МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЯРОСЛАВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»
(ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА)

УПРАВЛЕНИЕ ПЛОДОРОДИЕМ И УЛУЧШЕНИЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬ

Сборник научных трудов по материалам
Всероссийской (национальной) научно-практической конференции

Ярославль, 27 апреля 2016 г.

Ярославль
2016

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЯРОСЛАВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»
(ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА)

УПРАВЛЕНИЕ ПЛОДОРОДИЕМ И УЛУЧШЕНИЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬ

Сборник научных трудов по материалам
Всероссийской (национальной) научно-практической конференции

Ярославль, 27 апреля 2016 г.

Ярославль
2016

УДК 631.452:631.95
ББК 40.3:45.2
У 67

Управление плодородием и улучшение агроэкологического состояния земель [Текст]: сборник научных трудов по материалам Всероссий-
У 67 ской (национальной) научно-практической конференции. Ярославль, 27 апреля 2016 г. / ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА. – Ярославль : Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2016. – 64 с.
ISBN 978-5-98914-167-8

В материалах конференции представлены результаты исследований ученых, преподавателей и обучающихся высших учебных заведений Российской Федерации.

Сборник предназначен для научных работников, преподавателей высших учебных заведений, а также для работников агропромышленного комплекса. Может использоваться в учебном процессе в целях углубленного рассмотрения соответствующих проблем.

УДК 631.452:631.95
ББК 40.3:45.2

РЕДАКЦИОННО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ СОВЕТ:

Воронова Л.В. - главный редактор, к.э.н., профессор, ректор;
Суховская А.М. - заместитель главного редактора, к.э.н., доцент, проректор по учебно-научной работе и международным связям;
Дорохова В.И. - ответственный секретарь, к.э.н., доцент, начальник управления по научной работе и международному сотрудничеству;
Ваганова Н.В. - член совета, к.с.-х.н., доцент, декан технологического факультета;
Чебыкина Е.В. - член совета, к.с.-х.н., доцент, заведующая кафедрой «Экология»;
Щукин С.В. - к.с.-х.н., заведующий кафедрой «Агрономия»;
Муравьева Н.А. - ответственный секретарь, к.с.-х.н., менеджер по научной и профориентационной работе технологического факультета;
Богословская Е.А. - ответственный секретарь, начальник редакционно-издательского отдела.

ISBN 978-5-98914-167-8
© ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2016
© Авторы статей, 2016

УДК 631.9

СОСТАВ И АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ОХОТХОЗЯЙСТВ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.с.-х.н., профессор И.Н. Барановский
(ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, Тверь, Россия)

Ключевые слова: землепользование, охотхозяйства, агроэкологическая характеристика.

Показано, что выведенные из сельскохозяйственного оборота земли используются охотхозяйствами, приведена их агроэкологическая характеристика, а также качественный состав формируемой на них растительной биомассы.

За последние 25 лет в структуре землепользования Тверской области произошли существенные изменения. В наибольшей степени это коснулось земель сельскохозяйственного назначения. Из общей площади в 2428 тыс. га в настоящее время используется по прямому назначению менее половины. Особенно уменьшилась площадь эксплуатируемой пашни.

Выведенные из активного сельскохозяйственного оборота земли переведены в залежи, а также задействованы в качестве кормовых угодий с частичным зарастанием кустарником, а кое-где и мелколесьем. Это ведет не только к количественному уменьшению площадей сельскохозяйственных угодий, но и оказывает существенное воздействие на качественное изменение травостоя лугов и пастбищ, ускоряет процесс заболачивания кормовых угодий [2]. В то же время они не остаются невостребованными. Основная площадь их используется охотничьими хозяйствами, и они являются кормовой базой для диких животных и боровой птицы.

Из общей площади области в 8420 тыс. га на охотничьи угодья приходится 7990 тыс. га (95%), в том числе юридическим лицам для долгосрочного пользования предоставлено 7173 тыс. га, а площадь особо охраняемых природных территорий составляет 222,9 тыс. га. Всего в области насчитывается 195 охотничьих хозяйств. Богата и разнообразна их фауна, которая представлена 73 видами млекопитающих, 247 видами птиц. Основными охотничьими видами животного мира являются: из копытных – лось, кабан, косуля; из пушных – волк, лисица, енотовидная собака, рысь, барсук, куница, норка, выдра, хорь, бобр, ондатра, белка, заяц-беляк, заяц-русак, довольно много медведей; из птиц – глухарь, тетерев, рябчик [1].

Целью наших исследований было выявить агроэкологические показатели почв землепользования охотхозяйств Тверской области. Для этого было подобрано типичное для области охотхозяйство «Рамешковское районное общество охотников и рыболовов», находящееся в Рамешковском районе.

Район является одним из 36 административных районов Тверской области, площадь которого составляет свыше 2500 тыс. км^2. Он традиционно считался сельскохозяйственным, поскольку в нем из промышленных предприятий

функционировала лишь одна трикотажная фабрика. Общая площадь пашни составляла более 70 тыс. га, на ней до конца 80-х годов функционировало 27 коллективных хозяйств, занимавших 63 тыс. га, а остальная пашня находилась в собственности индивидуальных крестьянских хозяйств. На начало второго десятилетия нынешнего столетия коллективные хозяйства в прежнем виде практически полностью прекратили свое существование, преобразовавшись в иные структуры, которые имеют в обработке 15-20% пашни от той площади, которую они использовали раньше. В районе сделана ставка на развитие фермерских и крестьянских хозяйств, обрабатывающих 7-8% имеющейся пашни. Заметно сократилась и площадь эксплуатируемых природных сенокосов и пастбищ.

Выведенные из активного сельскохозяйственного оборота земли переведены в залежи, а также используются в качестве кормовых угодий с частичным зарастанием кустарником, а кое-где и мелколесьем. Это ведет не только к количественному уменьшению площадей сельскохозяйственных угодий, но и оказывает существенное воздействие на качественное изменение травостоя лугов и пастбищ, ускоряет процесс заболачивания кормовых угодий. Как отмечено выше, такие земли в пределах Тверской области активно используются охотхозяйствами.

В настоящее время в районе охотничьи угодья занимают лесные, сельскохозяйственные, водные и другие площади, наиболее подходящие по своему значению для обитания диких животных, птиц и рыб.

Охотхозяйство под названием «Рамешковское районное общество охотников и рыболовов» занимает площадь 101 тыс. га, что составляет 40% от всей площади района. Оно расположено в северо-западной части района в соответствии с Охотхозяйственным соглашением от 31. 03. 2011 г. № 19, заключенным с Министерством природных ресурсов и экологии Тверской области сроком на двадцать лет. В его пределах протекают такие достаточно крупные реки, как Медведица, Ивица, Каменка и множество более мелких, типа Шуйки и других.

Преобладающим типом рельефа охотхозяйства является пологоволнистая моренная равнина, на которой возвышаются отдельные холмы или группы холмов. Низинная часть сложена мощным слоем песков озерно-ледникового, зандрового и аллювиального происхождения. Сложившийся рельеф местности способствует удержанию влаги в почве в результате выпадающих дождей, либо образующейся при таянии снега. С учетом почвообразующих пород, это в отдельных элементах рельефа приводит к процессам переувлажнения, заболачивания значительной территории, развитию верховых и низинных болот, образованию в понижениях почв болотного типа. Однако торфяно-болотные почвы не имеют слишком большого распространения.

Все землепользование представлено в виде семи категорий: кустарники – 7484,6 га, леса – 36503,5 га, преобразованные и поврежденные участки – 639,9 га, болота –1783,0 га, водные объекты – 410,0 га, сельскохозяйственные угодья – 50433,0 га, непригодные территории – 3598,0 га. В основном преобладают зем-

ли сельскохозяйственных угодий (49,9%), а также занятые лесами и кустарником (43,5%).

Методика

Мы исследовали агроэкологические показатели почв землепользования охотхозяйства и качество получаемой в его пределах растительной биомассы. Одновременно преследовали цель – в ближайшей перспективе, часть выведенных их оборота сельскохозяйственных земель вновь будет востребована, особенно с учетом принятых в отношении России рядом западных стран санкций [3].

Из агроэкологических показателей определяли содержание органического вещества, реакцию почвы, количество подвижных форм фосфора и калия, а также ряд тяжелых металлов. Почвенные образцы для этого отбирались преимущественно на землях свободных от древесно-кустарниковой растительности, общая площадь составляла 1960 га. Бывшая пашня не эксплуатируется по прямому назначению как минимум 20 лет. Растительную биомассу скашивали на незалесенных полянах, ее высушивали и исследовали как сено.

Все анализы почв и растительной продукции выполнялись по общепринятым в аналитической химии методам.

Результаты

При проведении агроэкологического обследования земель, находящихся в ведении охотхозяйства, мы соотносили их показатели с аналогичными результатами почв, входящих в настоящее время в состав полевых севооборотов [4]. Из обследованных почв охотхозяйства по содержанию органического вещества они распределились следующим образом: имеют очень низкое содержание (до 1,5%) – 7,7%; низкое (1,6-2,0%) – 23,4%; среднее (2,1-2,4%) – 36,2%; повышенное (2,5-3,0%) – 20,0% и высокое (3,1-3,8%) – 12,7%. Почвы полевых севооборотов имеют меньшую обеспеченность перегноем. На современной пашне почв с очень низким и низким количеством органического вещества – 47,1%, а среди почв охотхозяйств – 31,7%, или на 14,0% меньше.

По-иному выглядит обменная кислотность почв охотхозяйств. Земель с кислотностью от очень кислых (pH < 4,5) до слабо кислых (pн 5,1-5,5) выявлено 64,3%, тогда как на пахотных угодьях их 57,8%. Менее выраженная кислотность пахотных почв связана с проводившимся на них известкованием, хотя последние 20 лет данный процесс практически прекратился.

Особого внимания заслуживает наличие в почвах охотхозяйства подвижного фосфора. Подавляющая часть почв имеет повышенную и высокую обеспеченность фосфатами, составляя 97% от обследованной площади, тогда как на пахотных угодьях таких земель 68%. На почвах охотхозяйства фосфорные удобрения практически не вносились, поэтому повышенное количество фосфатов в перегнойном слое почвы связано с его наличием в профиле почв. Травянистые растения своими корневыми системами усваивали фосфаты из более глубоких горизонтов, привнося в перегнойный слой почвы.

Количество обменного калия в почвах охотхозяйства и их пахотных аналогах примерно одинаковое. Земель с содержанием калия от очень низкой

обеспеченности (< 40 мг/кг почвы) до средней (81-120 мг/кг), приходится соответственно 78,2% и 77,7%. Невысоким является и его средневзвешенное количество, составляя 95-98 мг/кг почвы. В настоящее время в земледелии Тверской области калий считается основным лимитирующим элементом для получения более высоких урожаев возделываемых сельскохозяйственных культур.

Представляло большой интерес выявление в почвах охотхозяйства содержание тяжелых металлов, поскольку до этого такие исследования не проводились. Мы исследовали агроэкологические свойства бывших пахотных угодий, в том числе наличие в них тяжелых металлов (таблица 1).

Таблица 1– Эколого-токсикологическая группировка почв охотхозяйства по содержанию валовых форм тяжелых металлов

№ п/п	Обеспеченность	Медь		Цинк		Свинец		Кадмий	
		га	%	га	%	га	%	га	%
1	1-я группа	820	97,6	810	96,4	815	97,0	770	91,7
2	2-я группа	20	2,4	30	3,6	25	3,0	840	100
3	3-я группа	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание: 1-я группа соответствует 0,5 ПДК; 2-я группа – 1 ПДК; 3-я группа – 2 ПДК.

Полученные данные свидетельствуют, что основная площадь характеризуется содержанием элементов, относящихся к первой группе (0,5 ПДК), и лишь 2,4 % от обследованной площади по меди и 3,0% по свинцу имели обеспеченность до 1 ПДК. Это свидетельствует о том, что землепользование охотхозяйства характеризуется благоприятными агроэкологическими показателями. Исходя из этого, можно предположить, что и формируемая на них растительная биомасса не может содержать избыточного количества ТМ и тем самым оказывать негативное влияние на качество охотничьих трофеев.

Для подтверждения данного тезиса мы исследовали на содержание тяжелых металлов образцы сена, заготовленного на лесных полянах для зимней подкормки животных. Из них определяли ртуть, свинец, цинк, кадмий и мышьяк. В корме обнаружены: свинец в количестве 0,08 мг/кг, при нормативе до 5 мг/кг; кадмий в количестве 0,006 мг/кг, при нормативе до 3 мг/кг и цинк в количестве 8 мг/кг, при нормативе 50 мг/кг. Содержание ртути и мышьяка не выявлено.

Анализ охотничьих трофеев в виде мяса дикого кабана, выполненный Федеральной службой по ветеринарному и фитосанитарному надзору, Федеральным государственным бюджетным учреждением Тверской межобластной ветеринарной лабораторией, показал, что заболевания африканской чумой, а также избыточного количества вредных соединений не отмечено. Аналогичное заключение сделано и относительно мяса лося, а также водоплавающей птицы.

Таким образом, агроэкологическая характеристика землепользования охотхозяйства свидетельствует, что основная площадь земель имеет избыточную кислотность, недостаточное количество обменного калия, а по тяжелым металлам из исследованных элементов избыточного содержания их не выявлено. Обитающие в переделах охотхозяйства дикие животные и водоплавающая

птица не несут в себе никаких инфекционных заболеваний, а их мясо соответствует предъявляемым требованиям для использования в пищу человека.

Литература

1. Дежкин, В.В. Экологическая этика и биологическое природопользование: элементы теории и этико-экологические ограничения [Текст] / В.В. Дежкин, Л. Попова // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2006. – № 1. – С. 28-37.
2. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды в Тверской области в 2015 году [Текст] / Министерство природных ресурсов и экологии Тверской области. – Тверь, 2015. – 196 с.
3. Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (с изм. и доп., вступ. в силу с 24. 07. 2015 г.) Статья 21. Санитарно-эпидемиологические требования к почвам, содержанию территорий городских и сельских поселений, промышленных площадок.
4. Фирсов, С.А. Мониторинг потенциала почвенных ресурсов, качества и безопасности сельскохозяйственной продукции [Текст] / С.А. Фирсов. – Тверь: Изд. «С.Принт», 2010. – 194 с.

УДК 628.543

ПОГЛОТИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ЛЬНЯНОЙ КОСТРЫ

Аспирант Ю.А. Барыкина; д.с.-х.н., к.х.н., профессор С.Л. Белопухов
(ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия)

Ключевые слова: лен-долгунец, льняная костра, гигроскопичность.

В данной работе рассмотрена способность льняной костры и измельченной льняной костры поглощать пары воды из воздуха, а также влияние температуры на гигроскопичность льняной костры.

THE ABSORPTION CAPACITY OF FLAX FIRES

Postgraduate U.A. Barykina;
Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Chemical Sciences,
Professor S.L. Belopukhov
(FSBEI HE RT SAU, Moscow, Russia)

Keywords: fiber flax, flaxshive, hygroscopicity.

The ability of flax shive and crushed flax shive to absorb water vapor from the air, and the influence of temperature on the hygroscopicity of linen fires are considered in this paper.

В последнее время вопросы импортозамещения продукции сельского хозяйства становятся все более актуальными. Особенно это касается стратегических прядильных культур, таких как лен [2].

В настоящее время лен-долгунец является одной из наиболее перспективных культур. Спрос на лен растет во всем мире. Во многих странах льноводству уделяют пристальное внимание, а исследования по технологии переработки льна становятся секретными в ряде государств [4].

Сейчас лен во многих странах переживает второе рождение, поскольку дает «быструю» целлюлозу, крайне необходимую для развития современных технологий для космоса, медицины, атомной промышленности и нанотехнологий. Не говоря уже, что льняные ткани обладают уникальным комплексом свойств, таких как гигиеничность, высокая прочность, низкое электрическое сопротивление, комфортность, природная бактерицидность. Мировые тенденции в легкой промышленности свидетельствуют о том, что основной объем продукции, производимой в мире, будет выпускаться из натуральных тканей, а более 2/3 всей одежды – из льняных и смесовых тканей. Поэтому выращивание льна-долгунца с высокими показателями по урожайности и качеству волокна и семян является одним из приоритетных направлений развития сельского хозяйства в России [1].

С увеличением объемов льнопроизводства увеличивается и количество отходов: коротких волокон и костры, которые можно использовать в качестве сырья для вторичного производства. Льняная костра – одревесневшие части стеблей льна, остающиеся после трепания и чесания льна. Около 70% органических компонентов льняной костры составляет целлюлоза. Поэтому льняная костра является важным источником природного ежегодно возобновляемого целлюлозосодержащего растительного сырья. К сожалению, в России этот продукт пока не находит широкого применения. Большую его часть, как правило, складируют в отвалы, а оставшуюся часть сжигают для отопления заводов. В результате этого в атмосферу выделяется значительное количество углекислого газа [3].

Перспективным направлением использования льняной костры, по нашему мнению, является производство сорбентов. Данные сорбенты в перспективе возможно будет использовать в качестве добавки к почвогрунтам, для выращивания растений в защищенном грунте. Поэтому нам важно установить, как влияет изменение температуры на сорбционные свойства льняной костры.

Методика

В ходе данной работы нами была изучена способность льняной костры, полученной непосредственно после трепания льна, и предварительно измельченной льняной костры поглощать водяные пары из воздуха при различных температурах.

Опыт проводили в трехкратной повторности при температурах +5° С и +25° С. Навески льняной костры помещали в два эксикатора с водой, в которых предварительно установлена относительная влажность воздуха (98 ± 1)%. С интервалом один час проводили измерение массы исследуемых образцов. По из-

менениям массы определяли количество воды, поглощенное образцами льняной кострой и измельченной льняной костры.

Гигроскопичность (%) вычисляли по формуле 1:

$$W\% = (m_n - m_0) / m_0 * 100\%, \quad (1)$$

где m_0 – масса образца до испытания, г;

m_n – масса образца через n часов, г.

Результаты

Изменение массы исследуемых образцов при разных температурах представлены в таблице 1. Из данных таблицы следует, что через один час гигроскопичность льняной костры при температуре +25° С составляет 0,936 г/100 г костры, а при температуре +5° С – 1,063 г/100 г костры. После измельчения гигроскопичность костры составляет 0,947 г/100 г измельченной костры при +25° С и 0,999 г/100 г измельченной костры. Через шесть часов гигроскопичность льняной костры составляет 2,140 г/100 г и 2,326 г/100 г костры, а для измельченной льняной костры – 2,366 г/100 г и 2,796 г/100 г костры при температурах +25° С и +5° С соответственно.

Таблица 1 – Изменение массы исследуемых образцов при разных температурах, г

Время, час	Масса	Льняная костра, +25° С	Льняная костра, +5° С	Измельченная льняная костра, +25° С	Измельченная льняная костра, +5° С
0	m_0	1,495	1,505	1,479	1,502
1	m_1	1,509	1,521	1,493	1,517
2	m_2	1,514	1,527	1,500	1,526
3	m_3	1,518	1,530	1,505	1,531
4	m_4	1,522	1,534	1,509	1,536
5	m_5	1,525	1,537	1,512	1,540
6	m_6	1,527	1,540	1,514	1,544

Из полученных данных можно сделать заключение, что около 45 % паров воды поглощается образцами льняной костры в первый час не зависимо от того, при какой температуре проводится опыт. Измельченная льняная костра в первый час экспозиции поглощает 38 % паров воды от общего объема поглощенной воды. Потом количество поглощенной воды уменьшается с каждым часом.

На рисунке 1 видно, что динамика поглощения паров воды для льняной костры и для измельченной льняной костры при разных температурах одинакова, так как кривые идут параллельно.

Также в ходе данной работы мы проводили оценку изменения гигроскопичности льняной костры и измельченной льняной костры в отдельные проме-

жутки времени. Для этого мы определяли, какой процент паров воды будет поглощен 100 граммами исследуемых образцов за каждый час экспозиции.

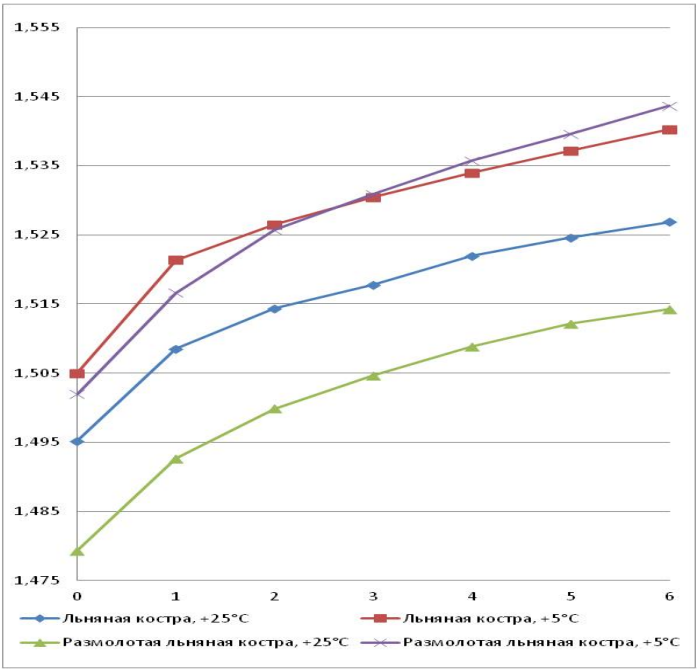


Рисунок 1 – Изменение массы льняной костры

В таблице 2 представлены данные изменения гигроскопичности в зависимости от времени экспозиции.

Таблица 2 – Изменение гигроскопичности в зависимости от времени экспозиции, %

Время	Льняная костра, +25° С	Льняная костра, +5° С	Измельченная льняная костра, +25° С	Измельченная льняная костра, +5° С
1	94	106	95	100
2	33	33	47	59
3	26	26	33	33
4	26	26	27	33
5	20	20	20	26
6	13	20	13	26

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что максимальная гигроскопичность наблюдается в первый час экспозиции как при температуре +5° С, так и при +25° С. Уже на втором часу экспозиции гигроскопичность па-

дает для измельченной льняной костры в 2 раза, а для неизмельченной льняной костры – в 3 раза. С дальнейшим течением времени гигроскопичность продолжает снижаться (рисунок 2).

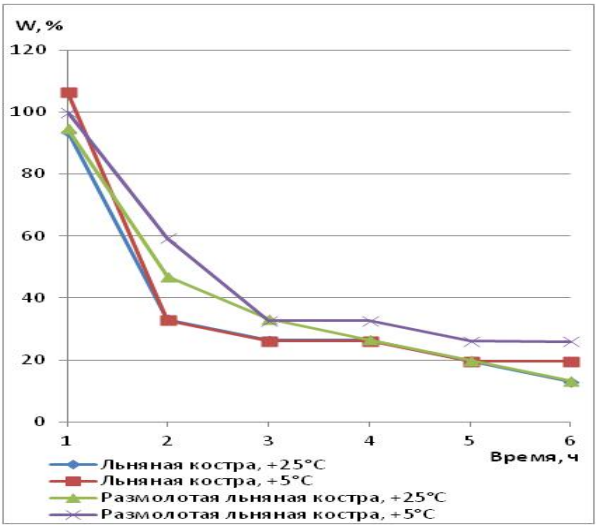


Рисунок 2 – Гигроскопичность

При температуре +5° С поглощение паров воды идет интенсивнее, чем при температуре +25° С. Так в первый час при +5° С гигроскопичность льняной костры составляет 106 %, что на 12% больше гигроскопичности льняной костры при +25° С. Измельченная льняная костра при +5° С на 5% интенсивнее поглощает пары воды, чем при +25° С.

В течение следующих четырех часов количество поглощенных паров воды образцами льняной костры становится одинаково при обеих температурах.

Измельченная льняная костра в течение второго, третьего и четвертого часа сохраняет большую гигроскопичность, чем неизмельченная льняная костра. Так, за второй час опыта измельченная льняная костра поглотила паров воды на 14% (при температуре +25° С) и на 26% (при температуре +5° С) больше, чем не измельченная костра.

Выводы

Измельченная льняная костра с течением времени сохраняет большую гигроскопичность, чем исходная льняная костра, полученная после трепания льна.

При температуре +5° С поглощение паров воды исследуемыми образцами льняной костры проходит интенсивнее, чем при температуре +25° С. Максимальная гигроскопичность наблюдается в первый час экспозиции, затем она постепенно снижается.

Литература
1. Белопухов, С.Л. Защитно-стимулирующие комплексы в агротехнологиях выращивания льна. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012.
2. Белопухов, С.Л. Применение БИК-анализа для исследования химического состава и энергетической плотности льняной костры [Текст] / С.Л. Белопухов, И.И. Дмитревская, Е.В. Калабашкина, С.Ю. Зайцев // Бутлеровские сообщения. – 2014. – Том 38. – № 5. – С. 112-117.
3. Гришина, Е.А. Влияние органо-минерального комплекса из льняной костры на урожайность и качество льна-долгунца (Linum usitatissimum L.) и белого люпина (lupinus albus) [Текст]: дис. на соиск. учен. степ. канд. биол. наук (06.01.04) / Е.А. Гришина. – М.: РГАУ-МСХА им. Тимирязева, 2015. – 170 с.
4. Шерстобитов, В.В. Льноводство в Республике Марий Эл: современное состояние и перспективные направления развития // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – Казань: КГАУ, 2009. – № 3. – С. 85-89.

УДК 631

БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЕВООБОРОТОВ

К.с.-х.н. Е.Н. Ефремова
(ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, Волгоград, Россия)

Ключевые слова: биоэнергетика, севообороты, экологизация, вспашка, дискование, энергетический эквивалент.

В статье приведены расчетные данные по биоэнергетической оценке севооборота. Рассмотрены 4 варианта севооборота, 3 способа обработки почвы. Посчитаны затраты совокупной энергии, накопленная энергия в урожае основной продукции. Приведено соотношение в энергии, и представлены коэффициенты энергетической эффективности.

BIOENERGETIC EFFICIENCY OF CROP ROTATIONS

Candidate of Agricultural Sciences E.N. Efremova
(FSBEI HE Volgograd SAU, Volgograd, Russia)

Keywords: bioenergy, crop rotation, greening, plowing, disking, energy equivalent.

The article presents estimates of the bioenergetic evaluation of crop rotation. Considered 4 possible crop rotation, 3 ways of processing of soil. Calculated total costs of energy, the energy accumulated in the yield of main products. Shows the relationship of energy and shows the energy efficiency ratios.

Основой агропромышленного комплекса страны, определяющей состояние всех его отраслей, является растениеводство и прежде всего производство

зерна, от которого во многом зависят продовольственная безопасность, экономическое и социальное благополучие общества. Однако существующее положение характеризуется недостаточным и нестабильным уровнем его производства, а применяемые агротехнологии и системы земледелия требуют своего совершенствования для достижения современных мировых стандартов, что особенно необходимо в связи с вступлением России в ВТО.

Не менее существенны и расхождения по вопросам обработки почвы, где наряду с нулевой и минимальной обработкой по системам «No Till» и «Mini Till» рекомендуются различные варианты отвальной, безотвальной, дисковой обработки почвы и их сочетаний.

Отсюда вытекают теоретические предпосылки и практические основания избранному направлению исследования, актуальность которого состоит в разработке зональной системы севооборотов и соответствующих им систем обработки почвы для адаптивно-ландшафтного земледелия применительно к хозяйствам различных форм собственности, специализации, интенсивности использования пашни, производственно-финансовых возможностей и уровня экологизации земледелия [1].

Поступательное развитие человеческого общества возможно только в условиях последовательной интенсификации продукционного процесса в биогеоценозах, что требует постоянного внесения дополнительной энергии для повышения их энергетического уровня, т.е. скорости и полноты использования солнечной энергии. При этом важно не только поднять агроэкосистему на более высокий энергетический уровень, но и стабилизировать на нем, предотвратить ее возврат на более низкий, что может быть достигнуто не только дополнительным вливанием антропогенной энергии в виде минеральных удобрений, пестицидов, ГСМ, средств механизации и других техногенных факторов, но и интенсификацией продукционного процесса с возвратом в биологический круговорот части затраченной энергии в виде энергии фотосинтезированного органического вещества за счет естественных факторов без затрат невосстанавливаемых энергоресурсов (использования биологического азота, подбора продуктивных генотипов сельскохозяйственных культур и совершенствования их агротехнологий, севооборотов и т.п.). Причем при насыщении экосистемы энергией примерно до уровня 13600 МДж/га ее КПД достигает максимума [2].

При этом сельское хозяйство в энергетическом отношении становится все более расточительным, хотя и более продуктивным, согласно экологическому закону снижения энергетической эффективности природопользования, по которому на единицу получаемой дополнительной сельскохозяйственной продукции затрачивается все возрастающее количество энергии [3]. В настоящее время на производство 1 кал энергии в США затрачивается 10 кал, в то время как в развивающихся странах – только 0,1, причем за период с 1950 по 1980 год прирост урожайности основных сельскохозяйственных культур в 2-3 раза потребовал увеличения затрат невосполнимой энергии в 10-15 раз [4].

Такой дисбаланс переводит интенсивное сельское хозяйство из энергопроизводящей в энергопотребляющую отрасль. Поэтому перед современной сельскохозяйственной наукой и практикой возникает задача переключения с

использования преимущественно невосполнимых техногенных источников энергии на возобновляемые за счет перехода от техногенно-химических к биологизированным ресурсосберегающим системам земледелия.

Поставлены и проведены исследования по изучению полевых севооборотов разного уровня биологизации на фоне различных приемов обработки почвы на территории Северного Прикаспия.

Почва – подтип: светло-каштановая, тяжелосуглинистая, с содержанием гумуса в пахотном слое 1,74%, общего азота и фосфора – соответственно – 0,12 и 0,11%.

В двухфакторном опыте изучались три вида зернопропашных, зернотравяных севооборотов и три системы обработки почвы, обеспечивающие возможные варианты заделки растительной массы в почву.

Таким образом, учет энергетической составляющей является важным показателем комплексной оценки применяемых агротехнологий. Проблема энергосбережения в растениеводстве может решаться путем снижения энергозатрат как на единицу площади посева сельскохозяйственных культур на основе применения ресурсосберегающих технологий, так и на единицу получаемой продукции за счет роста урожайности. При этом перспективными способами снижения затратности растениеводства являются, во первых, минимализация обработки почвы, особенно в связи со все возрастающей стоимостью энергоносителей, когда при существующих агротехнологиях на обработку почвы под озимые культуры по парам расходуется 50% и яровых зерновых по зяби – около 20% всех энергетических затрат. Во-вторых – применение наиболее продуктивных севооборотов с высоким выходом накопленной энергии урожая.

При анализе и расчетах показателей энергетической эффективности изучаемых вариантов нами использовались методические рекомендации Научного центра биологических исследований АН СССР, ВАСХНИИ, Волгоградской ГСХА, РАСХН. В соответствии с ними, энергетическая оценка производилась методом энергетических эквивалентов исходя из уровня урожая и содержания энергии в 1 кг сухого вещества хозяйственно ценной продукции по трем показателям: энергозатраты на производственный цикл, количество накопленной в конечной продукции энергии и их соотношение в виде коэффициента энергетической эффективности. При этом затраты совокупной энергии на получение продукции определялись с учетом затрат живого труда, технических средств, горючего, семян, удобрений, пестицидов и других составляющих производственного процесса [5].

Как показали эти расчеты, наиболее энергозатратной сельскохозяйственной культурой в изучавшихся севооборотах была озимая пшеница по чистому пару (15,2-16,8 ГДж/га), затем – яровые зерновые культуры и нут (11,6-12,2 ГДж/га) и наименее энергоемкой – эспарцет (4,1-5,1 ГДж/га), при этом энергозатратность озимой пшеницы по пару соответствовала принятому агроэкологами критическому уровню 15 ГДж/га. В то же время из-за своей высокой продуктивности по удельным затратам энергии в расчете на 1 т зерна она была примерно в два раза экономичнее яровой пшеницы и нута и находилась на уровне ячменя по зяби.

В целом же по севооборотам исходя из соотношения в них различных сельскохозяйственных культур и паров наиболее высокие коэффициенты энергетической эффективности (Кээ) получены в насыщенном зерновыми культурами парозерновом четырехполье и двухполье с озимой пшеницей (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительная биоэнергетическая эффективность наиболее продуктивных вариантов

Севооборот	Обработка почвы	Затраты совокупной энергии, МДж/га	Накопленная энергия в урожае основной продукции, МДж/га	Кээ
Пар, озимая пшеница, яровая пшеница, ячмень	Вспашка Дискование	41249,4 38460,3	80319,3 76207,6	2,42 2,84
Пар, озимая пшеница	Вспашка Безотвальное рыхление	16798,4 15509,4	44854,7 42325,8	2,67 2,73
Пар, озимая пшеница, эспарцет	Вспашка Безотвальное рыхление	21955,3 20350,3	39264,5 42325,8	1,79 2,08
Пар, озимая пшеница, нут, яровая пшеница	Вспашка Дискование	41249,4 38460,3	67830,7 51384,5	1,64 1,34

Что касается обработки почв, то применение вместо вспашки безотвального рыхления уменьшало энергетические затраты по озимой пшенице на 7,7 %, яровым зерновым и нуту – на 2,5 и эспарцету – на 6,1 %, мелкой дисковой обработки – соответственно – на 9,4 %; 5,0 и 20,4 %.

Наиболее высокие коэффициенты энергетической эффективности получены по озимой пшенице в четырехпольном зернопаровом севообороте при мелкой и зернопаротравяной отвальной обработке почвы (2,84), по яровой – в зернопаровом четырехполье при безотвальной (1,17) и в плодосменном севообороте – при отвальной обработке почвы (1,18), по ячменю – при такой же обработке в зернопаровом четырехполье (2,31) и по нуту (1,23) – в плодосменном севообороте при отвальной обработке почвы.

С учетом потерь гумуса, энергетический эквивалент которого составляет 20 ГДж/т, эти показатели снижаются в пользу севооборотов с многолетними травами и составляют при вспашке в зернопаровом четырехполье 1,57 вместо 2,42 и зернопаротравяном трехполье – 1,41 вместо 1,79.

Таким образом, наиболее энергозатратной культурой в изучавшихся севооборотах была озимая пшеница по чистому пару, затем – яровые зерновые культуры и нут и наименее энергоемкой – эспарцет на сидерат, однако удельные затраты в расчете на 1 т зерна, напротив, у озимой пшеницы по пару и яч-

меня по зяби были примерно в два раза ниже, чем у яровой пшеницы и нута. В целом по севооборотам и обработкам почвы самые высокие коэффициенты энергетической эффективности получены в парозерновом двухполье при безотвальной и зернопаровом четырехполье при мелкой обработках почвы.

Литература

1. Ефремова, Е.Н. Агрофизические показатели почвы в зависимости от различных обработок почвы [Текст] / Е.Н. Ефремова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – № 2 (30). – С. 67-72.
2. Созинов, А.А. Энергетическая цена индустриализации атмосферы [Текст] / А.А. Созинов, Ю.Ф. Новиков // Природа. – 1985. – № 5. – С.18-22.
3. Коринец, В.В. От общих законов природопользования к специальным законам земледелия [Текст] / В.В. Коринец, А.Н. Сухов, А.М. Беляков и др.– СПб. – Волгоград: Гидрометеоиздат, 1996. – 31 с.
4. Кобозев, И.В. Предотвращение критических ситуаций в агроэкосистемах [Текст] / И.В. Кобозев, В.А. Тюльдюков, Н.В. Парахина. – М.: Изд-во МСХА, 1995. – 264 с.
5. Жученко, А.А. Проблемы ресурсосбережения в зерновом хозяйстве [Текст] / А.А. Жученко // Сберегающее земледелие: будущее сельского хозяйства России: сборник. – Изд-е Национального фонда развития сберегающего земледелия. – 2004. – С. 10-14.

УДК 631.46 : 631.445.24 : 631.5

ЧИСЛЕННОСТЬ И РАЗНООБРАЗИЕ МИКРОМИЦЕТОВ В ОКУЛЬТУРЕННОЙ ДЕРНОВО-СРЕДНЕПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ

К.б.н., доцент И.Я. Колесникова
(ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия)

Ключевые слова: микромицеты, структура комплексов, агроценоз, гербициды, удобрения.

Показано, что гербициды являются мощным антропогенным фактором, влияющим на структуру и разнообразие комплексов почвенных грибов.

THE QUANTITY AND THE COMPOSITION OF MICROMYCETES IN SODDY-PODZOLIC SOILS OF YAROSLAVL DISTRICT

Candidate of Biological Sciences, Docent I.Ya. Kolesnikova
(FSBEI HE Yaroslavl SAA, Yaroslavl, Russia)

Keywords: micromycetes, complexes structure, agrocenosis, herbicides, fertilizers.

It was demonstrated that herbicides are a power factor which disturbs to form the composition and structure of fungal complexes.

В настоящее время в системе защиты растений от сорняков активно применяются гербициды, относящиеся к различным химическим группам. Большинство новых гербицидных препаратов, регистрируемых в России, в качестве действующих веществ содержат производные сульфонилмочевины [1].

Гербициды, являясь биологически активными веществами, влияют не только на сорные растения, но и на микробиологические процессы, происходящие в почве. Даже однократное попадание в почву сравнительно невысоких производственных доз гербицидов способно вызывать отклонение ряда показателей биологической активности почв [2, 3].

Определение побочных действий химических средств защиты растений затруднено многообразием откликов со стороны компонентов почвенных ценозов. Недостаточно сведений о влиянии применяемых в земледелии различных групп гербицидов на микобиоту почвы, в частности, на численность и таксономический состав микроскопических грибов.

Методика

Данные исследования являются частью комплексного изучения влияния систем обработки почвы, удобрений и средств защиты растений на различные почвенные показатели, в том числе биологические, и урожайность культур. Рассматривается влияние гербицидов совместно с минеральными удобрениями на численность и видовой состав микромицетов при отвальной и поверхностно-отвальной системах обработки.

Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая супесчаная на покровных, древнеаллювиальных и органогенных отложениях, подстилаемая моренными отложениями, залегающими на глубине 1,0-4,0 м. Опытный участок имеет небольшой склон около 1° С с юго-западной экспозицией.

В почве содержится 2,32% органического вещества (по Тюрину, вариант ЦИНАО); 354,8 мг/кг почвы P_2O_5 и 154,4 мг/кг почвы K_2O (по Кирсанову), гидролитическая кислотность составляет 1,08 мг экв./100 г почвы (по Каппену), pH_{KCl} равен 6,12. Сравнительно высокое для супесчаной почвы содержание P_2O_5 обусловлено предварительным (до закладки опыта) ее фосфоритованием.

Экспериментальная работа проводилась в вегетационный период 2015 года в полевом стационарном трехфакторном опыте, заложенном на опытном поле ФГБОУ ВО ЯГСХА (СПК «Михайловское» д. Бутрево, Ярославского района) методом расщепленных делянок с рендомизированным расположением вариантов в повторениях. Повторность опыта четырехкратная.

Схема трехфакторного опыта включает 24 варианта. На делянках первого порядка площадью 1176 м^2 (84 м х 14 м) изучаются системы обработки почвы, на делянках второго порядка площадью 392 м^2 (28 м х 14 м) – системы удобрений и на делянках третьего порядка площадью 196 м^2 (28 м х 7 м) – системы защиты полевых культур от сорных растений.

Фактор А. Система основной обработки почвы, «О».

1. Отвальная: вспашка на 20-22 + 7 см плугом ПБС-2 с предварительным лущением на 8-10 см, ежегодно, «$О_1$».

2. Поверхностно-отвальная: вспашка плугом ПБС-2 на 20-22 + 7 см с предварительным лущением на 8-10 см один раз в четыре года + одно-двукратная поверхностная обработка на глубину 6-8 см в течение трех лет, «$О_2$».

3. Поверхностная с рыхлением: рыхление на 20-22 см с предварительным лущением на 8-10 см один раз в четыре года + одно-двукратная поверхностная обработка на глубину 6-8 см в течение трех лет, «$О_3$».

4. Поверхностная: одно-двукратная поверхностная обработка на 8-10 см, ежегодно, «$О_4$».

Фактор В. Система удобрений, «У».

1. Экстенсивная биологизированная (без удобрений), «$У_1$».

2. Среднеинтенсивная биологизированная (50 кг/га д.в. азота), «$У_2$».

3. Высокоинтенсивная биологизированная (100 кг/га д.в. азота), «$У_3$».

Фактор С. Система защиты растений, «Г».

1. Без гербицидов, «$Г_1$».

2. С гербицидами, «$Г_2$».

В статье приводятся результаты исследований, выполненных на вариантах с отвальной и поверхностно-отвальной системами обработки на двух фонах удобрений (без удобрений и с внесением 100 кг/га д.в. азота) без гербицида и с применением гербицида «Линтур» в норме 0,15 кг/га в фазу кущения ячменя. Выращивался яровой ячмень сорта «Нур». Предшественник – яровой рапс сорта «Ратник» на зеленую массу.

Почвенные образцы отбирались в июне 2015 года с глубины 0-10 см и 10-20 см из-за неоднородности этих слоев по наличию питательных веществ и количеству кислорода.

Выявление почвенных грибов производили методом глубинного посева различных разведений почвенной суспензии на агаризованную питательную среду Чапека. Рассчитывали численность колонии образующих единиц (КОЕ) на 1 г воздушно-сухой почвы. Для выявления комплекса типичных видов использовался критерий пространственной встречаемости. Частоту встречаемости определяли отношением количества образцов почвы, где вид обнаружен, к общему числу образцов.

Для сравнения качественного состава комплексов микромицетов рассчитывали коэффициент сходства Сьеренсена-Чекановского.

Данные обрабатывались методом дисперсионного анализа для трехфакторного опыта, заложенного методом расщепленных делянок.

Результаты

В результате исследований были обнаружены 8 родов почвенных грибов, два из которых относятся к отделу Зигомикота и шесть – к отделу Аскомикота [4].

Также были обнаружены два рода дрожжей. Разнообразие микромицетов и частота встречаемости видов представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1 – Таксономический состав и частота встречаемости почвенных грибов на вариантах опыта без применения гербицида

№	Вариант опыта	$О_1У_1Г_1$		$О_1У_3Г_1$		$О_2У_1Г_1$		$О_2У_3Г_1$	
		Слой 0-10	Слой 10-20	Слой 0-10	Слой 10-20	Слой 0-10	Слой 10-20	Слой 0-10	Слой 10-20
	Роды микромицетов	Частота встречаемости, %							
1	Mucor	33,3	50,0	50,0	33,3	50,0	50,0	33,3	16,7
2	Rhizopus	50,0	50,0	50,0	66,7	16,7	100,0	100,0	50,0
3	Penicillium	66,7	100,0	100,0	83,3	83,3	83,3	83,3	100,0
4	Aspergillus	-	-	16,7	16,7	-	33,3	16,7	16,7
5	Alternaria	-	-	-	-	-	-	16,7	-
6	Cladosporium	33,3	16,7	-	66,7	50,0	50,0	50,0	33,3
7	Trichoderma	-	16,7	16,7	-	-	-	16,7	-
8	Cryptococcus sp.	-	33,3	-	16,7	33,3	16,7	-	16,7
9	Rhodotorula sp.	-	-	33,3	33,3	-	16,7	16,7	33,3
Всего родов		**4**	**6**	**6**	**7**	**5**	**7**	**8**	**7**
Mycelia Sterilia		+	+	-	+	+	+	-	+

Большинство обнаруженных почвенных грибов являются типичными сапротрофами. Среди обнаруженных грибов р. Cladosporium, р. Aspergillus, р. Alternaria могут встречаться фитопатогены.

Таблица 2 – Таксономический состав и частота встречаемости почвенных грибов на вариантах опыта с применением гербицида

№	Вариант опыта	$О_1У_1Г_2$		$О_1У_3Г_2$		$О_2У_1Г_2$		$О_2У_3Г_2$	
		Слой 0-10	Слой 10-20	Слой 0-10	Слой 10-20	Слой 0-10	Слой 10-20	Слой 0-10	Слой 10-20
	Роды микромицетов	Частота встречаемости, %							
1	Mucor	16,7	-	-	-	-	-	-	16,7
2	Rhizopus	16,7	-	-	-	-	-	-	-
3	Penicillium	16,7	16,7	-	-	-	-	-	33,3
4	Botrytis	-	-	16,7	33,3	-	-	-	16,7
5	Cladosporium	16,7	33,3	16,7	16,7	66,7	83,3	33,3	-
6	Trichoderma	16,7	50,0	-	-	-	-	33,3	66,7
7	Cryptococcus sp.	16,7	-	-	33,3	50,0	-	16,7	33,3
8	Rhodotorula sp.	33,3	-	-	33,3	33,3	33,3	16,7	50,0
Всего родов		**7**	**3**	**2**	**4**	**3**	**2**	**4**	**6**
Mycelia Sterilia		+	+	+	+	+	+	+	+

Анализ таксономического состава почвенных микромицетов опытного участка показал, что наибольшее разнообразие грибов на безгербицидных делянках отмечено на варианте с поверхностно-отвальной системой обработки и внесением 100 кг/га д.в. азота (8 родов в верхнем слое и 7 – в нижнем). Внесение удобрений привело к увеличению разнообразия грибов и на варианте с отвальной системой обработки по сравнению с контролем. В целом на безгербицидных делянках разнообразие грибов оказалось несколько выше по сравнению с делянками, обработанными Линтуром (таблица 2).

Важно отметить, что обработка гербицидом отрицательно сказалась на почвенных микромицетах: колонии были угнетены, рост их замедлен, большинство не сформировали конидии, преобладал стерильный мицелий. В вариантах с использованием гербицида исчезли грибы р. Aspergillus и р. Alternaria, но появился р. Botrytis.

Для выявления комплекса типичных видов в исследуемой почве использовался критерий пространственной встречаемости.

В контрольном варианте комплекс почвенных микромицетов обеднен и выглядит следующим образом. Доминантными являются виды р. Penicillium; к часто встречающимся относятся виды рр. Mucor, Rhizopus; к редко встречающимся – р. Cladosporium, к единичным – р. Trichoderma и дрожжи р. Cryptococcus.

В других вариантах на безгербицидных делянках доминантным остается р. Penicillium и, кроме того, при поверхностно-отвальной системе обработки к нему добавляется р. Rhizopus. При этой же обработке виды р. Cladosporium становятся часто встречающимися, к редко встречающимся добавляются дрожжи р. Rhodotorula, к единичным – виды р. Alternaria.

Обработка гербицидом приводит к заметной перестройке структуры комплексов почвенных микромицетов на вариантах опыта. Условно к доминантным можно отнести виды р. Cladosporium, который встретился повсеместно в исследуемой почве, но в большинстве случаев с небольшой частотой встречаемости. Доминирующие в необработанной гербицидом почве грибы р. Penicillium и часто встречающиеся р. Rhizopus и р. Mucor становятся редко встречающимися и единичными, тогда как микромицеты р. Trichoderma и р. Cryptococcus из единичных переходят в группу часто встречающихся. Сюда же относятся и дрожжи р. Rhodotorula. В группу единичных добавляется новый р. Botrytis.

Следовательно, обработка почвы гербицидом Линтур, проведенная за 12 дней до отбора почвенных проб, привела к смене доминантных видов и перестройке комплексов микроскопических грибов.

Сравнение комплексов микромицетов в образцах почвы, отобранных на различных вариантах опыта, было проведено на основе коэффициента сходства Съеренсена-Чекановского (таблица 3).

Наибольшие различия отмечены между комплексами грибов в контрольном варианте и при той же отвальной системе обработки, но с внесением удобрений и применением гербицида (40%). Совместное действие удобрений и гербицида повлияло на структуру комплексов при этой системе обработки.

Таблица 3 – Коэффициенты сходства Съеренсена-Чекановского для комплексов микроскопических грибов на вариантах опыта, в %

Варианты сравнения	$О_1У_3Г_1$	$О_1У_3Г_2$	$О_2У_3Г_1$	$О_2У_3Г_2$
$О_1У_1Г_1$	86	40	80	76,9
$О_1У_1Г_2$	93,3	54,5	87,5	85,7
$О_2У_1Г_1$	93,3	54,5	87,5	71,4
$О_2У_1Г_2$	54,5	85,7	50	60

При поверхностно-отвальной системе обработки также наиболее различались комплексы с внесением удобрений и гербицида и без них (50%), однако совместного их действия здесь не отмечено.

На остальных вариантах значения коэффициента сходства Съеренсена-Чекановского более 50% говорят о небольшом различии в комплексах микромицетов. Неразличающимися можно считать комплексы, при сравнении которых коэффициент Съеренсена-Чекановского выше 80% [5].

Помимо разнообразия почвенных грибов и структуры их комплексов, еще одним важным показателем состояния почвенного микробиоценоза является численность микромицетов (рисунок 1).

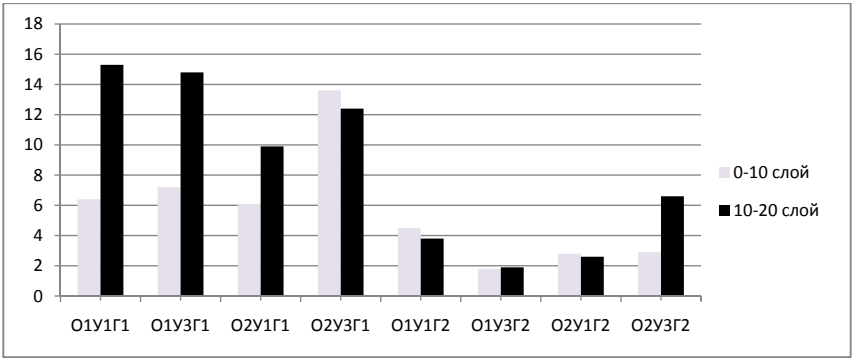


Рисунок 1 – Численность микромицетов на вариантах опыта, тыс. КОЕ

На безгербицидных делянках численность микромицетов в слое почвы 10-20 см выше, чем в слое 0-10 см на большинстве вариантов, что не характерно для исследуемых нами почв. Это может быть связано с погодными условиями, предшествующими отбору почвенных проб. Температура воздуха на высоте 2 см от поверхности почвы в ночь на 18 июня в Ярославском районе понижалась до заморозков интенсивностью 0…-2° С, что могло способствовать снижению численности микромицетов в слое 0-10 см.

Внесение азота в дозе 100 кг/га д.в. привело к росту численности грибов при отвальной системе обработки только в верхнем слое почвы, а при поверхностно-отвальной – по всему пахотному горизонту.

На делянках, где в фазу кущения ячменя за 12 дней до отбора почвенных проб был внесен гербицид Линтур, численность микромицетов была ниже по

сравнению с безгербицидными делянками. При этом в нижнем слое почвы грибов было меньше или столько же по сравнению с верхним за исключением варианта с поверхностно-отвальной системой обработки и внесением удобрений. Здесь внесение азотных удобрений привело к заметному росту численности грибов в слое 10-20 см.

Дисперсионный анализ данных показал, что в среднем по изучаемым факторам существенное влияние на численность микромицетов оказало только применение гербицида Линтур, который снизил количество грибов по всему пахотному горизонту приблизительно в три раза (таблица 4).

При поверхностно-отвальной системе в слое 0-10 см грибов было несколько больше, чем при отвальной, а в слое 10-20 см – несколько меньше. Внесение удобрений в среднем по изучаемым факторам способствовало росту численности грибов в пахотном горизонте исследуемой почвы.

Таблица 4 – Влияние изучаемых факторов на численность почвенных грибов

Вариант опыта	Численность микромицетов в 1 г воздушно-сухой почвы по слоям, тыс. КОЕ	
	Слой 0-10 см	Слой 10-20 см
Фактор А. Система основной обработки почвы		
Отвальная	4,98	8,95
Поверхностно-отвальная	6,35	7,88
$НСР_{05}$	$F_ф < F_{05}$	$F_ф < F_{05}$
Фактор В. Система удобрений		
Экстенсивная биологизированная	4,95	7,90
Высокоинтенсивная биологизированная	6,38	8,93
$НСР_{05}$	$F_ф < F_{05}$	$F_ф < F_{05}$
Фактор С. Система защиты растений		
Биотехнологическая	8,33	13,1
Интегрированная	3,0	3,73
$НСР_{05}$	3,08	4,92

Таким образом, результаты исследований подтверждают отмеченные ранее предположения о том, что различные системы обработки почвы, удобрений и средств защиты растений являются мощным антропогенным фактором, нарушающим формирование комплексов грибов, характерных для почв в ненарушенных экосистемах, влияя на их состав и численность [6]. В условиях полевого стационарного опыта на дерново-среднеподзолистой супесчаной почве в 2015 году выявлено, что обработка гербицидом Линтур приводит к заметной перестройке структуры комплексов почвенных микромицетов на вариантах опыта. В среднем по изучаемым факторам применение данного гербицида оказало существенное влияние и на численность грибов, снизив их количество по всему пахотному горизонту в три-четыре раза по сравнению с безгербицидными делянками.

Литература
1. Спиридонов, Ю.Я. Совершенствование мер ликвидации сорных растений в современных технологиях возделывания полевых культур [Текст] / Ю. Я. Спиридонов // Известия ТСХА. – 2008. – № 1. – С. 31-43.
2. Бурхан, О.П. Влияние гербицидов на биологическую активность почв [Текст] / О.П. Бурхан, С.Б. Криворотов // Материалы II Международной интернет-конференции «Фундаментальные и прикладные исследования в АПК на современном этапе развития химии» 29 апреля 2009 г.: сб. науч. тр. – Орел, 2009. – С. 67-70.
3. Пигорев, И.Я. Использование эффективных микроорганизмов при возделывании сои в Центральном Черноземье [Текст] / И.Я. Пигорев, А.Л.Тарасов, С.С. Терещенко // Аграрная наука на современном этапе: сб. материалов Всерос. конф. – СПб.: Изд-во СПб ГАУ, 2002. – С. 72.
4. Мусаев, Ф.А. Грибы классов Фикомицеты, Хитридиомицеты, Оомицеты, Зигомицеты, Трихомицеты [Текст] / Ф.А. Мусаев, О.А. Захарова, Н.И. Морозова. – Рязань, РГАТУ, 2014. – 172 с.
5. Мирчинк, Т.Г. Почвенная микология [Текст] / Т.Г. Мирчинк. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 223 с.
6. Воронин, Л.В. Инициированные комплексы почвенных грибов в агроценозах [Текст] / Л.В. Воронин, И.Я. Колесникова // Ярославский педагогический вестник. Том III (Естественные науки). – 2012. – № 1. – С. 90-93.

УДК 631.467:631.468

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ БИОИНДИКАЦИИ ПОЧВЫ

К.с.-х.н. П.А. Котяк
(ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия)

Ключевые слова: биоиндикация, нематоды, энхитреиды, дождевые черви как объект биоиндикации, технологии возделывания ячменя ярового.

Впервые применен метод биоиндикации в оценке экологического состояния почвы при возделывании ярового ячменя в условиях Ярославской области. Созданная минимальная система оценки почв по биологическим показателям позволяет осуществить раннюю диагностику экологического состояния почв.

INFLUENCE OF TECHNOLOGIES OF TILL ON INDEXES OFBIOINDICATION OF SOIL

Candidate of Agricultural Sciences P.A. Kotyak
(FSBEI HE Yaroslavl SAA, Yaroslavl, Russia)

Keywords: bioindication, nematodes, enchytraeids, earthworms – how bioindication object, barley cultivation technology of spring.

For the first time, the method of bioindication in assessing the ecological status of the soil in the cultivation of summer barley in the conditions of the Yaroslavl region. Established minimum system of biological indicators of soil evaluation allows for early diagnosis of the ecological state of soils.

Плодородные почвы являются одним из наиболее ценных богатств. Однако возрастающие антропогенные нагрузки отрицательно сказываются на свойствах почв, ухудшая их агрохимические и биологические показатели [1,2,3,4,5,6]. В настоящее время выявлено несколько методологических подходов к оценке экологического состояния почв, и среди них биоиндикация является наиболее чувствительным. Для мониторинговых наблюдений за состоянием почв природных экосистем при антропогенном воздействии специалисты акцентируют внимание на беспозвоночных животных как объекте биоиндикации [2].

Таким образом, изучение колебания количества беспозвоночных животных как объекта биоиндикации в зависимости от биотических факторов (приемов обработки почвы, внесения удобрений, мероприятий по борьбе с сорняками и других) является весьма актуальным направлением как в области науки, так и сельскохозяйственной практики.

В связи с этим целью наших исследований было изучение влияния технологий возделывания ярового ячменя на показатели биоиндикации почвы.

В задачи исследований входило: выявить влияние систем основной обработки почвы, систем удобрений, систем защиты растений от сорняков при возделывании ячменя ярового на численность нематод, энхитреид, дождевых червей как объекта биоиндикации, а также на урожайность ячменя ярового.

Методика

Для решения поставленных задач мы воспользовались полевым многолетним многофакторным опытом. Опыт заложен методом расщепленных делянок с рендомизированным размещением вариантов в повторениях. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, временно избыточно увлажненная.

Опыт проводился с чередованием полевых культур во времени: озимая рожь «Татьяна» (2014) – ячмень яровой «НУР» (2015).

Агрометеорологические условия для прорастания семян, появления всходов, роста и развития ячменя ярового складывались в основном благоприятно.

Исследования проводились по следующим факторам и вариантам:

Фактор А. Система основной обработки почвы, «О»: 1) Отвальная: вспашка на 20-22 см с предварительным лущением на 8-10 см, ежегодно, «O_1»; 2) Поверхностная с рыхлением: рыхление на 20-22 см с предварительным лущением на 8-10 см 1 раз в 4 года + однократная поверхностная обработка на 6-8 см в остальные 3 года, «O_2»; 3) Поверхностно-отвальная: вспашка на 20-22 см с предварительным лущением на 8-10 см 1 раз в 4 года + однократная поверхностная обработка на 6-8 см в остальные 3 года, «O_3»; 4) Поверхностная: однократная поверхностная обработка на 6-8 см, ежегодно, «O_4».

Фактор В. Система удобрений, «У»: 1) Без удобрений, «$У_1$»; 2) N_{30}, «$У_2$»; 3) Солома 3 т/га, «$У_3$»; 4) Солома 3 т/га + N_{30} (азотное удобрение в расчете 10 кг д.в. на 1 т соломы), «$У_4$»; 5) Солома 3 т/га + $N_{155}P_{75}K_{190}$, «$У_5$»; 6) $N_{155}P_{75}K_{190}$, «$У_6$».

Фактор С. Система защиты растений от сорняков, «Г»: 1) Биотехнологическая, «$Г_1$». 2) Интегрированная, «$Г_2$». В фазу кущения ячменя ярового применялся гербицид Линтур в норме 150 г/кг.

Учет нематод в почве осуществляли методом с использованием «воронки Бермана» [3], учет почвенной макрофауны и мезофауны проводится методом почвенных проб путем выкопки почвы лопатой [4]. Урожайность ячменя ярового учитывали сплошным поделяночным методом во всех повторениях опыта с учетом влажности и засоренности зерновой массы.

Экспериментальные данные обрабатывались методом дисперсионного анализа с использованием пакета прикладных программ «DISANT», а также «Microsoft Excel».

Результаты

Различные функции почв, их экология подвергаются разным формам разрушения под влиянием антропогенных факторов. Устойчивость почвенных экосистем к разрушениям зависит от их многофункциональности. Показателем разрушения почвенных экосистем является почвенная флора и фауна, отражающая повреждения экосистем. Такие нарушения, как обработка, химические обработки, удобрения и другие вызывают изменения в структуре микрофауны почвы. Нематоды являются повсеместно распространенной многочисленной и разнообразной почвенной фауной. Нематоды – это микроскопические червеобразные организмы, которые обитают в пленке воды между частичками почвы. Нематоды обычно многочисленны в верхних слоях почвы, где много органики и корней растений. Многие виды не паразитируют в растениях, а участвуют в разложении органического вещества почвы. Они относятся к свободно живущим нематодам и играют благоприятную роль в формировании почвенной среды.

Поэтому в качестве материалов исследований использованы свободноживущие нематоды как представители микрофауны почвы.

Обследование опытного поля под сельскохозяйственной культурой, отбор проб почвы проведены маршрутным методом по всем вариантам опыта в трехкратной повторности в два этапа: в фазу кущения ярового ячменя и фазу восковой спелости культуры.

Результаты анализов проб (таблица 1) показали, что количество нематод во второй этап отбора образцов, т.е. в фазу восковой спелости, возросло.

В отобранных образцах как в фазу кущения, так и в фазу восковой спелости прослеживалась четкая дифференциация пахотного горизонта на слои по количеству нематод, т.е. в верхнем слое почвы 0-10 см было обнаружено больше нематод по сравнению с нижним слоем почвы 10-20 см. Это связано с тем, что большая масса растительных остатков сохраняется в верхнем слое и способствует высокой плотности свободноживущих нематод.

Таблица 1 – Влияние разных агроприемов на показатели биоиндикации

Вариант	Нематоды		Энхитреиды		Дождевые черви	
	слой почвы, см					
	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20
фаза кущения ячменя ярового						
Фактор А. Система основной обработки почвы, «О»						
Отвальная, $О_1$	2,22	2,04	0,83	0,17	12,16	3,48
Поверхностная с рыхлением, $О_2$	2,88	1,60	0,83	0,33	13,81	2,83
Поверхностно-отвальная, $О_3$	2,69	1,46	1,66	0,33	15,0	3,49
Поверхностная, $О_4$	2,78	1,76	1,83	0,33	15,16	2,66
$НСР_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$
Фактор В. Система удобрений, «У»						
Без удобрений, $У_1$	2,68	2,50	1,49	0,66	12,66	2,16
Солома 3 т/га, $У_3$	1,93	2,0	0,83	0,33	13,49	3,49
Солома 3 т/га + NPK, $У_5$	3,41	1,21	2,32	0,17	12,99	2,99
NPK, $У_6$	3,05	2,09	0,50	0	16,99	3,82
$НСР_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$
Фактор С. Система защиты растений от сорняков, «Г»						
Биотехнологическая, $Г_1$	2,95	2,23	2,21	1,08	13,15	2,74
Интегрированная, $Г_2$	1,66	1,77	2,26	1,49	14,91	3,49
$НСР_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$
фаза восковой спелости ячменя ярового						
Фактор А. Система основной обработки почвы, «О»						
Отвальная, $О_1$	3,03	2,25	0	0,50	5,65	2,49
Поверхностная с рыхлением, $О_2$	3,16	2,16	0	0,17	7,16	2,99
Поверхностно-отвальная, $О_3$	2,50	2,35	0	0,17	8,49	1,82
Поверхностная, $О_4$	3,16	2,18	0,17	0,33	6,82	1,66
$НСР_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$
Фактор В. Система удобрений, «У»						
Без удобрений, $У_1$	3,19	2,14	0	0,50	6,32	2,16
Солома 3 т/га, $У_3$	3,30	2,59	0	0	8,49	2,66
Солома 3 т/га + NPK, $У_5$	2,93	2,34	0	0,66	7,15	1,99
NPK, $У_6$	3,30	2,64	0,17	0	6,15	2,15
$НСР_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$
Фактор С. Система защиты растений от сорняков, «Г»						
Биотехнологическая, $Г_1$	3,05	2,21	0,83	0,33	9,07	2,82
Интегрированная, $Г_2$	2,88	2,26	0	0,25	4,99	1,65
$НСР_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	2,05	1,24

Было отмечено, что применение систем обработки почвы, базирующихся на поверхностных обработках, приводило к некоторому повышению численности нематод по сравнению с отвальной обработкой за счет сохранения растительных остатков. Такая тенденция прослеживалась в обоих этапах отбора образцов, что говорит о создании благоприятных условий на всех изучаемых системах основной обработки почвы.

Внесение минеральных удобрений стимулировало наряду с ростом растений также увеличение плотности популяции почвенных нематод (таблица 1). При этом внесение минеральных удобрений действует не непосредственно, а косвенно, через урожай и зависящее от него количество растительных остатков.

Внесение соломы в норме 3 т/га сказывалось медленно на протяжении вегетационного периода. Так, численность нематод к наступлению фазы кущения выросла 3,30 шт. в верхнем слое почвы и 2,59 шт. – в нижнем.

Большая часть свободноживущих почвенных нематод находится на глубине, на которую заделывали вносимые удобрения. Так, в результате проведенного анализа прослеживалась дифференциация пахотного горизонта.

Также в наших опытах исследовалось влияние применяемых гербицидов на численность почвенных нематод (таблица 1).

По данным проведенного анализа на варианте интегрированной системы защиты растений от сорняков прослеживалась тенденция уменьшения численности представителей микрофауны как в фазу кущения, так и в фазу восковой спелости сельскохозяйственной культуры.

В 2015 году применялся гербицид Линтур в фазу кущения, т.е. первый отбор образцов проводился до внесения препарата, второй – после. Следует отметить, что при внесении гербицида резкого снижения свободноживущих нематод не произошло, было даже их увеличение, хоть и несущественное.

Это объясняется тем, что нематоды обладают большой устойчивостью по отношению к большинству химических веществ. Одной из причин этого может быть наличие прочной кутикулы, покрывающей все тело.

Другой основной группой фауны в мезофауне являются энхитреиды. Это бесцветные, маленькие черви, которые активно прорывают ходы в почве, способствуя усилению аэрации, инфильтрации воды и росту корней, а обработка может либо ингибировать, либо стимулировать их развитие. Энхитреиды питаются разлагающимися растительными остатками и экскрементами других беспозвоночных животных. Энхитреиды способствуют накоплению в почве гумуса, перерабатывая органическое вещество, а также очистке сточных вод.

Для питания энхитреид большее значение имеет не общее содержание гумуса в почве, а постоянное поступление в почву органических остатков. Это также одна из причин увеличения численности энхитреид на полях после внесения навоза. Зеленое удобрение и экскременты животных действуют стимулирующе только после начала их разложения. Пища перед поглощением размягчается и разжижается слюной. Взрослые энхитреиды могут поедать даже фитопаразитических нематод. Они внедряются в участки корней, зараженные нематодами, и растворяют личинок нематод своей слюной. Когда нематоды вырастают и покидают корни, или если их самки выходят наружу, присутствие эн-

хитреид может ускорить гибель растения, так как тогда они участвуют в разложении корней, поврежденных нематодами.

Одним из представителей семейства Энхитреиды (лат. *Enchytraeidae*) являются Энхитреусы (лат. *Enchytraeus*) – род малощетинковых червей. Энхитреусов также именуют «горшечными червями».

Поэтому энхитреиды также были взяты как объекты биоиндикации.

В результате проведенных исследований было выявлено, что поверхностно-отвальная и поверхностная обработки почвы в фазу кущения как в верхнем слое почвы, так и в нижнем приводили к незначительному увеличению численности энхитреид (таблица 1).

Следует отметить, что в ходе второго учета беспозвоночных животных, т.е. в фазу восковой спелости ячменя ярового, численность энхитреид в нижнем слое пахотного горизонта по всем изучаемым системам обработки почвы увеличилась по сравнению с верхним слоем. На таких системах обработки почвы, как отвальная, поверхностная с рыхлением, поверхностно-отвальная энхитреид в верхнем слое почвы не было обнаружено.

Применяемые системы удобрений «Солома 3 т/га» и «NPK» в среднем по системам обработки и защиты растений от сорняков также приводили к незначительному уменьшению численности энхитреид как в слое 0-10 см, так и в слое 10-20 см по сравнению с фоном «Без удобрений» во время фазы кущения (таблица 1). Совместное внесение соломы в норме 3 т/га и полной нормы минеральных удобрений привело к увеличению количества представителей мезофауны в верхнем слое пахотного горизонта.

Однако во время восковой спелости сельскохозяйственной культуры численность беспозвоночных животных была наибольшей в нижнем слое пахотного горизонта на вариантах «Без удобрений» и «Солома 3 т/га + NPK» по сравнению с верхнем слоем, где энхитреиды не были обнаружены, за исключением варианта «NPK».

Действие гербицида Линтур в среднем по системам обработки и удобрений в фазу восковой спелости ячменя ярового проявилось в увеличении количества энхитреид в нижнем слое пахотного горизонта в сравнении с вариантом «Биотехнологическая», однако достоверных различий обнаружено не было (таблица 1).

Следует отметить, что в период исследований по всем системам обработки, удобрений и защиты растений от сорняков в фазу кущения верхний слой пахотного горизонта превосходил по численности энхитреид, где создавались оптимальные условия для их развития. А в фазу восковой спелости ячменя ярового наблюдалась противоположная картина по дифференциации численности беспозвоночных животных.

Объектом исследования также были дождевые черви в качестве представителей макрофауны. Значение этих обитателей почв как биоиндикаторов особенно возрастает для пахотных почв, где генетические горизонты плохо выражены, а подстилка практически отсутствует.

Дождевые черви – крупные почвенные беспозвоночные животные. Они – главные санитары земли, гаранты здоровья и благополучия всего живущего на

ней. Питаются они мертвыми разлагающимися растительными тканями, поступающими в почву в виде опада, корневых и пожнивных остатков. В процессе переваривания растительных остатков в пищеварительном канале червей формируются гумусные вещества, которые отличаются по химическому составу от гумуса, образующегося в почве при участии только микрофлоры. В пищеварительной трубке червей развиваются процессы полимеризации низкомолекулярных продуктов распада органических веществ и формируются молекулы гуминовых кислот, которые образуют комплексные соединения с минеральными компонентами почвы (гуматы лития, калия, натрия – растворимый гумус, гуматы кальция, магния, других металлов – нерастворимый гумус), долго сохраняющиеся в почве в виде стабильных агрегатов, водоемких, водостойких, гидрофильных и механически прочных. Поэтому деятельность червей замедляет вымывание из почвы подвижных питательных веществ и препятствует развитию водной и ветровой эрозии. В копролитах червей естественных популяций содержится 11-15% гумуса на сухое вещество.

Эти беспозвоночные почвенные животные являются основным показателем экологического состояния почвы. Однако интенсивная обработка, внесение удобрений и гербицидов приводят к изменению численности дождевых червей.

По всем изучаемым системам обработки почвы в среднем по системам удобрений и защиты растений от сорняков как в фазу кущения, так и в фазу восковой спелости ячменя ярового по слоям пахотного горизонта количество дождевых червей было на уровне ежегодной отвальной (таблица 1).

Но наблюдалась тенденция увеличения их численности по ресурсосберегающим обработкам. Это связано с тем, что большая масса растительных остатков сохраняется в верхнем слое и способствует высокой плотности дождевых червей.

Применяемые системы удобрений в среднем по системам обработки и защиты растений от сорняков также не приводили к существенным изменениям численности дождевых червей по слоям (таблица 1). Однако происходило увеличение популяции червей на вариантах с применением удобрений. Это связано с поступлением в почву органического вещества, удобрений, а также пожнивно-корневых остатков, являющихся источником пищи для этих представителей энтомофауны.

Применение гербицида Линтур проявилось в некотором снижении количества дождевых червей в фазу восковой спелости ячменя ярового в сравнении с вариантом «Биотехнологическая», причем эти различия были достоверны (таблица 1).

Следует отметить, что в период исследований по всем системам обработки, удобрений и защиты растений от сорняков верхний слой пахотного горизонта превосходил по численности беспозвоночных животных нижний в 2 и более раза, где создавались оптимальные условия для их развития. Это свидетельствует о равном экологическом состоянии почвы при данных системах обработки, удобрений и защиты растений.

Обобщающим показателем эффективности применяемых элементов технологий возделывания является урожайность полевых культур.

Результаты учета урожая зерна ячменя ярового показали, что изучаемые ресурсосберегающие системы обработки дерново-подзолистой глееватой почвы, базирующиеся на проведении поверхностных обработок, способствовали достоверному увеличению урожайности (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность зерна ячменя ярового в среднем по изучаемым факторам, ц/га

Вариант	ц/га
Фактор А. Система основной обработки почвы, «О»	
Отвальная, «$О_1$»	17,44
Поверхностная с рыхлением, «$О_2$»	18,32
Поверхностно-отвальная, «$О_3$»	20,08
Поверхностная, «$О_4$»	19,46
$НСР_{05}$	1,46
Фактор В. Система удобрений, «У»	
Без удобрений, «$У_1$»	14,53
N_{30}, «$У_2$»	16,69
Солома 3 т/га, «$У_3$»	17,23
Солома3 т/га + N_{30}, «$У_4$»	18,04
Солома3 т/га + NPK, «$У_5$»	23,42
NPK, «$У_6$»	23,03
$НСР_{05}$	1,98
Фактор С. Система защиты растений от сорняков, «Г»	
Биотехнологическая, «$Г_1$»	17,56
Интегрированная, «$Г_2$»	20,09
$НСР_{05}$	1,11

Применение систем удобрений обеспечило достоверную прибавку урожая зерна ярового ячменя в среднем по системам обработки почвы и защиты растений от сорняков на 2,16-8,89 ц/га.

В 2015 году на опытном участке на вариантах с интегрированной системой защиты растений от сорняков изучалось действие гербицида Линтур, применявшегося в фазу кущения ячменя. Действие гербицида достоверно увеличило урожайность изучаемой сельскохозяйственной культуры.

Результаты анализа экономической эффективности технологий производства продукции ярового ячменя свидетельствуют о преимуществе технологий, базирующихся на поверхностных обработках почвы, при выращивании культуры по обоим фонам питания растений и интегрированной системе защиты растений от сорняков. Это обусловлено, во-первых, более высоким выходом продукции, и, во-вторых, более низкими затратами на основную обработку, что в конечном итоге определяло увеличение чистого дохода и уровня рентабельности по сравнению с системой отвальной обработки почвы.

Таким образом, наиболее экономически эффективным оказались варианты с ресурсосберегающими системами обработки почвы как по фону «Без

удобрений», так и по фону «Солома в норме 3 т/га совместно с полной нормой минеральных удобрений» при интегрированной системе защиты растений от сорняков. Из-за диспаритета цен на сельскохозяйственную продукцию и на минеральные удобрения мы имеем отрицательный чистый доход на вариантах с применением удобрений.

Выводы

Антропогенное воздействие посредством разных систем основной обработки почвы, систем удобрений, систем защиты растений от сорняков оказывает воздействие на фауну почвы, поэтому, анализируя в целом результаты исследований по состоянию почвенной биоты, можно отметить, что почвенных беспозвоночных можно использовать в качестве биоиндикаторов почвенных экосистем.

Таким образом, по использованным в работе биологическим показателям в условиях Ярославской области лучшими характеристиками обладают ресурсосберегающие системы обработки, базирующиеся на поверхностных обработках, при возделывании ячменя ярового, выращиваемого по фону совместного внесения соломы с полной нормой минеральных удобрений. В этих условиях сохраняется и в некоторых случаях увеличивается количество свободноживущих нематод, энхитреид, дождевых червей, что свидетельствует об экологическом благополучии почвы при использовании изучаемых агроприемов.

Литература

1. Бышов, Н.В. Результаты полевого эксперимента применения незерновой части урожая в качестве удобрения под озимые культуры [Текст] / Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин, И.Ю. Богданчиков, А.И. Мартышов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2014. – № 1. – С. 80-84.
2. Котлярова, О.Г. Плодородие агроландшафтов Центрально-Черноземной зоны [Текст] / О.Г. Котлярова, Г.И. Уваров, Е.Г. Котлярова. – Белгород, 2004. – 277 с.
3. Левин, В.И. Экологическая оценка состояния почв разных типов по показателям биологической активности, фитотоксичности и подвижности ТМ [Текст] / В.И. Левин, А.А. Кодиров // Современные энерго- и ресурсосберегающие экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства: сборник науч. тр. – Рязань, 2016. – С. 360-362.
4. Мальцев, В.Ф. Биологизация земледелия юго-запада России [Текст] / В.Ф. Мальцев, А.И. Артюхов, В.П. Лямцев и др. – Брянск, 2000. – 343 с.
5. Семыкин, В.А. Влияние агротехники на продуктивность сортов озимой пшеницы в условиях лесостепи [Текст] / В.А. Семыкин, И.Я. Пигорев // Аграрный форум – 2006: сб. материалов междунар. науч.-практич. конф. – Сумы: ВТД «Университетская книга», 2006. – С. 29-30.
6. Туровцев, В.Д. Биоиндикация [Текст]: учебное пособие / В.Д. Туровцев, В.С. Краснов. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2004.
7. Бутовский, Р.О. Экотоксикология почвенных беспозвоночных животных [Текст]: курс лекций / Р.О. Бутовский. – Тула: Изд-во Тул. гос. пед. ун-та им. Л.Н. Толстого, 2009.

8. Зенова, Г.М. Практикум по биологии почв [Текст]: учеб. пособие / Г.М. Зенова, А.Л. Степанов, А.А. Лихачева, Н.А. Манучарова. – М.: Изд-во МГУ, 2002.
9. Бабенко, А.С. Методы учета почвенных беспозвоночных [Текст]: учебно-методическое пособие / А.С. Бабенко, У.А. Булатова, С.А. Нужных. – Томск: Изд-во ТГУ, 2010.

УДК 631.51: 631.8:631.445.24: 631.416.849:631.467

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ И УДОБРЕНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ГЛЕЕВАТОЙ ПОЧВЕ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ

К.б.н. В.М. Степанова, к.с.-х.н. А.М. Труфанов
(ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия),
д.б.н. В.Т. Комов, к.б.н. В.А. Гремячих
(ИБВВ РАН им. И.Д. Папанина, пос. Борок, Россия)

Ключевые слова: ртуть, почва, обработка, удобрения, яровой ячмень, дождевые черви.

Системы обработки почвы и удобрений не оказывали существенного влияния на накопление ртути дерново-подзолистой почвой, яровым ячменем и дождевыми червями. Валовое содержание ртути в почве колебалось в пределах 0,021-0,026 мг/кг, что составляет 1/88 ПДК. Содержание ртути в корне ярового ячменя в среднем составляло 0,020 мг/кг, а в листьях – 0,024 мг/кг. Концентрация ртути в стебле была ниже предела обнаружения прибора, а содержание в колосе – в 10 раз меньше, чем в корне (0,002 мг/кг). Концентрация металла в дождевых червях колебалось от 0,136 до 0,259 мг/кг, что в 8,4 раза превышало содержание ртути в почве.

THE INFLUENCE OF CULTIVATION TECHNOLOGYES ON THE MERCURY CONTENT IN SOD-PODZOLIC GLEYEY SOIL AND IN BIOLOGICAL OBJECTS

Candidate of Biological Sciences V.M. Stepanova,
Candidate of Agricultural Sciences A.M. Truphanov
(FSBEI HE Yaroslavl SAA, Yaroslavl, Russia),
Doctor of Biological Sciences V.T. Komov,
Candidate of Biological Sciences V.A. Gremyachikh
(Institute of biology of internal waters of Russian Academy of Science of I.D. Papanin, RAS, Borok, Russia)

Keywords: mercury, soil, tillage, barley, earthworms.

Tillage and fertilizer systems of the soil had no significant influence on mercury accumulation of sod-podzolic gleyey soil. The mercury content in sod - podzolic

gleyey soil ranged from 0,021 to 0,026 mg/kg in layer 0-20 cm (1/88 MPC). The mercury concentration in barley root averaged from 0,020 mg/kg, in the leaves – 0,024 mg/kg, in seed – 0,002 mg/kg. Mercury levels in stalk was below the detection limit of the instrument. In earthworms were kept up to 0,136-0,259 mg/kg.

Ртуть – тяжелый металл (ТМ), представляющий для окружающей среды наибольшую опасность. Влияние воздействия соединений ртути на организм человека и животных изучено достаточно подробно. Определена ее предельно допустимая концентрация в почве [1]. В то же время данные по изучению динамики накопления этого элемента в системе почва – растение – животные организмы отрывочны и часто противоречат друг другу. Немногочисленны сведения о влиянии различных приемов обработки почвы на распределение ртути в почвенном профиле. Между тем сельскохозяйственная обработка почвы меняет многие ее физические свойства и, несомненно, может оказывать воздействие на распределение этого металла в различных слоях почвы. Постоянное внесение удобрений также может привести к увеличению содержания ртути в пахотном горизонте. В большинстве исследований не указывается форма вносимых минеральных удобрений, тип сырья, из которого оно было произведено, а от этого зависит набор и концентрация химических элементов-примесей, характер их воздействия на почву [2, 3].

Целью исследований являлось: определить содержание ртути в дерново-подзолистой глееватой среднесуглинистой почве, яровом ячмене сорта «Нур» и дождевых червях в зависимости от системы обработки почвы и удобрений.

Методика

Исследования проводились в 2015 г. в полевом стационарном трехфакторном опыте, заложенном методом расщепленных делянок с рендомизированным размещением вариантов в повторениях. Повторность опыта была четырехкратной. На делянках первого порядка площадью 756 м^2 (54 м х 14 м) изучаются системы обработки почвы, на делянках второго порядка площадью 126 м^2 (14 м х 9 м) – удобрения и на делянках третьего порядка площадью 63 м^2 (9м х 7м) – гербициды.

В данной работе исследовались следующие варианты опыта:

1. Фактор А. **Система основной обработки почвы, «О»:**

1) Отвальная: вспашка на 20-22 см с предварительным лущением на 8-10 см, ежегодно, «$О_1$»;

2) Поверхностно-отвальная: вспашка на 20-22 см с предварительным лущением на 8-10 см 1 раз в 4 года + однократная поверхностная обработка на 6-8 см в остальные 3 года, «$О_3$»;

3) Поверхностная: однократная поверхностная обработка на 6-8 см, ежегодно, «$О_4$».

Фактор В. **Система удобрений, «У»:** 1)Без удобрений, «$У_1$»; 2) У6 – NPK ($N_{154}P_{77}K_{189}$).

Фактор С. **Система защиты растений от сорняков, «Г»:** Без гербицидов, «$Г_1$».

Определение ртути в образцах почвы проводили атомно-абсорбционным методом на приборе «Анализатор ртути РА-915 +» (ИБВВ РАН им. И.Д. Папа-

нина) [4]. Точность аналитических измерений контролировалась с использованием сертифицированных образцов почвы СДПС ГСО 2498-83 – 2500-83 (НПО Тайфун г. Обнинск, Россия).

Результаты

Валовое содержание ртути в почве в слое 0-20 см колебалось в пределах 0,021-0,026 мг/кг, что составляет 1/88 ПДК (таблица 1). Известно, что в дерново-подзолистых почвах глинистого гранулометрического состава концентрация ртути может достигать 0,029 мг/кг [5].

Таблица 1 – Содержание ртути в дерново-подзолистой глееватой почве в конце вегетации ярового ячменя

Вариант		Концентрация Hg (мг/кг)		
Обработка почвы, (О)	Удобрение, (У)	Слой почвы, см		
		0-10	10-20	0-20
Отвальная обработка, «$О_1$»	Без удобрений, «$У_1$»	0,023	0,019	0,021
	NPK, «$У_6$»	0029	0,022	0,025
Поверхностно-отвальная обработка, «$О_3$»	Без удобрений, «$У_1$»	0,027	0,023	0,025
	«$У_6$»	0,028	0,023	0,026
Поверхностная обработка, $О_4$»	Без удобрений, «$У_1$»	0,025	0,019	0,022
	NPK, «$У_6$»	0,026	0,022	0,024
$НСР_{0,5}I$				$F_ф<F_{0,5}$
$НСР_{0,5}II$				$F_ф<F_0$

Результаты исследований показали, что концентрация ртути в слое 0-10 см была несколько выше, чем в слое 10-20 см. Для большинства почв характерно наибольшее обогащение ртутью верхней части почвенного профиля [6, 7, 8].

Наименьшее содержание металла в почве отмечено на вариантах с отвальной и поверхностной обработками без удобрений ($О_1У_1$ и $О_4У_1$) в слое 10-20 см, а наибольшее – при отвальной обработке при максимальном внесении удобрений ($О_1У_6$) в слое 0-10 см. Статистическая обработка данных не выявила существенного влияния системы обработки почвы на содержание ртути в почве.

Внесение удобрений способствовало некоторому несущественному увеличению содержания ртути. Так, при отвальной обработке на варианте $О_1У_6$ содержание металла в почве было выше в 1,26 раз, по сравнению с контрольным ($О_1У_1$). При поверхностно-отвальной и поверхностной обработках содержание ртути на вариантах $О_3У_6$ и $О_4У_6$ было несущественно выше контрольного соответственно в 1,03 и 1,04 раз.

Результаты исследований показали, что ни способ обработки почвы, ни удобрения не оказали существенного влияния на накопление ртути отдельными частями растений (таблица 2). Содержание ртути в корне в среднем составляло 0,020 мг/кг, а в листьях – 0,024 мг/кг. Содержание ртути в стебле было ниже

предела обнаружения прибора, а содержание в колосе – в 10 раз меньше, чем в корне (0,002 мг/кг).

Таблица 2 – Содержание ртути в корне, листьях и колосе ярового ячменя

Вариант		Концентрация Hg (мг/кг)		
Обработка почвы, (О)	Удобрение, (У)	Корень	Листья	Колос
Отвальная обработка, «$О_1$»	Без удобрений, «$У_1$»	0,016	0,023	0,001
	NPK, «$У_6$»	0,029	0,023	0,001
Поверхностно-отвальная обработка, «$О_3$»	Без удобрений, «$У_1$»	0,019	0,022	0,003
	NPK, «$У_6$»	0,019	0,022	0,001
Поверхностная обработка, «$О_4$»	Без удобрений, «$У_1$»	0,017	0,027	0,001
	NPK, «$У_6$»	0,019	0,027	0,006
$НСР_{0,5}$I	$F_ф<F_{0,5}$			
$НСР_{0,5}$II	$F_ф<F_{0,5}$			

Повышенная концентрация ртути в корнях по сравнению со стеблем и колосом свидетельствует о том, что корни являются своеобразным защитным барьером растения. Увеличение концентрации ртути в листьях по сравнению со стеблем указывает на то, что ртуть оседает на листьях с пылью и аэрозольными частицами, минуя физиологические барьеры на уровне корня.

Земляные черви играют значительную роль в биогеохимическом круговороте элемента, так как поглощают и перерабатывают почву. Концентрация металла в дождевых червях колебалось от 0,136 до 0,259 мг/кг, что в 8,4 раза превышало содержание ртути в почве (таблица 3). Более высокая способность дождевых червей накапливать тяжелые металлы по сравнению с растениями отмечалась ранее [9].

Таблица 3 – Содержание ртути в дождевых червях

Вариант		Концентрация Hg (мг/кг)
Обработка почвы, (О)	Удобрение, (У)	Дождевые черви
Отвальная обработка, «$О_1$»	«$У_1$»	0,163
	«$У_6$»	0,195
Поверхностно-отвальная обработка, «$О_3$»	«$У_1$»	0,136
	«$У_6$»	0,259
Поверхностная обработка, «$О_4$»	«$У_1$»	0,166
	«$У_6$»	0,234
$НСР_{0,5}$I	$F_ф< F_{0,5}$	
$НСР_{0,5}$, II	0,071	

Система обработки почвы не оказывала существенного влияния на содержание ртути в дождевых червях. Однако с увеличением фона питания содержание металла в червях возрастало на всех вариантах опыта, а на варианте с поверхностно-отвальной обработкой содержание ртути в червях увеличилось существенно в 1,9 раз.

Выводы

1. Содержание ртути в дерново-подзолистой глееватой почве колебалось в пределах 0,021-0,026 мг/кг, что составляет 1/88 ПДК.
2. Системы обработки почвы и удобрений не оказывали существенного влияния на накопление ртути дерново-подзолистой почвой и яровым ячменем.
3. Содержание ртути в дождевых червях колебалось от 0,136 до 0,259 мг/кг, что в 8,4 раза превышало содержание ртути в почве.

Литература

1. ГН 2.1.7.2041-06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве [Текст]. – М., 2006. – 15 с.
2. Карпова, Е.А. Тяжелые металлы в агроэкосистеме [Текст] / Е.А. Карпова, В.Г. Минеев. – М.: Изд-во «КДУ», 2015. – 251 с.
3. Ушаков, Р.Н. Влияние удобрений на минералогический состав агросерой почвы [Текст] / Н.А. Головина, Е.В. Федорова, А.А. Кодиров // Современные энерго- и ресурсосберегающие экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства: сборник науч. тр. – Рязань, 2016. – С. 447-450.
4. ПНДФ 16.1:2.23-2000. Методика выполнения измерений массовой концентрации общей ртути в пробах почв и грунтов на анализаторе ртути РА-915+ с приставкой РП-91С (методика допущена для целей государственного экологического контроля). – СПб., 2005.
5. Ягольницер, М.А. Оценка промышленной эмиссии ртути в Сибири [Текст] / М.А. Ягольницер, В.М. Соколов, А.Д. Рябцев, А.А. Оболенский [и др.] // Химия в интересах устойчивого развития. – 1995.– № 3.– С 23-35.
6. Блинов, Б.К. Некоторые пути миграции тяжелых металлов антропогенного происхождения [Текст] / Б.К. Блинов, Г.К. Вертинская // Тр. Института экспериментальной метеорологии. – 1978. – № 9 (82). – С. 46-50.
7. Скрипниченко, И.И. Биогеоценологические исследования ртути в ландшафтах Русской равнины [Текст] / И.И. Скрипниченко, Б.Н. Золотарева // Почвенно-биогеоценологические исследования центра Русской равнины. – Пущино: ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1981. – С. 82-103.
8. Иванов, Г.М. Ртуть в гумусовых горизонтах почв Забайкалья [Текст] / Г.М. Иванов, В.К. Кашин // Почвоведение. – 2010. – № 1. – С. 30-36.
9. Nummelin, M. (2007) Predatory insects as bioindicators of heavy metal pollution / M. Nummelin, M. Lodenius, E. Tulisalo, H. Hirvonen, T. Alanko // Environmental Pollution, 145, 339-347.

УДК 633.367: 631.452: 631.874

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОДНОЛЕТНИХ ЛЮПИНОВ В УСЛОВИЯХ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ

К.с.-х.н., доцент Т.В. Таран, Г.С. Цвик
(ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия)

Ключевые слова: люпин узколистный Снежеть, люпин желтый Престиж и Пересвет, вегетационный период, урожайность, сырой протеин, пожнивно-корневые остатки.

В условиях Ярославской области на дерново-подзолистой среднесуглинистой окультуренной почве проведена сравнительная агроэкологическая оценка современных сортов люпина узколистного Снежеть и люпина желтого Престиж и Пересвет.

AGROECOLOGICAL ASPECTS OF ANNUAL LUPIN CULTIVATION IN THE UPPER VOLGA ENVIRONMENT

Candidate of Agricultural Sciences, Docent T.V. Taran, G.S. Zvik
(FSBEI HE Yaroslavl SAA, Yaroslavl, Russia)

Keywords: blue lupine Sneget, yellow lupin Prestige and Peresvet, vegetation period, productivity, crude protein, stubble-root remains.

Agroecological comparative valuation of blue lupin Sneget and yellow lupin Prestige and Peresvet modern sorts was made in the conditions of Yaroslavl region with sod-podzol semi sandy loam cultivated soil was made.

Значение зернобобовых культур в современном земледелии резко возрастает, что связано как с обострением проблемы кормового белка, так и снижением уровня плодородия пахотных почв при крайне низкой обеспеченности минеральными и органическими удобрениями. Так, в Ярославской области наблюдается подкисление пахотных почв, 50% угодий имеет недостаточное содержание подвижного фосфора, более 70% – обменного калия, более 60% почв низко обеспечены гумусом (до 2,5%).

Особую озабоченность вызывает снижение содержания гумуса, для поддержания бездефицитного баланса которого следует вносить не менее 10 т/га органических удобрений, реальное же внесение – на уровне 2-3 т/га [1]. Аналогичная ситуация складывается и в соседних областях. При такой неблагоприятной ситуации в области применения удобрений следует использовать все возможности для пополнения запаса органического вещества в почве (шире использовать сидераты, сапропель, запахивать в почву все послеуборочные остатки), а также вовлечения в круговорот питательных веществ самого дешевого иммобилизованного бобовыми культурами азота.

Введение однолетних люпинов в севообороты может иметь положительное действие при решении указанных проблем. Это связано с высоким биологическим и экономическим потенциалом культуры, по содержанию и сбору с 1га сырого белка люпин превосходит горох, кормовые бобы, вику. По мнению многих авторов, именно люпин должен стать базовой кормовой культурой во многих ее регионах [2, 3]. Пожнивно-корневые остатки люпина богаты азотом, хорошо минерализуются и гумифицируются. По данным Персиковой Т.Ф., поступление в почву сухой органической массы в составе ПКО после уборки на зерно может достигать 4,6-9,1 т/га, в составе которых 85-124 кг азота [4].

Достоинством культуры является нетребовательность к условиям произрастания в сравнении с другими бобовыми культурами – люпин может использоваться на кислых, супесчаных, песчаных почвах, использует труднорастворимые фосфаты почвы и калий из нижележащих горизонтов почвы, а также является хорошим предшественником для ценных культур – зерновых, картофеля и др. [5].

Современные сорта люпина узколистного характеризуются низким содержанием алкалоидов, малой растрескиваемостью бобов, имеют достаточно короткий вегетационный период, что расширяет возможности использования культуры в более северных районах.

Посевы люпина распространены прежде всего в центральных областях Нечерноземной зоны. В условиях Верхневолжья производственные посевы имеются в единичных хозяйствах, а в Ярославской области полностью отсутствуют. Почвенно-климатические условия региона являются более подходящими для возделывания люпина узколистного как менее требовательного к теплу из однолетних люпинов, в настоящее время к использованию в Северо-западном регионе допущено 13 сортов, в том числе новые – Фазан, Олигарх, Сидерат 46. В тоже время уже рекомендованы к использованию два сорта люпина желтого с коротким вегетационным периодом – Дружный 165 и Престиж.

Для люпинов всех видов является характерным слабый начальный рост и большая зависимость урожая от почвенно-климатических условий, поэтому необходимо для конкретных условий возделывания подбирать наиболее подходящие виды и сорта.

Методика

Исследования проводились на опытном поле НИЛРТЗ технологического факультета ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА в течение 2009-2013 годов в условиях краткосрочных мелкоделяночных опытов. Повторность опытов четырехпятикратная, учетная площадь делянок – 3м^2. Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая поверхностно глееватая окультуренная, содержание гумуса – 2,87%, подвижных форм фосфора – 163-280 мг/кг, калия – 158-175 мг/кг, pH_{KCL} 5,5-5,6.

В исследованиях выращивали люпин однолетний узколистный (*Lupinus angustifolius L.*) сорта Снежеть, а также люпин желтый (*Lupinus luteus L.*) Престиж и Пересвет, относящиеся к группе малоалкалоидных сортов преимущественно зернового направления. Изучаемые сорта характеризуются высоким

содержанием белка, низким содержанием алкалоидов, вегетационным периодом 92-118 дней.

Изучалась продуктивность люпинов при разных нормах высева и эффективность предпосевной обработки семян (инокуляция семян, предпосевная обработка молибденом). В данной работе представлены результаты по возделыванию люпина при норме высева 1,4 млн шт./га.

Посев производился вручную во 2-ой и 3-ей декаде мая сплошным рядовым способом с междурядьем 15 см и глубиной заделки 2-4 см. Семена получены из ВНИИ люпина (г. Брянск), в 2012-2013 годах использовали семена собственного производства. Перед посевом семена инокулировали штаммами бактерий 367А. Агротехника общепринятая для региона, удобрения не применяли.

В течение вегетационного периода проводились визуальные наблюдения за состоянием растений, установление сроков наступления фаз развития люпина, определение динамики линейного роста, формирования густоты стояния растений общепринятыми методиками. В фазу полной спелости проведена уборка на зерно сплошным поделяночным методом. Математическую обработку урожайных данных проводили по Б.А. Доспехову (1985). Сырой белок в зерне определяли по содержанию общего азота с использованием коэффициента пересчета содержания общего азота на белок 6,25.

Метеорологические условия вегетационных периодов лет исследований значительно различались, что позволило сделать более обоснованные выводы по результатам исследований.

Результаты

На основании результатов исследований установлено, что в условиях Ярославской области люпин узколистный и люпин желтый успешно могут возделываться на зерно, продолжительность вегетационного периода составила в годы исследований 77-105 дней для люпина узколистного , 76-96 дней для люпина желтого. Отмечено большее влияние погодных условий на изменение продолжительности отдельных периодов вегетации узколистного люпина, особенно периода налива и созревания семян. При посеве люпина во 2-ой декаде мая цветение наступало в конце июня, при более поздних сроках сева – в середине июля, а полная спелость – только в первой декаде сентября. Люпин желтый имел ускоренное развитие по сравнению с люпином узколистным при более позднем посеве.

Урожайность обоих видов люпинов значительно колебалась по годам исследований (таблица 1). В условиях засушливого 2010 года она была крайне низкой и составила 0,66-0,68 т/га для люпина желтого, 1,03 т/га – люпина узколистного. Наибольшая урожайность люпина узколистного сформирована в условиях 2011 и 2013 годов и была на уровне 2,21-2,60 т/га. При сравнении зерновой продуктивности разных видов люпинов можно отметить, что в 2009-2011 годах отмечалось преимущество люпина узколистного, а в 2013 году урожайность узколистного и желтого люпинов была на одном уровне, причем более урожайным был люпин нерайонированного сорта Пересвет.

Таблица 1 – Урожайность зерна люпина узколистного и люпина желтого в годы исследований, т/га

Виды люпинов	Годы исследований					Среднее
	2009	2010	2011	2012	2013	
1. Люпин узколистный	2,21 2,46	1,03 1,41	1,70 1,79		2,21 2,60	1,79 2,07
2. Люпин желтый Престиж		0,66 0,95	1,22 1,23	1,20 1,48	2,02 2,25	1,28 1,48
3. Люпин желтый Пересвет	0,86 1,28	0,68 1,00	1,08 1,38		2.28 2,97	1,21 1,66
$НСР_{0,5}$ (вид люпина)	0,42	0,22	0,41		$F_ф < F_{05}$	
$НСР_{0,5}$ (сорт люпина)	-	$F_ф < F_{05}$	$F_ф < F_{05}$		0,13	

Примечание: при норме высева 1,4 млн шт./га
максимальная по вариантам опыта

Наибольшей продуктивностью зерна в среднем за годы исследований характеризовался люпин узколистный, урожайность зерна которого составила 1,79-2,07 т/га. Урожайность люпина желтого была ниже – на уровне 1,21-1,66 т/га по сорту Пересвет и 1,28-1,48 т/га по сорту Престиж.

Содержание сырого протеина в составе урожая люпинов колебалось по годам исследований (таблица 2). Содержание его в единицу урожая во все годы исследований было выше в люпине желтом 36,1-38,5%, однако общее накопление больше в урожае зерна люпина узколистного, исключая 2013 год. В среднем на варианте с нормой высева 1,4 млн шт./га в урожае зерна люпина узколистного накоплено 5,97 ц/га, в люпине желтом Пересвет – 4,92 ц/га и Престиж – 5,16 ц/га в год.

Таблица 2 – Содержание сырого протеина в зерне и сбор урожаем, %/ц/га

Виды и сорта люпинов	Годы исследований					
	2009	2010	2011	2012	2013	Сред.
1. Люпин узколистный	32,3 7,14	34,6 3,49	33,8 5,92		33,1 7,32	33,5 5,97
2. Люпин желтый Престиж	-	38,3 4,50	38,1 3,96	36,3 4,36	38,5 7,81	37,8 5,16
3. Люпин желтый Пересвет	36,1 3,44	38,1 2,91	37,9 4,62		38,3 8,70	37,6 4,92

Анализ компонентного состава урожая надземной сухой массы люпинов показал, что доля семян составила для люпина узколистного 28,3%, для люпина желтого – 26,5-26,8% (рисунок 1).

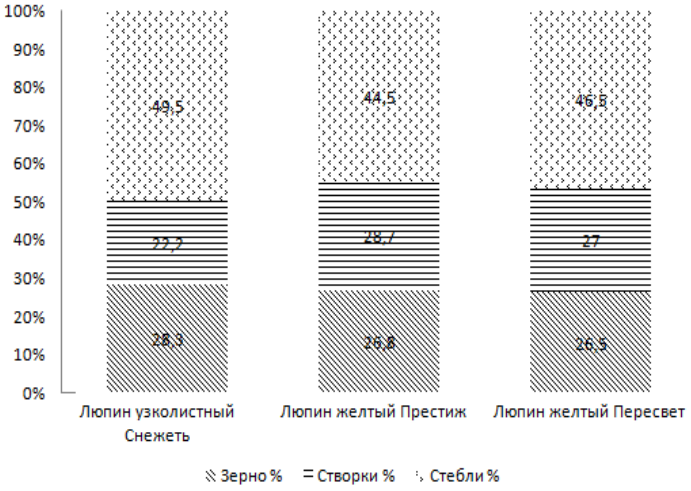


Рисунок 1 – Компонентный состав однолетних люпинов

В составе нетоварной части урожая значительную часть составляют створки бобов – на их долю в составе люпина узколистного приходится 24,2 %, в составе люпина желтого – 27,0-28,7%. На стебли приходится 49,5% в составе урожая люпина узколистного и 44,5-46,5% в составе урожая люпина желтого. Таким образом, для люпина узколистного характерно более высокая доля товарной части урожая в общей массе.

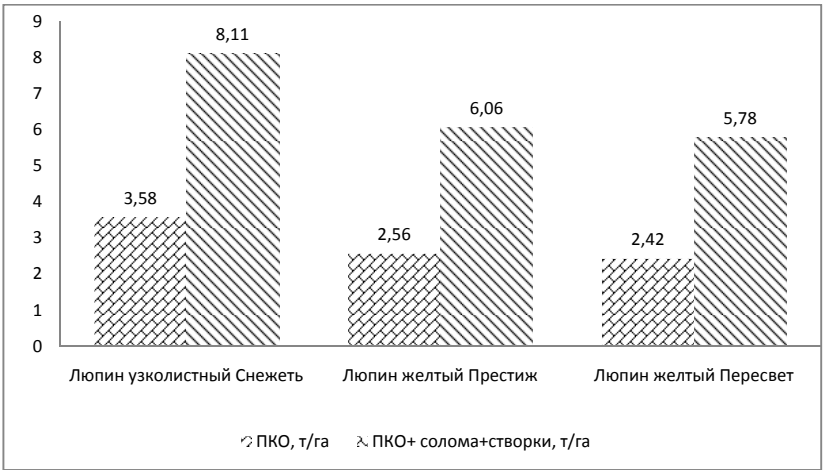


Рисунок 2 – Возможное поступление растительных остатков в почву после уборки люпина на зерно (в среднем за 2009-2013 годы)

Люпин – культура, которая оставляет после себя растительные остатки с высоким содержанием азота. Количество растительных остатков зависит от нескольких причин, прежде всего от характера использования культуры. Наибольшее количество поступает в почву при запашке всей надземной массы растений (полная сидерация), в то же время и в занятом пару, и после уборки на зерно может поступить в почву несколько тонн богатой азотом биомассы. Результаты многих исследований показывают тесную связь количества пожнивно-корневых остатков (ПКО) с урожайностью культуры. По данным Т.Ф. Персиковой с сотрудниками [4], количество ПКО при возделывании люпина на зерно примерно в два раза выше урожайности зерна, установлена средняя корреляционная связь между ними на дерново-подзолистой почве, которая может быть описана уравнением: У= 12,3175 + 1,6340 * Х, где Х – урожайность зерна. При этом авторы учитывали запашку корней и стерни на высоте около 10 см. Если же учитывать использование всех побочных растительных остатков, то по результатам наших исследований, возможное расчетное количество поступающей в почву биомассы люпина узколистного в среднем за годы исследований составляет 8,11 т/га, люпина желтого – 5,78 -6,06 т/га (рисунок 2), а максимальные значения составляют 10-8 т/га соответственно.

По данным Е.П. Трепачева [6], для полноты учета органической массы и азота можно ввести поправочный коэффициент, который для зернобобовых культур равен 1,4 – в этом случае данные по возможному поступлению растительных остатков в посевах люпинов значительно увеличиваются.

Выводы

1. Люпин узколистный в среднем за годы исследований формировал урожайность зерна 1,79-2,07 т/га, сбор сырого протеина составил 5,97 ц/га. Люпин желтый характеризовался меньшей и нестабильной урожайностью в среднем на уровне 1,21-1,66 т/га, сбор сырого протеина при этом – 4,92-5,16 ц/га.

2. Возможное поступление растительных остатков в почву после уборки люпина узколистного при возделывании на зерно может составлять 8-10 т/га, люпина желтого – 6-8 т/га.

Литература

1. Громов, Н.Б. Состояние и динамика плодородия пахотных почв Ярославской области [Текст] / Н.Б. Громов, В.М. Соловьев //Агрохимический вестник. – 2012. – № 6. – С. 2-4.
2. Наумкин, В.Н. Продуктивность люпина однолетнего и перспектива его выращивания в Белгородской области [Текст] / В.Н. Наумкин, Л.А. Наумкина, В.А. Сергеева, А.Н. Смелый // Кормопроизводство. – 2008. – № 1. – С. 13-16.
3. Пигорев, И.Я. Перспектива возделывания люпина на серых лесных почвах Центрального Черноземья [Текст] / И.Я. Пигорев, А.М. Гринев // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. материалов всеросс. науч. конф. – Ч. 1. – Курск: Изд-во КГСХА, 2009. – С. 28-31.
4. Персикова, Т.Ф. Продуктивность люпина узколистного в условиях Беларуси [Текст] / Т.Ф. Персикова, А.Р. Цыганов, А.В. Какшинцев. – Минск: ИВЦ Минфина, 2006. – 179 с.

5. Шпаар, Д. Зернобобовые культуры [Текст] / Д. Шпаар, Ф. Эллер, А.Н. Постников и др. – Минск: «Фуаинформ», 2000. – 264 с.
6. Трепачев, Е.П. Агрохимические аспекты биологического азота в современном земледелии [Текст] / Е.П. Трепачев. – М.: Агроконсалт, 1999. – 530 с.

УДК 631.452:631.442.1:632.95:633.16

ВЗАИМОСВЯЗЬ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПЛОДОРОДИЯ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ И ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ПОСЕВА ЯЧМЕНЯ

К.с.-х.н. А.М. Труфанов, к.с.-х.н. У.А. Исаичева,
аспирант М.К. Кононова, обучающаяся Н.В. Пелецките,
(ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия)

Ключевые слова: биологические свойства почвы, гумус, сорные растения, фитосанитарное состояние посевов, ресурсосбережение, биологизация, взаимосвязь, урожайность ячменя.

Исследованиями в полевом опыте изучена динамика основных биологических свойств дерново-подзолистой супесчаной почвы, фитосанитарного состояния и урожайности ячменя под влиянием различных агротехнических приемов, а также взаимосвязь исследуемых показателей.

THE RELATIONSHIP OF BIOLOGICAL FERTILITYSANDY SOIL AND PHYTOSANITARY CONDITION OF BARLEY CROP

Candidate of Agricultural Sciences A.M. Trufanov,
Candidate of Agricultural Sciences U.A. Isaicheva, Postgraduate M.K. Kononova,
learning N.V. Peletskite
(FSBEI HE Yaroslavl SAA, Yaroslavl, Russia)

Keywords: biological properties of the soil, humus, weeds, phytosanitary condition of crops, resourcesaving, biologization, relationship, barley yields.

Research in the field experiment established the dynamics of changes in the basic biological properties of sod-podzolic sandy loam soil, phytosanitary condition and yield of barley under the influence of different agricultural practices, as well as the relationship of the studied parameters.

Введение

Одно из наиболее важных направлений оптимизации плодородия почв, особенно дерново-подзолистых супесчаных, – биологическое [1]. Из этого вытекает большое значение агроприемов, регулирующих биологические процессы в почве – ресурсосберегающих обработок и биологизированных систем удоб-

рений, неотъемлемой частью которых должно стать использование побочной продукции возделываемых культур [2]. С другой стороны, задача повышения урожайности сельскохозяйственных культур и улучшения фитосанитарного потенциала их посевов делает актуальными вопросы применения пестицидов [3]. С этой точки зрения, важно обосновать внедрение энергосберегающих приемов и агротехнологий для конкретных почвенно-климатических условий [4].

Поэтому весьма актуальной является цель исследований, заключающаяся в оценке влияния различных по ресурсосбережению, биологизации и химизации агротехнологий на биологические свойства почвы, фитосанитарное состояние посева ячменя и его урожайность, при выявлении взаимосвязей между изучаемыми показателями.

Условия и методы исследований

Исследования проводились в 2015 году в полевом многолетнем опыте на дерново-подзолистой супесчаной почве в условиях производства ОАО «Михайловское» Ярославского района в посеве ярового ячменя сорта Нур. Схема опыта включала 3 фактора: систему основной обработки почвы (отвальная, «$О_1$»; поверхностно-отвальная, «$О_2$»; поверхностная, «$О_4$»), систему удобрений (экстенсивная биологизированная, в 2015 году – без удобрений, «$У_1$»; среднеинтенсивная биологизированная, в 2015 году – 50 кг/га азота д.в., «$У_2$» и высокоинтенсивная биологизированная, в 2015 году – 100 кг/га азота д.в., «$У_3$») и систему защиты растений от сорняков (без гербицидов, «$Г_1$» и с гербицидами, «$Г_2$»).

Предшественник ячменя – яровой рапс, удобрения применялись в форме аммиачной селитры, применяемый гербицид – Линтур в норме 0,13 кг/га. Погодные условия вегетационного периода 2015 года в начале развития ячменя были благоприятными, а в период уборочной зрелости наблюдался недостаток осадков. Динамику изменения численности и сухой массы сорных растений проводили по методике Б.А. Смирнова, В.И. Смирновой; содержание гумуса определялось по методу И.В. Тюрина (вариант ЦИНАО); учет целлюлозоразлагающей активности почвы – методом аппликации; изучение общей токсичности почвы – методом почвенных пластинок; динамики численности хищных жужелиц – с помощью ловушки Барбера; урожайность полевых культур учитывалась сплошным поделяночным методом; статистическая обработка экспериментальных данных проводилась дисперсионным и корреляционно-регрессионным анализом.

Результаты исследований и их обсуждение

В 2015 году биологические показатели плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы по разному реагировали на различные по интенсивности агротехнические приемы возделывания: обработки почвы, системы удобрений и защиты растений (таблица 1).

Так, различные способы основной обработки почвы несущественно повлияли на интегральный показатель плодородия почвы – содержание в ней гумуса. При этом наблюдались следующие тенденции: применение поверхностной обработки способствовало снижению содержания гумуса по сравнению с

отвальной на 0,21% на экстенсивном фоне, на 0,19% – на среднеинтенсивном и на 0,13% – на высокоинтенсивном. Использование сочетания обработок – поверхностно-отвальной – наоборот повышало показатель в сравнении с контролем на фоне «$У_1$» – на 0,02%, «$У_2$» – на 0,07%, но снижало на фоне «$У_3$» – на 0,04%. Применение гербицидов практически по всем вариантам обработки и удобрений способствовало снижению содержания гумуса в почве, причем на отвальной обработке – существенно по сравнению с вариантами без их применения.

Таблица 1 – Биологические свойства почвы (слой 0-20 см) и урожайность ячменя

Вариант			Содержание гумуса, %	Целлюлозоразлагающая активность, %	Общая токсичность			Численность жужелиц, шт./10 ловушко-суток	Урожайность ячменя, ц/га
система обработки почвы	система удобрений	система защиты			всхожесть, %	длина проростка, см	длина корней, см		
Отвальная, «$О_1$»	экстенсивная, «$У_1$»	«$Г_1$»	3,31	80,0	75,6	10,0	35,0	4,0	22,2
		«$Г_2$»	3,21	62,0	81,1	12,4	32,0	8,0	17,8
	среднеинтенсивная, «$У_2$»	«$Г_1$»	3,42	-	86,7	10,6	37,4	-	24,7
		«$Г_2$»	3,09	-	77,8	9,7	27,3	-	23,2
	высокоинтенсивная, «$У_3$»	«$Г_1$»	3,27	70,3	82,2	12,2	31,3	16,0	25,9
		«$Г_2$»	3,01	61,3	86,7	12,5	38,1	12,7	22,6
Поверхностно-отвальная, «$О_2$»	экстенсивная, «$У_1$»	«$Г_1$»	3,28	69,0	79,1	10,4	28,9	7,0	22,6
		«$Г_2$»	3,27	65,8	84,9	11,1	34,3	5,3	21,1
	среднеинтенсивная, «$У_2$»	«$Г_1$»	3,29	-	76,1	11,1	32,4	-	22,9
		«$Г_2$»	3,37	-	91,1	12,3	27,4	-	24,7
	высокоинтенсивная, «$У_3$»	«$Г_1$»	3,15	60,2	90,1	9,5	37,6	11,3	24,4
		«$Г_2$»	3,04	60,8	92,2	13,2	45,8	5,0	24,1
Поверхностная, «$О_4$»	экстенсивная, «$У_1$»	«$Г_1$»	3,14	65,3	71,1	10,0	32,3	9,0	19,4
		«$Г_2$»	2,95	66,8	80,0	9,8	24,2	16,0	20,6
	среднеинтенсивная, «$У_2$»	«$Г_1$»	3,20	-	73,3	11,6	38,8	-	19,4
		«$Г_2$»	2,94	-	80,0	12,7	32,2	-	19,4
	высокоинтенсивная, «$У_3$»	«$Г_1$»	3,02	64,2	80,0	9,7	28,1	3,7	21,7
		«$Г_2$»	3,00	61,4	66,7	9,5	23,9	2,0	24,1
$НСР_{05}$ для обработки почвы			$Fф < F_{05}$	$Fф < F_{05}$	15,1	$Fф < F_{05}$	10,5	$Fф < F_{05}$	4,2
$НСР_{05}$ для системы удобрений			$Fф < F_{05}$	$Fф < F_{05}$	11,0	2,1	10,2	$Fф < F_{05}$	5,3
$НСР_{05}$ для системы защиты			0,28	12,4	10,5	1,6	8,9	$Fф < F_{05}$	3,7

Изменения содержания гумуса в супесчаной почве были положительно связаны в средней степени с активностью целлюлозоразлагающей микрофлоры ($r = 0,604$; $p = 0,0375$), которая зачастую обусловливает усиление гумусонакопления [5].

На экстенсивном фоне питания с применением гербицидов при использовании ресурсосберегающих систем основной обработки почвы биологическая активность возрастала на поверхностно-отвальной на 3,8%, на поверхностной – на 4,8% в сравнении с отвальной. Применение высокоинтенсивной системы удобрений в сравнении с экстенсивной привело к выявлению динамики снижения активности микроорганизмов на всех вариантах обработки почвы (на отвальной – на 5,2%; поверхностно-отвальной – на 6,9%; поверхностной – на 3,3%). Действие гербицидов также было отрицательным в сравнении с вариан-

тами без их применения, особенно это проявилось на отвальной обработке – снижение в среднем составило 13,6%, при том, что на поверхностно-отвальной оно было лишь 1,3%, на поверхностной – 0,7%.

Поверхностная обработка почвы значительно снижала всхожесть и длину корней растений-индикаторов, что указывает на увеличение общей токсичности почвы. При поверхностно-отвальной обработке обеспечивалась наименьшая токсичность. Система удобрений обеспечила тенденцию увеличения показателей развития растений при использовании минеральных форм удобрений на средне- и высокоинтенсивных фонах питания. В среднем воздействие гербицидов увеличивало всхожесть тест-культуры и длину их проростка, но уменьшала длину корней.

Зачастую токсические свойства почвы и другие неблагоприятные условия, возникающие в полевых фитоценозах [6], можно идентифицировать с помощью несложной методики учета характерных индикаторов, например, распространения популяции хищных жужелиц [7, 8].Так, в 2015 году их численность находилась в обратной корреляционной зависимости с токсичностью супесчаной почвы, то есть имелась существенная прямая связь со всхожестью ($r = 0,3097$, $p = 0,0272$) и длиной проростка ($r = 0,1965$, $p = 0,0404$) тест-объекта.

Максимальное количество жуков наблюдалось при отвальной обработке на фоне «$У_3$» без воздействия гербицидов и при поверхностной обработке на экстенсивном фоне питания с их применением. Следует отметить неоднозначное воздействие удобрений на численность жужелиц. В одних случаях при повышении фона питания происходило увеличение количества жужелиц, что наблюдалось при отвальной обработке, в других же случаях происходило их снижение – на поверхностной. Гербициды в большинстве случаев оказали угнетающий эффект на жужелиц.

Обобщающим показателем эффективности агротехнологий является урожайность возделываемых культур. При сравнении систем обработки почвы выявлено существенное снижение урожайности ячменя на поверхностной обработке на средне- и высокоинтенсивном фонах питания без применения гербицидов, что связано с ухудшением фитосанитарного состояния посева на данной системе обработки. При отвальной обработке на среднеинтенсивном фоне питания с применением гербицидов наблюдалась значительная прибавка урожая по сравнению с экстенсивным; на других системах обработки наблюдалась лишь тенденция повышения показателя при интенсификации системы удобрения. Действие гербицидов на ресурсосберегающих обработках было положительным, но незначительным в увеличении урожайности, тогда как на отвальной – отрицательным, причем существенно на экстенсивном фоне питания.

В 2015 году также был проведен учет показателей фитосанитарного состояния посева ячменя: численности и сухой массы сорных растений, а также распространения и развития его заболевания – септориоза. По результатам исследований изучаемые факторы не оказали значительного влияния на общую численность сорных растений в среднем за вегетацию ячменя и на численность малолетних и многолетних их групп (таблица 2).

Таблица 2 – Фитосанитарное состояние посева ячменя

Вариант			Засоренность сорняками						Развитие септориоза, %
			всего		в том числе				
система обработки почвы	система удобрений	система защиты	численность	сух. масса	многолетние		малолетние		
					числен.	сух. масса	числен.	сух. масса	
Отвальная, «$О_1$»	экстенсивная биологизированная, «$У_1$»	«$Г_1$»	34,83	93,18	2,83	1,45	32,00	91,74	44,0
		«$Г_2$»	25,50	114,20	5,50	4,02	20,00	110,18	45,1
	среднеинтенсивная биологизированная, «$У_2$»	«$Г_1$»	45,67	113,94	4,33	4,59	41,33	109,35	50,2
		«$Г_2$»	28,83	52,65	6,17	4,19	22,67	48,46	39,6
	высокоинтенсивная биологизированная, «$У_3$»	«$Г_1$»	43,50	109,40	6,17	4,26	37,33	105,14	38,5
		«$Г_2$»	35,17	88,19	8,50	9,14	26,67	79,05	37,7
Поверхностно-отвальная, «$О_2$»	экстенсивная биологизированная,«$У_1$»	«$Г_1$»	34,33	79,08	6,33	3,73	28,00	75,35	41,0
		«$Г_2$»	54,17	151,45	7,50	5,96	46,67	145,49	48,7
	среднеинтенсивная биологизированная, «$У_2$»	«$Г_1$»	41,33	83,18	5,33	7,88	36,00	75,30	38,0
		«$Г_2$»	53,33	85,68	2,67	1,16	50,67	84,52	46,8
	высокоинтенсивная биологизированная, «$У_3$»	«$Г_1$»	39,67	58,62	5,00	2,91	34,67	55,71	39,5
		«$Г_2$»	46,83	118,03	8,17	5,31	38,67	112,73	36,8
Поверхностная, «$О_4$»	экстенсивная биологизированная,«$У_1$»	«$Г_1$»	40,17	154,89	6,83	5,16	33,33	149,74	46,6
		«$Г_2$»	39,83	49,87	7,83	4,47	32,00	45,40	47,5
	среднеинтенсивная биологизированная, «$У_2$»	«$Г_1$»	45,50	126,83	6,83	5,88	38,67	120,95	38,5
		«$Г_2$»	51,33	100,25	7,33	11,72	44,00	88,53	31,8
	высокоинтенсивная биологизированная, «$У_3$»	«$Г_1$»	30,83	89,66	5,50	3,72	25,33	85,94	42,7
		«$Г_2$»	61,00	91,04	7,67	7,18	53,33	83,86	45,8

Однако отмечались тенденции повышения этого показателя на ресурсосберегающих обработках в сравнении с отвальной, а также на интенсивных фонах питания в сравнении с экстенсивным.

В отношении изменения общей сухой массы сорняков стоит отметить, что ресурсосберегающие обработки привели к существенному снижению показателя – поверхностно-отвальная на фоне «$У_3$» без гербицида, а поверхностная – по фону «$У_1$» с применением гербицида. Стоит обратить внимание, что эти изменения были обусловлены достоверными изменениями сухой массы в основном малолетних сорняков.

Существенно снизилась сухая масса сорняков при применении гербицида на отвальной обработке по фону «$У_2$» и на поверхностной обработке по фону «$У_1$». В свою очередь применяемая защита растений на фоне «$Г_2$» на поверхностно-отвальной обработке по фонам удобрений «$У_1$» и «$У_3$» привела к достоверному повышению общей сухой массы сорных растений. Все эти значитель-

ные изменения были обусловлены достоверным варьированием малолетних видов, сухая масса которых существенно возрастала и снижалась именно на этих вариантах.

Интенсивность септориоза в посеве ячменя была на довольно высоком уровне, что могло обусловить снижение его урожайности. Стоит отметить, что применение высокоинтенсивного фона питания обеспечило наименьшую интенсивность болезни на отвальной и поверхностно-отвальной обработках, а среднеинтенсивной – на поверхностной. Внесение гербицидов в среднем способствовало снижению заболеваемости на отвальной обработке и повышению – на ресурсосберегающих.

Для установления возможного влияния показателей фитосанитарного состояния посева ячменя на его урожайность и биологические показатели плодородия почвы был проведен корреляционно-регрессионный анализ, наиболее существенные результаты которого приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Коэффициенты корреляции существенных взаимосвязей биологических свойств почвы и показателей фитосанитарного состояния посева ячменя

Фитосанитарное состояние посева ячменя	Биологические свойства почвы										Урожайжайность ячменя
	содержание гумуса			целлюлозоразлагающая активность		общая токсичность					
						всхожесть		длина проростка	длина корней		
	слой почвы, см										
	0-10	10-20	0-20	10-20	0-20	0-10	0-20	0-10	10-20	0-20	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
В среднем за вегетацию:											
численн. многолетних сорняков	-0,506	-0,469	-0,708		-0,617						
сухая масса многолетних сорняков			-0,512								
В начале вегетации ячменя:											
численн. многолетних сорняков		-0,536	-0,583								
сухая масса малолет. сорняков					-0,605						

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
В конце вегетации ячменя:											
численн. многолетних сорняков	-0,506		-0,538	-0,645	-0,635						
Развитие септориоза						-0,703	-0,598	-0,576	-0,647	-0,602	-0,650

Согласно литературным источникам и ранее проведенным исследованиям, в других условиях роль сорных растений в плодородии почв может быть положительной [9, 10].

Однако, вероятно, специфика дерново-подзолистых супесчаных почв и погодные условия 2015 года обусловили лишь существенную отрицательную среднюю взаимосвязь численности и сухой массы сорных растений (учитываемых в начале, в конце вегетации ячменя и в среднем за нее) с биологическими свойствами почвы – содержанием гумуса и целлюлозоразлагающей активностью.

Показатели развития тест-объекта (токсичности почвы) и урожайность ячменя были отрицательно связаны с развитием септориоза, причем также в средней степени.

Выводы

На дерново-подзолистых супесчаных почвах Ярославской области целесообразно в качестве основной обработки применять комбинированную поверхностно-отвальную как на экстенсивном, так и на интенсивных фонах питания. Эта технология даже при отсутствии гербицидов обеспечит поддержание основных биологических свойств почвы на высоком уровне, а фитосанитарных показателей посева – на безопасном, без снижения урожайности ячменя и повышения экологических рисков при достаточной экономической эффективности. Условия проведения опыта в 2015 году не выявили положительной роли сорных растений в оптимизации почвенных условий и режимов.

Литература

1. Наумкин, В.Н. Направления биологизации земледелия в Центральном регионе [Текст] / В.Н. Наумкин, А.М. Хлопяников, А.В. Наумкин // Земледелие. – 2010. – № 4. – С. 5-7.
2. Исаичева, У.А. Эффективность биологизации системы удобрений в оптимизации гумусового состояния дерново-подзолистой супесчаной почвы [Текст] / У.А. Исаичева, А.М. Труфанов // Вестник Алтайского ГАУ. – 2016. – № 1 (135). – С.43-47.
3. Пигорев, И.Я. Продуктивность ярового ячменя в зависимости от дозы минерального удобрения и уровня пестицидной нагрузки на выщелоченном черноземе ЧЦР [Текст] / И.Я. Пигорев, А.А. Гусев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2010. – Т. 4. – № 4. – С. 44-47.

4. Семыкин, В.А. Ресурсосберегающие технологии производства экологически чистой продукции растениеводства [Текст] / В.А. Семыкин, И.Я. Пигорев // Актуальные проблемы повышения эффективности агропромышленного комплекса: сб. материалов междунар. науч.-практич.конф. – Курск, 2008. – С. 246-249.
5. Смирнов, Б.А. Влияние разных по интенсивности систем обработки и удобрений на изменения биологических показателей плодородия почвы [Текст] / Б.А. Смирнов, П.А. Котяк, Е.В. Чебыкина // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2008. – № 10. – С. 16-20.
6. Левин, В.И. Экологическая оценка состояния почв разных типов по показателям биологической активности, фитотоксичности и подвижности ТМ [Текст] / В.И. Левин, А.А. Кодиров // Современные энерго- и ресурсосберегающие экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства: сборник науч. тр. – Рязань, 2016. – С. 360-362.
7. Айдамирова, М.А. Динамика сообществ жужелиц (Coleoptera, Carabidae) в агроценозах [Текст] / М.А. Айдамирова // Агро XXI. – 2010. – № 10-12. – С. 46.
8. Котяк, П.А. Динамика численности хищных жужелиц в агроценозах сельскохозяйственных культур [Текст] / П.А. Котяк, Е.В. Чебыкина, У.А. Исаичева // Вестник АПК Верхневолжья. – 2009. – № 1 (5). – С. 94-98.
9. Сорокин, И.Б. Применение сорных растений в качестве сидератов / И.Б. Сорокин // Защита и карантин растений. – 2008. – № 7. – С. 34-35.
10. Щукин, С.В. Экологическая роль сорных растений при применении систем энергосберегающей обработки почвы / С.В. Щукин, Р.Е. Казнин, А.М. Труфанов, Е.В. Чебыкина // Вестник АПК Верхневолжья. – 2012. – № 3. – С. 30-33.

УДК 632.381.1:630.232.332

ВЛИЯНИЕ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД И ВЕРМИКОМПОСТОВ НА ЭКОЛОГО-АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АГРОЗЕМА ТОРФЯНО-МИНЕРАЛЬНОГО

К.б.н. Т.В. Хабарова
(ФГБОУ ВО Рязанская ГАТУ, Рязань, Россия)

Ключевые слова: осадок сточных вод, вермикомпосты, агрозем торфяно-минеральный.

Исследовано действие различных доз ОСВ и вермикомпостов на эколого-агрохимические свойства почв.

INFLUENCE OF SEWAGE SLUDGE AND WORM-COMPOSTS ON ECOLOGICAL-AGROCHEMICAL PROPERTIES OF TURF-MINERAL AGROLAND

Candidate of Biological Science T.V. Khabarova
(FSBEI HE Ryazan SATU, Ryazan, Russia)

Keywords: sewage sludge, worm-composts, turf-mineral agro land.

We have studies the influence of different doses of sewage sludge and worm-composts on ecological-agrochemical properties of soil.

В результате промышленной, сельскохозяйственной и иной многоплановой деятельности человека возникает техногенная миграция значительных объемов разнообразных веществ, большинство из которых загрязняют окружающую природную среду.

Отходы производства и потребления, занимая из года в год все большие пространства, представляют серьезную угрозу природной среде, являясь источником биотического, механического, химического и иных видов загрязнения, ухудшая ее санитарно-эпидемиологические, оздоровительные и эстетические качества [1, 4].

В этой связи возникает необходимость в утилизации и трансформации отходов, к числу которых относятся осадки сточных вод (ОСВ), с включением их в биологический круговорот.

Многочисленные исследования показывают, что использование ОСВ в качестве органо-минерального удобрения способствует улучшению агрофизических свойств и питательных элементов почвы, восстановлению баланса органического вещества [2, 3].

В настоящее время по данным агрохимической службы в России 45% пашни характеризуется низким содержанием гумуса, 23% – дефицитом фосфора и 9% – калия. Среди множества почвенных разностей особое место занимают торфяные почвы и почвы выработанных торфяников. В процессе длительного использования торфяные почвы потеряли свои природные свойства, экологическую устойчивость и трансформировались в антропогенно-преобразованные почвы – агрозем торфяно-минеральный.

В этой связи включение ОСВ и вермикомпостов на их основе для обогащения почвенно-биотического комплекса с последующим возделыванием технических культур является актуальной проблемой экологии [3, 5].

Цель исследования – утилизация и биотрансформация осадка сточных вод городских очистных сооружений и анализ экологической эффективности их использования на агроземе торфяно-минеральном

Методика

Химический, бактериологический и гельминтологический анализ ОСВ проводили в соответствии с ГОСТом 17.4.4.02-84 «Охрана природы. Почвы».

Перед использованием ОСВ в экспериментах его хранили на иловых картах в течение 3 месяцев после их извлечения из аэротенков.

Агрохимическая характеристика ОСВ: влажность – 68%; pH – 8,8; содержание азота – 1,74%, фосфора – 1,60%, калия – 0,33%. По содержанию макроэлементов ОСВ соответствовал требованиям, предъявляемым к осадкам, используемым в качестве удобрения.

Вермикомпосты готовили с использованием ОСВ, органических наполнителей (солома, птичий помет, навоз КРС) и гибрида красного калифорнийского червя Eiseniafoetida (Ef). Соотношение органических компонентов в ком-

постах: ОСВ + солома + Ef (1 : 1), ОСВ + солома + птичий помет + Ef (1 : 2 : 1), ОСВ + солома + КРС + Ef (1 : 1 : 1).

Полевые опыты проводились на опытном участке в ОПХ «Полково» Мещерского филиала ВНИИГиМ и агротехнологической станции ФГБОУ ВПО РГАТУ.

Почва опытного участка – агрозем торфяно-минеральный, характеризуется повышенным содержанием фосфора – 502, 85 мг/кг, калия – 99,2 мг/кг и с низким содержание микроэлементов.

Полевые мелкоделяночные опыты проводили на культуре овса сорта «Скакун», повторность опыта 4-х кратная. Площадь учетной делянки составляла 50 м^2.

В полевых условиях определяли: суммарную биологическую активность агрозема торфяно-минерального по интенсивности разложения целлюлозы (А.Н. Петрова, 1966), ферментативную активность почвы аппликационным методом (В.Г. Минеев, 2001), pH солевой вытяжки (ГОСТ 26483-85), содержание гумуса (ГОСТ 26213-91), содержание фосфора и калия (ГОСТ 26207), подвижное и валовое содержания тяжелых металлов (Pb, Cd, Ni, $Cr_{общ}$, Zn, Cu, Hg, As) атомно-абсорбционным методом по ПНД Ф 16.1:2.2:2.3.36-02.

Результаты

Осадок сточных вод – это сложный органо-минеральный комплекс, который при внесении в почву в качестве удобрения может оказать разностороннее влияние на плодородие, эколого-агрохимические свойства агрозема торфяно-минерального, продуктивность фитоценозов, накопление тяжелых металлов и кормовую ценность растений. Ограничивающим фактором применения в фитоценозах ОСВ является повышенное содержание в них тяжелых металлов и патогенных начал.

ОСВ в дозах 3,9,27 т/га способствовал улучшению азотного и фосфорного режима агрозема торфяно-минарального. В годы исследований отмечалось устойчивое увеличение содержание фосфора, калия, азота общего и нитратного при внесении ОСВ. Наиболее высокий уровень исследуемых показателей наблюдался при внесении ОСВ в дозе 27 т/га. Внесение ОСВ сопровождалось повышением на 0,37-0,57% массовой доли органического вещества, в зависимости от дозы.

При внесении ОСВ в дозах 3;9;27т/га содержание тяжелых металлов не вызывало превышение ПДК, однако валовое содержание тяжелых металлов в опытных вариантах превышало контроль (мышьяк, хром, никель, цинк) в связи повышенным содержанием тяжелых металлов в ОСВ (таблица 1).

Интенсивность разложения целлюлозы льняного полотна является важным показателем экологического состояния почвы, характеризующим ее биологическую активность. С повышением доз внесения ОСВ суммарная биологическая и ферментативная активность агрозема торфяно-минерального увеличивалась, что свидетельствует об активизации целлюлозолитической микрофлоры и микробиологических процессов. Во всех опытных вариантах убыль массы льняного полотна составляла 56,8-58-6%, в контроле этот показатель равнялся – 47,4%.

Таблица 1 – Изменение валового содержания тяжелых металлов в почве под влиянием различных доза ОСВ, мг/кг

Наименование показателя	ПДК, ОДК	Дозы ОСВ, т/га			
		Контроль	3	9	27
- медь	33*	3,05 ± 0,45	3,50 ± 0,2	3,55 ± 0,1	5,05 ± 0,75
- цинк	55*	6,45 ± 0,35	6,50 ± 0,2	7,00 ± 0,1	7,65 ± 1,35
- никель	20*	3,60 ± 0,2	3,70 ± 0,3	5,10 ± 0,1	6,35 ± 1,65*
- кадмий	0,5*	0,23 ± 0,02	0,22 ± 0,015	0,24 ± 0,005	0,31 ± 0,025
- свинец	32*	3,5 ± 0,45	3,6 ± 0,35	3,8 ± 0,4	3,9 ± 0,05
- хром	90**	6,6 ± 0,25	7,5 ± 0,5	12,1 ± 0,7*	17,9 ± 5,7*
- ртуть	2,1*	0,02 ± 0,015	0,022 ± 0,004	0,023 ± 0	0,025 ± 0,002
- мышьяк	2,0*	0,28 ± 0,025	0,66 ± 0,375	0,30 ± 0	0,7 ± 0,45

* ориентировочные допустимые концентрации (ОДК) (Допустимые к перечню ПДК и ОДК № 6229-91. Утверждено Госсанэпиднадз. РФ № 13 от 27.12.94)

** МУ 2.1.7.730-99

Агроэкологическим показателем, отражающим состояние агроценозов при использовании компостов на основе ОСВ, являются агрохимические свойства почвы, ее биологическая активность, содержание тяжелых металов. Исследованиями установлено, что применения вермикомпостов на основе ОСВ способствовало повышению содержание в почве микроэлементов (медь, цинк, никель, кадмий, свинец), но их уровень не превышал ПДК. Превышение к контролю составило: по меди – от 22,3 до 130,2%; цинку – 33,3 до 41,1%; никелю – 43,3-89,8%; кадмию – 60-105%; свинцу – 70,6-124,7%, в зависимости от вида вермикомпоста. Наибольшее увеличение тяжелых металлов в агроземе торфяно-минеральном отмечалось при внесении вермикомпоста ОСВ + солома + птичий помет (таблица 2).

Внесение вермикомпостов способствовало улучшению азотного, фосфорного и калийного режимов агрозема торфяно-минерального. Происходило увеличение содержания подвижных форм фосфора, обменного калия, общего азота, соответственно на 0,92-0,99%, 0,19-0,22%, 0,12-0,54%. Вермикомпост (ОСВ + солома + птичий помет) обеспечивал наиболее высокий уровень азота, фосфора и калия в агроземе торфяно-минеральном. Незначительное изменение агрохимического состава агрозема торфяно-минерального происходило под влиянием вермикомпоста – ОСВ + солома (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние вермикомпостов на агрохимический состав и содержание тяжелых металлов в агроземе торфяно-минеральном, мг/кг

Наименование показателя	ПДК	Контроль	ОСВ+ +солома	ОСВ + солома + +КРС	ОСВ + солома + п п
1	2	3	4	5	6
Медь	33	3,05	3,67	7,02	6,22
Цинк	55	6,45	9,0	9,10	8,60
Никель	20	3,60	5,16	5,4	6,80
Кадмий	0,5	0,2	0,22	0,32	0,41

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
Свинец	32	3,5	6,72	8,04	5,97
Хром	90	6,6	4,72	3,06	5,07
Ртуть	2,1	н/о	н/о	н/о	н/о
Мышьяк	2,0	н/о	н/о	н/о	н/о
pH		6,2	7,1	7,3	7,1
Общий азот	Агрохимические показатели, % на сухое вещество	0,34	1,12	1,01	1,36
Фосфор		0,17	1,09	1,16	1,4
Калий		0,19	0,38	0,41	0,68
Массовая доля органического вещества		3,55	3,67	3,69	4,09

н/о – не обнаружено

Все виды вермикомпостов повышали биологическую активность агрозема торфяно-минерального. Разложение льняного полотна протекало более интенсивно во всех опытных вариантах, чем в контроле в течение всего периода вегетации. Наибольшая целлюлозолитическая активность агрозема торфяно-минерального наблюдалась в варианте ОСВ + солома + птичий помет, превышая контроль на 13,9% (рисунок 2).

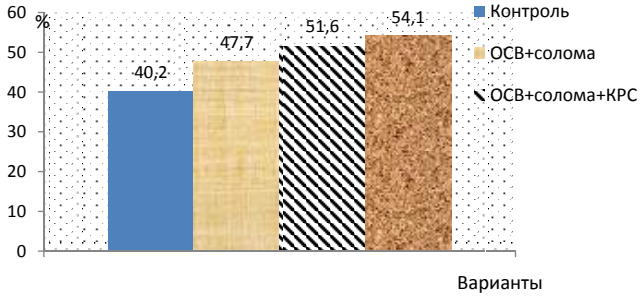


Рисунок 2 – Изменение биологической активности почвы под влиянием вермикомпостов (%)

Выводы

1. Применение ОСВ в дозах 3, 9 и 27 т/га на деградированном агроземе торфяно-минеральном способствовало увеличению в почве содержания: органического вещества, общего азота, общего фосфора, соответственно на: 0,40-0,57%; 0,01-0,06%; 1,8-11,1%, калия – на 5,1-33,2мг/кг, увеличению биологической активности почвы – 9,4-11,2 %.
2. Применение вермикомпостов в дозе 3 т/га способствовало повышению общей биологической активности почвы на 48-54%, содержанию микроэлементов меди на 20,3-130,2%, цинка – на 33,3-41,1%, макроэлементов фосфора и калия – более чем на 100% в агроземе торфяно-минеральном.

3. При использовании ОСВ и вермикомпостов не установлено превышение санитарно-гигиенических нормативов по содержанию ТМ в агроземе торфяно-минеральном и растениях овса. Вермикомпост на основе ОСВ + солома + птичий помет обеспечивал самый низкий коэффициент транслокации ТМ.

Литература

1. Иванов, Е.С. Экологическая оценка возможности использования осадка сточных вод очистных сооружений г. Рязани в качестве удобрений [Текст] / Е.С. Иванов, А.С. Чердакова // Вестник ФГБОУ ВПО РГАТУ. – 2012. – № 4(16). – С. 31-36.
2. Касатиков, В.А. Некоторые агроэкологические вопросы использования осадков сточных вод/ В.А. Касатиков // Агрохимия и экология: история современности: Материалы Международной научно-практической конференции. – Н. Новгород, 2008. – С. 99-103.
3. Хабарова, Т.В. Влияние осадка сточных вод установки биологической очистки ЗАО «РНПК» на изменение биологических свойств и агрохимических показателей агрозема перегнойно-минерального [Текст] / В.И. Левин, Т.В. Хабарова // Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава и молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – Рязань, 2009. – Том 1. – С. 255-257.
4. Хабарова, Т.В. Перспективы восстановления плодородия агрозема торфяно-минерального в результате применения осадков сточных вод городских очистных сооружений [Текст] / С.Д. Правкина, В.И. Левин, Т.В. Хабарова // Материалы научно-практической конференции «Проблемы комплексного обустройства техноприродных систем». – М.: ФГБОУ ВПО МГУП, 2013. – С. 134-140.
5. Хабарова, Т.В. Экологическое обоснование применения вермикомпостов с использованием осадка сточных вод на выработанном агроземе торфяно-минеральном [Текст] / Т.В. Хабарова, В.И. Левин, С.Д. Правкина // Проблемы агрохимии и экологии. – Москва, 2014. – № 2. – С. 24-28.

УДК 631.453:631.445.24:631.51:631.8

ВЛИЯНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ АГРОПРИЕМОВ НА СТЕПЕНЬ ПРОЯВЛЕНИЯ ФИТОТОКСИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ПОЧВЫ

К.с.-х.н., доцент Е.В. Чебыкина
(ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия)

Ключевые слова: система основной обработки почвы, система удобрений, фитотоксичность почвы, урожайность полевых культур.

Представлены результаты исследований причин проявления фитотоксического эффекта почвы в условиях агроландшафта с дерново-подзолистыми глееватыми почвами, сформировавшимися в условиях грунтового типа водного питания. Рассмотрены возможности сдерживания токсичности почвы с помо-

щью применения ресурсосберегающих систем обработки и использования соломы в качестве органического удобрения.

INFLUENCE OF RESOURCESAVING AGRICULTURAL PRACTICES ON THE EXTENT OF MANIFESTATIONS PHYTOTOXIC EFFECTS OF THE SOIL

Candidate of Agricultural Sciences, Docent E.V. Chebykina
(FSBEI HE Yaroslavl SAA, Yaroslavl, Russia)

Keywords: basic tillage system, the system of fertilizers, phytotoxic of the soil, productivity of field crops.

The results of research into the causes manifestations of the phytotoxic effect of soil under agricultural landscape with sod-podzolicgleyey soils formed under conditions of groundwatertype of water supply. The possibility of containment of soil toxicity through the use of resource-saving tillage systems and the use of straw as an organic fertilizer.

Фитотоксичность почвы – это способность почв оказывать угнетающее действие на растения, приводящее к нарушению физиологических процессов, ухудшению качества растительной продукции и снижению ее выхода. Проявление токсичности связывают с накоплением физиологически активных веществ, которые синтезируются почвенной микрофлорой вследствие неполного окисления продуктов жизнедеятельности микроорганизмов [3]. А так же с почвенными факторами, такими как закисные соединения, образующимися в почве за счет избыточного увлажнения и недостатка кислорода, тяжелыми металлами, почвенными микроскопическими грибами, продуктами жизнедеятельности растений или хозяйственной деятельностью аграриев [4, 7].

На данный момент широко распространена тенденция перехода с классической отвальной системы обработки на ресурсосберегающие системы, которые позволяют возделывать полевые культуры с меньшими затратами средств и щадящим воздействием на почву [5, 8, 9]. Также актуальным вопросом является возможность применения соломы в качестве основного органического удобрения, поскольку она содержит достаточное количество питательных веществ и является более доступной и простой для внесения по сравнению с навозом [2, 6]. Однако следует учитывать нюансы применения подобных систем в различных климатических зонах и на разных типах почв [1]. В связи с этим высокую целесообразность имеет изучение влияния систем обработки почвы, удобрений и защиты растений на проявление фитотоксичности почвы и урожайность полевых культур в условиях Ярославской области.

Методика

Исследования проводились в многолетнем стационарном многофакторном полевом опыте, заложенном на дерново-подзолистой глееватой среднесуг-

линистой почве методом расщепленных делянок с рендомизированным размещением вариантов в повторениях в 1995 году, т.е. на 17-18-ый год действия факторов. Повторность опыта четырехкратная. Схема трехфакторного (4 х 6 х 2) опыта включала 48 вариантов с площадью элементарной делянки 63 $м^2$.

Схема полевого стационарного трехфакторного (4 х 6 х 2) опыта:

Фактор А. Система основной обработки почвы, «О»:
1. Отвальная: вспашка на 20-22 см с предварительным лущением на 8-10 см, ежегодно, «$О_1$». 2. Поверхностная с рыхлением: рыхление на 20-22 см с предварительным лущением на 8-10 см 1 раз в 4-5 лет + однократная поверхностная обработка на 6-8 см в остальные 3-4 года, «$О_2$». 3. Поверхностно-отвальная: вспашка на 20-22 см с предварительным лущением на 8-10 см 1 раз в 4-5 лет + однократная поверхностная обработка на 6-8 см в остальные 3-4 года, «$О_3$». 4. Поверхностная: однократная поверхностная обработка на 6-8 см, ежегодно, «$О_4$».

Фактор В. Система удобрений, «У»: 1. Без удобрений, «$У_1$». 2. N_{30}, «$У_2$». 3. Солома 3 т/га, «$У_3$». 4. Солома 3 т/га + N_{30} (азотное удобрение в расчете 10 кгд.в. на 1 т соломы), «$У_4$». 5. Солома 3 т/га + NPK (норма минеральных удобрений, рассчитанная на планируемую прибавку урожая.), «$У_5$». 6. NPK (норма минеральных удобрений, рассчитанная на планируемую прибавку урожая), «$У_6$».

Фактор С. Система защиты растений от сорняков, «Г»: 1. Без гербицидов, «$Г_1$». 2. С гербицидами, «$Г_2$».

В опыте осуществлялось следующее чередование полевых культур во времени: ячмень (2012)- рапс яровой (2013) – озимая рожь (2014).

Посевы ячменя (2012) были обработаны в фазу кущения гербицидом Лонтрел 300 в норме 0,5 л/га, в 2013 году изучалось его последействие. В посевах озимой ржи (2014 г) применялся препарат «Линтур» в норме 150 гр/га.

Результаты

Чаще всего проявление фитотокичности почвы связывают с накоплением физиологически активных веществ, а в качестве источников образования и поступления токсических веществ в почву – корневые выделения растений, послеуборочные растительные остатки и продукты метаболизма микроорганизмов. Таким образом, фитотоксичность почвы имеет биологическую природу и должна быть связана с основными биологическими показателями плодородия почвы, однако в наших исследованиях не было обнаружено тесных корреляционных связей токсичности почвы как с данными показателями, так и с урожайностью выращиваемых культур (таблица 1).

Уровень общей токсичности почвы в целом по опытному участку был относительно высоким, снижение всхожести тест-культуры (горчицы белой) в среднем по годам исследований составило 58,2% при минимальном уровне проявления фитотоксического эффекта 20-30% (таблица 2).

Если рассмотреть изменение показателей токсичности в среднем по изучаемым факторам, то стоит отметить отсутствие существенных различий почти по всем вариантам, за исключением достоверного повышения всхожести на поверхностной с рыхлением обработке ($О_2$) в слое почвы 10-20 см по сравнению с

отвальной (O_1); увеличения длины проростка при внесении соломы и NPK в слое 10-20 см в сравнении с фоном без удобрений и существенного повышения всхожести при последействии гербицидов в слое 0-10 см.

Таблица 1 – Связь между биологическими показателями плодородия почвы и проявлением фитотоксического эффекта почвы

Показатель плодородия почвы и фитосанитарного состояния посевов	Показатели линейной корреляции			
	уравнение регрессии	коэффициент корреляции	квадрат коэффициента корреляции	ошибка коэфф. корреляции
Посев ярового рапса, 2013				
Содержание органического вещества в почве, %	y = 37,9727+ +5,1633·x	0,1363	0,0186	0,4570
Активность фермента каталаза, мл O_2/г почвы	y = -14,3651+ +9,1055·x	0,2338	0, 0547	0,1978
Активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов, %	y = 29,0825– –0,0669·x	-0,1476	0,0218	0,4203
Урожайность ярового рапса, ц/га	y = 23,7111+ +0,022·x	0,0288	0,0008	0,8759
Посев озимой ржи, 2014				
Содержание органического вещества в почве, %	y = =20,6001+1,9019·x	0,0452	0,0020	0,8058
Активность фермента каталаза, мл O_2/г почвы	y = 33,4694– –1,2996·x	-0,0782	0,0061	0,6704
Активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов, %	y = 28,1491– –0,0335·x	-0,0496	0,0025	0,7877
Урожайность озимой ржи, ц/га	y = 17,3663+ +0,2264·x	0,2430	0,0590	0,1802

Заслуживает внимания тенденция снижения показателя всхожести тест-культуры на отвальной обработке в сравнении с ресурсосберегающими, что особенно заметно в нижнем слое пахотного горизонта (10-20 см). Применение удобрений повышало токсичность почвы в слое 0-10 см, что связано с заделкой удобрений преимущественно в верхний 10-см слой, что создает очаги токсичности, особенно в первые периоды после внесения соломы. Последействие гербицидов было слабовыраженным, однако было положительным в отношении всхожести, что, вероятно, связано с меньшим обилием сорняков на данном фоне и, соответственно, меньшим аллелопатическим и токсическим воздействием на культурные растения.

Таблица 2 – Общая токсичность почвы в среднем по изучаемым факторам под посевом ярового рапса (показатели развития тест-культуры – горчицы, числитель – под посевом ярового рапса, 2013 г., знаменатель – под посевом озимой ржи, 2014 г.)

Вариант	Показатель развития тест-культуры								
	всхожесть, %			длина проростка, см			длина корней, см		
	слой почвы, см								
	0-10	10-20	0-20	0-10	10-20	0-20	0-10	10-20	0-20
Фактор А. Система обработки почвы, «О»									
Отвальная, «$О_1$»	53,2 / 25,2	41,3 / 25,5	47,3 / 25,3	3,9 / 2,9	3,9 / 3,2	3,9 / 3,0	2,8 / 1,5	2,2 / 1,6	2,5 / 1,6
Поверхностная с рыхлением, «$О_2$»	49,9 / 24,0	71,9* / 30,1	60,9 / 27,0	4,3 / 3,3	4,0 / 3,2	4,1 / 3,2	2,6 / 1,6	2,5 / 1,6	2,6 / 1,6
Поверхностно-отвальная, «$О_3$»	48,9 / 30,3	56,1 / 29,7	52,5 / 29,9	3,7 / 3,1	3,3 / 3,3	3,5 / 3,2	2,4 / 1,6	2,2 / 1,7	2,3 / 1,7
Поверхностная, «$О_4$»	49,6 / 24,8	55,1 / 26,3	52,4 / 25,5	3,5 / 3,2	3,6 / 2,9	3,6 / 3,1	2,5 / 1,7	2,2 / 1,9	2,3 / 1,8
Фактор В. Система удобрений, «У»									
Без удобрений, «$У_1$»	54,6 / 27,3	50,8 / 29,3	52,7 / 28,3	4,0 / 2,8	3,5 / 3,2	3,7 / 2,9	2,7 / 1,4	2,4 / 1,8	2,6 / 1,6
Солома 3 т/га, «$У_3$»	51,8 / 21,9	59,0 / 23,2	55,4 / 22,6	3,9 / 2,9	4,0** / 3,1	4,0 / 3,0	2,2 / 1,5	2,4 / 1,7	2,3 / 1,6
Солома + NPK, «$У_5$»	44,5 / 33,6	57,8 / 37,4	51,2 / 35,5	3,8 / 3,4	3,3 / 3,4	3,6 / 3,4	2,8 / 1,8	2,2 / 1,8	2,5 / 1,8
NPK, «$У_6$»	50,6 / 22,6	56,9 / 21,6	53,7 / 22,1	3,6 / 3,4	4,0** / 2,9	3,8 / 3,2	2,4 / 1,8	2,2 / 1,6	2,3 / 1,7
Фактор С. Система защиты растений, «Г»									
Без гербицидов, «$Г_1$»	47,1 / 27,7	56,7 / 30,9	51,9 / 29,3	3,9 / 3,1	3,7 / 3,3	3,8 / 3,2	2,5 / 1,7	2,2 / 1,8	2,4 / 1,7
С гербицидами, «$Г_2$»	53,7*** / 24,5	55,5 / 24,8***	54,6 / 24,6***	3,8 / 3,1	3,7 / 2,9	3,7 / 3,1	2,6 / 1,6	2,4 / 1,6	2,5 / 1,6
Контроль (фильтровальная бумага)	100,0/89,0			4,1/1,4			5,5/4,6		

Примечание:

* – существенные различия на 5%-ном уровне значимости по системам обработки почвы;

** – то же по системам удобрений;

*** – то же по системам защиты растений.

В 2014 году под посевом озимой ржи общий уровень токсичности почвы увеличился. При этом сдерживанию степени проявления почвоутомления способствовало проведение ресурсосберегающих систем обработки по всем показателям развития тест-культуры. Сильным оздоравливающим эффектом отли-

чались обработки с чередованием поверхностных и глубоких приемов ($О_2$, $О_3$), особенно в нижнем слое пахотного горизонта, который отличался и высокими показателями биологической активности почвы. Последействие заделки соломы ячменя ($У_3$) под посевом озимой ржи проявилось в усилении токсичности почвы. Сдерживанию фитотоксического эффекта способствовала совместная заделка соломы с минеральными удобрениями ($У_5$). Самостоятельное использование минеральных удобрений ($У_6$) негативно сказывалось только на всхожести семян. Последействие гербицида в 2014 году проявилось в существенном снижении всхожести и торможении развития растений.

Как уже отмечалось выше, одной из причин проявления токсичности почвы могут быть продукты жизнедеятельности почвенной микрофлоры.

Основными токсинообразователями среди бактерий являются представители родов Bacillus и Pseudomonas, среди грибов – Penicillium, Fusarium и Aspergillus и среди актиномицетов – представители серий Griseus, Aureus, Chromogenes и Violaceus. Из перечисленных выше родов грибов в наших почвенных образцах отсутствовал только Fusarium.

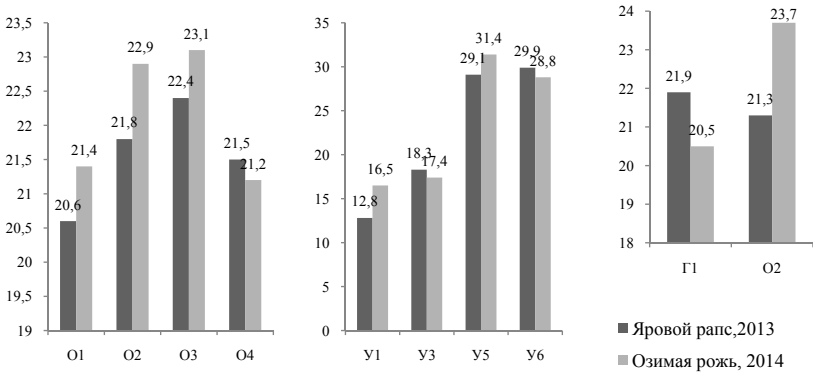
Анализ микробиологической токсичности под посевом ярового рапса позволил установить сильный микробный токсикоз, который проявился в снижении всхожести тест-культуры (редиса) на 29,5 % в среднем по опытному участку. При этом степень фитотоксичности почвы была меньшей при проведении ресурсосберегающих систем обработки. Следует также отметить дифференциацию пахотного горизонта по данному показателю, так по системам «Поверхностно-отвальная» и «Поверхностная» более токсичным оказался нижний слой (10-20 см).

Использование в качестве органического удобрения соломы несколько усилило микробную токсичность почвы. Применение совместно с соломой минеральных удобрений сглаживало ее фитотоксическое действие и наиболее четко это прослеживается в развитии проростка и корневой системы. В изменении микробной токсичности последействие применявшегося в посевах ячменя гербицида «Лонтрел 300» не отмечалось.

Под посевом озимой ржи уровень микробиологической токсичности несколько снизился, что наиболее ярко прослеживалось на всхожести тест-культуры, по данному показателю процент отклонения от контроля был положительным практически по всем системам обработки почвы, за исключением ежегодной поверхностной ($О_4$). Действие фитотоксинов на длину проростка отмечалось по системам, предполагающим проведение вспашки ($О_1$, $О_3$), а на корневую систему – по системам, исключающим оборот пласта ($О_2$, $О_4$).

В год последействия соломы ячменя микробиологического токсикоза на тест-культуре уже зафиксировано не было. На вариантах с ее заделкой ($У_3$, $У_5$) интенсивность прорастания и развития растения превышала уровень контроля. Исключение составил вариант с совместным использованием соломы с минеральными удобрениями ($У_5$), на данном фоне наблюдалось торможение развития проростка. Микробиологическая токсичность на фоне последействия гербицидов не прослеживалась только в развитии проростка тест-культуры, по остальным показателям наблюдалось снижение изучаемых показателей.

Урожайность полевых культур является главным показателем эффективности применяемых технологий выращивания в целом или отдельных агроприемов. Проведение ресурсосберегающих систем обработки обеспечивало урожайность как ярового рапса, так и озимой ржи на уровне ежегодной отвальной или чуть выше. При этом наибольшая прибавка урожая отмечалась при проведении систем, предполагающих сочетание глубоких и поверхностных обработок (рисунок 1).



а) б) в)

Рисунок 1 – Урожайность полевых культур в среднем по изучаемым факторам, ц/га: а) система обработки почвы, б) система удобрений, в) система защиты растений

Использование всех изучаемых систем удобрений обеспечивало существенный рост урожая ярового рапса. Достоверному увеличению урожайности озимой ржи способствовало использование высоких фонов питания, предполагающих использование минеральных удобрений ($У_5$, $У_6$).

Последействие гербицида проявилось в существенном росте урожая озимой ржи, урожайность ярового рапса на данном варианте наоборот немного снизилась.

Выводы

Таким образом, почвы опытного участка отличаются достаточно высоким уровнем общей токсичности, при этом ее происхождение в небольшой степени обусловлено фитотоксинами почвенных микроорганизмов. Сдерживанию эффекта токсичности почвы при выращивании ярового рапса и озимой рожи способствует применение в качестве основной обработки системы: поверхностная с рыхлением, с использованием в системе удобрения соломы в сочетании с полным минеральным удобрением.

Литература

1. Адерихин, В.В. Оценка влияния компонентов агроландшафта на формирование урожайности зерновых культур в засушливые годы [Текст] / В.В. Адери-

хин, А.Ю. Кандауров, А.В. Линкина // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2011. – № 4. – С. 243-245
2. Богданчиков, И.Ю. Применение устройства для утилизации незерновой части урожая в условиях рязанской области [Текст] / И.Ю. Богданчиков // Материалы IV Междунар. научн. практ. конф. «Молодежь и наука XXI века» 16-20 сентября 2014 года: Сб. научн. тр. Том II. – Ульяновск: УГСХА им. П.А. Столыпина, 2014. – С. 107-110.
3. Житин, Ю.И. Использование цеолитсодержащих бентонитов для нейтрализации токсикантов в агроэкосистемах [Текст] / Ю.И. Житин, О.В. Алипатова // Резервы стабилизации аграрного производства. – Воронеж, 1996. Ч. 1. – С. 75.
4. Левин, В.И. Экологическая оценка состояния почв разных типов по показателям биологической активности, фитотоксичности и подвижности ТМ [Текст] / В.И. Левин, А.А. Кодиров// Современные энерго- и ресурсосберегающие экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства: сборник науч. тр. – Рязань, 2016. – С. 360-362.
5. Мальцев, В.Ф. Биологизация земледелия юго-запада России [Текст] / В.Ф. Мальцев, А.И. Артюхов, В.П. Лямцев и др. – Брянск, 2000. – 343 с.
6. Пигорев, И.Я. Продуктивность ярового ячменя в зависимости от дозы минерального удобрения и уровня пестицидной нагрузки на выщелоченном черноземе ЦЧР [Текст] / И.Я. Пигорев, А.А. Гусев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2010. – Т. 4. – № 4. – С. 44-47.
7. Чебыкина, Е.В. Направленность биохимических процессов при применении ресурсосберегающих агроприемов [Текст] / Е.В. Чебыкина, П.А. Котяк, А.М. Труфанов, Н.Б. Громов // Вестник АПК Верхневолжья. – 2015. – № 2 (30). – С. 29-34.
8. Чебыкина, Е.В. Токсичность дерново-подзолистой глееватой почвы при разных системах обработки и удобрений [Текст] / Е.В. Чебыкина, С.С. Сивкова, А.М. Труфанов, Т.А. Виноградова // Вестник Алтайского ГАУ. – 2013. – № 1. – С. 44-38.
9. Пигорев, И.Я. Эффективное использование природных ресурсов Курской области [Текст] / И.Я. Пигорев, Е.Е. Сивак, С.Н. Волкова, М.В. Гейко // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 3. – С. 52-53.

СОДЕРЖАНИЕ

Барановский И.Н. (ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, Тверь, Россия) Состав и агроэкологическая характеристика землепользования охотхозяйств Тверской области……..……. 3

Барыкина Ю.А., Белопухов С.Л. (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия) Поглотительная способность льняной костры…… 7

Ефремова Е.Н. (ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, Волгоград, Россия) Биоэнергетическая эффективность севооборотов …….. 12

Колесникова И.Я. (ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия) Численность и разнообразие микромицетов в окультуренной дерново-среднеподзолистой супесчаной почве Ярославской области... 16

Котяк П.А. (ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия) Влияние технологий возделывания на показатели биоиндикации почвы…… 23

Степанова В.М., Труфанов А.М. (ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия); ***Комов В.Т., Гремячих В.А.*** (ИБВВ РАН им. И.Д. Папанина, пос. Борок, Россия) Влияние систем обработки и удобрений на содержание ртути в дерново-подзолистой глееватой почве и биологических объектах…….. 32

Таран Т.В., Цвик Г.С. (ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия) Агроэкологические аспекты возделывания однолетних люпинов в условиях Верхневолжья…… 37

Труфанов А.М., Исаичева У.А., Кононова М.К., Пелецките Н.В. (ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия) Взаимосвязь биологического плодородия супесчаной почвы и фитосанитарного состояния посева ячменя…… 43

Хабарова Т.В. (ФГБОУ ВО РГАТУ, Рязанская ГАТУ, Рязань, Россия) Влияние осадка сточных вод и вермикомпостов на эколого-агрохимические свойства агрозема торфяно-минерального…… 50

Чебыкина Е.В. (ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия) Влияние ресурсосберегающих агроприемов на степень проявления фитотоксического эффекта почвы…… 55

Научное издание

УПРАВЛЕНИЕ ПЛОДОРОДИЕМ
И УЛУЧШЕНИЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬ

Сборник научных трудов по материалам
Всероссийской (национальной) научно-практической конференции

Ярославль, 27 апреля 2016 г.

Начальник редакционно-издательского отдела Е.А. Богословская
Технический редактор Е.И. Кудрявцева
Художественный редактор Т.Н. Волкова

Статьи публикуются в авторской редакции.
Авторы несут ответственность за содержание публикаций.

Подписано в печать 03.11.2016 г.
Формат 60 × 84 $^{1}/_{16}$. Бумага офсетная. Печать ризографическая.
Усл. печ. л. 4,0. Тираж 500 экз. Заказ № 56.

Издательство ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА.
150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58.

Отпечатано в типографии
ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА.
150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58.

ISBN 978-5-98914-167-8

9 785989 141678