

5. Hinck, S. 2009: Ermittlung pflanzenbaulich relevanter Bodenkenndaten mit Hilfe von ausgewählter Bodensensorik. Der Andere Verlag, Toening. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:3:4-1547>.
6. Hinck S, Mueller K, Emeis N, Christen O. 2009: Nährstoffgehalte bei teilflächenspezifischer Bodenprobenentnahme (Anwendungsbeispiel). In Mitteilungen der Gesellschaft fuer Pflanzenbauwissenschaften Band 21, edited by Gesellschaft fuer Pflanzenbauwissenschaften e.V., Verlag Liddy Halm, Göttingen, pp. 129-130.
7. Hinck S., Mueller K., Emeis N., Christen O. 2006 Development of a multi-sensor system for the low-sample recording of soil properties. In: Proceedings 17th Conference of the International Soil Tillage Research Organisation (ISTRO), Kiel, pp. 892-896. http://www.pirol.fhosnabrueck.de/uploads/media/Beitrag_ISTRO2006.pdf.
8. LBEG (WMS-Server): <http://geoportal.geodaten.niedersachsen.de/geodatenportal/servlet/gtEntryPoint?SERVICE=WMS&REQUEST=GetCapabilities>.
9. Lueck E., Eisenreich M., Domsch H. 2002: Innovative Kartiermethoden fuer die teilflächenspezifische Landwirtschaft. Selbstverlag der Arbeitsgruppe Stoffdynamik in Geosystemen, Druckerei Loche, Berlin.
10. Johnson C.K, Doran J.W., DUKE H.R., Wienhold B.J., Eskridge K.M., Shanahan J.F. 2001: Field-Scale Electrical Conductivity Mapping for Delineating Soil Condition. Soil Sci. Soc. Am. J., Jahrgang 65, pp. 189-1837.
11. Jung W.K., Kitchen N.R., Sudduth K.A., Kremer R.J., Motavalli P.P. 2005: Relationship of Apparent Soil Electrical Conductivity to Claypan Soil Properties. Soil Sci. Soc. Am. J., Jahrgang 69, S. 883-892.
12. Perron I., Cluis D.A., Nolin M.C., Leclerc M.L. 2002: Influence of Microtopography and Soil Electrical Conductivity on Soil Quality and Crop Yields, S. 1001-1014 in Proceedings of the 6th International Conference on Precision Agriculture and Other Precision Resources Management, Editor: P. C. Roberts. July 14-17, 2002 Minneapolis, MN, USA.
13. SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL, 2002. Blume, H.-P., Bruemmer, G.W., Schwertmann, U., Horn, R., Koegel-Knabner, I., Stahr, K., Auerswald, K., Beyer, L., Hartmann, A., Litz, N., Scheinost, A., Stanjek, H., Welp, G., Wilke, B. M.: Lehrbuch fuer Bodenkunde, 15 Auflage. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 2002.



УДК 631.445.4:631.465:631.862.2(571.15) **О.И. Антонова, М.С. Горшкова**
O.I. Antonova, V.S. Gorshkova

**ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ЧЕРНОЗЕМОВ
УМЕРЕННО-ЗАСУШЛИВОЙ КОЛОЧНОЙ СТЕПИ
В СВЯЗИ С ВНЕСЕНИЕМ НАВОЗНЫХ СТОКОВ
В УСЛОВИЯХ АГРОЦЕНОЗОВ**

**ENZYME ACTIVITY OF CHERNOZEMS OF TEMPERATE-ARID FOREST-OUTLIER
STEPPE RELATED TO THE APPLICATION OF MANURE IN AGROCENOSIS**

Ключевые слова: ферментативная активность почвы, каталаза, инвертаза, уреазы, нитрификационная способность, натуральные и кавитированные навозные стоки.

Ферментативная активность является одной из важнейших составляющих биологической активности почв. Синтез и разложение органических веществ, микробиологические процессы, мобилизация элементов питания растений в почве происходят в результате сложнейших реакций, обусловленных содержащимися в ней ферментами. Целью работы явилось изучение ферментативной активности почвы в связи с внесением разных доз

натуральных и кавитированных навозных стоков под кукурузу, ячмень, однолетние травы. Объекты исследования: натуральные и кавитированные навозные стоки, почва – чернозем обыкновенный среднемощный малогумусный среднесуглинистый с рНв 6,8-8,9; содержание гумуса – 3,2-5,0%; нитратного азота – 7,8-27 мг/кг, подвижного фосфора – 71,5-240 мг/кг, обменного калия – 55-116 мг/кг, что соответствует низкой обеспеченности азотом, высокой – фосфором и калием. Под действием как натуральных, так и кавитированных навозных стоков в изучаемых дозах повышались содержание элементов питания в почве, ферментативная активность и нитрификационная

способность почвы. При использовании кавитированных стоков в малых дозах нитрификационная способность почвы повышается до уровня «хорошая», против «высокой» по натуральным стокам и «средней» на контроле. Активность почвы под влиянием кавитированных стоков по каталазе мало уступает действию натуральных стоков и заметно превышает их по активности инвертазы, что показывает их влияние на повышение биологической активности почвы. Действие кавитированных стоков мало уступало натуральным, а в ряде случаев в большей степени усиливало активность ферментов. В результате статистической обработки установлена умеренная и высокая теснота связи между активностью ферментов и содержанием гумуса, нитрификационной способностью почвы, нитратным азотом.

Keywords: soil enzyme activity, catalase, invertase, urease, nitrification capacity, natural and cavitated manure effluents.

Soil enzyme activity is one of the major components of soil biological activity and determines synthesis and decomposition of organic matter, microbiological processes, and the mobilization of plant nutrients in the soil. The research goal was studying soil enzyme activity related to the application of different rates of natural and cavitated

manure effluents to maize and barley crops, and annual grasses. The following was studied: natural and cavitated manure effluents; ordinary medium-thick low-humus medium-loamy chernozem with pH (H₂O) value of 6.8-8.9, humus content of 3.2-5.0%, nitrate nitrogen of 7.8-27 mg kg, labile phosphorus of 71.5-240 mg kg, and exchange potassium of 55-116 mg kg, indicative of low nitrogen availability and high phosphorus and potassium availability. Both natural and cavitated manure effluents in the studied rates increased nutrient content in the soil, soil enzyme activity and nitrification capacity. The application of cavitated effluents in low rates increased the soil nitrification capacity to the "good" level as compared to "high" with natural effluents and "medium" in the control. The soil activity under the effect of cavitated effluents in terms of catalase was not much lower than that under the effect of natural effluents, and significantly higher in terms of invertase activity; that revealed increasing effect of cavitated effluents on soil biological activity. The action of cavitated effluents was not much different from that of natural effluents, and in some cases intensified of enzyme activity to a greater extent. Statistical processing revealed medium and high correlation ratio between enzyme activity and humus content, soil nitrification capacity and nitrate nitrogen.

Антонова Ольга Ивановна, д.с.-х.н., проф., каф. почвоведения и агрохимии, Алтайский государственный аграрный университет. Тел. 8-905-980-5180. E-mail: niihim1@mail.ru.

Горшкова Мария Сергеевна, аспирант, Алтайский государственный аграрный университет. Тел. 8-960-956-5661. E-mail: margo6a22@mail.ru.

Antonova Olga Ivanovna, Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Soil Science and Agro-Chemistry, Altai State Agricultural University. Ph.: 8-905-980-5180. E-mail: niihim1@mail.ru.

Gorshkova Mariya Sergeevna, Post-Graduate Student, Altai State Agricultural University. Ph.: 8-960-956-5661. E-mail: margo6a22@mail.ru.

Введение

Сохранение, воспроизводство и рациональное использование плодородия почв – основное условие стабильного развития агропромышленного комплекса.

Обеспеченность растений питательными веществами в течение вегетационного периода зависит, с одной стороны, от условий обеспеченности ими почв, а с другой, – от биологической активности почвы, особенностей культуры, реакций физического и химического поглощения.

Ферментативная активность является одной из важнейших составляющих биологической активности почв. Синтез и разложение органических веществ, микробиологические процессы, мобилизация элементов питания растений в почве происходят в результате сложных реакций, обусловленных содержащимися в ней ферментами. Ферментативная активность почв зависит от свойств почвы, ее окультуренности, внесения органических и минеральных удобрений, обработки почвы, климатических особенностей [1-5].

Р.П. Воробьева (1995) отмечает увеличение биологической активности почвы, прежде

всего ферментативной, под влиянием внесения животноводческих стоков повышенными дозами [2]. Известна физиологически активная и ферментативная роль гумуса [3]. Рядом исследователей установлена зависимость между ферментативной активностью и мобилизацией доступных питательных веществ [2-6].

Целью работы явилось изучение ферментативной активности почвы в связи с внесением разных доз натуральных и кавитированных навозных стоков под кукурузу, ячмень, одноклеточные травы.

Объекты исследования: натуральные и кавитированные навозные стоки, почва – чернозем обыкновенный среднемощный малогумусный среднесуглинистый с рНв 6,8-8,9; содержание гумуса – 3,2-5,0%; нитратного азота – 7,8-27 мг/кг, подвижного фосфора – 71,5-240, обменного калия – 55-116 мг/кг, что соответствует низкой обеспеченности азотом, высокой – фосфором и калием.

Методы исследования

Нитратный азот определяли ионоселективным методом ГОСТ 26951-86, аммонийный

азот – ГОСТ 26489-85, фосфор и калий – ГОСТ 26204-91. Ферментативная активность почвы: каталаза – по методу Джонсона и Темпле (1964) [7], инвертаза – по методу А.И. Чундеровой (1971) [8], уреазы – экспресс-методом Т.В. Аристовской и Н.В. Чугунова (1989) [9], нитрификационная способность почвы – по методу Кравкова, полевая влажность – по ГОСТ 28268-89.

Статистическая обработка результатов исследования проводилась методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [10].

Результаты исследования

Схема опыта представлена в таблице 1.

В условиях 2013 г. изучалось изменение содержания подвижных форм азота, фосфора и калия, нитрификационная способность и ферментативная активность почвы по вариантам внесения кавитированных и натуральных навозных стоков в сравнении с контролем.

Величина рН под влиянием натуральных и кавитированных навозных стоков за весь период наблюдений незначительно колебалась.

В опыте с кукурузой внесение навозных стоков в начале вегетации способствовало повышению содержания как нитратного, так и аммонийного азота. Кавитированные навозные стоки в дозе 30 м³/га заметно повысили содержание аммонийного азота и подвижного фосфора в почве, особенно в середине вегетации. Содержание обменного калия варьировало по срокам и вариантам, с некоторым превышением по всем удобренным вариантам.

В опыте с ячменем и однолетними травами аммонийный азот преобладал над нитратной формой во все сроки с меньшими значениями по удобренным вариантам, кавитированные стоки увеличили содержание подвижного фосфора и обменного калия в течение всей вегетации.

Определение ферментативной активности показало, что внесение навозных стоков разной степени подготовки способствовало улучшению работы ферментов (табл. 1).

В опыте с кукурузой активность каталазы увеличилась: в первый срок – с 0,02 на контроле до 0,6-0,8 мл 0,1н КМnO₄ на 1 г почвы за 20 мин. на удобренных вариантах; во второй срок – с 0,10 до 0,14-0,15 и в уборку – с 0,36 до 0,38-0,41 мл 0,1н КМnO₄ на 1 г почвы за 20 мин. Максимальные значения получены по варианту применения натуральных стоков в дозе 65 м³/га.

На активность инвертазы во все сроки наблюдений оказали наибольшее влияние кавитированные стоки в дозе 30 м³/га. Так, в первый срок увеличение произошло с 16,81 на контроле до 22,4-29,32 мг глюкозы 1 г почвы за 48 ч по удобренным вариантам, во

второй – с 16,9 до 24,3-29,4 и в уборку – с 19,12 до 28-30,34 мг глюкозы 1 г почвы за 48 ч.

Уреазы активнее себя проявляла, так же как и каталаза, на варианте с применением натуральных стоков в дозе 65 м³/га. Однако по всем удобренным вариантам во все сроки ее активность была выше, чем на контроле.

На вариантах с внесением стоков под ячмень прослеживается та же тенденция изменения каталазной активности. В начале и середине вегетации наибольший эффект получен от действия натуральных стоков в большей дозе (в начале вегетации – 0,95 мл 0,1н КМnO₄ на 1 г почвы за 20 мин. против 0,06 на контроле, в середине вегетации – 1,05 против 0,28 на контроле). Действие кавитированных стоков в дозе 30 м³/га мало уступает натуральным, а их большая доза показывает результат, равный натуральным стокам 30 м³/га. На активность инвертазы большее действие оказали кавитированные стоки в дозе 30 м³/га к середине вегетации и в уборку. Действие натуральных стоков и кавитированных в дозе 45 м³/га лишь немного уступает дозе кавитированных стоков 30 м³/га. К уборке содержание инвертазы повышалось по всем удобренным вариантам с 29,8 на контроле до 28-34,65 мг глюкозы 1 г почвы за 48 ч.

Под однолетними травами в первый срок наблюдений кавитированные стоки оказали более значительное влияние на проявление каталазной активности. Ее уровень повышается с 0,12 на контроле до 0,13-0,15 по вариантам внесения стоков. К середине и концу вегетации активность фермента резко снижалась, но по удобренным вариантам была выше контроля. Так, в уборку значение каталазы находилось на уровне 0,08 на контроле против 0,10-0,12 мл 0,1н КМnO₄ на 1 г почвы за 20 мин. на удобренных вариантах.

Наибольшая активность инвертазы отмечалась на варианте внесения натуральных стоков 45 м³/га в середине вегетации и в уборку (соответственно, 35,78 против 22,27 на контроле и 36,78 против 24,2 мг глюкозы 1 г почвы за 48 ч на контроле). В общем, действие кавитированных стоков мало уступало действию наибольшей дозы натуральных стоков.

На активность уреазы, как и в предыдущих опытах, в начале вегетации однолетних трав большее влияние оказали натуральные стоки, а к уборке действие кавитированных стоков было одинаковым с вариантом внесения натуральных стоков.

Для оценки изменения плодородия почвы в середине вегетации была определена нитрификационная способность почвы по вариантам опытов.

Таблица 1

Ферментативная активность почвы

Варианты	26.06.2013				22.07.2013				10.09.2013						
	Каталаза (1 мл 0,1н KMnO ₄ на 1 г почвы за 20 мин.)	Инвертаза (1 мг глюкозы за 48 ч)	Уреазы (изменение рН за 24 ч)		Каталаза (1 мл 0,1н KMnO ₄ на 1 г почвы за 20 мин.)	Инвертаза (1 мг глюкозы за 48 ч)	Уреазы (изменение рН за 24 ч)		Каталаза (1 мл 0,1н KMnO ₄ на 1 г почвы за 20 мин.)	Инвертаза (1 мг глюкозы за 48 ч)	Уреазы (изменение рН за 24 ч)				
			1 ч	2 ч			24 ч	1 ч			2 ч	24 ч	1 ч	2 ч	24 ч
Кукуруза															
Контроль	0,02	16,81	5,4	5,6	5,6	0,10	16,9	5,0	5,7	6,5	0,36	19,12	5,4	5,8	5,8
Натуральные стоки 65 м ³ /га	0,08	26,18	5,0	7,8	9,0	0,15	26,8	5,6	8,0	9,6	0,39	28,0	6,0	6,5	9,6
Натуральные стоки 45 м ³ /га	0,06	22,4	5,0	6,5	7,8	0,14	24,3	5,5	6,8	8,0	0,41	30,34	5,5	6,0	8,0
Кавитированные стоки 30 м ³ /га	0,06	29,32	6,0	6,8	7,0	0,15	29,4	5,0	6,0	7,4	0,38	29,42	5,0	6,4	8,0
Ячмень															
Контроль	0,06	19,05	5,0	5,6	7,0	0,28	29,7	5,0	5,5	6,0	0,50	29,8	5,0	5,8	6,2
Натуральные стоки 45 м ³ /га	0,95	21,78	5,6	6,4	8,0	1,05	29,15	5,5	6,0	8,5	1,00	28,0	5,3	6,0	8,5
Натуральные стоки 30 м ³ /га	0,13	27,92	5,6	6,0	7,0	0,95	33,6	5,0	6,0	7,5	1,02	34,1	5,0	5,5	8,0
Кавитированные стоки 45 м ³ /га	0,13	26,83	5,5	6,0	7,0	0,82	31,65	5,5	6,2	7,5	1,05	32,5	5,5	6,0	8,5
Кавитированные стоки 30 м ³ /га	0,11	24,21	5,5	6,0	6,5	0,75	33,81	5,0	5,8	6,5	0,98	34,65	5,0	5,8	7,0
Однолетние травы															
Контроль	0,12	19,89	5,0	5,4	5,8	0,05	22,27	5,0	5,5	5,8	0,08	24,2	5,0	6,0	6,5
Натуральные стоки 65 м ³ /га	0,13	27,24	5,5	5,8	7,0	0,08	28,41	5,3	5,8	7,0	0,12	30,0	5,5	6,5	8,0
Натуральные стоки 45 м ³ /га	0,13	24,14	5,6	5,8	6,8	0,06	35,78	5,5	6,3	7,5	0,10	36,78	5,5	6,5	8,0
Кавитированные стоки 30 м ³ /га	0,15	26,9	5,6	5,8	6,0	0,07	27,7	5,6	5,8	6,5	0,10	28,8	5,6	6,8	8,0

Таблица 2

Содержание нитратов, полученное при определении нитрификационной способности

Варианты	Содержание NO ₃ в почве, мг/кг		Уровень оценки по Кравкову
	без компостирования	с компостированием	
Кукуруза			
Контроль	9,0	15,0	Средняя
Натуральные стоки 65 м ³ /га	16,0	60,0	Высокая
Натуральные стоки 45 м ³ /га	15,5	55,0	Хорошая
Кавитированные стоки 30 м ³ /га	15,0	50,0	Хорошая
Ячмень			
Контроль	8,5	15,0	Средняя
Натуральные стоки 45 м ³ /га	15,5	55,0	хорошая
Натуральные стоки 30 м ³ /га	15,0	50,0	Хорошая
Кавитированные стоки 45 м ³ /га	15,0	50,0	Хорошая
Кавитированные стоки 30 м ³ /га	14,5	45,0	Средняя
Однолетние травы			
Контроль	9,5	16,0	Средняя
Натуральные стоки 65 м ³ /га	16,0	60,0	Высокая
Натуральные стоки 45 м ³ /га	16,0	60,0	Высокая
Кавитированные стоки 30 м ³ /га	15,5	50,0	Хорошая

Нитрификация (от нитр... и лат. *facio* – делаю) – процесс микробиологического превращения аммонийных солей в нитраты. Она завершает минерализацию органических соединений азота, начатую аммонификацией, и является важным показателем плодородия почвы. При оптимальных условиях (t – 28°C и влажность 60%) степень обеспеченности почвы нитратами увеличивается со «средней» до «хорошей» и «высокой» (табл. 2). Наилучший результат достигнут на вариантах с внесением натуральных и кавитированных стоков в высоких дозах. Действие низких доз кавитированных стоков незначительно уступало натуральным, обеспечивая «хорошую» нитрификационную способность.

Доза внесения 45 м³/га как натуральных, так и кавитированных стоков в посевах ячменя обеспечивала одинаковую «хорошую» нитрификационную способность, а под однолетними травами по натуральным стокам в дозе 65 м³/га и кавитированным в дозе 45 м³/га она была «высокой».

Корреляционный анализ показал высокую тесноту связи нитрификационной способности

почвы и активности всех ферментов на опытах с кукурузой и однолетними травами, в то время как в опыте с ячменем наблюдалась слабая связь с инвертазой (табл. 3).

Уреаза является ферментом, влияющим на азотный режим [6]. В результате проведенных расчетов установлена умеренная и высокая связь между этим ферментом и содержанием нитратного азота и гумуса почвы на всех культурах опыта, что говорит о благоприятном действии навозных стоков в разных дозах и степени их подготовки на биологическую активность черноземов. Выявлена слабая обратная связь между активностью уреазы и содержанием подвижного фосфора и обменного калия в почве и рН.

О плодородии почвы можно судить по активности гидролаз и оксидоредуктаз [11]. Отмечается высокая теснота связи инвертазы и нитрификационной способности почвы (0,8 – на кукурузе, 0,78 – однолетние травы) и слабая (0,3) – в опыте с ячменем [4]. Умеренная теснота связи инвертазы и гумуса на кукурузе (0,42) и ячмене (0,40) и высокая – в опыте с однолетними травами.

Таблица 3

Корреляционная зависимость

Варианты	pH _v	NO ₃	NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	гумус	Н.С
Каталаза							
Кукуруза	-0,32	-0,14	0,07	-0,67	-0,84	0,55	0,97
Ячмень	-0,23	-0,6	0,67	0,27	-0,35	0,37	0,97
Однолетние травы	0,84	0,63		-0,4	0,51	0,44	0,77
Инвертаза							
Кукуруза	-0,11	0,32	0,54	-0,11	-0,24	0,42	0,8
Ячмень	0,07	-0,67	0,67	0,2	-0,2	0,39	0,3
Однолетние травы	-0,3	0,44		0,15	-0,49	0,89	0,78
Уреаза							
Кукуруза	-0,3	0,48	0,3	-0,3	-0,09	0,46	0,82
Ячмень	-0,4	-0,2	0,3	0,38	-0,29	0,58	0,83
Однолетние травы	-0,3	0,41		0,7	-0,6	0,56	0,87

Примечание. 0,3 – слабая теснота связи; 0,4-0,7 – умеренная теснота связи; 0,7-1 – высокая теснота связи.

Прослеживается тесная связь между содержанием аммонийного азота и активностью инвертазы и очень слабая обратная связь с содержанием подвижного фосфора и обменного калия.

Каталаза является ферментом, участвующим в окислительно-восстановительных процессах, которые в т.ч. лежат в основе синтеза гумусовых веществ [7]. Отмечается умеренная теснота связи этого фермента и содержанием гумуса на всех вариантах опыта, а также связь с содержанием $N - NH_4$ в опыте с ячменем.

Исследования показывают слабую зависимость содержания в почве подвижного фосфора и обменного калия от активности ферментов.

По данным А.А. Даниловой (2002), связь уровня активности ферментов в почве с различными формами органического вещества была неоднозначной. Результаты ее многолетних исследований свидетельствуют, что процесс накопления ферментных белков в органическом веществе почвы при восстановлении естественной растительности может быть специфичным для каждого фермента [5].

Выводы

– в ходе проведенной работы установлено, что под действием как натуральных, так и кавитированных навозных стоков повышалось содержание элементов питания в почве;

– ферментативная активность и нитрификационная способность почвы повысились по всем удобренным вариантам;

– нитрификационная способность почвы под влиянием кавитированных стоков в малых дозах повышается до уровня «хорошая» против «высокой» по натуральным стокам и «средней» на контроле;

– ферментативная активность почвы под влиянием кавитированных стоков по каталазе мало уступает действию натуральных и заметно превышает их по активности инвертазы, что показывает их повышающее действие на биологическую активность почвы;

– влияние кавитированных стоков мало уступало натуральным, а в ряде случаев усиливало активность ферментов;

– в результате статистической обработки установлена умеренная и высокая теснота связи между активностью ферментов и содержанием гумуса, нитрификационной способностью почвы, нитратным азотом.

Библиографический список

1. Звягинцев Д.Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых её показателей // Почвоведение. – 1978. – № 6. – С. 46-55.

2. Воробьева Р.П. Использование сточных вод и животноводческих отходов для орошения сельскохозяйственных культур в условиях юга Западной Сибири: монография. – М., 1995.

3. Вальков В.Ф. Почвенная экология сельскохозяйственных растений. – М.: Агропромиздат, 1986. – 208 с.

4. Ананьева Ю.С. Ферментативная активность черноземов Алтайского Приобья при различных уровнях агрогенной нагрузки // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. ст.; матер. 7-й Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 кн. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2012. – Кн. 2. – С. 108-109.

5. Данилова А.А. Содержание ферментных белков в органическом веществе дерновой почвы под различными типами растительности // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. ст.; матер. 5-й Междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2002.

6. Борисова В.Н., Пашкевич Р.Е. Влияние источников азота на пероксидазную активность некоторых несовершенных грибов // Экспериментальная микология. – Киев, 1968. – С. 64-69.

7. Johnson J.L., Temple K.L. Soil Sci. Soc. Amerika Proc., 28. – 1964. – № 2. – P. 207.

8. Чундерова А.И. Микробиологические и химические исследования почв: сборник. – Киев: Урожай, 1971. – 128 с.

9. Аристовская Т.В., Чугунова Н.В. Экспресс-метод определения биологической активности почвы // Почвоведение. – 1989. – № 11. – С. 142-147.

10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 316 с.

11. Хазиев Ф.Х. Ферментативная активность почв. – М., 1976

References

1. Zvyagintsev D.G. Biologicheskaya aktivnost' pochv i shkaly dlya otsenki nekotorykh ee pokazatelei // Pochvovedenie. – 1978. – № 6. – S. 46-55.

2. Vorob'eva R.P. Ispol'zovanie stochnykh vod i zhivotnovodcheskikh otkhodov dlya orosheniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v usloviyakh yuga Zapadnoi Sibiri. Monografiya. – M., 1995.

3. Val'kov V.F. Pochvennaya ekologiya sel'skokhozyaistvennykh rastenii. – M.: Agropromizdat, 1986. – 208 s.

4. Anan'eva Yu.S. Fermentativnaya aktivnost' chernozemov Altaiskogo Priob'ya pri razlichnykh urovnyakh agrogennoi nagruzki. / Agrarnaya nauka – sel'skomu khozyaistvu: sbornik statei 7-ya Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf.: v 3 kn. – Barnaul: Izd-vo: AGAU, 2012. – Kn.2. – S. 108-109.

5. Danilova A.A. Soderzhanie fermentnykh belkov v organicheskom veshchestve dernovoi pochvy pod razlichnymi tipami rastitel'nosti: mater. 5-i Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Novosibirsk, 2002.

6. Borisova V.N., Pashkevich R.E. Vliyanie istochnikov azota na peroksidaznyuyu aktivnost' nekotorykh nesovershennykh gribov. – V kn.: Eksperimental'naya mikologiya. – Kiev, 1968. S. 64-69.

7. Johnson J.L., Temple K.L. 1964. Soil Sci. Soc. America Proc., 28. No. 2, 207.

8. Chunderova A.I. V sb.: Mikrobiologicheskie i khimicheskie issledovaniya pochv. – Kiev: Urozhai, 1971. – 128 s.

9. Aristovskaya T.V., Chugunova N.V. Ekspress-metod opredeleniya biologicheskoi aktivnosti pochvy // Pochvovedenie. – 1989. – № 11. – S. 142-147.

10. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M.: Agropromizdat, 1985. – 316 s.

11. Khaziev F.Kh. Fermentativnaya aktivnost' pochv. – M., 1976.



УДК 633.16«321»:632.25

**В.В. Лапина, Н.В. Смолин,
Н.С. Жемчужина, А.П. Овчинников**
V.V. Lapina, N.V. Smolin,
N.S. Zhemchuzhina, A.P. Ovchinnikov

ЭТИОЛОГИЯ КОРНЕВЫХ ГНИЛЕЙ И ПЯТНИСТОСТЕЙ ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

ETIOLOGY OF ROOT ROTS AND BLIGHTS OF BARLEY IN THE SOUTHERN PART OF THE CENTRAL NON-CHERNOZEM REGION

Ключевые слова: корневая гниль, яровой ячмень, микромицеты, листовые пятнистости, темно-бурая пятнистость, полосатая пятнистость, сетчатая пятнистость, *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium oxysporum*, *Drechslera teres*.

Корневые гнили в Республике Мордовия, расположенной на юге Центрального Нечерноземья, наносят существенный вред посевам ярового ячменя. Вспышка заболеваний этим патогенным комплексом наблюдалась в три года из десяти лет, вызывая изреженность и гибель всходов, особенно на ранних этапах онтогенеза и массовую белоколосость при формировании генеративных органов. При этом уровень урожайности зерна не превышал 1,0-1,3 т/га. Повышение вредоносности корневых гнилей отмечено при наступлении сухой и жаркой погоды и анаэробных условий, созданных при наличии почвенной корки.

Особенно массовое проявление корневых гнилей отмечено в условиях жестокой засухи 2010 г. В этот период болезнь была зарегистрирована на всей обследованной площади с поражением на отдельных полях от 57 до 76%. Массовое заражение растений проявлялось в период от выхода в трубку до колошения, когда ослабленные растения, испытывая стресс от высокой температуры воздуха и недостатка влаги, подвергались заболеванию корневыми гнилями.

Из листовых пятнистостей ячменя наибольший вред посевам ячменя наносит темно-бурая пятнистость. Ее распространенность к фазе восковой спелости ячменя в среднем за 10 лет достигала 37%, в то время как этот показатель по полосатой пятнистости ячменя был равен 29%. Распро-

страненность сетчатой пятнистости в посевах ячменя была на низком уровне и не оказывала существенного влияния на уровень урожайности культуры. Темно-бурая и полосатая пятнистости проявлялись в посевах ячменя практически ежегодно, а сетчатая пятнистость отмечалась в среднем один раз в два года.

Keywords: root rot, spring barley, micromycetes, leaf spot, dark-brown spot, stripe disease, net blotch, *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium oxysporum*, *Drechslera teres*.

Root rot in the Republic of Mordovia, in the south of the Central Non-Chernozem Region, cause significant damage to the crops of spring barley. The outbreak of the diseases caused by this pathogen complex was observed in three out of ten years causing crop sparseness and loss especially in the early stages of ontogenesis and whole-scale occurrence of empty heads at the formation of generative organs. The grain yield did not exceed 1.0-1.3 t ha. Increasing harmfulness of root rot was observed at the onset of dry and hot weather and anaerobic conditions created by soil crust. Particularly large scale occurrence of root rot was observed in the conditions of severe drought of 2010. At that time the disease was detected in all the surveyed area with the affection on individual fields from 57% to 76%. Whole-scale infection of plants was revealed in the period from stem elongation to ear formation when the weakened plants experiencing stress of high temperature and lack of moisture were affected by root rot. Of barley leaf blights, the greatest harm to barley crops is