайности, необходимо уделять качественным показателям зерна [1, 2, 3]. Вместе с тем, при возделывании большой интерес вызывают ценные по качеству зерна адаптивные сорта, проявляющие устойчивость к наиболее вредоносным болезням.