

УДК 633.13:631.52

Новые пестициды и агрохимикаты в технологии возделывания голозерного овса Вятский

Шешегова Татьяна Кузьмовна, доктор биол. наук, зав. лабораторией¹,
руководитель секции²,

Баталова Галина Аркадьевна, доктор с.-х. наук, профессор,
член-корреспондент РАН, зам. директора¹, руководитель секции²,

Щеклеина Люция Муллахметовна, кандидат с.-х. наук, ст. научный сотрудник¹,

Русакова Ирина Ивановна, кандидат с.-х. наук, зав. лабораторией¹

¹ФГБНУ «НИИСХ Северо-Востока», ²ФГБНУ СВРАНЦ, г. Киров, Россия

E-mail: utkina.e.i@mail.ru

В полевых и лабораторных (in vitro) экспериментах 2012-2014 гг. изучали влияние препаратов Эмистим, Р, Циркон, Р, Силиплант, Р и штамма А-4 Streptomyces hygroscopicus на фитосанитарное состояние посевов и зерна, урожайность зерна, зеленой и сухой биомассы голозерного овса сорта Вятский. Использование препаратов было в чистом виде при обработке семян и посевов в фазу кущения и в составе баковой смеси с химическим фунгицидом Дивиденд стар. Площадь делянок 5 м², повторность 3-кратная, в микробиологических исследованиях – 5-кратная. Выявлено, что наиболее эффективными в технологии возделывания голозерного овса Вятский являются регулятор роста растений Эмистим и штамм А-4 S. hygroscopicus. Препарат Эмистим в чистом виде и в смеси с фунгицидом Дивиденд стар достоверно снижал развитие фузариозных (корневые гнили, фузариоз метелки) и гельминтоспориозных (красно-бурая пятнистость) болезней. Применение штамма А-4 S. hygroscopicus в фитосанитарных целях эффективно при обработке растений культуральной жидкостью актиномицета в фазу кущения. В контаминанте зерна свежего урожая преобладали (88,5%) условно-патогенные грибы: Alternaria spp. (34,1%), Cladosporium spp. (11,8%), Penicillium spp. (22,4%) и др., а доля видов Fusarium spp. не превышала 10%. Изучаемые препараты оказали положительное влияние на продукционные процессы голозерного овса. Прибавки урожая зерна и зеленой массы, сбор сухого вещества от их использования составили в среднем за два года от 4 до 106% по отношению к контролю. Это свойство действующих веществ препаратов наиболее ярко проявляется в неблагоприятных условиях вегетации. Например, в засушливом 2013 году достоверные прибавки зерна получены в 14 опытных вариантах из 15-ти, зеленой массы – в 6-ти, сухого вещества – в 10-ти; в условиях достаточного увлажнения 2014 года, несмотря на более высокую урожайность, они были незначительны. Установлено, что значительное влияние на формирование урожая зерна оказывали не только изучаемые препараты и климатические условия вегетации растений, но и болезни: корневые гнили ($r = -0,49$) и стеблевая ржавчина ($r = -0,42$).

Ключевые слова: голозерный овес, пестициды и агрохимикаты, грибные болезни, микрофлора зерна, урожайность зерна, зеленой и сухой биомассы

Естественно-географические условия Кировской области в последние годы характеризуются пониженным температурным режимом в летние месяцы и проявлением почвенной и воздушной засухи в период формирования и налива зерна. Дерново-подзолистые почвы области имеют повышенную кислотность, низкое плодородие и слабую биологическую активность. Все эти факторы значительно снижают адаптивные свойства сельскохозяйственных растений и резистентность их к комплексу неблагоприятных абиотических факторов, способствуют усилению развития возбудителей грибных и бактериальных болезней. В таких условиях посевы зерновых культур ежегодно поражаются корневыми инфекциями, микозами генеративных органов и пятнистостями различной этиологии. Поскольку устойчивость к неспецифическим инфекциям в значительной степени определяется физиологическим состоянием растений и условиями среды, то особое внимание нужно уделять растению-хозяину с точки зрения улучшения его выращи-

вания. Это особенно важно для голозерного овса – более восприимчивого к неблагоприятным факторам биотической и абиотической природы. Технология возделывания его должна предусматривать мероприятия по улучшению фитосанитарного состояния посевов и получения стабильно высокой урожайности биологически полноценного продовольственного и фуражного зерна. Экологически безопасное и менее затратное производство зерна возможно при использовании биопрепаратов, которые позволяют активизировать процессы жизнедеятельности растений, усилить свойства адаптивности, и поэтому могут стать достойной альтернативой химическим пестицидам.

Цель исследований – изучение влияния новых пестицидов и агрохимикатов на урожайность зерна и кормовой массы, фитосанитарное состояние посевов и зерна голозерного овса сорта Вятский.

Материал и методы. Исследования выполнены в 2012-2014 гг. Изучали влияние новых препаратов на формирование продук-

тивности голозерного овса сорта Вятский. Для предпосевной обработки семян (ОС) и обработки посевов в фазу кущения (ОП) использовали: кремнийсодержащее хелатное микроудобрение (марка «универсальное») Силиплант, Р в дозе 60 мл/т и 0,8 л/га соответственно; регуляторы роста Эмистим, Р (д.в. продукты метаболизма симбионтного гриба *Acremonium lichenicola*) – 1 мл/т и 1 мл/га и Циркон, Р (д.в. гидроксикоричная кислота) – 2 мл/т и 20 мл/га; штамм А-4 актиномицета *Streptomyces hygroscopicus*, выделенного в лаборатории биотехнологии растений и микроорганизмов НИИСХ Северо-Востока, в дозе 0,5 л/т и 1 мл/га культуральной жидкости. Системный химический фунгицид Дивиденд стар, КС (дифеноконазол 30 г/л + ципроконазол 6,3 г/л) в дозе 1 л/т применялся для предпосевной обработки семян индивидуально и в составе баковых смесей. Контрольным вариантом были семена без обработки (К). Нормы расхода препаратов взяты в соответствии со «Списком..., 2012 г.» [1] или рекомендованы разработчиками. Оценку пораженности болезнями проводили в соответствии с Методикой государст-

венного сортоиспытания [2] и общепринятыми шкалами Э.Э Гешеле [3], М.Ф. Григорьева [4], О.С Петровой и О.С Афанасенко [5]. В микологических исследованиях использовали справочники В.И Билай [6], Методы почвенной микробиологии [7], Атлас микроорганизмов... [8]. Объектом изучения являлись болезни овса: корневые гнили и фузариоз метелки (*Fusarium ssp.*), корончатая (*Puccinia coronifera Kleb.*) и стеблевая (*Puccinia graminis Erikss et Henn*) ржавчина, красно-бурая пятнистость (*Drechlera avenae* (Sacc.) Shoem Ito), а также микроорганизмы, контаминирующие зерно. Площадь полевых участков 5 м², повторность 3-кратная; в микробиологических исследованиях – 5-кратная.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили по Б.А. Доспехову [9] с использованием программы "Agros 2.07", корреляционный анализ – с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel из стандартного набора Microsoft Office.

Результаты и их обсуждение. Среди изучаемых препаратов наиболее эффективным в ограничении корневых гнилей был регулятор роста растений Эмистим (табл. 1).

Таблица 1

Влияние препаратов и способов их применения на развитие грибных болезней голозерного овса сорта Вятский (2012-2014 гг.)

Варианты	Степень поражения, %				
	корневые гнили	красно-бурая пятнистость	стеблевая ржавчина	корончатая ржавчина	фузариоз метелки
Контроль – семена без обработки	25,3	14,0	76,6	36,6	13,3
ОС Дивиденд стар	20,0	14,3	83,3	30,0	11,7
ОС Эмистим	18,0	10,7	70,0	27,0	13,3
ОС А-4	23,0	11,8	73,3	27,0	13,3
ОС Силиплант	22,8	11,0	66,7	27,0	10,0
ОС Циркон	21,0	14,0	70,0	27,3	13,3
ОС Дивиденд стар + Эмистим	19,6	11,3	70,0	27,3	11,7
ОС Дивиденд стар + А-4	21,4	14,0	63,3	30,0	11,7
ОП Эмистим	19,5	8,0	63,0	36,0	10,0
ОП А-4	20,2	7,3	63,0	33,3	6,3
ОС + ОП Эмистим	18,3	10,0	63,3	30,0	10,0
ОС + ОП А-4	24,6	7,8	56,6	27,0	10,0
ОС Дивиденд стар + Эмистим + ОП Эмистим	15,7	7,3	63,3	27,0	6,6
ОС Дивиденд стар + А-4 + ОП А-4	26,1	6,0	63,3	30,0	8,3
ОС+ ОП Силиплант	22,0	9,0	63,7	36,0	13,3
ОС+ ОП Циркон	22,8	8,8	66,7	33,3	13,3
НСР ₀₅	7,7	5,5	20,3	10,2	6,4

Обработка семян препаратом существенно снижала развитие болезни, которое было минимальным (15,7%) в варианте с применением баковой смеси Эмистим с фунгицидом Дивиденд стар и последующей обработкой посевов в фазу кущения регулятором роста. Биологическая эффективность препарата в чистом виде и в составе баковых смесей изменялась от 23 до 38%. В других вариантах опыта она была на уровне от 2,8 до 20,2%.

Обработка посевов в фазу кущения растений биопрепаратами достоверно снижала развитие красно-бурой пятнистости листьев с 14,0% в контроле до 6,0% в варианте двукратного использования штамма А-4 в сочетании с фунгицидом Дивиденд стар. Биологическая эффективность изученных препаратов в защите от этой болезни составила 28,6-57,2%.

Развитие стеблевой ржавчины на посевах овса в 2013 году достигало 83,3%, корончатой – 36,6%. В условиях жесткого инфекционного фона препараты не способствовали снижению ржавчинной инфекции. Можно лишь отметить достоверное снижение поражения растений стеблевой ржавчиной только при обработке посевов культуральной жидкостью *S. hygroscopicus*. Штамм А-4 также существенно ограничивал поражение метелки фузариозом. Биологическая эффективность данного штамма в опытных вариантах изменялась от 25,0 до 52,7%.

При проведении микробиологического анализа зерна урожая 2013 г. была выявлена преимущественно грибная инфекция (99,3%), среди которой доминировали (88,5%) условно-патогенные виды: *Alternaria spp.* (34,1%), *Cladosporium spp.* (11,8%), *Penicillium spp.* (22,4%) и др. Патогенная микрофлора была представлена видами *Fusarium spp.* (*F. poae*, *F. Spotrlichichoides*, *F. oxysporum*) и бактериями рода *Pseudomonas* (табл. 2). Всего идентифицированы представители 9 родов микромицетов. Видовое разнообразие микроорганизмов в опытных вариантах изменялось от 1 (обработка семян препаратом Циркон) до 5 (обработка семян *S. hygroscopicus*). Наибольшей частотой встречаемости отличались виды *Alternaria spp.* – в 13 вариантах, *Penicillium spp.* – в 11, *Cladosporium spp.* – в 7 и *Fusarium spp.* – в 4. Инфицированность зерна свежего урожая в опытных вариантах составила в среднем 57,2% (от 35,0 до 77,8%), в контрольном – 50%. При этом в вариантах с обработкой семян она была от 40,0 до 77,8%, посевов – от 35,0 до 70,0%. В исследованиях не наблюдали существенного положительного влияния последействия изученных

препаратов, вне зависимости от способа их применения, на структуру и динамику микрофлоры зерна. Можно лишь отметить небольшую долю фузариозных грибов (10,3%) – возбудителей корневых гнилей, метелки и зерна в общем контаминанте, вероятно, вследствие повышения общей стрессоустойчивости растений и включением у генотипа механизмов депрессии роста мицелия патогенных грибов под влиянием действующих веществ препаратов.

Таблица 2

Видовой состав семенной инфекции (в среднем по вариантам опыта)

Родовое (видовое) название патогена	Доля в контаминанте, %
<i>Alternaria spp.</i>	34,1
<i>Penicillium spp.</i>	22,4
<i>Cladosporium spp.</i>	11,8
<i>Acremoniella spp.</i>	9,4
<i>Trichoderma lignorum</i>	8,2
<i>Aspergillus spp.</i>	1,2
<i>Stemhylium spp.</i>	1,2
<i>Fusarium poae</i>	5,0
<i>Fusarium spotrlichichoides</i>	2,1
<i>Fusarium oxysporum</i>	3,2
Бактерии <i>Pseudomonas spp.</i>	1,2

Изучаемые препараты оказали положительное влияние на урожайность зерна и кормовой массы сорта Вятский (табл. 3). Прибавки урожая зерна по отношению к контролю в среднем за 2013-2014 гг. варьировали от 12% в варианте ОС Силиплант до 50% – ОС Эмистим, зеленой массы – от 4% (ОС + ОП Силиплант) до 60% (ОС Дивиденд стар + Эмистим). Дополнительный сбор сухого вещества изменялся от 27% в двух вариантах: ОС штаммом А-4 *S. hygroscopicus* и ОС баковой смесью Дивиденд стар + А-4 + ОП А-4 до 106% – обработка семян баковой смесью Дивиденд стар + Эмистим. Достоверная прибавка урожая зерна в оба года исследований получена в варианте ОС Эмистим, сухого вещества – в варианте обработки семян баковой смесью Дивиденд стар + А-4 *S. hygroscopicus*.

Следует отметить более высокую эффективность биопрепаратов в неблагоприятных условиях выращивания голозерного овса. Несмотря на более низкую урожайность зерна в засушливом 2013 году (ГТК = 0,9 в период «всходы – полная спелость»), во всех опытных вариантах, за исключением ОС штаммом А-4, она была достоверно выше контроля.

Таблица 3

Влияние препаратов на урожайность зерна и кормовой массы голозерного овса сорта Вятский (2013-2014 гг.)

Вариант	Урожайность, г/м ²						Сбор сухого вещества, г/м ²		
	зерно			зеленая масса					
	2013 г.	2014 г.	среднее	2013 г.	2014 г.	среднее	2013 г.	2014 г.	среднее
К – семена без обработки	131	411	271	1000	1867	1434	167	322	244
ОС Дивиденд стар	255	374	314	2133	1200	1666	470	226	348
ОС Эмистим	240	572	406	1800	1689	1745	360	313	336
ОС А-4	162	357	260	1182	1956	1569	236	383	309
ОС Силиплант	185	422	304	1800	2311	2056	360	419	389
ОС Циркон	250	464	357	2311	1778	2044	428	308	368
ОС Дивиденд стар + Эмистим	307	452	380	2311	2267	2289	599	405	502
ОС Дивиденд стар + А-4	294	449	372	2067	2089	2078	413	530	472
ОП Эмистим	340	449	394	2044	2489	2266	444	445	445
ОП А-4	350	341	346	2222	2222	2222	290	397	344
ОС + ОП Эмистим	307	372	340	1857	1867	1862	384	339	361
ОС + ОП А-4	344	390	367	1022	2400	1711	248	454	351
ОС Дивиденд стар + Эмистим + ОП Эмистим	253	378	316	1600	1778	1689	533	347	440
ОС Дивиденд стар + А-4 + ОП А-4	274	382	328	1378	1822	1600	276	342	309
ОС+ ОП Силиплант	263	407	335	1422	1556	1489	356	324	340
ОС+ ОП Циркон	210	418	314	1244	2222	1733	318	429	374
Среднее по году	260	415	-	1712	1970	-	368	374	-
НСР ₀₅	48	67	-	950	771	-	160	160	-

Существенное превышение урожайности зеленой массы в условиях 2013 года было отмечено в 6 опытных вариантах, сухого вещества – в 10. В условиях достаточного (ГТК = 1,2 в период «всходы – полная спелость»), а в отдельные периоды вегетации и избыточного увлажнения (ГТК = 1,7 в период «выход в трубку – молочная спелость») 2014 года урожайность зерна в среднем по вариантам была выше на 60% относительно уровня 2013 года. Однако по сравнению с контролем прибавки были в основном недостоверны.

Зерновая и кормовая продуктивность голозерного овса сорта Вятский формировалась не только под действием экологических факторов окружающей среды и элементов сортовой технологии (варианты применения препаратов), но и, в некоторой степени, исходя из фитосанитарного состояния фитоценоза овса. Среди изучаемых патогенных комплексов достоверное (при $P \geq 0,95$) негативное влияние на формирование урожайности зерна оказывали корневые гнили ($r = -0,49$) и стеблевая ржавчина ($r = -0,42$). Зависимость от других болезней была незначительна ($r = -0,09 \dots -0,21$).

Выводы. Среди изученных вариантов применения новых пестицидов и агрохимикатов наиболее эффективным в технологии возделывания голозерного овса сорта Вятский были регулятор роста растений Эмистим и штамм А-4 *S. hygrosopicus*. Препарат Эмистим в чистом виде и в смеси с фунгицидом Дивиденд стар снижает развитие фузариозных (корневые гнили, фузариоз метелки) и гельминтоспориозных (красно-бурая пятнистость) болезней. Применение штамма А-4 *S. hygrosopicus* в фитосанитарных целях эффективно при обработке растений культуральной жидкостью в фазу кущения. В контаминанте зерна свежего урожая преобладают условно-патогенные грибы, а доля видов *Fusarium spp.* не превышает 10%. Наибольшее негативное влияние на формирование урожая зерна оказывали корневые гнили ($r = -0,49$) и стеблевая ржавчина ($r = -0,42$). Препараты наиболее эффективны были в неблагоприятных климатических условиях 2013 года (засуха), несмотря на более низкую урожайность (на 60%), чем в благоприятном 2014 году. Прибавки урожайности зерна и зеленой массы, сбора сухого вещества от использования препаратов составили в среднем 4-106%.

Список литературы

1. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Справочное издание. 2012. 575 с.

2. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. 230 с.

3. Гешеле Э.Э. Методическое руководство по фитопатологической оценке зерновых культур. Одесса, 1971. 178 с.

4. Григорьев М.Ф. Методические указания по изучению устойчивости зерновых культур к корневым гнилям. Л.: ВАСХНИЛ, ВИР, 1976. 59 с.

5. Петрова О.С., Афанасенко О.С. Методические рекомендации по диагностике и методам оценки устойчивости овса к возбудителям пятнистостей листьев. СПб: ВИЗР, 2003. 28 с.

6. Билай В.И. Фузариозы. Киев: Наукова Думка, 1977. 432 с.

7. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Звягинцева. М.: Изд-во МГУ, 1991. 304 с.

8. Широких А.А., Широких И.Г., Шешегова Т.К. Атлас микроорганизмов сельскохозяйственных культур. Киров: КОГУП «Кировская областная типография», 2004. 48 с.

9. Доспехов В.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 415 с.

New pesticides and agro-chemicals in technology of cultivation of naked oat Vyatsky

Sheshogova T.K.^{1,2}, DSc in biology, head of laboratory, head of scientific-methodical branch, **Batalova G.A.**^{1,2}, DSc in agriculture, professor, corresponding member of RAS, deputy director, Head of section of breeding, seed growing and biotechnology,

Shchekleina L.M.¹, PhD in agriculture, senior researcher,

Rusakova I.I.¹, PhD in agriculture, head of laboratory

¹North-East Agricultural Research Institute, Kirov, Russia

²North-East Regional Agrarian Scientific Center, Kirov, Russia

The influence of biological preparations Emistim, Zirkon, Siliplant and *Streptomyces hygroscopicus* strain A-4 on phytosanitary status of plants and grains, grain yield, fresh and dry matter yield of naked oat Vyatsky was studied in the field and laboratory (*in vitro*) experiments. Biological preparations were used separately for treatment of seeds and plants at tillering phase and in mixture with chemical fungicide Dividend star for seed treatment. Plot area was 5 m², 3 replications, in microbiological research – 5 replications. It was shown that growth regulator Emistim and *St. hygroscopicus* strain A-4 are most effective in cultivation technology of naked oat Vyatsky. Preparation Emistim per se and in mixture with fungicide Dividend star significantly reduced development of fusariosis (root rot, fusariosis of panicle) and helminthosporiosis (red-brown spot) diseases. Using of spore suspension of *St. hygroscopicus* strain A-4 is effective for phytosanitary purposes at plant treatment at tillering phase. Potentially pathogenic fungi *Alternaria spp.* (34.1%), *Cladosporium spp.* (11.8%), *Penicillium spp.* (22.4%) etc. prevailed (88.5%) in contaminant of newly grains, part of *Fusarium spp.* species was less than 10%. Studied preparations positively influenced on production processes in naked oat. Addition grain, fresh and matter yield was from 4 up to 106% relative to control on average for two years. This property of active substances of preparations is most evident in unfavorable growth conditions. For example, in dry 2013 significant addition grain yield was obtained in 14 variants of experiment from 15; fresh yield – in 6; dry matter – in 10; in 2014 with sufficient moistening they was not significant despite higher yield. It was established that significant influence on grain yield was provided not only by using preparations but also by diseases: root rot ($r = -0.49$) and stem rust ($r = -0.42$).

Key words: naked oat, pesticides and agro-chemicals, fungal diseases, grain microbiota, grain yield, fresh yield, dry matter yield

References

1. Gosudarstvennyy katalog pestitsidov i agrokhimikatov, razreshennykh k primeneniyu na territorii Rossiyskoy Federatsii. Spravochnoe izdanie. [State List of pesticides and agrochemicals permitted for use in Russian Federation. Reference edition]. 2012. 575 p.

2. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. [Methods of state variety testing of agricultural crops]. Moscow, 1985. 230 p.

3. Geshele E.E. Metodicheskoe rukovodstvo po fitopatologicheskoy otsenke zernovykh kul'tur. [Methodical guide on phytopathological estimation of grain crops]. Odessa, 1971. 178 p.

4. Grigor'ev M.F. Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu ustoychivosti zernovykh kul'tur k kornevym gnilyam. [Methodical instructions for studying of grain crop resistance to root rot]. Leningrad: VASKhNIL, VIR, 1976. 59 p.

5. Petrova O.S., Afanasenko O.S. Metodicheskie rekomendatsii po diagnostike i metodam otsenki ustoychivosti ovsa k vozбудitelyam pyatnistostey list'ev. [Methodical recommendations on diagnostic and methods of estimation of oat resistance to leaf spot]. Saint-Petersburg: VIZR, 2003. 28 p.

6. Bilay V.I. Fuzarii. [Fusarioses]. Kiev: Naukova Dumka, 1977. 432 p.

7. Metody pochvennoy mikrobiologii i biokhimii. [Methods of soil microbiology and biochemistry]. Pod red. Zvyagintseva. Moscow: Izd-vo MGU, 1991. 304 p.

8. Shirokikh A.A., Shirokikh I.G., Sheshogova T.K. Atlas mikroorganizmov sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. [Atlas of microorganisms of agricultural crops]. Kirov: KOGUP. «Kirovskaya oblastnaya tipografiya», 2004. 48 p.

9. Dospikhov V.A. Metodika polevogo opyta. [Methods of field experiment]. Moscow: Kolos, 1985. 415 p.