

БИОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЗЕРНОВОГО ПРОИЗВОДСТВА ОСНОВНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ**Пахомов В.И., Брагинцев С.В., Бахчевников О.Н., Свистунов А.В.**

Аннотация. В статье проведен анализ зернового производства России с позиции биологической безопасности зерна. Рассмотрены причины повышения зараженности зерна микотоксинами и их поражающее воздействие на экологию почв, здоровье людей и животных. Выявлены недостатки традиционных технологий возделывания зерновых культур в климатических зонах с недостаточным увлажнением. Представлены данные о изменении зараженности зерна озимой пшеницы, пожнивных остатков и стерни при переходе к «нулевым» технологиям обработки почвы.

Ключевые слова: зерно, биологическая безопасность, плесневые грибы, контаминация, микотоксины, нулевая обработка почвы.

Введение. Ряд макроэкономических, природно-климатических и некоторых других субъективных факторов привел к формированию в России «пшеничного пояса» по примеру США, Канады и Австралии. Этот пояс охватывает территории Южного, Приволжского и южной части Центрального федеральных округов, т.е. зону с недостаточным увлажнением почвы [1]. Выращивание монокультуры – озимой пшеницы, занимающей до 70% площадей, совместно с несовершенными технологиями возделывания почвы и уборки урожая, а также климатические изменения привели в последние годы к резкому росту зараженности зерна патогенной микрофлорой, в том числе микроскопическими плесневыми грибами. Некоторые виды таких грибов способны производить метаболиты токсичные для животных и человека – микотоксины. Микотоксины – это термостабильные низкомолекулярные метаболиты, обладающие канцерогенными, мутагенными и тератогенными свойствами [2]. Из всего многообразия паразитирующих на зерновых культурах грибов наибольшую опасность представляют виды *Fusarium*, *Aspergillus*, *Alternaria* и *Cladosporium*, которые поражают зерно в период вегетации и развиваются на колосе [3]. Данные виды также продуцируют наиболее токсичные микотоксины (Т-2 токсин, афлотаксин, зеараленон и др.) [3].

По данным мониторинга, проведенного СКНИИМЭСХ и СКЗНИВИ в Южном Федеральном округе, установлено, что более 60% проб зерна поражены плесневыми грибами [4]. При поражении ими сельскохозяйственных растений по данным ВИЗР можно потерять до 50% урожая, а использование зараженного грибами и микотоксинами зерна в кормах приводит по данным ВИК к снижению более чем в 2 раза усвоения питательных веществ и продуктивности животных, возникновению различных заболеваний и генетических отклонений [5].

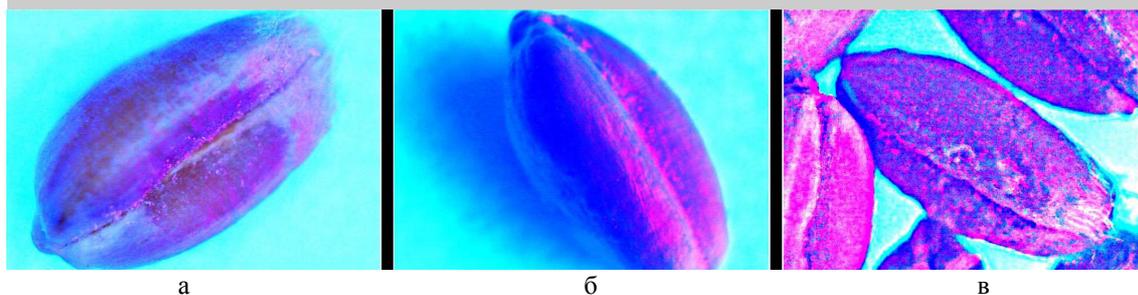
При актуальности проблемы зараженности сельскохозяйственных культур патогенной

микрофлорой на первое место выходят эффективные методы борьбы с ней на различных этапах жизнедеятельности растений, в первую очередь, на этапе подготовки почвы к посеву.

Условия, материалы и методы исследований. Исследования проведены на полях Зерноградского района Ростовской области, являющегося типичным районом, специализирующимся на производстве озимой пшеницы в условиях недостаточного увлажнения почвы. В период между уборкой урожая и посевом проводился отбор проб зерна и пожнивных остатков. Первичный анализ роста зараженности зерна, отнесенного к уборочным потерям, определяли визуальным методом с использованием эффекта биолуминесценции [6]. Выделение микромицетов из проб зерна и их культивирование проводили на плотных питательных средах: агаре Сабуро и сусло-агаре в условиях, оптимальных для накопления микотоксинов. Идентификацию и таксономическое определение выделенных микромицетов проводили с помощью традиционных методов [7]. Концентрацию микотоксинов во взятых пробах определяли методом конкурентного иммуноферментного анализа [8].

Анализ и обсуждение результатов. Традиционная для «пшеничного» пояса России технология подготовки почвы к посеву зерновых культур по зерновому предшественнику состоит из следующих этапов: уборка с измельчением и разбрасыванием соломы; двукратное дискование; внесение азотных удобрений для ускорения разложения пожнивных остатков; предпосевная культивация; посев [9].

Как показывает практика, зараженность будущего урожая формируется между этапами дискования и культивации. При обычном в условиях континентального климата недостатке влаги в данный период создаются условия для благоприятного роста и размножения грибов. Если на соломе плесневые грибы сосуществуют с сапрофитной микрофлорой, то на зерне, оставшемся в поле в виде потерь, они



а – зерно, отобранное на поле через 3 дня после уборки; б – зерно, отобранное на поле через 6 дней после дискования; в – зерно, отобранное на поле через 14 дней после дискования

Рисунок 1 – Степень поражения зерна озимой пшеницы плесневыми грибами

Таблица 1 – Контаминация зерна, пожнивных остатков и стерни микотоксинами при возделывании озимой пшеницы по «нулевой» технологии

Исследованные пробы	Концентрация микотоксинов, мкг/кг					
	т-2 токсин	афлатоксин	стеригматоцистин	охратоксин	фумонизин	зеараленон
Зерно	338,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Солома	340,0	3,2	42,56	32,0	200,0	20,0
Стерня №1	629,5	2,0	21,83	0,0	>5000,0	0,0
Стерня №2	756,8	0,0	60,11	0,0	1580,0	198,0
МДУ (мкг/кг)	50/100	5-20	100	20/100	5000	1000

преобладают.

Интенсивность увеличения количества плесневых грибов оценивали визуально по типичной выборке зерна озимой пшеницы, оставшегося в поле после уборки и скрытого от прямого солнечного излучения, с использованием эффекта биолюминесценции. Из рисунка 1 видно, что резкое увеличение количества внешних спорообразующих тел гриба на зерне, оставшемся в поле после уборки, происходит после проведения дискования почвы. Из этого можно сделать вывод, что именно это зерно является источником заражения при использовании традиционной в России технологии выращивания зерновых культур.

Альтернативой традиционной технологии возделывания зерновых культур является технология «нулевой» обработки почвы, также известная как «No-Till». Она характеризуется отсутствием операций сбора или заделки в почву пожнивных остатков и пахоты.

Для оценки влияния «нулевой» технологии возделывания зерновых культур на их зараженность плесневыми грибами и контаминацию микотоксинами в 2013 году в Зерноградском районе Ростовской области был заложен длительный полевой опыт со сроком проведения до 15 лет с контролем зараженности семян

озимой пшеницы и пожнивных остатков, а также стерни.

Результаты мониторинга зараженности зерна озимой пшеницы, пожнивных остатков и стерни урожая 2014 и 2015 гг. микотоксинами представлены в таблице 1. Также в ней приведен максимально допустимый уровень (МДУ) содержания микотоксинов.

Эти результаты показывают некоторый рост зараженности зерна и пожнивных остатков на начальном этапе применения нулевой технологии по сравнению с традиционной технологией возделывания зерновых культур. Это объясняется тем, что пожнивные остатки и стерня, не заделанные в почву, представляют собой питательный субстрат для развития токсинообразующих микромицетов, что в дальнейшем приводит к повторному заражению выращиваемых зерновых культур [9].

Полученные данные, в принципе, согласуются с данными многих зарубежных исследователей. Как правило, ими выделяется 3 этапа при переходе к «нулевым» («No-Till») технологиям обработки почвы: этап роста зараженности, на котором необходимо интенсивное применение фунгицидов; этап стабилизации; этап снижения зараженности и формирования стабильной сапрофитной микробиоты [10]. На

последнем этапе на поле формируется естественный микробиоценоз, в который входят различные бактерии и почвенные организмы, препятствующие чрезмерному размножению плесневых грибов и не позволяющие зерну от уборочных потерь становиться источником дальнейшего заражения. Длительность первых двух этапов по данным различных источников в условиях США составляет от 6 до 11 лет [11].

Выводы. Первые полученные результаты проводимого длительного полевого опыта показывают совпадение данных о первоначальном увеличении степени зараженности плесневыми грибами зерна озимой пшеницы и пожнивных остатков в ходе перехода от традиционной к «нулевой» технологии обработки почвы, с данными, полученными в условиях зарубежных стран, в частности США. В ходе дальнейшего проведения опыта планируется получить достоверные данные о изменении в условиях России зараженности зерна озимой пшеницы, пожнивных остатков и стерни при окончательном переходе к «нулевым» технологиям обработки почвы.

Литература

1. Петриченко В.В. Урожай зерна 2014 г. в России – более 100 млн. т / В.В. Петриченко // Хлебопродукты. – 2014. – №9. – С. 4-6.
2. Bhat R. Mycotoxins in Food and Feed: Present Status and Future Concerns / R. Bhat, R.V. Rai, A.A. Karim // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – 2010, Vol. 9, Issue 1. – P. 57-81.
3. Коваленко А.И. Микотоксикологический мониторинг кормов в Северо-Кавказском регионе / А.И. Коваленко, Н. Солдатенко, Л. Фетисов, Е. Сухих // Комбикорма. – 2011. – №3. – С. 98-99.
4. Юсупова Г.Г. Современные технологии управления процессами обеспечения качества и безопасности сырья для комбикормов / Г.Г. Юсупова, Р.Х. Юсупов, В.И. Пахомов // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2014. – №1(13). – С. 26-31.
5. Лачуга Ю.Ф. Проблемы биобезопасности зерна и кормов / Ю.Ф. Лачуга, В.И. Пахомов. – Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения: материалы 7-й международной науч.-практ. конференции 25-27 февраля 2014 г., г. Ростов-на-Дону. В рамках 17-й международной агропромышленной выставки «Интерагромаш-2014». – Ростов н/Д, 2014. – С. 12-14.
6. Sutton D. A. Guide to clinically significant fungi / D.A. Sutton, A.W. Fothergill, M.G. Rinaldi. – Baltimore, USA: Williams & Wilkins, 1998. – 471 p.
7. Андреев Е.И. Микробная коррозия и ее возбудители / Е.И. Андреев, В.И. Билай, Э.З. Коваль, И.А. Козлова. – Киев: Наукова думка, 1980. – 288 с.
8. Кононенко Г.П. Совершенствование методов определения охратоксина А в кормах на основе иммуноферментного анализа / Г.П. Кононенко, Н.А. Соболева // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2004. – №3. – С. 38-40.
9. Клименко А.И. Микотоксины и безотвальная технология обработки почвы / А.И. Клименко, Л.Н. Фетисов, Н.А. Солдатенко, В.А. Русанов, Н.В. Стрельцов // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2012. – №2(8). – С. 63-65.
10. Baker J. No-tillage seeding in conservation agriculture. Second edition / J. Baker, K.E. Saxton, W.R. Ritchie, W.C.T. Chamen, D.C. Reicosky, F. Ribeiro, S.E. Justice, P.R. Hobbs. – Cambridge, USA: CABI Publishing, 2007. – 326 p.
11. Lal R. Constraints to adopting no-till farming in developing countries / R. Lal // Soil & Tillage Research. – 2007. – Vol. 94, Issue 1. – P. 1-3.

Сведения об авторах:

Пахомов Виктор Иванович – доктор технических наук, директор
 Брагинец Сергей Валерьевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник
 Бахчевников Олег Николаевич – кандидат технических наук, научный сотрудник, e-mail: oleg-b@list.ru
 Свистунов Артем Викторович, аспирант
 ФГБНУ «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства», г. Зерноград, Ростовская обл., Россия

BIOLOGICAL SAFETY OF CROP PRODUCTION OF AGRICULTURAL REGIONS OF RUSSIA

Pakhomov V.I., Braginetz S.V., Bakhchevnikov O.N., Svistunov A.V.

Abstract. The article analyzes grain production in Russia from the standpoint of biological safety of grain. The reasons of grain contamination increasing by mycotoxins and its harmful impact on the soil environment, on human and animal health were considered. Disadvantages of traditional technologies of grain crops cultivation in climates with low humidity were revealed. We represented the data on the change in the infestation of winter wheat, crop residues and stubble in the transition to a “zero” tillage.

Key words: grain, biological security, fungi, contamination, mycotoxins, zero tillage.

References

1. Petrichenko V.V. The grain harvest in Russia in 2014 - more than 100 million tons. [Urozhay zerna 2014g. v Rossii – bolee 100 mln. t.]. / V.V. Petrichenko // *Khleboprodukt*. – Bakery. – 2014. – №9. – P. 4-6.
2. Bhat R. Mycotoxins in Food and Feed: Present Status and Future Concerns / R. Bhat, R.V. Rai, A.A. Karim //

Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – 2010, Vol. 9, Issue 1. – P. 57-81.

3. Kovalenko A.I. Mycotoxicologic monitor of feed in the North-Caucasus region. [Mikotoksikologicheskiy monitoring kormov v Severo-Kavkazskom regione]. / A.I. Kovalenko, N. Soldatenko, L. Fetisov, E. Sukhikh // *Kombikorma. - Mixed fodder.* – 2011. – №3. – P. 98-99.

4. Yusupova G.G. Modern technology of management of processes to ensure the quality and safety of raw materials for animal feed. [Sovremennye tekhnologii upravleniya protsessami obespecheniya kachestva i bezopasnosti syrya dlya kombikormov]. / G.G. Yusupova, R.Kh. Yusupov, V.I. Pakhomov // *Vestnik Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizatsii zhivotnovodstva.* – *The Herald of the Russian Research Institute of Mechanization of livestock.* – 2014. – №1(13). – P. 26-31.

5. Lachuga Yu.F. *Problemy biobezopasnosti zerna i kormov.* / Yu.F. Lachuga, V.I. Pakhomov. – *Sostoyanie i perspektivy razvitiya selskokhozyaystvennogo mashinostroeniya: materialy 7-oy mezhdunarodnoy nauch.-prakt. konferentsii 25-27 fevralya 2014g. V ramkakh 17-oy mezhdunarodnoy agropromyshlennoy vystavki "Interagromash-2014"*. (Problems of grain and feed biosafety. / Yu.F. Lachuga, V.I. Pakhomov / Status and prospects of development of agricultural engineering: proceedings of 7th International scientific and practical conference, February 25-27, 2014. In the context of the 17th International agricultural exhibition "Interagromash 2014"). – Rostov n/D, 2014. – P. 12-14.

6. Sutton D. A. Guide to clinically significant fungi / D.A. Sutton, A.W. Fothergill, M.G. Rinaldi. – Baltimore, USA: Williams & Wilkins, 1998. – 471 p.

7. Andreyuk E.I. *Mikrobnaya korroziya i ee vzbuditeli.* [Microbial corrosion and its causative agent]. / E.I. Andreyuk, V.I. Bilay, E.Z. Koval, I.A. Kozlova. – Kiev: Naukova dumka, 1980. – P. 288.

8. Kononenko G.P. *Sovershenstvovanie metodov opredeleniya okhratoksina A v kormakh na osnove immunofermentnogo analiza.* // *Doklady Rossiyskoy akademii selskokhozyaystvennykh nauk.* [Improved methods for the determination of ochratoxin A in feed, based immunoassay. // Reports of the Russian Academy of Agricultural sciences]. – 2004. – №3. – P. 38-40.

9. Klimenko A.I. Mycotoxins and moldboardless tillage. [Mikotoksiny i bezotvalnaya tekhnologiya obrabotki pochvy]. / A.I. Klimenko, L.N. Fetisov, N.A. Soldatenko, V.A. Rusanov, N.V. Streltsov // *Problemy veterinarnoy sanitarii, gigieny i ekologii.* – *Problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology.* 2012. – №2(8). – P. 63-65.

10. Baker J. No-tillage seeding in conservation agriculture. Second edition / J. Baker, K.E. Saxton, W.R. Ritchie, W.C.T. Chamen, D.C. Reicosky, F. Ribeiro, S.E. Justice, P.R. Hobbs. – Cambridge, USA: CABI Publishing, 2007. – P. 326.

11. Lal R. Constraints to adopting no-till farming in developing countries / R. Lal // *Soil & Tillage Research.* – 2007. – Vol. 94, Issue 1. – P. 1-3.

Authors:

Pakhomov Viktor Ivanovich - Doctor of Technical Sciences, Director

Braginets Sergey Valerevich - Ph.D. of Technics, a senior researcher

Bakhchevnikov Oleg Nikolaevich – PhD of Technics, researcher, e-mail: oleg-b@list.ru

Svistunov Artem Viktorovich – a post-graduate student

North-Caucasus research Institute of mechanization and electrification of agriculture”, Zernograd, Rostov region., Russia