ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЯРОСЛАВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

УПРАВЛЕНИЕ ПЛОДОРОДИЕМ И УЛУЧШЕНИЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬ

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

Ярославль, 7 апреля 2022 г.

Ярославль
Издательство ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА
2022

© ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2022
© Авторы статей, 2022

ISBN 978-5-98914-251-4

УДК 631.452:631.95
ББК 40.3:45.2
У 67

Печатается по решению редакционно-издательского совета агротехнологического факультета ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА.

Управление плодородием и улучшение агроэкологического состояния земель: сборник научных трудов по материалам V Всероссийской (национальной) научно-практической конференции (Ярославль, 7 апреля 2022 г.) / ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА. – Ярославль : Издательство ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2022. – 113 с. – 1 CD-ROM. – Загл. с титул. экрана. – ISBN 978-5-98914-251-4. – Текст : электронный.

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

Текстовое электронное издание

Минимальные системные требования: процессор Intel Pentium 1,3 ГГц и выше; оперативная память 256 Мб и более; операционная система Microsoft Windows XP/Vista/7/10; разрешение экрана 1024x768 и выше; привод CD-ROM, мышь; дополнительные программные средства: Adobe Acrobat Reader 5.0 и выше.

ISBN 978-5-98914-251-4
© ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2022
© Авторы статей, 2022

УДК 631.5:631.453

Оценка фитотоксичности почвы при выращивании культур по различным технологиям

Афанасьева Т.И.[1]; Труфанов А.М.[2], к.с.-х.н.
([1, 2]ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия)

Аннотация. Токсические свойства почва приобретает в результате как естественных процессов, так и в результате антропогенного воздействия посредством агротехнологических приемов. Эти свойства проявляются в ингибировании роста и развития растений. Для экологического контроля за состоянием почв часто используют доступный метод – учет их фитотоксичности. В 2021 году в условиях полевого опыта с кормовыми культурами при возделывании их по различным по интенсивности технологиям на дерново-подзолистой почве дана оценка показателям развития тест-культуры (озимой ржи): всхожести, длине проростка и корней – токсичности почвы. Было установлено, что к наибольшим результатам всхожести, длины корней и проростка привело выращивание в севообороте многолетних трав и следующей за ними – яровой тритикале, что говорит о снижении токсичности почвы, тогда как к наименьшим значениям развития тест-объекта, то есть повышению токсичности способствовало выращивание кукурузы, как наиболее интенсивной культуры как в плане механических агроприемов возделывания, так и агрохимических. Сравнивая технологии возделывания, можно заключить, что органическая уменьшала токсичность по сравнению с контролем, а интенсивная – наоборот усиливала токсические свойства.

Ключевые слова: фитотоксичность почвы, развитие тест-культуры, всхожесть, длина проростка, длина корней, кормовые культуры, технологии возделывания, органическая технология, интенсивная технология.

Soil Phytotoxicity Evaluation when Crops Growing on Various Technologies

Afanasieva T.I.[1],
Trufanov A.M.[2], Candidate of Agricultural Sciences
([1, 2]FSBEI HE Yaroslavl SAA, Yaroslavl, Russia)

Abstract.The soil acquires toxic properties as a result of both natural processes and as a result of anthropogenic impact through

agrotechnological methods. These properties are manifested in the inhibition of plant growth and development. For ecological control over the state of soils, an accessible method is often used – accounting for their phytotoxicity. In 2021, under the conditions of a field experiment with fodder crops when cultivating them using different technologies in intensity on soddy-podzolic soil, an assessment was made of the development indicators of a test crop (winter rye): germination, seedling and root length – soil toxicity. It was found that the cultivation of perennial grasses in the crop rotation and spring triticale, which indicates a decrease in soil toxicity, led to the greatest results in germination, the length of roots and seedlings, whereas, the cultivation of corn, as the most intensive crop, both in terms of mechanical agricultural methods of cultivation and agrochemical, contributed to the lowest values of the development of the test object, that is, the increase in toxicity. Comparing the cultivation technologies, we can conclude that the organic one reduced toxicity compared to the control, and the intensive one, on the contrary, increased the toxic properties.

Keywords: soil phytotoxicity, test culture development, germination, seedling length, root length, fodder crops, cultivation technologies, organic technology, intensive technology.

Развитие человечества и его деятельность неизбежно ведут к существенному нарушению гомеостаза в огромном числе экосистем. Обусловлено это научно-техническим прогрессом, который был и остается причиной постоянного изменения и деформации окружающей среды [1; 2].

В результате чего во всем мире появилась необходимость создания системы мер по минимизации воздействия и восстановлению качества биосферы [3].

Биотестирование, биоиндикацияи экотоксикология позволяют получить интегральную токсикологическую характеристику загрязненной среды, построитьнаиболее полную картину деградации почв [4].

При этом, от уровня токсичности почв зависит и урожайность сельскохозяйственных культур [5]. Необходимо использовать такие агрономические приемы, благодаря которым будет повышаться урожайность культур, не ухудшая свойства почвы [6; 7].

Например, севооборот с его системой чередования и сменой культур на полях по определенной схеме представляет собой вариант решения одной из основных задач современных систем

земледелия – рационального использования пашни. На его основе строятся системы удобрений обработки почвы и мероприятий по защите растений от вредителей, болезней и сорняков [8]. Во времени и пространстве севооборот позволяет внедрять приемы биологизации с наименьшими затратами, например, расширение в структуре посевов доли однолетних и многолетних бобовых культур, позволяющих накапливать биологический азот [9; 10].

Напротив, чрезмерное применение минеральных удобрении и химических средств защиты может оказывать негативное влияние на плодородие почв, экологическое состояние окружающей среды, качество выращиваемой продукции [11].

Именно поэтому важно изучение экологического состояния почвенного покрова и его изменения под влиянием антропогенной деятельности. Таким образом, исследования, целью которых было установить влияние различных культур севооборота и использование различных по интенсивности технологий возделывания на токсичность почвы и урожайность культур, является актуальной и значимой как с научной, так и практической точек зрения.

Методика

Исследования проводились в 2021 году в совместном многолетнем опыте кафедры «Агрономия» и Ярославского НИИЖК – филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая.

Исследования по данной теме включали изучение двух факторов – культуры кормового севооборота (однолетние травы с подсевом многолетних трав; многолетние травы 1, 2 и 3 года пользования; яровая тритикале на зеленую массу; ячмень на зерно; кукуруза на силос) и технологии возделывания (экстенсивная – без удобрений и пестицидов; интенсивная – органические удобрения с дифференцированным внесением минеральных удобрений; высокоинтенсивная – органические удобрения с дифференцированным внесением повышенных доз минеральных удобрений, проводится химическая защита растений; органическая– без минеральных удобрений и пестицидов, в качестве органических удобрений используются сидерат (рапс), ячменная солома, последний укос многолетних трав на сидерат, навоз).

Анализ токсичности почвы проводился по методу почвенных пластинок с проращивание семян тест-культруы (озимой ржи) в

чашках Петри с образцами почвы (60 г) с вариантов опыта при учете их всхожести, длины проростка и корней на 7 день при периодическом увлажнении, абсолютным контролем служили семена, выращенные на фильтровальной бумаге. Статистическая обработки данных проводилась дисперсионным анализом.

В отношении метеорологических условий – температура воздуха с мая по август отличалась небольшим повышением по сравнению со среднемноголетними данными, при этом уровень осадков в мае и августе был намного превышен, тогда как июнь наоборот был засушливым по сравнению со средними многолетними данными. В целом погодные условия вегетационного периода 2021 года были нетипичными.

Результаты

В 2021 году почвенные образцы проявили признаки токсичности в только по показателю всхожести в сравнении с фильтровальной бумагой (таблица1). Значительному уменьшению всхожести, то есть увеличению токсичности почвы способствовало выращивание кукурузы и многолетних трав второго года пользования на фоне интенсивной технологии возделывания. При этом существенно снизился показатель на 27,8% в слое 10–20 см, по сравнению с выращиванием однолетних трав с подсевом многолетних.

Отметим, что многолетние травы третьего года пользования незначительно увеличивали показатель по всем фонам технологий возделывания в общем слое 0-20 см. С существенными различиями на всхожесть повлияло применение интенсивной технологии возделывания при выращивании многолетних трав второго года пользования в слоях 10-20 см и 0-20 см, на 40% и 27,3%, соответственно. При этом, стоит отметить, что незначительному увеличению токсичности интенсивная технология возделывания способствовала только при выращивании яровой тритикале, а в случае выращивания других культур севооборота, она увеличивала показатель всхожести (при выращивании многолетних трав первого и третьего года пользования), либо результат был близок к контролю (в вариантах выращивания однолетних трав с подсевом многолетних, ячменя и кукурузы). Органическая технология возделывания несущественно увеличивала всхожесть, то есть уменьшала токсичность, кроме выращивания яровой тритикале, где органическая технология привела к небольшому уменьшению показателя на 14,1% по сравнению с контролем.

Таблица 1 – Токсичность почвы

Вариант		Показатель тест-культуры								
культура севооборота	технология возделывания	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
Однолетние травы с подсевом мн. трав	контроль	60,2	65,0	62,6	10,0	7,9	9,0	6,3	5,3	5,8
	интенсивная	70,9	62,3	66,6	8,9	8,3	8,6	5,9	5,6	5,7
	органическая	63,5	65,6	64,6	10,2	9,2	9,7	6,5	6,0	6,3
Ячмень	контроль	60,2	66,5	63,3	11,6	10,0	10,8	6,1	6,0	6,1
	интенсивная	68,0	66,5	67,2	11,4	8,0	9,7	6,4	5,5	5,9
	органическая	69,0	53,3	61,1	11,7	7,8	9,8	6,8	5,4	6,1
Кукуруза	контроль	63,1	53,3	58,2	10,7	8,8	9,8	6,3	5,6	6,0
	интенсивная	63,1	45,0	54,0	9,5	9,4	9,5	6,4	4,1	5,3
	органическая	68,0	63,6	65,8	11,1	7,1	9,1	6,3	5,0	5,6
Яровая тритикале	контроль	69,0	69,7	69,4	11,1	11,2	11,2	6,3	5,9	6,1
	интенсивная	63,1	63,6	63,4	10,6	8,9	9,8	6,6	5,6	6,1
	органическая	56,8	62,3	59,6	9,8	9,3	9,6	6,8	5,2	6,0
Мн. тр. 1 г.п.	контроль	74,1	53,3	63,7	10,1	7,3	8,7	6,7	5,9	6,3
	интенсивная	61,3	71,0	66,1	10,9	8,3	9,6	6,7	5,7	6,2
	органическая	79,7	69,6	74,7	10,4	10,3	10,4	6,9	6,0	6,4
Мн. тр. 2 г.п.	контроль	71,4	74,7	73,1	10,2	7,5	8,8	6,9	5,5	6,2
	интенсивная	61,2	45,0	53,1	10,1	8,8	9,5	6,8	6,0	6,4
	органическая	78,5	66,5	72,5	10,8	8,8	9,8	6,4	5,5	5,9
Мн. тр. 3 г.п.	контроль	76,3	49,1	62,7	9,0	7,8	8,4	6,5	5,2	5,8
	интенсивная	66,5	72,3	69,4	10,5	9,1	9,8	7,0	5,6	6,3
	органическая	64,6	64,7	64,7	11,0	8,9	9,9	6,2	6,0	6,1
Контроль (фильтровальная бумага)		68,0			6,0			3,2		
$НСР_{05}$ по фактору А		$F_ф<F_{05}$	16,6	$F_ф<F_{05}$	2,5	2,5	$F_ф<F_{05}$	0,9	1,3	$F_ф<F_{05}$
$НСР_{05}$ по фактору В		$F_ф<F_{05}$	24,6	16,7	$F_ф<F_{05}$	2,3	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	1,3	$F_ф<F_{05}$

На длину проростка с существенными различиями повлияло выращивание ячменя и яровой тритикале. Так, ячмень на фоне интенсивной технологии возделывания в слое 0–10 см существенно увеличил анализируемый показатель на 28,1%, а яровая тритикале в слое 10–20 см на фоне контроля значительно увеличил показатель на 41,8% по сравнению с выращиванием однолетних трав с подсевом многолетних. Также отметим, что выращивание многолетних трав первого, второго и третьего года пользования в слое 0–20 см привели к увеличению длины проростка по всем фонам технологий возделывания, кроме контроля. Применение интенсивной и органической технологии возделывания привело к достоверным изменениям в длине проростка. Так, интенсивная технология возделывания на фоне выращивания яровой тритикале способствовала значительному снижению анализируемого показателя в слое 10–20 см на 20,5%, а органическая на фоне выращивания многолетних трав первого года пользования наоборот способствовала существенному увеличению длины проростка на 41,1% также в слое 10–20 см, по сравнению с контролем. Стоит сказать о том, что в слое 0–20 см интенсивная технология возделывания способствовала незначительному уменьшению показателю на фоне всех культур, кроме многолетних трав, где наименьшие результаты длины проростка наблюдались именно при контрольной технологии возделывания.

На длину корней со значительным уменьшением повлияло выращивание кукурузы на фоне интенсивной технологии возделывания в слое 10–20 см, снижение составило 1,5 см (26,8%), по сравнению с выращиванием однолетних трав с подсевом многолетних. Многолетние травы первого года пользования и ячмень в слое 0–20 см способствовали незначительному увеличению показателя по всем изучаемым технологиям возделывания. Интенсивная технология возделывания кукурузы привела к достоверному уменьшению длины корней в слое 10–20 см на 26,8% по сравнению с контролем. Данная технология при выращивании других культур севооборота незначительно снижала показатель, кроме выращивания многолетних трав второго и третьего года пользования.

В среднем по изучаемым факторам ни один из них не повлиял на анализируемые показатели с достоверными различиями (таблица 2).

Таблица 2 – Токсичность почвы в среднем по изучаемым факторам

Вариант	Показатель 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. Культура севооборота									
Однолетние травы с подсевом мн. трав	64,9	64,3	64,6	9,7	8,5	9,1	6,3	5,6	5,9
Ячмень	65,8	62,1	63,9	11,6	8,6	10,1	6,5	5,6	6,0
Кукуруза	64,7	54,0	59,4	10,4	8,5	9,5	6,3	4,9	5,6
Яровая тритикале	63,0	65,2	64,1	10,5	9,8	10,2	6,6	5,6	6,1
Мн. тр. 1 г.п.	71,7	64,6	68,2	10,5	8,6	9,5	6,7	5,9	6,3
Мн. тр. 2 г.п.	70,4	62,0	66,2	10,4	8,4	9,4	6,7	5,7	6,2
Мн. тр. 3 г.п.	69,1	62,0	65,6	10,2	8,6	9,4	6,6	5,6	6,1
$НСР_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$
Фактор В. Технология возделывания									
Контроль	67,8	61,7	64,7	10,4	8,6	9,5	6,4	5,6	6,0
Интенсивная	64,9	60,8	62,8	10,3	8,7	9,5	6,5	5,4	6,0
Органическая	68,6	63,7	66,1	10,7	8,8	9,8	6,6	5,6	6,1
Контроль (фильтровальная бумага)	68,0			6,0			3,2		
$НСР_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$

Отметим, что в слое 0-10 см все результаты были наибольшими по сравнению со слоем 10–20, это говорит о том, что токсичность меньше в слое 0–10 см. Самые высокие результаты всхожести были получены при выращивании многолетних трав первого, второго и третьего года пользования, их увеличение составило 5,6%, 2,5% и 1,5% соответственно, по сравнению с выращиванием однолетних трав с подсевом многолетних в слое 0–20 см.

При этом, влияния на длину проростка данная тенденция не сохранилась, и к наибольшему результату в слое 0–20 см приводило выращивание яровой тритикале, что на 12,1% выше результата при выращивании однолетних трав. Длина корней была незначительно выше при возделывании многолетних травах первого и второго года пользования на 6,8% и 5,1%, соответственно. Также отметим, что по всхожести только многолетние травы первого года пользования смогли превысить результат контроля на фильтровальной бумаге на 0,3%. Длина проростка и длина корней была выше по всем выращиваемым культурам севооборота результата контроля на фильтровальной бумаге.

При анализе влияния технологий возделывания на показатели токсичности почвы в среднем по факторам достоверных изменений также получено не было. Однако, можно наблюдать тенденцию увеличения всех трех показателей при использовании органической технологии возделывания в общем слое 0-20 см. Так, всхожесть при данной технологии была выше на 2,2%, длина проростка на 3,2% и длина корней на 1,2% по сравнению с результатами, полученными при контрольной технологии возделывания.

Таким образом, к наибольшим результатам всхожести и длины корней привело выращивание многолетних трав первого года пользования, а длины проростка – яровой тритикале, тогда как к наименьшим значениям способствовало выращивание кукурузы. В свою очередь, органическая технология возделывания уменьшала токсичность по сравнению с контролем, а интенсивная – наоборот имела максимальные значения.

Выводы

Таким образом, взяв во внимание результаты исследований влияния различных технологий возделывания культур на показатели токсичности почвы, можем констатировать, что к наибольшим результатам всхожести, длины корней и проростка привело выращивание многолетних трав и следующей за ними яровой

тритикале, что говорит о снижении токсичности почвы, тогда как к наименьшим значениям развития тест-объекта, то есть повышению токсичности способствовало выращивание кукурузы, как наиболее интенсивной культуры как в плане механическихагроприемов возделывания, так и агрохимических. В целом, органическая технология возделывания уменьшала токсичность по сравнению с контролем, а интенсивная – наоборот имела максимальные значения токсических свойств.

Список источников

1. Макарова В. Н., Василевская Е. А., Деньдоброва Д. Н., Зашкина Д. С. Оценка токсичности почвы приморского края на основе различий в параметрах развития вида-индикатора // Территория новых возможностей. – 2021. – № 1. – С. 144–151.

2. Максимова Н. Б., Морковкин Г. Г., Лаврентьева А. Оценка токсичности и загрязненности почв методом фитоиндикации // Вестник АГАУ. – 2003. – № 2. – С. 106–112.

3. Селивановская С.Ю., Галицкая П.Ю. Оценка эффективности контактного и элюатного методов биотестирования почв // Токсикологический вестник. – 2007. – № 1 – С. 113–122.

4. Плешакова Е.В. Разработка нового метода определения токсичности нефтезагрязненной почвы // Вестник СГТУ. – 2010. – № 1. – С. 188–193.

5. Колесникова И.Я., Труфанов А.М. Экологическая роль почвенных микромицетов в изменении биохимических показателей плодородия // Вестник АПК Верхневолжья. – 2017. – № 2(38). – С. 19–26.

6. Труфанов А.М. Ресурсосбережение в технологии возделывания яровой пшеницы на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве // Вестник АПК Верхневолжья. – 2018. – № 2(42). – С. 18–25.

7. Исаичева У.А., Труфанов А.М., Смирнов Б.А. Роль обработки, удобрений и защиты растений в управлении биологическими свойствами почвы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 5(91). – С. 30–33.

8. Парамонов А.В. Влияние некоторых приемов агротехники на урожайность культур кормового севооборота // Известия ОГАУ. – 2015. – № 3 (53). – С. 22–26.

9. Постников П.А., Бородулина Ф.А., Васина О.В., Тиханская Е.Л. Продуктивность севооборотов с различным насыще-

нием клевером в зависимости от фона питания // Земледелие. – 2022. – № 2. – С. 15–18.

10. Кочкарова М.А.-А. Севооборот как прием повышения урожайности зерновых культур // Образование. Наука. Научные кадры. – 2021. – № 2. – С. 155-160.

11. Тукенова З.А., Пономаренко О.И. и др. Влияние экологически безопасного биопрепрепарата «Биоэкогум» на урожайность и качество овощных культур // Почвоведение и агрохимия. – 2020. – № 4. – С. 84–95.

УДК 633.11:632.931.1:631.51:632.931.1:631.8

Влияние различных агроприемов на распространенность болезней в посеве яровой пшеницы

Герасимова А.С.[1], аспирант; Воронин А.Н.[2], к.с.-х.н., доцент
([1, 2]ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия)

Аннотация. В статье представлены материалы по изучению влияния различных систем обработки почвы и удобрений на распространенность болезней в посеве яровой пшеницы. Исследования проводились в условиях полевого стационарного трехфакторного опыта на дерново-подзолистой среднесуглинистой глеевой почве опытного поля Ярославской государственной сельскохозяйственной академии. Показана положительная роль применения системы поверхностно-отвальной обработки почвы при внесении соломы вместе с полной нормой минеральных удобрений. В этом случае снижается распространенность болезней и увеличивается урожайность яровой пшеницы.

Ключевые слова: обработка почвы, удобрения, распространенность болезней, глееватая почва.

The Influence of Various Agricultural Practices on the Prevalence of Diseases in the Sowing of Spring Wheat

Gerasimova A.S.[1], graduate student
Voronin A.N.[2], Candidate of Agricultural Sciences, Docent
([1, 2]FSBEI HE Yaroslavl SAA, Yaroslavl, Russia)

Abstract. The article presents materials on the study of the influence of various tillage systems and fertilizers on the prevalence of diseases in the sowing of spring wheat. The studies were carried out under

the conditions of a field stationary three-factor experiment on soddy-podzolic medium loamy gley soil of the experimental field of the Yaroslavl State Agricultural Academy. The positive role of the use of the system of surface-dump tillage with the introduction of straw along with the full rate of mineral fertilizers is shown. In this case, the prevalence of diseases decreases and the yield of spring wheat increases.

Keywords: tillage, fertilizers, prevalence of diseases, gleyic soil.

Одной из важнейших проблем современного земледелия является поддержание благоприятного фитосанитарного состояния посевов полевых культур, а в частности обеспечение их чистоты от сорняков, поражаемости различными патогенами и опасными вредителями [1].

В полевых севооборотах оптимизация фитосанитарного состояния посевов основывается, прежде всего, на комплексе организационно-хозяйственных и агротехнических мероприятий, использовании механических и физических методов защиты растений. К ним относится структура посевных площадей, использование устойчивых сортов и гибридов, севооборота, обработка почвы различными механизмами, использования как органических, так и минеральных удобрений, обработка семян всевозможными препаратами и их подготовка к посеву, оптимальные сроки проведения работ, применение микробиологических препаратов и соблюдение экономических порогов вредоносности [2].

Внесение удобрений, по мнению ряда авторов [3; 4; 5], улучшает фитосанитарную обстановку на посевах сельскохозяйственных культур, так как конкурентоспособность культурных растений возрастает, и они способны сами в значительной степени подавлять рост и развитие сорняков, а также сопротивляться поражаемости некоторыми болезнями. По другим данным, применение органических и минеральных удобрений увеличивало засоренность посевов на 25–30% по сравнению с контролем [6].

Цель данной работы – изучить влияние различных систем обработки почвы и удобрений на распространенность болезней в посеве яровой пшеницы.

Методика

Работа проводилась в 2021 году на опытном поле ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА на дерново-подзолистой среднесуглинистой глееватой почве в яровой пшеницы.

Схема полевого стационарного трехфакторного опыта:

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

1. Отвальная, «$О_1$»;
2. Поверхностная с рыхлением, «$О_2$»;
3. Поверхностно-отвальная, «$О_3$»;
4. Поверхностная, «$О_4$».

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}, «$У_4$»;
5. Солома 3 т/га + NPK, «$У_5$»;
6. NPK, «$У_6$».

Фактор С. Система защиты растений от сорняков, «Г»:

1. Без гербицидов, «$Г_1$»;
2. С гербицидами, «$Г_2$».

В статье приводятся данные по вариантам $О_1$, $О_3$ и $О_4$, а также $У_1$, $У_3$, $У_5$, $У_6$. Исследования проводились на безгербицидных вариантах защиты растений от сорняков.

Погодные условия вегетационного периода 2021 года отличались повышенными температурными показателями во все месяцы вегетации, при этом количество осадков существенно отличалось от среднемноголетних наблюдений. В мае и августе отмечалось превышение над среднемноголетними значениями, в июне и июле осадков выпадало очень небольшое количество. В целом метеорологические условия можно охарактеризовать как нетипичные.

Результаты

В среднем по факторам применение изучаемых систем обработки почвы не вызвало каких-либо значимых изменений в распространенности ринхоспориоза в фазу выхода в трубку, а также гельминтоспориоза и фузариоза в фазу цветения (таблица 1). Использование системы поверхностно-отвальной обработки почвы вызвало достоверное увеличение распространенности ржавчины в фазу молочной спелости – 65%.

Использование изучаемых систем удобрений не вело к достоверным изменениям распространенности ринхоспориоза в фазу выхода в трубку при наименьших значениях на варианте с соломой и полным минеральным удобрением – 11,11%.

Таблица 1 – Действие исследуемых факторов на распространенность болезней по фазам развития яровой пшеницы, %

Вариант	Выход в трубку	Цветение		Молочная спелость			
	ринхо-спориоз	гель-минто-спориоз	фуза-риоз	гель-минто-спориоз	септо-риоз	септо-риоз колоса	ржав-чина
Фактор А. Система обработки почвы, «О»							
Отвальная, «$О_1$»	13,75	16,25	27,92	35,83	40,83	27,08	49,58
Поверхностно-отвальная, «$О_3$»	14,58	15,42	22,08	31,25	41,25	22,08	65,00
Поверхност-ная, «$О_4$»	15,00	16,25	17,08	31,67	40,42	19,17	59,58
$НСР_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$
Фактор В. Система удобрений, «У»							
Без удобрений, «$У_1$»	15,00	17,78	37,22	41,11	45,00	26,11	63,89
Солома 3 т/га, «$У_3$»	14,44	17,22	22,22	34,44	46,11	21,11	67,22
Солома 3 т/га + NPK, «$У_5$»	11,11	10,00	9,44	21,11	22,78	12,78	37,78
NPK, «$У_6$»	17,22	18,89	20,56	35,00	49,44	31,11	63,33
$НСР_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	13,93	11,58	18,02	11,40	21,95

Применение всех изучаемых фонов питания вызвало существенное снижение распространенности фузариоза в фазу цветения при наименьших значениях по фону совместного использования соломы и полного минерального удобрения – 9,44%.

В среднем по факторам применение соломы совместно с полной нормой минеральных удобрений вызвало статистически значимое снижение распространенности всех болезней в фазу молочная спелость.

Применение изучаемых систем обработки почвы в среднем по факторам не вызвало достоверных изменений в урожайности яровой пшеницы при наибольших значениях по фону «Солома + NPK» – 29,73 ц/га (таблица 2). В среднем по системам обработки почвы использование полной нормы минеральных удобрений как отдельно, так и совместно с соломой обусловило существенное

увеличение урожайности культуры при максимальных значениях на варианте «Солома + NPK».

Таблица 2 – Действие изучаемых факторов на урожайность яровой пшеницы

Вариант	Урожайность, ц/га
Фактор А. Система обработки почвы, «О»	
Отвальная, «О1»	24,09
Поверхностно-отвальная, «О3»	29,73
Поверхностная, «О4»	24,77
НСР05	FФ<F05
Фактор В. Системы удобрений, «У»	
Без удобрений, «У1»	20,41
Солома, «У3»	25,31
Солома + NPK, «У5»	31,92
NPK, «У6»	27,15
НСР05	5,35

Заключение

Таким образом, в качестве основной на дерново-подзолистых глееватых почвах рекомендуется применять систему поверхностно-отвальной обработки на варианте совместного использования соломы и полного минерального удобрения. В этом случае возможно снижение пораженности болезнями и получение максимальной урожайности яровой пшеницы.

Список источников

1. Захарова Е. Б., Чурилова К. А. Обработка почвы как элемент ресурсосберегающей технологии возделывания пшеницы и сои // Дальневосточный аграрный вестник. 2009. №3. С. 76–78.

2. Макаров И. П., Муха В. Д. Плодородие почв и устойчивость земледелия (агроэкологические аспекты). М.: «Колос», 1995. 288 с.

3. Завалин А. А. Биопрепараты, удобрения и урожай. М.: Изд-во ВНИИА, 2005. 302 с.

4. Зенькова Н. Н., Разумовский Н. П., Моисеева М.О. Продуктивность, качественный состав и использование кормовых бобов // Сборник трудов конференции КФ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева с международным участием. 2018. С. 83–86.

5. Воронин А. Н., Труфанов А. М., Щукин С. В. Действие агротехнических приемов на распространенность ржавчинных

болезней и продуктивность полевых культур // Известия ТСХА. 2021. № 4. С. 41–50.

6. Хадеев Т. Г., Таланов И. П., Фомин В. Н. Приемы обработки почвы и фитосанитарное состояние посевов яровой пшеницы // Защита и карантин растений. 2010. № 6. С. 30–32.

УДК 504.062.4

Влияние различных технологий возделывания на урожайность культур кормового севооборота и плодородие почвы

Дубинин В.В.[1], аспирант; Сабирова Т.П.[2], к.с.-х.н., доцент
([1,2]ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия;
[2]Ярославский НИИЖК – филиал ФНЦ
«ВИК им. В.Р. Вильямса», Ярославская область, Россия)

Аннотация. В данной статье представлены материалы по изучению влияния различных технологий возделывания на урожайность кормовых культур и сохранение в почве органического вещества. Исследования проводились в условиях полевого стационарного опыта на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве опытного поля Ярославского НИИЖК филиала ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Показана положительная динамика применения интенсивной технологии возделывания культур кормового севооборота. В этом случае наблюдается получение высокой урожайности корма и сохранение гумуса в почве за счет пожнивно-корневых остатков.

Ключевые слова: кукуруза, ячмень, урожайность, обменная энергия, сухое вещество, кормовые единицы, сырой протеин, пожнивно-корневые остатки, азот, фосфор, калий, гумус.

Influence of Different Cultivation Technologies on Yield of Forage Crop and Soil Fertility

Dubinin V.V.[1], graduate student;
Sabirova T. P.[2], Candidate of Agricultural Sciences
([1,2]FSBEI HE Yaroslavl SAA, Yaroslavl, Russia;
[2]Yaroslavl NIIZHK – branch of the Federal Research Center
«V.R. Williams VIC», Yaroslavl Region, Russia)

Abstract. This article presents materials on the study of the influence of various cultivation technologies on the yield of fodder

crops and the preservation of organic matter in the soil. The research was carried out in the conditions of a stationary field experiment on the sod-podzolic medium loamy soil of the experimental field of the Yaroslavl NIIZHK branch of the Federal Research Center «V. R. Williams VIC». The positive dynamics of the application of intensive technology of cultivation of fodder crop rotation crops is shown. In this case, there is a high yield of feed and the preservation of humus in the soil due to crop-root residues.

Keywords: corn, barley, yield, exchange energy, dry matter, feed units, crude protein, crop and root residues, nitrogen, phosphorus, potassium, humus.

В настоящее время в современном сельском хозяйстве, одной из первостепенных задач, является увеличение количества и качества про-изводства животноводческой продукции, решение которой неразрывно связано с созданием прочной кормовой базы [1]. В современном производстве при выращивании полевых культур, удобрения являются основополагающим элементом существующих систем земледелия, выбор которых зависит от наличия в хозяйстве необходимых материально-технических ресурсов. Высокая эффективность удобрений обеспечивается только при условии применения их в определенной научно обоснованной системе с учетом конкретных почвенных и климатических условий, особенностей питания отдельных культур и чередования их в севообороте, агротехники, свойств удобрений и многих других факторов [2]. Для получения высоких урожаев необходимо научно-обоснованное сочетание органических и минеральных удобрений [3]. Но для сохранения уровня плодородия почвы необходимо высокое содержание органического вещества в почве. Органическое вещество почвы аккумулирует в себе запасы углерода, азота, калия, фосфора, микроэлементов, способствует созданию оптимальных режимов почвы и структуры, препятствует эрозионным процессам, ослабляет действие токсичных веществ. Органические вещества регулируют расход элементов питания, предотвращая непроизводительные потери от вымывания, образования газообразных продуктов и труднорастворимых минеральных соединений, увеличивают эффективность минеральных удобрений. Оно является единственным источником энергии для жизнедеятельности почвенной микрофлоры и биоты, участвует в саморегуляции разложения, способствуя инактивации глинисты-

ми минералами ферментов выделяющихся микроорганизмами. Почвы с высоким содержанием гумуса биологически активнее: в них больше численность микроорганизмов, разнообразнее их видовой состав, интенсивнее образуется углекислый газ CO_2, повышена ферментативная активность. Органическое вещество участвует в формировании почвы, что обусловлено его способностью связываться минеральной частью почвы. Образующиеся при этом органо-минеральные соединения – представляют почвенный поглотительный комплекс – важнейшее свойство любой почвы. Формы органо-минеральных соединений могут быть комплексами с катионами металлов, гидроксидами, анионами, силикатами и т.д. Почвенные минералорганические комплексные соединения являются примером таких форм. Обязательным условием ведения стабильного земледелия является воспроизводство органического вещества, что означает одновременное воспроизводство биологических, агрофизических и агрохимических факторов плодородия. Гумус является отличным поглотителем воды – 1 г гумуса способен поглощать от 4 до 20 г воды, которая доступна растениям. Это свойство зависит от наличия гуминовых кислот [4].

Цель работы – изучить влияние различных технологий возделывания на урожайность и качество кормовых культур севооборота и плодородие почвы.

Методика

Исследования проводились в многолетнем стационарном полевом опыте, заложенном в 2017 году на опытном поле Ярославского НИИЖК филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая с содержанием гумуса 1,87%, P_2O_5 – 278 мг/кг почвы, K_2O – 128 мг/кг почвы, pH – 5,8. Общая площадь делянки 120 м², размещение вариантов рендомизированное в 3-кратной повторности. Севооборот: однолетние травы с подсевом многолетних трав (люцерна синяя + тимофеевка луговая + овсяница луговая) – многолетние травы (3 года пользования) – яровая тритикале и поукосно посев рапса на сидерат – ячмень – кукуруза.

Схема опыта включала следующие варианты: ЭТ (К) – экстенсивная технология без применения удобрений (контроль); ИТ – интенсивная технология с применением органических и минеральных удобрений; ВТ – высокоинтенсивная технология с

применением органических и минеральных удобрений; ОТ – органическая технология с применением органических удобрений; БТ – биологизированная технология с применением органических и минеральных удобрений.

Перед посевом семена ячменя обрабатывали биопрепаратом по схеме:

B_1 – без обработки биопрепаратом;

B_2 – обработка биопрепаратом Giot 18.

Определение химического состава производилось в лаборатории Ярославского НИИЖК филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». Урожайность определялась сплошным поделяночным методом с учетом влажности и засоренности. Статистическая обработка данных проводилась методом дисперсионного анализа с помощью программы Disant. В 2021 году в целом складывались благоприятные условиях для роста и развития кормовых культур.

Результаты

Под посев ячменя с осени была запахана зеленая масса ярового рапса. По экстенсивной технологии заделаны только его корневые остатки. Рапс является биологическим очистителем почвы от болезнетворных организмов, что оказало влияние на формирование урожайности ячменя. Наибольшую урожайность зерна получили по экстенсивной технологии без обработки биопрепаратом и она составила 2,03 т/га (таблица 1). В засушливый год внесение минеральных удобрений способствовало снижению урожайности ярового ячменя в среднем на 1,6–15,9% по биологизированной, интенсивной и высокоинтенсивной технологиям. По интенсивной и высокоинтенсивной технологиям отмечено повышение урожайности от применения биопрепарата, однако, статистическая обработка данных показала, что она несущественная. Подобная тенденция отмечается при сборе сухого вещества, обменной энергии, кормовых единиц и сырого протеина.

На урожайность зеленой массы кукурузы повлияли изучаемые технологии, так если по экстенсивной технологии получено 27,7 т/га зеленой массы, то по органической технологии при внесении 60 т/га она увеличилась до 69,9 т/га, по биологизированной технологии до 83,6 т/га, по высокоинтенсивной технологии до 93,0 т/га. Самая высокая урожайность зеленой массы кукурузы сформировалась по интенсивной технологии, и она составила 93,0 т/га. Увеличение зеленой массы по сравнению с ее урожайностью на экстенсивной технологии составило 152,3–235,7%.

Таблица 1 – Продуктивность кукурузы на зеленую массу и ячменя на зерно в кормовом севообороте

Вариант опыта			Урожайность, т/га	Сбор с 1 га			
				СВ, т	ОЭ, ГДж	тыс. к. ед.	сырой протеин, т
Кукуруза (зеленая масса)	ЭТ (К)		27,7	5,66	62,34	5,55	0,30
	ОТ		69,9	16,81	190,11	17,48	1,20
	БТ		83,6	19,06	216,34	19,82	1,64
	ИТ		93,0	22,25	258,49	24,25	1,70
	ВТ		90,0	18,01	239,01	25,76	1,76
$НСР_{05}$ А			24,2	–	–	–	–
Ячмень (зерно)	ЭТ (К)	Б1	2,03	1,76	22,37	2,29	0,30
		Б2	1,68	1,51	19,07	1,95	0,24
	ОТ	Б1	1,87	1,65	20,82	2,14	0,28
		Б2	1,87	1,64	20,78	2,14	0,27
	БТ	Б1	1,57	1,36	17,07	1,74	0,24
		Б2	1,55	1,39	17,58	1,80	0,22
	ИТ	Б1	1,64	1,46	18,28	1,86	0,25
		Б2	2,01	1,78	22,39	2,29	0,30
	ВТ	Б1	1,49	1,30	16,28	1,64	0,24
		Б2	1,68	1,46	18,32	1,87	0,27
$НСР_{05}$ А			$F_ф<F_{05}$	–	–	–	–
$НСР_{05}$ В			$F_ф<F_{05}$	–	–	–	–

Применение минеральных и органических удобрений в соответствии с технологиями возделывания способствовали повышению сбора сухого вещества, обменной энергии, кормовых единиц и сырого протеина.

Культуры севооборота являются одним из источников поступления органического вещества в почву, что положительно сказывается на сохранении и повышении почвенного плодородия. В данном севообороте органические удобрения поступали в почву в виде пожнивно-корневых остатков, соломы, зеленой массы рапса и многолетних трав (таблица 2).

При возделывании кукурузы в почву поступало пожнивно-корневых остатков по различным технологиям от 1,43 до 3,18 т/га. С пожнивно-корневыми остатками в почву вносилось по всем технологиям возделывания 6,82–16,40 кг/га азота, 2,27–5,52 кг/га фосфора, 12,8–47,03 кг/га калия.

Таблица 2 – Поступление в почву элементов питания с органическими удобрениями

Культура	Технология возделывания	Пожнивно-корневые остатки				Солома				Всего			
		всего, т/га	N кг/га	P кг/га	K кг/га	всего, т/га	N кг/га	P кг/га	K кг/га	всего, т/га	N кг/га	P кг/га	K кг/га
Кукуруза	ЭТ	1,43	6,82	2,27	14,21	–	–	–	–	1,43	6,82	2,27	14,21
	ОТ	3,12	16,4	5,52	47,03	–	–	–	–	3,12	16,4	5,52	47,03
	БТ	1,85	13,8	2,53	24,36	–	–	–	–	1,85	13,8	2,53	24,36
	ИТ	1,18	5,49	1,68	12,8	–	–	–	–	1,18	5,49	1,68	12,8
	ВТ	3,18	16,24	4,98	41,07	–	–	–	–	3,18	16,24	4,98	41,07
Ячмень	ЭТ	0,66	8,07	1,17	6,00	–	–	–	–	0,66	8,07	1,17	6,00
	ОТ	0,76	8,67	1,47	7,79	1,05	12,01	2,02	9,04	1,81	20,68	3,49	16,83
	БТ	0,64	7,62	1,11	5,14	1,07	11,78	1,71	8,15	1,71	19,40	2,82	13,29
	ИТ	0,67	9,85	1,20	8,08	1,12	16,06	2,15	11,89	1,79	25,91	3,35	19,97
	ВТ	0,51	6,44	0,95	6,90	0,91	12,71	1,76	9,85	1,42	19,15	2,71	16,75

После ячменя в почве пожнивно-корневых остатков остается минимальное количество 0,64–0,76 т/га по разным технологиям возделывания. С пожнивно-корневыми остатками ячменя в почву поступало по всем технологиям возделывания 6,44–9,85 кг/га азота, 0,95–1,47 кг/га фосфора, 5,14–8,08 кг/га калия. В качестве органического удобрения ячменная солома заделывалась в почву по всем технологиям, кроме экстенсивной. По различным технологиям возделывания ее поступало в почву от 0,91 до 1,12 т/га, питательных веществ – 11,78–16,06 кг/га азота, 1,71–2,15 кг/га фосфора, 8,15–11,89 кг/га калия. В среднем по всем технологиям возделывания с одной тонной органических остатков кукурузы вносилось в почву 5,65 кг азота, 1,60 кг фосфора и 13,60 кг калия, а с одной тонной органических остатков ячменя (пожновно-корневые и солома) – 12,7 кг азота, 1,84 кг фосфора и 9,95 кг калия.

Выводы

В итоге, при возделывании кукурузы и ячменя рекомендуется использовать интенсивную технологию. В этом случае наблюдается получение высокой урожайности культур кормового севооборота, за счет умеренного внесения удобрений получили качественный корм по содержанию, как сухого вещества, так и обменной энергии. При этой технологии возделывания поступает оптимальное количество пожнивно-корневых остатков, а у ярового ячменя и соломы, что способствует сохранению плодородия почвы.

Список источников

1. Дедов А.А., Дедов А.В., Несмеянова М.А. Технология возделывания люцерны синей на кормовые цели // Кормопроизводство. 2016. № 12. С. 24–27.

2. Смирнов, П. М. Агрохимия / П.М. Смирнов, Э.А. Муравин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1984. 304 с. – (Учебники и учебные пособия для с/х вузов). – ISBN 5-10-002221-3.

3. Воронин, А. Н., Труфанов, А.М., Щукин С.В. Действие агротехнических приемов на распространенность ржавчинных болезней и продуктивность полевых культур / А.Н. Воронин, А.М. Труфанов, С.В. Щукин // Известия ТСХА. 2021. № 4. С. 41–50. Рез. англ. – Библиогр.: с. 46–47 (17 назв.).

4. Агрохимия. Учебник / В.Г. Минеев, В.Г. Сычев, Г.П. Гамзиков и др.; под ред. В.Г. Минеева. – М.: Изд-во ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, 2017. 854 с.

УДК 633:632.51:631.5

Потенциальная засоренность посевов сельскохозяйственных культур семенами и вегетативными органами сорных растений при различных технологиях возделывания

Иванова М.Ю.[1], к.с.-х.н.;
Ваганова Н.В.[2], к.с.-х.н., доцент
([1, 2]ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия)

Аннотация. Представлены результаты исследований влияния различных технологий возделывания полевых культур на потенциальную засоренность почвы семенами и вегетативных органов размножения сорных растений дерново-подзолистой почвы в условиях Ярославской области Нечерноземной зоны РФ. В ходе исследований было установлено, что возделывание культур по органической и интенсивной технологии не приводит к ухудшению фитосанитарного состояния посевов. Интенсивная технология обеспечивает получение высокой урожайности культур севооборота.

Ключевые слова: вегетативные органы размножения, потенциальная засоренность, сорные растения, семена, засоренность, почва, технологии возделывания, севооборот.

Potential Contamination of Crops with Seeds and Vegetative Organs of Weeds with Various Cultivation Technologies

Ivanova M.Yu.[1], Candidate of Agricultural Sciences;
Vaganova N.V.[2], Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
([1, 2]FSBEI HE Yaroslavl SAA, Yaroslavl, Russia)

Abstract. The results of studies of the influence of various technologies of cultivation of field crops on the potential contamination of the soil with seeds and vegetative organs of propagation of weeds of sod-podzolic soil in the conditions of the Yaroslavl region of the Non-Chernozem zone of the Russian Federation are presented. In the course of research, it was found that the cultivation of crops using organic and intensive technology does not lead to a deterioration in the phytosanitary condition of crops. Intensive technology ensures high yield of crop rotation crops.

Keywords: vegetative organs of reproduction, potential contamination, weeds, seeds, contamination, soil, cultivation technologies, crop rotation.

Сорные растения со специфическим видовым составом, численностью отдельных видов, а также потенциальным запасом семян в почве повсеместно присутствуют в структуре агроценозов. Существенное влияние на запас семян сорных растений оказывает технология возделывания культур, приемы обработки почвы, применяемые гербициды, известкование и другие факторы. Однако популяции сорных растений приобрели свойства, позволяющие им противостоять антропогенному воздействию (высокая семенная продуктивность, биологические особенности семян, способность к интенсивному вегетативному размножению и т.д.) [1].

В последние годы, в том числе в условиях Нечерноземной зоны России, актуальной является тема органического земледелия, которая подразумевает отказ от применения минеральных удобрений и пестицидов. Гербициды оказывают большое влияние на структуру агроценозов. Разная степень чувствительности сорных растений к гербицидам, использование новых препаратов широкого спектра действия, баковых смесей, изменение сроков и кратности обработок, доз, применяемых химических средств защиты растений приводят к изменению видового состава сорных растений в агрофитоценозах, расширению ареала или подавлению отдельных видов сорняков.

Методика

Агроэкологический анализ влияния технологий возделывания на плодородие почвы проводился в 2-факторном стационарном полевом опыте, заложенном на опытном поле академии. Опыт заложен в 2021 году на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве.

Перед закладкой опыта почва пахотного горизонта содержала: гумуса –3,51%; обменного калия – 98,01 мг/кг; легкодоступного фосфора – 266,57 мг/кг почвы; pH солевой вытяжки – 5,1; гидролитическая кислотность – 1,65 мг-экв /100 г почвы; степень насыщенности почв основаниями – 87,36%. По содержанию элементов питания относится к среднеокультуренной и пригодной для возделывания полевых культур.

Опыт заложен методом расщепленных делянок с рендомизированным размещением вариантов в повторениях. Повторность опыта 3-кратная.

Схема 2-факторного стационарного полевого опыта (6 х 3)

Фактор А – севооборот

Чередование культур в севообороте:

1. Ячмень с подсевом многолетних трав (клевер полевой + тимофеевка луговая).
2. Многолетние травы 1 г.п.
3. Многолетние травы 2 г.п.
4. Озимые зерновые.
6. Однолетние травы.
7. Яровая пшеница.

Фактор В – технологии возделывания культур:

I. Экстенсивная технология возделывания полевых культур (К) – без удобрений и без пестицидов.

II. Органическая технология возделывания полевых культур (О) – без минеральных удобрений и пестицидов. В качестве органических удобрений используются сидерат (рапс), солома, последний укос многолетних трав, навоз.

III. Интенсивная технология возделывания полевых культур (И) – удобрения вносятся дифференцированно по культурам севооборота и проводится защита растений от болезней, вредителей и сорняков.

При проведении исследований изучалось отзывчивость следующих сортов:

– яровая пшеницы сорт «Тризо»:
– овес полевой сорт «Кречет»:
– клевер сорт «Дымковский»:
– вика полевая сорт «Ярославская 136»;
– тимофеевка сорт «Ярославская 11»;
– ячмень сорт «Яромир».

Органические удобрения: не применялись. Внесение комплексного минерального удобрений (азофоска) было проведено на вариантах с интенсивной технологией выращивания полевых культур в норме $N_{60}P_{60}K_{60}$.

В опыте использовались рекомендованные для региона технологические приемы выращиваемых культур.

При проведении исследований использовались следующие методики:

Определение потенциальной засоренности почвы семенами сорных растений.

Определение потенциальной засоренности почвы семенами сорных растений определяется методом малых проб. С помощью тонкого бура с каждой делянки опыта отбирают 10 индивидуальных проб и составляют смешанный образец по слоям 0–10 и 10–20 см. образцы почвы доводят до воздушно-сухого состояния, а затем берут две навески по 100 г после отмывания в воде и отделения минеральных частиц в растворе поташа (K_2CO_3) семена выделяют из органической массы и подсчитывают по видам. Результаты подсчета выражают в миллионах штук семян на гектар.

Засоренности почвы органами вегетативного размножения сорных растений.

Определение запаса органов вегетативного размножения многолетних сорных растений в почве проводят во всех повторениях по методике Б.А. Смирнова и В.И. Смирновой (1976). На делянке выделяется 4 учетные площадки размером 50х50 см (0,25 м^2) методом рендомизации. Раскопки ведутся по слоям 0–10 и 10–20 см.

Определение величины урожая.

Величина урожая учитывалась сплошным поделяночным методом с пересчетом на абсолютно чистую продукцию. Урожайные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа для двухфакторного опыта, заложенного методом расщепленных делянок.

Результаты

Учет потенциальной засоренности посевов показал высокую степень засорения, численность семян варьирует от 946,7 до 11-62,1 млн шт./га (таблица 1). Анализируя видовой состав выявленных семян, следует отметить, что в почве опытного участка преобладают малолетние виды, и преимущественно представлен такими видами как марь белая, горец шероховатый, пикульник красивый.

При сравнении потенциальной засоренности почвы под посевами различных культур следует отметить, что общее количество семян имеет весьма близкие значения, при этом на вариантах с выращиванием многолетних трав 1 года пользования величина данного показателя была наименьшей и составила 946,7 млн шт./га.

Говоря о засоренности почвы семенами по слоям пахотного горизонта при выращивании различных культур отдельно по биогруппам следует отметить относительно равномерное распределение семян малолетних видов на вариантах выращивания

яровой пшеницы и ячменя; на вариантах выращивания многолетних трав 1 года пользования в слое 0-10 см находится 41% семян, 59% – в слое 10–20 см, обратная тенденция наблюдается под посевом однолетних трав.

Таблица 1 – Потенциальная засоренность почвы семенами сорных растений в слое 0–20 см в среднем по изучаемым факторам

Вариант	Количество семян сорных растений по слоям, млн шт./га						
	общее количество	семена малолетних сорных растений			семена многолетних сорных растений		
		0–10 см	10–20 см	0–20 см	0–10 см	10–20 см	0–20 см
Технология							
Экстенсивная	1162,1	481,2	527,5	1008,7	76,7	76,7	153,4
Органическая	1091,7	449,2	541,7	990,9	52,5	48,3	100,8
Интенсивная	970,8	445,8	455,8	901,6	31,7	37,5	69,2
Культура							
Ячмень + с подсевом многолетних трав	1258,4	536,7	646,7	1183,4	36,7	38,3	75,0
Многолетние травы 1 г.п.	946,7	351,7	500,0	851,7	58,3	36,7	95,0
Однолетние травы	1000,1	506,7	361,7	868,4	90,0	41,7	131,7
Яровая пшеница	1150,4	483,3	568,3	1051,6	36,7	61,7	98,4

Под посевом ячменя было выявлено наименьшее количество семян многолетних сорных растений – 75 млн шт./га в слое 0–20 см, при этом наблюдалось равномерное распределение семян по слоям пахотного горизонта. Более 60% семян многолетников находилось в слое 0–10 см под посевом многолетних трав 1 года пользования и однолетних трав, однако под посевом яровой пшеницы более 60% семян многолетних видов было выявлено в слое 10–20 см.

Наименьшее значение потенциальной засоренности почвы семенами сорных растений в среднем по культурам севооборо-

та наблюдалась при интенсивной технологии возделывания – 970 млн шт./га, в том числе по биогруппам. Наибольшее количество семян было отмечено при экстенсивной технологии – 1162,1 млн шт./га, в том числе по биогруппам. Следует отметить, что значение общего количества семян сорных растений по всем изучаемым технологиям имеет весьма близкое значение.

В ходе исследований не выявлена тенденция влияния изучаемых технологий на потенциальную численность сорных растений, количество семян равномерно распределено по слоям пахотного слоя, что можно объяснить проведением исследований в год закладки опыта.

В почве под посевами полевых культур преобладали вегетативные органы размножения осота полевого и пырея ползучего (таблица 2). В меньшей степени встречались органы размножения бодяка полевого, чистеца болотного, хвоща полевого и вьюнка полевого.

Основная масса органов вегетативного размножения по всем видам сорных растений располагалась в слое 0–10 см, исключение составили такие виды, как осот полевой и бодяк полевой, у которых в слое 10–20 см количество органов вегетативного размножения, практически, равномерно была распределена по пахотному слою.

Вегетативные органы осота полевого встречались под посевами всех культур севооборота приблизительно в одинаковом количестве, с наименьшим значение длины под посевами многолетних трав в слое 0–10 см, а в слое 10–20 см минимальная длина вегетативных органов осота была отмечена под посевом ячменя – 7,8 см/м^2.

Наименьшее значение длины вегетативных органов размножения пырея ползучего наблюдалась под посевами ячменя и однолетних трав, причем в последнем случае в слое пахотного горизонта 10–20 см органы размножения пырея выявлены не были, также как и органов размножения все остальных видов многолетних сорных растений.

Органы вегетативного размножения бодяка и хвоща полевого отсутствовали только под посевами однолетних трав. Органы размножения чистеца болотного были выявлены под посевами многолетних трав и под посевом ячменя только в слое 0–10 см. Органы размножения вьюнка полевого наблюдались только под посевами ячменя и яровой пшеницы только слое 0–10 см.

Таблица 2 – Роль изучаемых факторов в изменении длины и массы вегетативных органов размножения многолетних сорных растений в посевах полевых культур, см/м², г/м²

Вариант	Общая масса		Общая длина	Вид сорного растения											
				Слой, см											
				осот полевой		пырей ползучий		бодяк полевой		чистец болотный		хвощ полевой		вьюнок полевой	
	0–10	10–20		0–10	10–20	0–10	10–20	0–10	10–20	0–10	10–20	0–10	10–20	0–10	10–20
Культура															
Ячмень	4,2	0,6	88,1	58,2	7,8	5,9	0,6	3,9	1,4	3,9	–	1,1	–	5,8	0,8
Мн.тр.1г	3,2	1,3	108,0	33,0	28,1	11,9	5,0	2,4	5,7	10,6	5,6	5,7	–	–	–
Одн. тр.	4,7	0,4	72,6	55,2	14,5	2,9	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Яр пш.	6,4	2,2	107,1	43,1	16,3	28,2	11,0	2,6	0,9	–	–	2,2	2,1	0,7	–
Технологии															
Экстен.	6,0	1,2	121,5	62,2	23,4	23,5	6,1	1,2	0,6	–	–	2,8	1,7	–	–
Органич.	5,9	0,9	84,0	32,1	11,3	12,4	8,4	4,4	2,2	–	–	4,2	–	8,1	0,9
Интенсив.	2,8	0,6	77,1	45,4	10,4	4,1	0,5	2,5	2,9	8,5	2,8	–	–	–	–
Защита растений															
Без герб.	4,4	0,9	102,3	50,3	18,0	14,4	5,4	3,3	2,4	2,7	1,4	1,4	–	2,7	0,3
С герб	6,0	1,0	75,1	42,7	8,0	10,8	2,2	–	–	4,8	–	4,1	2,5	–	–

В среднем по изучаемым факторам наибольшая общая длина вегетативных органов размножения многолетних сорных растений в ходе исследований была выявлена в посевах многолетних трав и яровой пшеницы – 108,0 и 107,1 см/м², соответственно. Масса вегетативных органов размножения имело приблизительно одинаковое значение под посевами всех полевых культур по слоям пахотного горизонта.

При применении интенсивной и органических технологий наблюдалось некоторое уменьшение общей длины вегетативных органов размножения, в сравнении к экстенсивной. При этом следует отметить значительное уменьшение длины вегетативных органов преобладающих видов – осота и пырея ползучего, однако в слое 10-20 см уменьшению длины пырею способствовало применение только интенсивной технологии.

Вегетативные органы размножения бодяка полевого встречались при всех изучаемых технологиях, имеющих приблизительно одинаковое значение длины, но с несколько меньшим значением при экстенсивной технологии по всему пахотному горизонту. Вегетативные органы чистеца болотного в ходе исследований были отмечены только при интенсивной технологии, в то время как хвоща полевого при данной технологии отмечено не было. При применении органической технологии наблюдались органы вегетативного размножения вьюнка полевого, с преобладанием в слое 0–10 см.

Значение массы вегетативных органов размножения по всем изучаемым технологиям имело близкие значение по слоям, при несколько меньшем значении при интенсивной в слое 0–10 см.

Применение гербицида в посеве яровой пшеницы в среднем по интенсивной и экстенсивной технологиям возделывания оказало свое положительное влияние – наблюдалось уменьшение длины вегетативных органов размножения у таких видов по слоям, как осот полевой, пырей полевой. На варианте с внесением гербицида отсутствовали органы размножения бодяка, вьюнка полевого. Однако применение гербицида не повлияло на изменение длины вегетативных органов таких видов, как чистец болотный и хвощ полевой.

В целом использование гербицида способствовало уменьшению общей длины вегетативных органов размножения в 1,4 раза в сравнении с вариантом без гербицидов. Следует отметить отсутствие положительного влияния гербицидов на значение массы

вегетативных органов размножения многолетних сорных растений.

Урожайность полевых культур является основным показателем, характеризующим влияние изучаемых факторов (таблица 3).

При сравнении урожайных данных видно, что по всем технологии выращивания набольшая продуктивность наблюдается на однолетних травах. Проведение органической технологии обеспечивало небольшую прибавку урожая только при выращивании яровой пшеницы. Применение интенсивной технологии обеспечило наибольшую урожайность ячменя и однолетних трав.

Таблица 3 – Урожайность полевых культур при разных технологиях выращивания, ц к.ед./га

Вариант		Урожайность, ц. к. ед/га
культура	технология	
Ячмень	Экстенсивная	11,32
	Органическая	10,60
	Интенсивная	15,18
Однолетние травы	Экстенсивная	14,02
	Органическая	12,78
	Интенсивная	18,65
Яровая пшеница	Экстенсивная	7,99
	Органическая	9,16
	Интенсивная	8,42
$НСР_{05}$ для делянок 1 порядка		$F_ф<F_{05}$
$НСР_{05}$ для делянок 2 порядка		$F_ф<F_{05}$

Заключение

Органическая и интенсивная технологии возделывания полевых культур не привели к значительному увеличению потенциальной засоренности почвы семенами сорных растений, а также вегетативными органами размножения сорных растений. Проведение интенсивной технологии обеспечивает получение высокой урожайности культур севооборота и поддерживает фитосанитарное состояние почвы на уровне экстенсивной.

Список источников

1. Баздырев, Г.И. Изменение потенциальной засоренности почвы семенами сорных растений в зависимости от интенсивности обработки почвы, гербицидов и элементов склона / Г.И. Баз-

дырев, О.М. Куваева – Текст электронный // Агро XXI. – 2007. № 7–9. – С. 29-31. – URL: https://www.elibrary.ru/contents.asp?id = 33190041 (дата обращения: 15.04.2022).

2. Смирнов, Б.А. Методика учета засоренности посевов в полевом стационарном опыте / Б.А. Смирнов, В.И. Смирнова // Доклады ТСХА. – 1976. Вып. 2.

УДК 631.86:633.11«321».004.12:631.559 (470.316)

Влияние биопрепаратов на продуктивность и качество яровой пшеницы в условиях нечерноземной зоны России

Иванова С.С., к.с.-х.н.
(ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия)

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по яровой пшенице в условиях Ярославской области за 2016 г. Установлена возможность применения опрыскивание посевов биопрепаратом. Технология возделывания зерновых культуробеспечивает увеличение урожайности и улучшение качества зерна.

Ключевые слова: яровая пшеница, биопрепараты, урожайность. качество.

The Influence of Biological Products on the Productivity of Spring Wheat Crops in the Conditions of the Non-chernozem Zone of Russia

Ivanova S.S., Candidate of Agricultural Sciences
(FSBEI HE Yaroslavl SAA, Yaroslavl, Russia)

Abstract. The article presents the results of research on spring wheat in the Yaroslavl region in 2016. The possibility of spraying crops with a biological preparation has been established. The technology of cultivation of grain crops provides an increase in yield and improvement of grain quality.

Keywords: spring wheat, biological products, weed vegetation, yield.

Яровая пшеница представляет большой интерес для Нечерноземной зоны России. В агропромышленном комплексе Ярославской области в течение ряда лет отмечается сокращение производства зерновых. Площади в Ярославской области под

яровой пшеницей в 2020 году составили 8674 га, урожайность 21,4 ц/га [4].

Ухудшение состояния окружающей среды требует новых подходов к разработке систем защиты и повышения иммунной устойчивости зерновых культур. Применение и изучение биопрепаратов в нашей стране в последнее время приобретает массовый характер. Появляются экологически безопасные биопрепараты отечественного производства. Они играют важную физиологическую роль в увеличении урожайности, улучшения качества продукции и повышения устойчивости к стрессовым факторам [3].

Цель исследований – научное обоснование и определение эффективность применения различных по действию биопрепаратов на продуктивность и качество яровой пшенице.

Методика

Исследовательская работа проводилась на опытном поле Научно-исследовательской лаборатории ресурсосберегающих технологий в земледелии ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА в 2016 г. Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая. Мощность пахотного горизонта 22 см. Агрохимическая характеристика участка: гумуса 2,2%, P_2O_5 193 мг/кг, K_2O 160 мг/кг почвы, легкогидролизуемого азота 80 мг/кг почвы, гидролитическая кислотность 0,38 мг-экв на 100 г почвы; pH солевой вытяжки 5,4.

Исследования проводились на посевах яровой пшеницы сорта «Дарья». Характеристика сорта: максимальная урожайность 72,6 ц/га. среднеспелый, вегетационный период 90 дней, устойчив к полеганию. По хлебопекарным качествам – ценная пшеница. Средне поражается мучнистой росой; умеренно восприимчив к септориозу; восприимчив к бурой ржавчине, пыльной и твердой головне.

Опыт трехфакторный, включает 12 вариантов. Площадь элементарной делянки составила 21 м². Повторность – трехкратная.

Схема опыта:

Фактор 1 – Обработка семян, «О»:

1. Без протравителя, «$О_1$»;
2. С протравителем, «$О_2$»;

Фактор 2 – Удобрения, «У»:

1. Без удобрений, «$У_1$»;
2. $N_{93}P_{93}K_{93}$, «$У_2$»;
3. $N_{200}P_{200}K_{200}$, «$У_3$»;

Фактор 3 – Биопрепарат, «Б»:

1. Без биопрепарата, «$Б_1$»;
2. Биовайс, «$Б_2$»;
3. Валент 2.0, «$Б_3$».

В опыте использовалась общепринятая для региона технология возделывания яровой пшеницы. Нормы минеральных удобрений рассчитывались на планируемую урожайность. Норма высева семян 260 кг/га. Предшественник вико-овсяная смесь на зеленую массу. Протравливание проводили протравителем «Сертикор» 0,75 л/т перед посевом. В качестве биопрепарата применялся «Биовайс» 500 л/га и «Валент-2» 300 л/га, опрыскивание по вегетирующим посевам. Против сорняков использовали гербицид «Агритокс», норма расхода 1,0 л/га.

Рисунок 1 – Посевы яровой пшеницы

Метеорологические условия 2016 года отрицательно повлияли на росте и развитии яровой пшеницы. Они отличались большим количеством осадков в начальные периоды развития яровой пшеницы, количество в июне и июле на 41 и 17% соответственно превышали среднемноголетние показатели, тогда как в конце вегетации осадков было в 4 раза меньше среднемноголетнего показателя. Среднемесячная температура была близка средним значениям.

Все исследования проводились согласно общепринятым методикам и ГОСТам. Для выявления достоверного влияния изучаемых факторов на исследуемые показатели проведен дисперсионный анализ.

Результаты

Основным критерием оценки является урожайность сельскохозяйственной культуры. Урожайность яровой пшеницы зерна в опыте по изучаемым средним факторам колеблется от 28,7 до 32,0 ц/га, соломы с 34,4 до 38,4 ц/га.

Обработка семян протравителем способствовала повышению урожайности зерна на 7,4%. Существенной разницы по данному фактору не было получено. Внесение минеральных удобрений способствовали небольшому увеличению урожайности 9,4 ($У_2$) и 11,5% ($У_3$) соответственно. Применение биопрепаратов повлияло на урожайность яровой пшеницы так же не значительно. Прибавка составила 4,7 ($Б_2$) и 5,7% ($Б_3$). Аналогичная закономерность наблюдается и по соломе.

Таблица 1 – Урожайность яровой пшеницы, ц/га

Вариант	Урожайность	
	зерна	соломы
Фактор 1. Обработка семян, «О»		
1.Без протравителя, «$О_1$»	29,6	35,5
2. С протравителем, «$О_2$»	31,8	38,2
$НСР_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$
Фактор 2. Удобрения, «У»		
1. Без удобрений; «$У_1$»	28,7	34,4
2. $N_{93}P_{93}K_{93}$, «$У_2$»;	31,4	37,7
3. $N_{200}P_{200}K_{200}$, «$У_3$»;	32,0	38,4
$НСР_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$
Фактор 3. Биопрепарат, «Б»		
1. Без биопрепарата, «$Б_1$»;	29,8	35,8
2. Биовайс, «$Б_2$»;	31,2	37,4
3. Валент 2.0, «$Б_3$»;	31,5	37,8
$НСР_{05}$	Fф<F05	Fф<F05

В связи с тем, что яровая пшеница является важной продовольственной культурой, были определены важные показатели зерно, такие как содержание белка и сырой клейковины. Данные представлены в таблице 2.

Установлено, что резких отличий в содержании в зерне белка и сырой клейковины между вариантами отсутствуют. Однако, по содержанию белка и сырой клейковины в варианте с применением Биовайс и Валент 2,0 показатели выше – 13,6 и 25,6 ($Б_2$) и 13,4 и

24,8% ($Б_3$). Содержание белка в зерне в опыте колеблется от 11,8 до 13,6%, а содержание сырой клейковины от 21,2 до 25,6%.

Таблица 2 – Показатели качества зерна

Вариант	Содержание в зерне %	
	белка	сырой клейковины
Фактор 1. Обработка семян, «О»		
1.Без протравителя, «$О_1$»	12,5	23,6
2. С протравителем, «$О_2$»	12,8	23,4
$НСР_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$
Фактор 2. Удобрения, «У»		
1. Без удобрений; «$У_1$»	12,0	21,4.
2. $N_{93}P_{93}K_{93}$, «$У_2$»;	12,3	23,5
3. $N_{200}P_{200}K_{200}$, «$У_3$»;	13,0	23,9
$НСР_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$
Фактор 3. Биопрепарат, «Б»		
1. Без биопрепарата, «$Б_1$»;	11,8	21.2
2. Биовайс, «$Б_2$»;	13,6	25,6
3. Валент 2.0, «$Б_3$»;	13,4	24,8
$НСР_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$

Выводы

Таким образом, можно отметить, что на дерново-подзолистой средне суглинистой почве в годы исследования 2016 года показывают, что в среднем по обработке биопрепаратом как Биовайс, так и Валент 2,0 происходит увеличение урожайности и повышения качества зерна. Необходимо продолжить дальнейшие исследования по данным биопрепаратом.

Литература

1. ГОСТ 13496.4-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. М.: Стандартинформ, 2011.

2. ГОСТ Р 54478-2011. Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице. М.: Стандартинформ, 2012.

3. Иванова С.С. Возделывание картофеля с применением биопрепаратов в Нечерноземной зоне России // Научное обеспечение инновационного развития агропромышленного комплекса регионов РФ. Материалы международной научно-практической конференции. 2018. С. 520–524.

4. Посевные площади и валовый сбор урожая сельскохозяйственных культур по категориям хозяйств Ярославской области за 2020 год: статистический бюллетень / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Ярославской области – Ярославль: Ярославльстат, 2021.

5. Ярославский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Обзор агрометеорологических условий за 2016–2017 сельскохозяйственный год по Ярославской области. г. Ярославль, 2017.

УДК 631.41:661.183.2

Применение активных углей для детоксикации почв

Казнина М.А., к.х.н., доцент
(ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия)

Аннотация. Проведен анализ литературных данных по применению активных углей на загрязненных почвах. Выяснено, что углесорбционная детоксикация – это наиболее универсальный прием восстановления плодородия почв, загрязненных остатками пестицидов, и получения экологически чистой сельскохозяйственной продукции.

Ключевые слова: активные угли, почвы, детоксикация, остатки пестицидов, урожайность с-х культур, экологически чистая продукция.

The Use of Active Carbons for Detoxification of Soils

Kaznina M.A., Candidate of Chemical Sciences, Docent
(FSBEI HE Yaroslavl SAA, Yaroslavl, Russia)

Abstract. The analysis of literature data on the use of activated carbons on polluted soils is carried out. It was found out that carbon–sorption detoxification is the most universal method of restoring the fertility of soils contaminated with pesticide residues and obtaining environmentally friendly agricultural products.

Keywords: active coals, soils, detoxification, pesticide residues, agricultural crop yields, environmentally friendly products.

Экологизация сельского хозяйства – один их самых актуальных вопросов настоящего времени. Для получения высоких урожаев применяют избыточное количество химических средств защиты растений. Пестициды, используемые в сельском хозяйстве,

после применения должны разлагаться в регламентные сроки, но их остатки и продукты их полураспада все же накапливаются в почве и отрицательно сказываются на выращивании культур. Для уменьшения негативного влияния используют специальные мероприятия:

- внесение в почву веществ-деструкторов, которые ориентированы на разложение определенных соединений и сокращающие время распада пестицидов или образующие нетоксичные соединения;

– применение природных или искусственных сорбентов;

– проведение известкование, которое оказывает многостороннее положительное действие на свойства почвы;

– введение в севооборот культур, способных усваивать отдельные соединения и т.д.

Анализ научной литературы показал, что имеется некоторый опыт детоксикации почв от остатков пестицидов активированным (активным) углем (АУ). Применение активных углей отвечает следующим требованиям:

– высокая емкость поглощения;

– нейтральная кислотность (pH 6,0–7,5);

– избирательная сорбция;

– удобная препаративная форма;

– гидрофобность;

– низкая стоимость и доступность исходного сырья;

– утилизациясырьевых отходов;

– экологическая нейтральность.

Активированный уголь получают из разнообразных органических материалов. Так сырьем для промышленного получения активных углей служат: каменноугольная основа (каменный и бурый уголь), торфяная основа, древесина (чаще из твердых лиственных пород, например, березы) и продукты ее переработки (опилки, кора и отходы бумажного производства). Разработаны методы получения углей из различных растительных сельскохозяйственных остатков (соломы пшеницы, ржи, овса или рапса), из скорлупы кокоса, плодовых косточек, из переработанных грампластинок или автомобильных шин.

Для того чтобы получить активированный угольсырье подвергают дроблению до определенного размера, обжигу при высоких температурах без доступа воздуха (карбонизации). Вследствие того, что карбонизат обладает плохими адсорбци-

онными свойствами (небольшой размер пор и малая внутренняя площадь поверхности), его подвергают активации для получения специфической структуры пор. Она осуществляется в специальных печах при температурах до 1000°С в среде диоксида углерода и водяного пара или специальными химическими реагентами.

При очистке почв от избыточного количества токсикантов важным фактором при выборе сырья и условий активации является природа и содержание примесей в углях, а также гранулометрический состав материалов.Поэтому предварительно изучается сорбционная способность АУ по отношению к различным видам гербицидов и содержание тяжелых металлов в их составе.В опубликованных работах установлено, что агросорбенты должны иметь объем микропор не менее 0,2–0,3 см^3/г при существенном развитии тонких пор (0,8–1,2 нм), позволяющих прочно удерживать как молекулы самих пестицидов, так и продукты их деструкции.

Однако оценка эффективности активного угля по защите сельскохозяйственных культур от воздействия остатков пестицидов осуществляется в вегетационных и полевых опытах.Так в таблице 1приведены результаты вегетационных опытов, выполненных на тест-культурах с различными типами и концентрациями гербицидов в почве [1–2]. Эффективность активного угля по детоксикации почв определяют по формуле

$$Эф = M/M_к \cdot 100\%,$$

где М – масса наземных органов растений, г;

$M_к$ – масса наземных органов растений в контрольном опыте (почва без пестицидов), г;

Эф– эффективность детоксикации почвы, %.

Экспериментальные данные свидетельствуют, что АУ действительно повышает урожайность на 20–80% и является универсальным средством для восстановления плодородия почв.

Другим важным результатом применения активных углей в почву является получение экологически чистой продукции.В таблице 2 представлены результаты сопоставительных экспериментальных исследований на сельскохозяйственных культурах при их возделывании по обычной технологии и с использованием углеродного адсорбента [1–2].

Как видно, внесение активных углей на загрязненные участки в количестве 100–200 кг/га позволяет резко снизить, а в ряде слу-

чаев и полностью исключить накопление гербицидов в продуктах растение- и овощеводства.

Таблица 1 – Эффективность восстановления плодородия почв, загрязненных остатками гербицидов, с помощью модифицированных активных углей (марки «Агросорб») при норме применения 100 кг/га

Остатки гербицидов в почве	Культура	Показатели сохраненного урожая тест-культур, % к загрязненному контролю
Хлорсульфорон, 0,2 г/га	Огурец	16–20
	Свекла	58–63
	Редис	23–28
Тербацил, 1,4 кг/га	Огурец	23–27
	Свекла	64–69
	Редис	30–39
Пиклорам, 2 г/га	Огурец	22–24
Симазин, 50 г/га	Томат	22–26
Хлорсульфурон, 0,4 г/га	Томат	98–100
	Свекла	98–99
	Редис	98–100

Таблица 2 – Накопление гербицидов сельскохозяйственными культурами

Доза гербицида, кг/га	Доза активного угля, кг/га	Тест-культура	Содержание гербицида в урожае, мкг/кг
Трефлан – 1	–	Томаты	2
Трефлан – 1	100	Томаты	28
Трефлан – 1	–	Морковь	95
Трефлан – 1	100	Морковь	не обнаружено
2,4–Д* –5	–	Ячмень	220
2,4–Д –5	200	Ячмень	не обнаружено
2,4–Д – 10	–	Ячмень	670
2,4–Д – 10	200	Ячмень	не обнаружено

2,4–Д* – дихлорфеноксиуксусная кислота.

Также проводились исследования в полевых условиях на дерново-подзолистых почвах Московской области активного угля марки «Жизнедар». Его использовали под посев кукурузы на поле, где применялся гербицид хлорсульфурон. Доза и глубина

заделки АУ подбирались за 10–15 суток до посева семян в загрязненную почву. Урожай кукурузы по вариантам исследования характеризовался следующими показателями (зеленая масса, ц/га): контроль – 273, АУ (100 кг/га) – 295, почва с остатками гербицида – 209, почва с остатками гербицида + АУ (100 кг/га) – 275 [3]. Данные исследования показали, что применение АУ в почва с остатками гербицида дозах до 100 кг/га является эффективным приемом оздоровления почвы и рекомендуется в качестве профилактического и лечебного.

Выводы

Таким образом, использование активных углей для детоксикации почв путем обнаружения в ней накапливающихся количеств пестицидов и определении массы наземных органов растений повышает урожайность на загрязненных сельскохозяйственных угодьях и обеспечивает получение экологически чистой продукции.

Данная работа является обзорной в области применения активных углей на почвах, загрязненных остатками пестицидов, и открывает определенные перспективы в использовании этого приема для оздоровления почв Ярославской области.

Список источников

1. Мухин В.М., Спиридонов Ю.Я. Оздоровление почв, загрязненных пестицидами, с помощью углеадсорбционных технологий // Аграрная наука. 2019; (2): С. 156–159.

2. Спиридонов Ю.Я., Мухин В.М., Воропаева Н.Л., Богданович Н.И. Углеадсорбционная детоксикация почв, загрязненных остатками пестицидов // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения Д.И. Чканикова «Современные проблемы гербологии и оздоровления почв» 21–23 июня 2016 г., Большие Вяземы. 2016. С. 336–341.

3. Крылова Н.П. Экологически чистый способ оздоровления почвы от почвоутомления и остатков пестицидов (вегетационные и полевые опыты по использованию активного угля в качестве эффективного способа восстановления плодородия почвы от почвоутомления и при загрязнении почвы остатками пестицидов (в частности, гербицидов), опыты с хлорсульфуроном // Экологическая безопасность в АПК. Реферативный журнал. 2001. № 1. С. 122.

УДК 631.461:631.445.2:633:631.5

Микромицетный состав дерново-подзолистой почвы при выращивании различных полевых культур

Колесникова И.Я.[1], к.б.н., доцент; Моисеев А.О.[2], обучающийся
([1, 2]ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия)

Аннотация. В работе рассматриваются однолетние данные по изучению влияния сельскохозяйственных культур сплошного сева на численность почвенных грибов при экстенсивной и интенсивной агротехнологиях.

Ключевые слова: микромицеты, корневые выделения, ячмень, многолетние травы, однолетние травы, яровая пшеница.

Micromycete Composition of Sod-podzolic Soil in the Cultivation of Various Field Crops

Kolesnikova I.Ya.[1], Candidate of Biological Sciences, Docent; Moiseev A.O.[2], student
([1, 2]FSBEI HE Yaroslavl SAA, Yaroslavl, Russia)

Annotation. The paper considers annual data on the study of the effect of continuous sowing crops on the number of soil fungi with extensive and intensive agricultural technologies

Keywords: micromycetes, root secretions, barley, perennial grasses, annual grasses, spring wheat.

Грибы являются ведущим компонентом гетеротрофного блока наземных экосистем. Зависимость состава и численности почвенных микромицетов не только от типа почвы, но и от состава высших растений отмечена в ряде работ как зарубежных (Stenton, 1953; Menen, Williams, 1957 и др.) [1], так и отечественных (Голованова и др., 2010; Торопова и др., 2018) авторов [2; 3]. Однако подобных исследований явно недостаточно для формирования полной картины.

В естественных условиях в прикорневой зоне растения количественный и качественный состав микрофлоры подвержен существенным изменениям в течение вегетационного периода по фазам развития растений, а также в зависимости от условий окружающей среды.

В искусственно создаваемых агроэкосистемах к этим факторам добавляются антропогенные, среди которых важное значение

приобретают применяемые агротехнологии, системы удобрений растений, системы защиты [4]. Изучение взаимовлияния сельскохозяйственных культур и почвенных микроорганизмов – очень актуальная сегодня задача.

Расширяя биологическое разнообразие культур в севооборотах, можно повышать супрессивность почвы, оздоравливать ее, способствовать уничтожению почвенных фитопатогенов [3].

Например, возделывание многолетних трав в севооборотах-способствует увеличению поступления растительных остатков, которые служат материалом для активизации микробиологических процессов. Накопление микробной массы, сохранение и увеличение количества органического вещества в почве создает благоприятный фон для возделывания сельскохозяйственных культур [5].

Известно, что различные представители почвенной микобиоты (например, виды р.Trichoderma) могут осуществлять регуляцию численности фитопатогенных видов в прикорневой зоне за счет ограничения развития возбудителей болезней и стимулирования жизнедеятельности вегетирующего растения. На клеточном уровне действие ассоциативных микроорганизмов направлено на регуляцию и нормализацию физиолого-биохимических процессов в растительной клетке [2].

Цель наших исследования заключалась в оценке влияния различных сельскохозяйственных культур на видовой состав и численность групп почвенных микромицетов в условиях дерново-подзолистых почв Ярославской области.

Методика исследований

Исследования проводились в 2-факторном стационарном полевом опыте, заложенном на опытном поле ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА (д. Бекренево Ярославского района) в 2021 году на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве методом расщепленных делянок с рендомизированным размещением вариантов в повторениях. Повторность опыта трехкратная.

Схема 2-факторного стационарного полевого опыта (6 х 3):

Фактор А – Культуры севооборота:

1. Ячмень с подсевом многолетних трав (клевер полевой + тимофеевка луговая).
2. Многолетние травы 1 г.п.
3. Многолетние травы 2 г.п.
4. Озимые зерновые.

6. Однолетние травы.

7. Яровая пшеница.

Фактор В – Технология возделывания культур:

I. Экстенсивная технология возделывания полевых культур (К) – без удобрений и без пестицидов.

II. Органическая технология возделывания полевых культур (О) – без минеральных удобрений и пестицидов. В качестве органических удобрений используются сидерат (рапс), солома, последний укос многолетних трав, навоз.

III. Интенсивная технология возделывания полевых культур (И) – удобрения вносятся дифференцированно по культурам севооборота и проводится защита растений от болезней, вредителей и сорняков.

Почвенные грибы изучались на вариантах с экстенсивной и интенсивнойтехнологиями возделывания полевых культур.

Выделение и учет почвенных грибов проводили методом глубинного посева на агаризованную среду Чапека в разведении 1:1000. Математическую обработку данных проводили в программе Disant.

Выращивались яровая пшеница сорта Тризо, ячмень Яромир с подсевом многолетних трав, многолетние травы тимофеевка луговая Ярославская 11 + клевер полевой Дымковский, однолетние травы – вико-овсяная смесь (овес посевной Кречет + вика посевная Ярославская 136).

Очень теплая погода июня ускорила развитие большинства культур, в том числе ранних яровых зерновых. Несмотря на преимущественно жаркую и сухую погоду этого месяца, влагообеспеченность яровых зерновых культур в критический по отношению к влаге период развития оставалась достаточной [6].

Результаты

Учет почвенных микромицетов, проведенныйв условиях полевого опыта на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, показал, что возделываемые растения оказывали влияние на их численность.

Технология возделывания культур, а именно, внесение минеральных удобрений при интенсивной технологии, также сказалась на этом показателе (рисунок 1).

Представленные на диаграмме данные свидетельствуют о том, что минимальная численность микромицетов отмечена в почве пахотного горизонта под посевами ярового ячменя с подсевом

многолетних трав. Более высокие значения количества грибов имели место в вариантах с однолетними (вико-овсяная смесь) и многолетними (клевер + тимофеевка) травами. В состав как первых, так и вторых входил бобовый компонент, для него некоторыми авторами отмечается наличие биоспецифичности групп почвенных микромицетов, которая может быть связана с типом живой формы и корневой системы, а также с составом прижизненной экссудации растений [1]. Особенностью бобовых культур является мощно развитая разветвленная корневая система, активно продуцирующая в качестве корневых выделений азотсодержащие компоненты, например, различные аминокислоты,что могло способствовать росту численности микромицетов. Бобовые травы на 2/3 обеспечивают себя азотом из атмосферы за счет азотфиксации. При разложении пожнивно-корневые остатки обогащаютпочву гумусом, зольными элементами, улучшают ее структуру.

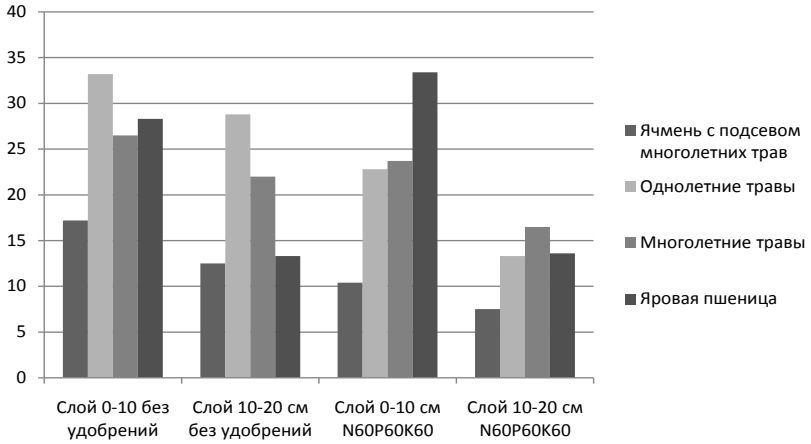


Рисунок 1 – Численность микромицетов в почве под различными культурами севооборота, тыс. КОЕ в 1 г воздушно-сухой почвы

В посевах яровой пшеницы численность микромицетов в слое почвы 0–10 см была на уровне и выше однолетних и многолетних трав, тогда как в слое 10–20 см варьировала в зависимости от удобренности почвы. Иные данные получены в исследованиях, проведенных в условиях южной лесостепи Новосибирской области на черноземе обыкновенном. Здесь для монокультуры пшеницы отмечена минимальная в опыте численность грибов на Чапек-агаре [3].

По биологическим особенностям ячмень значительно отличается от других зерновых культур коротким вегетационным периодом и тем, что у него очень быстрый ход потребления веществ, большую часть элементов питания ячмень потребляет за 30-40 дней, тогда как пшеница за 50–60 и овес за 55–65 дней [7]. Ячмень ко времени выхода в трубку поглощает около 67% калия, до 46% фосфора и значительное количество азота от общего значения, используемого за весь вегетационный период [8].

По всей видимости, быстрый вынос питательных веществ из почвы привел к лимитированию их для почвенных грибов, что повлияло на численность последних.

Можно говорить и о фунгистазисной активности растений. Растения способны выделять через корневую систему некоторое количество этилена, который, как известно, в случае продуцирования его микроорганизмами может сдерживать развитие почвенных грибов [9].

В целом на посевах ячменя, вико-овсяной смеси, многолетних трав в вариантах с внесением полной нормы минеральных удобрений численность почвенных микромицетов была ниже, чем в неудобренной почве. На посевах яровой пшеницы наблюдалась обратная тенденция роста количества грибов на фоне внесения NPK.

Дисперсионный анализ показал, что в среднем по изучаемым факторам отмеченное влияние удобренийна численность микромицетовбыло существенным только в слое 10–20 см (табл.1).

Таблица 1 – Влияние изучаемых факторов на численность микроскопических грибов

Вариант	Численность почвенных грибов в 1 г воздушно-сухой почвы по слоям, тыс. КОЕ	
	Слой 0–10 см	Слой 10–20 см
Фактор А – Культуры севооборота		
Ячмень с подсевом многолетних трав	13,8	10,0
Многолетние травы 1 г.п.	25,1	19,6
Однолетние травы	27,1	17,8
Яровая пшеница	30,8	13,5
$НСР_{05}$	$F_{05}<F_{05}$	$F_{05}<F_{05}$
Фактор В – Технология возделывания культур		
Экстенсивная	26,3	19,5
Интенсивная	22,1	11,1
$НСР_{05}$	$F_{05}<F_{05}$	$F_{05}<F_{05}$

Для культур севооборота нельзя однозначно утверждать, что различия в количестве грибов в почве при выращивании ячменя, многолетних, однолетних трав и яровой пшеницы были связано именно с возделываемой культурой (таблица 1).

Выводы

Таким образом, в первый год исследований микобиоты дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы под культурами севооборота наблюдалась тенденция к снижению численности почвенных грибов при применении $N_{60}P_{60}K_{60}$ в качестве элемента агротехнологий с достоверным уменьшением в слое 10-20 см.

Сельскохозяйственные культуры оказали неоднозначное влияние на численность микромицетов. Более низкоеколичествомикромицетовв 1г воздушно-сухой почвы по сравнению с другими культурами было отмечено на делянках с ячменем.

Список источников

1. Куркина, Ю.Н. Микромицеты ризосферы некоторых бобовых культур / Ю.Н. Куркина, Нгуен Т.-Л. Хуонг, И.В. Батлуцкая, А.В. Лазарев // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2015. – RJPBCS 6(6) Page No. 1681–1685.

2. Голованова, Т.И. Взаимоотношения пшеницы с микроскопическими грибами / Т.И. Голованова, Ю.А. Литовка, Е.В. Долинская, Е.А. Сичкарук, А.Ф. Валиулина, А.Г. Савицкая, О.Л. Схиладзе // Вестник КрасГАУ. – 2010. – № 9. – С. 90–96.

3. Торопова, Е.Ю. Влияние культурных растений на сапротрофные микроорганизмы и супрессивность почвы / Е.Ю. Торопова, М.П. Селюк, С.Н. Посаженников // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. – № 7. – С. 17–20.

4. Колесникова, И.Я. Экологическая роль почвенных микромицетов в изменении биохимических показателей плодородия / И.Я.Колесникова, А.М. Труфанов // Вестник АПК Верхневолжья. – 2017. – № 2(38). – С. 19–26.

5. Колобков, Е.В. Микробиологическая активность почвы как фактор оценки биологизированных севооборотов / Е.В. Колобков, П.А. Постников // Аграрный вестник Урала. – 2012. – № 2(94). – С. 4–6.

6. Обзор агрометеорологических условий за 2020–2021 сельскохозяйственный год по Ярославской области / Ярославский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. – г. Ярославль. – 2021.

7. Минеев, В.Г. Агрохимия: учебник / В.Г. Минеев. – М.: Изд-во Моск. Ун-та; Наука, 2006. – 720 с.

8. Посыпанов, Г.С. Растениеводство: учебник / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков и др.; под ред. Г.С. Посыпанова. – М.: КолосС, 2006. – 612 с.

9. Олюнина, Л.Н. Влияние теплового шока на выделение этилена проростками пшеницы и гороха / Л.Н. Олюнина, А.П. Веселов, А.Г. Орлова, В.М. Гусельникова, В.Н. Карусевич, О.В. Гришина // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – Серия: биология. – 2001. – №1. – С. 176-181. – URL: http://www.vestnik.unn.ru/ru/nomera?jnum=3 (дата обращения: 01.04.2022).

УДК 631.467.2

Влияние различных агроприемов на численность почвенных нематод и урожайность яровой пшеницы

Котяк П.А.[1], к.с.-х.н., доцент; Воронин А.Н.[2], к.с.-х.н., доцент
([1, 2]ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия)

Аннотация. В статье представлены материалы по изучению влияния различных систем обработки почвы и удобрений на численность почвенных нематод в посеве яровой пшеницы. Исследования проводились в условиях полевого стационарного трехфакторного опыта на дерново-подзолистой среднесуглинистой глеевой почве опытного поля Ярославской государственной сельскохозяйственной академии. Показана положительная роль применения системы поверхностно-отвальной обработки почвы при внесении соломы вместе с полной нормой минеральных удобрений. В этом случае количество почвенных нематод уменьшается и увеличивается урожайность яровой пшеницы.

Ключевые слова: обработка почвы, удобрения, нематоды, глеватая почва.

Impact of Different Agricultural Practices on the Population of Soil Nematodes and Field Crop Yield

Kotyak P.A.[1], Candidate of Agricultural Sciences, Docent;
Voronin A.N.[2], Candidate of Agricultural Sciences, Docent
([1, 2]FSBEI HE Yaroslavl SAA, Yaroslavl, Russia)

Abstract. The article presents materials on the study of the influence of various tillage systems and fertilizers on the number of soil nematodes in spring wheat sowing. The studies were carried out under the conditions of a field stationary three-factor experiment on

soddy-podzolic medium loamy gley soil of the experimental field of the Yaroslavl State Agricultural Academy. The positive role of the use of the system of surface-dump tillage with the introduction of straw along with the full rate of mineral fertilizers is shown. In this case, the number of soil nematodes decreases and the yield of spring wheat increases.

Keywords: tillage, fertilizers, nematodes, gley soil.

Почвенные экосистемы состоят из сложных пищевых сетей, включающих широкий спектр организмов, от одноклеточных бактерий, водорослей и простейших до многоклеточных клещей, дождевых червей и нематод. Нематоды сильно различаются по жизненным стратегиям и выполняют различные функции в почвенных пищевых цепях [1; 2].

Почвенных нематод обычно относят к пяти трофическим группам в зависимости от их образа жизни: паразиты растений, бактериоядные, грибоядные, хищники и всеядные [3].

Сообщества почвенной фауны в агроэкосистемах, включая нематод, находятся под сильным влиянием агроприемов, таких как обработка почвы, севооборот, использование удобрений и средств защиты растений.

Поддержание здоровой функции почвенной экосистемы имеет основополагающее значение для обеспечения устойчивости и жизнеспособности сельскохозяйственных систем во всем мире [4].

Зная биологические характеристики почвенных нематод и изучая закономерности их жизненных циклов, можно создать благоприятные условия для их жизни, используя соответствующую технологию, систему обработки почвы и внесение органических и минеральных удобрений [5].

Цель данной работы – изучить влияние различных систем обработки почвы и удобрений на численность почвенных нематод.

Методика

Работа проводилась в 2021 году на опытном поле ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА на дерново-подзолистой среднесуглинистой глееватой почве в яровой пшеницы.

Схема полевого стационарного трехфакторного опыта:

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

1. Отвальная, «O_1»;
2. Поверхностная с рыхлением, «O_2»;
3. Поверхностно-отвальная, «O_3»;
4. Поверхностная, «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}, «У4»;
5. Солома 3 т/га + NPK, «$У_5$»;
6. NPK, «$У_6$».

Фактор С. Система защиты растений от сорняков, «Г»:

1. Без гербицидов, «$Г_1$»;
2. С гербицидами, «$Г_2$».

В статье приводятся данные по вариантам $О_1$, $О_3$ и $О_4$, а также $У_1$, $У_3$, $У_5$, $У_6$. Исследования проводились на безгербицидных вариантах защиты растений от сорняков.

Погодные условия вегетационного периода 2021 года отличались повышенными температурными показателями во все месяцы вегетации, при этом количество осадков существенно отличалось от среднемноголетних наблюдений. В мае и августе отмечалось превышение над среднемноголетними значениями, в июне и июле осадков выпадало очень небольшое количество. В целом метеорологические условия можно охарактеризовать как нетипичные.

Результаты

В среднем по системам удобрений применение системы поверхностно-отвальной обработки почвы обусловило статистически значимое снижение численности нематод на 2,96 экз./100 г почвы в слое почвы 10-20 см. В верхней части пахотного горизонта прослеживалась подобная динамика, но различия были несущественными (рисунок 1). Минимальное значение отмечалось при системе поверхностно-отвальной обработки в слое 10-20 см – 10,21 экз./100 г почвы.

В среднем по факторам использование всех изучаемых систем удобрений вело к снижению численности нематод в обоих слоях почвы (рисунок 2). В верхней части пахотного горизонта отмечалось существенное снижение вышеназванного показателя при применении в качестве удобрения полной нормы NPK как отдельно, так и совместно с соломой при минимальных значениях по фону «Солома + NPK» – 10,36 экз./100 г почвы. В слое 10–20 см сохранялись такие же тенденции, но различия были недостоверны.

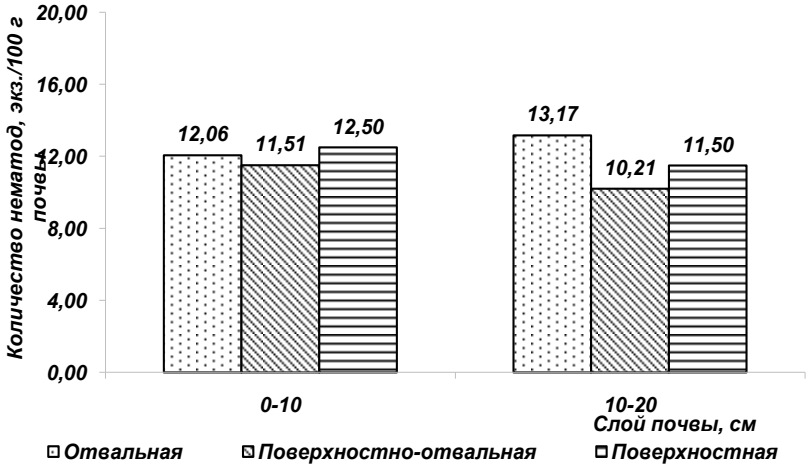


Рисунок 1 – Количество нематод в зависимости от систем основной обработки почвы при усреднении по факторам, экз./100 г почвы ($НСР_{05}$ слой 0–10 см = $F_ф<F_{05}$, $НСР_{05}$ слой 10–20 см = 1,0)

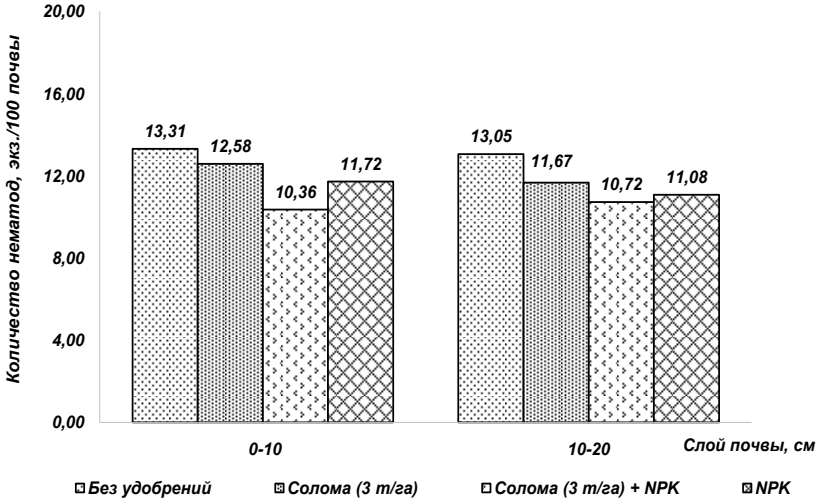


Рисунок 2 – Количество нематод в зависимости от систем удобрений при усреднении по факторам, экз./100 г почвы ($НСР_{05}$ слой 0–10 см = 1,31, $НСР_{05}$ слой 10–20 см = $F_ф<F_{05}$)

Видовой состав нематод на данной почве представляют 2 отряда *Rhabditida* и *Tylenchida*. На вариантах с системой поверхностно-отвальной обработкой при совместном использовании органических и минеральных удобрений увеличивается представленность в фауне нематод-паразитов растений из родов *Pratylenchus* и *Paratylenchus* [6].

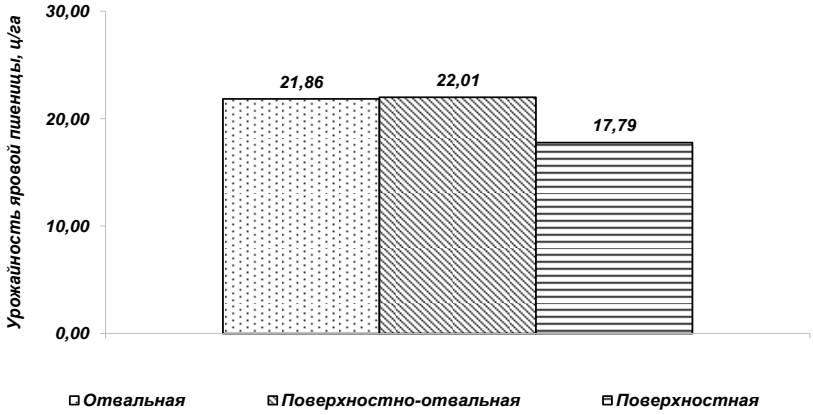


Рисунок 3 – Урожайность яровой пшеницы в зависимости от систем основной обработки почвы при усреднении по факторам, ц/га ($НСР_{05}$ = 3,18)

Урожайность полевых культур определяет эффективность применяемых агроприемов. В среднем по факторам использование системы поверхностной обработки вызвало статистически значимое снижение урожайности яровой пшеницы на 4,07 ц/га (рисунок 3).

В среднем по системам обработки почвы применение всех изучаемых систем удобрений вело к увеличению урожайности яровой пшеницы при наибольших достоверных значениях на варианте совместного использования соломы и полной нормы минерального удобрения – 23,37 ц/га (рисунок 4).

Выводы

Таким образом, на дерново-подзолисто-глеевой среднесуглинистой почве рекомендуется использовать поверхностно-отвальную систему обработки почвы с внесением соломы вместе с полной нормой минеральных удобрений. Применение этих агроприемов способствует снижению количества почвенных нематод и повышению урожайность яровой пшеницы.

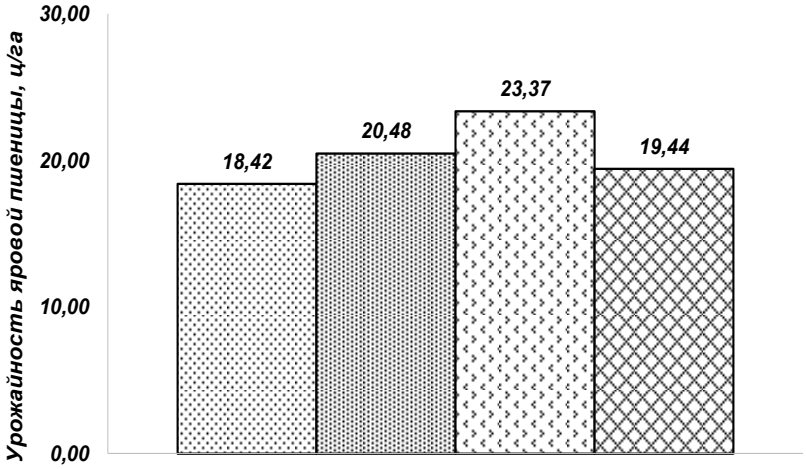


Рисунок 4 – Урожайность яровой пшеницы в зависимости от систем удобрений при усреднении по факторам, ц/га ($НСР_{05}$ = 2,96)

Список источников

1. Berkelmans R., Ferris H., Tenuta M., van Bruggen A.H.C. Effects of long-term crop management on nematode trophic levels other than plant feeders disappear after 1 year of disruptive soil management // Appl. Soil Ecol. 23 (2003). pp. 223–235.

2. T. Bongers The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition // Oecologia. 83 (1990). pp. 14–19.

3. Ito T., Araki M., Komatsuzaki M., Kaneko N., Ohta H. Soil nematode community structure affected by tillage systems and cover crop managements in organic soybean production //Applied Soil Ecology. Vol. 86. 2015. pp. 137–47.

4. Kladivko E. J. Tillage systems and soil ecology // Soil and Tillage Research. Vol. 61. Issues 1-2. 2001. pp. 61–76.

5. Peterson H., Luxton M. A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decomposition processes. Oikos 39:1982. pp. 287–388.

6. Воронин А. Н., Котяк П. А. Влияние разных агроприемов на численность почвенной фауны и продуктивность сельскохозяйственных культур // Таврический вестник аграрной науки. 2019. № 3. С. 49–56.

УДК 681.5:004.94:635.1/.8.044

Использование MasterSCADA 4D при возделывании культур в закрытом грунте

Соцкая И.М.[1], к.т.н., доцент;
Дмитренко В.П.[2], к.т.н., доцент; Адакин Р.Д.[3], доцент
([1, 2, 3]ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия)

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы автоматизации процессов выращивания культур в закрытом грунте. Полив, освещение, поддержание температуры, производство и внесение удобрений – процессы автоматизациидля которых была написана программа на языке Structured Text в MasterSCADA 4D и созданы графические окна для удобства визуализации изменения текущей информации на мониторе ПК. Все процессы сопровождаются соответствующими формулами, по которым выводятся необходимые агротехнические требования для возделывания культур, по которым программа рассчитывает диапазоны значенийи выставляет требуемые режимы работы соответствующего оборудования.

Ключевые слова: автоматизация, промышленные теплицы, закрытый грунт, SCADA-система.

Using MasterSCADA 4D in Closed Ground Growing

Sotskaya I.M.[1], Candidate of Technical Sciences, Docent;
Dmitrenko V.P.[2], Candidate of Technical Sciences, Docent;
Adakin R.D.[3], Docent
([1, 2, 3]FSBEI HE Yaroslavl SAA, Yaroslavl, Russia)

Abstract. The article deals with the automation of the processes of growing crops in the closed ground. Watering, lighting, temperature maintenance, production and fertilization are automation processes for which a program was written in Structured Text in MasterSCADA 4D and graphical windows were created for the convenience of visualizing changes in current information on a PC monitor. All processes are accompanied by appropriate formulas, according to which the necessary agrotechnical requirements for the cultivation of crops are derived, according to which the program calculates ranges of values and sets the required operating modes of the corresponding equipment.

Keywords: automation, industrial greenhouses, closed ground, SCADA system.

В последние годы объемы овощных культур, выращиваемых в закрытом грунте – в теплицах – постоянно растут. Выращивание овощных культур в теплицах – это сложный многофакторный процесс, требующий поддержания в заданных пределах параметров, влияющих на рост и развитие растений [1].

Для каждой культуры на основании опыта сформирована технология выращивания, обеспечивающая оптимальные характеристики факторов, определяющих развитие и рост растений, процесс созревания плодов. Такими факторами являются специфика выращивания рассады, необходимый состав почвы, в период высадки рассады, дополнительное внесение в почву на разных стадиях развития растений разных видов подкормки, причем эти подкормки должны выполняться с определенными нормами и интервалами времени. В разные периоды будут меняться требования к температуре и влажности воздуха, влажности почвы, освещенности, необходимости воздухообмена и др. В период созревания плодов эти условия могут существенно меняться. В случае появления признаков заболевания растений необходим целый комплекс мероприятий для предотвращения развития болезни [2].

При возделывании культур в закрытом грунте применяют автоматизацию процессов полива, освещения, обогрева или вентиляции,внесения удобрений, увлажнение воздуха для понижения температуры. Для определения внешних показателей среды используется метеостанция с комплектом датчиков.

Автоматизация поддерживает необходимый температурно-влажностный режим, диагностирует техническое состояние оборудования, позволяющее экономно расходовать воду, тепло и энергоресурсы.

Для поставленных задач применяются промышленные системы АСУ ТП автоматические системы управления технологическими процессами. Они включают в себя автоматизированное рабочее место АРМ – это персональный компьютер ПК или сеть ПК, на которых установлена SCADAпрограмма, осуществляющая весь аналитический процесс; контроллеры – приборы, обеспечивающие сбор данных с датчиков и обеспечивающих управление исполнительными механизмами – открытием и закрытием окон, включением вентиляторов или обогревателей, насосами полива и внесения удобрений, пакетами светильников.

Работа системы автоматизации, основывается на последовательном выполнении программного кода, который разрабатыва-

ют и прописывают программисты. Внесенные программистом условия выполнения задач, влияют на ход работы автоматизированного оборудования, которое обеспечивает выполнение всех процессов по выращиванию культур.

Работа автоматизированного оборудования в рамках агротехнических требований создает благоприятные условия для выращивания культур и спелых вкусных плодов. Автоматизация выполняет работу по проверке соответствия этих требований нормам и их контролю. В случае, когда значения снимаемого показателя какого-то процесса выходят за установленные границы, система безопасности сообщает пользователям об ошибке, с помощью мигания кнопок, лампочек на мониторе ПК, и в помещениях, отсылкой сообщений на почту, телефон.

Актуальность

В Северо-Кавказском горно-металлургическом институте были разработаны схемы (электрическая структурная и электрическая принципиальная) системы по управлению промышленными теплицами, но не написан программный код, на одном из современных языков программирования контроллеров, реализующий выполнение данных блоков. Система учитывает поддержание уровень следующих параметров: температура, влажность, время полива, уровень освещенности [3].

Азово-Черноморском инженерном институте были рассмотрены проблемы в системе освещения, возникающие при установке осветительного оборудования без предварительно разработанных мероприятий по гашению нелинейных нагрузок – высших гармоник. Светильники производят изменение синусоидального тока, что негативно влияет на питающие электрические сети, уменьшается величина коэффициента мощности, поэтому требуется проработка решений и установка компенсации реактивной мощности [4].

На практике не все процессы выращивания культур хорошо автоматизированы, это связано напрямую со стоимостью используемого оборудования, так, например, в одной теплице может быть хорошо проработан вопрос автоматизации освещения, а полив и внесение удобрений производится вручную или полуавтоматически. Не используется изменение яркости освещения светильников с помощью цифрового управления; нет программы по управлению изменением цвета спектра светильника в зависи-

мости от фазы созревания растения; нет программы обеспечивающей возможность введения коэффициентов, характеризующих диапазон цвета свечения светильника, определяемых и подстраиваемых опытным путем;

Разработанная авторами данной статьи программа позволяет управлять системой автоматизации для выполнения вышеописанных процессов по выращиванию культур в закрытом грунте. Программный код написан на современном языке StructuredText (ST), который часто используется при программировании контроллеров, выполняется он в программе MasterSCADA 4D.

Цель – разработать программу автоматизации процессов выращивания культур в закрытом грунте.

Задачи автоматизации

1. Разработать программный код реализующий функцию управления временем включения и выключения освещения для различных культур;

2. Разработать программный код реализующий функцию управления яркостью светильников;

3. Разработать программный код, позволяющий вводить коэффициенты, отвечающие за длину световой волны, а соответственно и за цвет освещения. Коэффициенты необходимо в программе запоминать и иметь возможность редактировать, в зависимости от отклика роста растений и культур.

4. Разработать программный код, позволяющий управлять поливом в зависимости от влажности почвы на каждом секторе теплицы.

5. Разработать программный код, позволяющий управлять температурой и соответственно влажностью в теплице, путем открытия или закрытия окон, производить вентилирование теплицы, а при снижении температуры ниже 15 оС, для поддержания заданной температуры, включать обогреватель.

6. Разработать программный код, позволяющий управлять внесением удобрений в растворенном виде согласно рецептов по каждой культуре.

7. Разработать программный код, позволяющий обеспечить несколько уровней безопасности: для выявления оборванных датчиков, некорректных значений сигналов, превышение разрешенных значений границ величинами датчиков, оповещение персонала сообщениями и сигналами о неисправностях в системе.

Методика

Обозначим главные факторы, которые влияют на рост растений и культур, которые следует учитывать при разработке программы по автоматизации освещения:

– Время (длительность) освещения в течение дня;

– Яркость освещения;

– Цвет освещения.

Если обеспечить точную и необходимую вариацию этих трех факторов в требуемых диапазонах для каждой культуры и растения в отдельности, получим максимальные урожаи, поскольку будут удовлетворены физиологические потребности культур, при прочих выполненных агротехнических требованиях.

Выведем критерий качества К освещения, который бы отвечал всем агротехническим требованиям, необходимым для хорошего роста растений и плодов. Для того чтобы вывести формулу зависимости критерий качества К освещения от времени, яркости и цвета свечения обозначим для каждого фактора свою зависимость.

Для показателя времени различных культур выведем формулу, позволяющую программе выбрать какое время свечения соответствует определенной культуре. Для этого разобьем культуры на группы и присвоим им коэффициенты, которые необходимо скорректировать в процессе выращивания, таблица 1, 2.

Таблица 1 – Культуры группы светового дня 8…10 ч

Коэффициент группы светового дня 8…10 ч	Культура	Коэффициент «а» вида культур
k = 1	Кабачки	1,1
	Баклажаны	1,2
	Помидоры	1,3
	Перцы	1,35

Таблица 2 – Культуры группы светового дня более 12 ч

Коэффициент группы светового дня > 12 ч	Культура	Коэффициент «а» вида культур
k = 1,2	Лук	1,1
	Чеснок	1,2
	Укроп	1,1
	Салат	1,3
	Огурцы	1,5
	Капуста	1,4
	Корнеплоды	1,37

Обозначим время свечения как ТСВ, яркость свечения ВСВ, цвет свечения COLCB.

Тогда время свечения для каждой культуры определится по формуле, которую мы вывели опытным путем:

$$ТСВ = 7 \cdot k \cdot a + 0{,}3 \text{ [ч]}. \quad (1)$$

Для яркости свечения существует стандартная формула

$$B_{\varphi} = \frac{I}{S_0 cos\varphi}, \text{ [кд/м}^2\text{]}, \quad (2)$$

где I – сила света, к;

S_0 – площадь поверхности, м².

Как известно цвет свечения определяется из трех составляющих R – красный, G – зеленый, B – голубой, находящихся в некоторых долях яркости/затененности. Поэтому обозначим для каждого цвета свой коэффициент яркости диапазона 0…1 как x, y, z, тогда результирующий цвет определится по формуле

$$COL = R \cdot x + G \cdot y + B \cdot z. \quad (3)$$

Для того, чтобы три фактора время, яркость и цвет свечения можно было объединить в одну зависимость, по которой можно было бы рассчитать критерий качества К, введем безразмерные симплексы Q для каждого из них.

$\frac{T_{СВ}}{T} = Q_T$ – симплекс времени свечения, где Т – время суток, 24 ч.

$\frac{B_{СВ}}{B} = Q_B$ – симплекс яркости свечения, где В принято за яркость дневного ясного неба = 1500 кд/м²;

$\frac{COL_{СВ}}{COL} = Q_{COL}$– симплекс цвета свечения, где COL – цветовая температура свечения равна 10000 К, соответствует источнику света с бесконечной температурой.

Тогда критерий К качества освещения для культур можно определить по следующей дифференциальной зависимости:

$$K = \frac{dQ_T}{dt} + \frac{dQ_F}{dt} + \frac{dQ_{COL}}{dt}, \quad (4)$$

где dQ_T – изменение времени свечения;

dQ_B – изменение яркости свечения по времени;

dQ_{COL} – изменение цвета по времени.

Определить соответствие значений коэффициента К видам и сортам культур можно экспериментально, для верификации уравнения.

При расчете потребности в количестве поливочной воды для каждой культуры используется уравнение Пенмана-Монтейта. Метод Пенмана-Монтейта использует стандартные климатические данные, которые могут быть легко измерены или получены из обычно измеряемых величин. Чтобы избежать необходимости определения параметров испарения для каждой культуры и стадии ее роста, было введено понятие эталонной поверхности. Сочетание двух отдельных процессов, при которых почва теряет воду через испарение, а растения – через транспирацию, называется эвапотранспирацией (ET). Эвапотранспирация отдельных культур соотносится с эталонной эвапотранспирацией через коэффициент культуры.

Эвапотранспирацию можно определить по следующей формуле:

$$ET_0 = \frac{0{,}408\Delta(R_n - G) + \gamma\frac{900}{T+273}U_2(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0{,}34u_2)}, \quad (5)$$

где ET_o – эталонная эвапотранспирация [мм сут$^{-1}$];

R_n – чистая радиация на поверхности растений [МДж м$^{-2}$ сут$^{-1}$];

G – плотность теплового потока почвы [МДж м$^{-2}$ сут$^{-1}$];

T – среднесуточная температура воздуха на высоте 2 м [°C];

u_2 – скорость ветра на высоте 2 м [м с$^{-1}$];

e_s – давление пара насыщения [кПа];

e_a – фактическое давление [кПа];

(e_s – e_a) – дефицит давления пара насыщения [кПа];

Δ – уклон кривой давления пара [кПа °C^{-1}];

γ – психрометрическая постоянная [кПа °C^{-1}].

Эталонная эвапотранспирация ETo обеспечивает стандарт, с которым:

• можно сравнивать эвапотранспирацию в разные периоды года;

• можно соотнести эвапотранспирацию для других культур.

Реализация

Меню управления освещением показано на графическом окне рисунка 1. При автоматическом режиме управления контроллер считывает показания с датчиков света, в случае снижения порогового значения освещенности – включает светильники. При пере-

ходе с автоматического режима на ручной, контроллер игнорирует показания с датчиков света, а выполняет команду, вводимую оператором с кнопки вкл/выкл освещение.

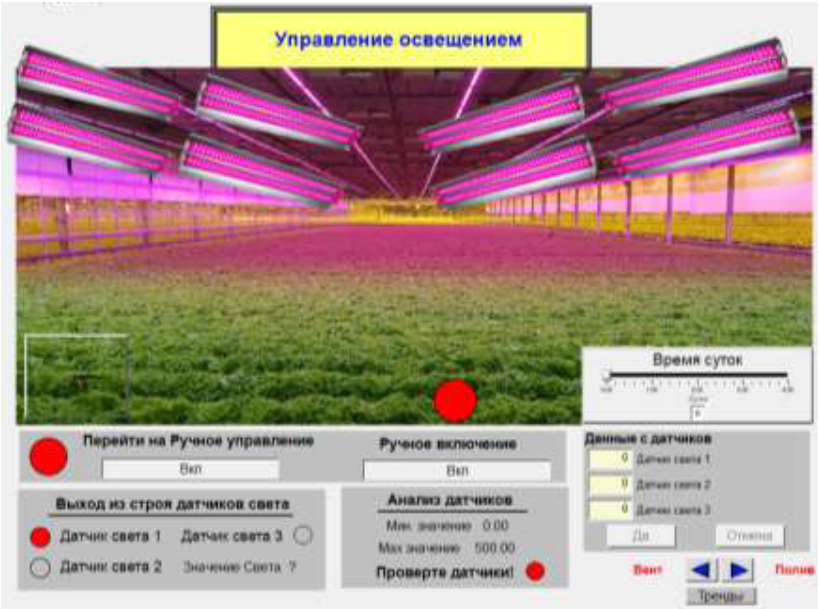


Рисунок 1 – Окно программы по управлению освещением

Выбор различных параметров освещения показан на рисунке 2. Во вкладке «культуры» возможно выбрать вид культур, которые подразделяются на две группы по времени освещения в сутки – короткодневные 8..10 ч и более 12 ч.

Во вкладке «рост культуры» выбирается период созревания культуры, которому программа назначит соответствующий цветовой диапазон, а во вкладке «коэффициенты» происходит уточнение цветового диапазона, более его точная настройка.

Современные светодиодные ленты RGB (red, green, blue) ленты могут выдать любой оттенок цвета путем смешивания красного, зеленого и синего цветов любой яркости, ограниченной мощностью самого светодиода.

Окно программы производства биоудобрений показано на рисунке 3, внесение удобрений в теплице на рисунке 4, управление поливом на рисунке 5, управлением обогревом и охлаждением воздуха в теплице на рисунке 6.

Рисунок 2 – Графические окна программы
по настройке характеристик освещения

Работу программ можно посмотреть на YouTube канале автора [5; 6; 7].

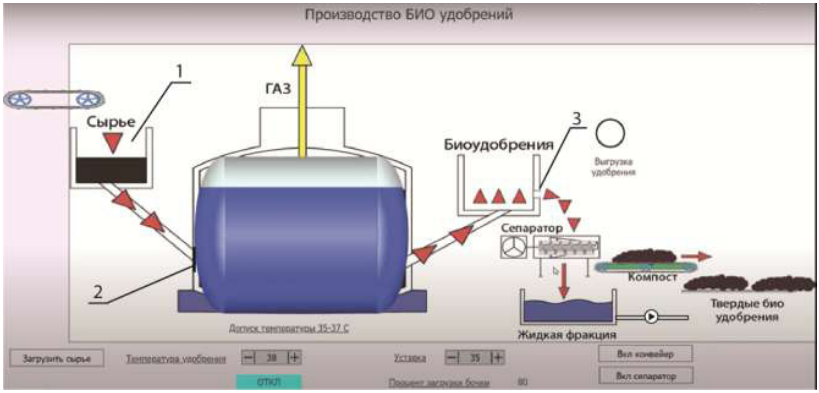
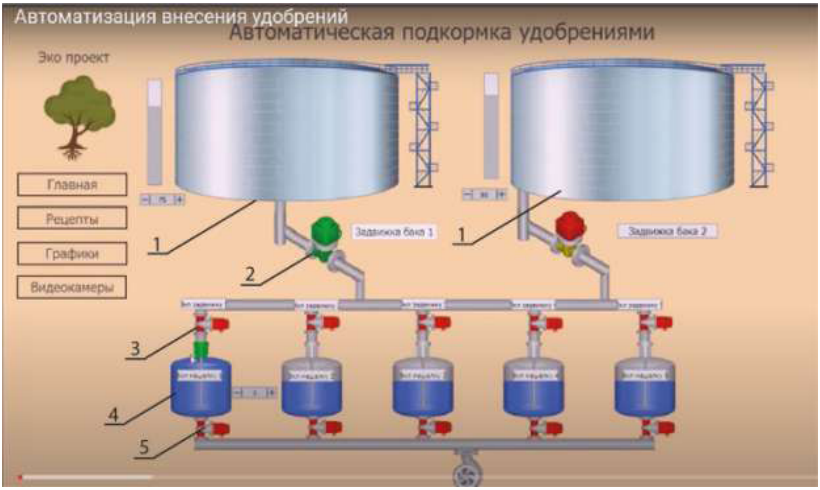


Рисунок 3 – Окно программы по управлению производством биоудобрений

При загрузке сырья (рисунок 3) открывается шибер 2, навоз поступает в лоток 1 с помощью транспортера, при этом, вытеснениеиз бочки готовых биоудобренийпроисходит под действием силы тяжести в отверстие лотка 3, расположенногониже лотка 1. По завершении загрузки нового сырья в бочку, закрывается шибер 2. Сбраживание и разложение растительных остатков, в том числе и семян сорняковпроисходит без воздуха при постоянной температуре 35…37°С поддерживаемой автоматикой. Образовавшийся метан обеспечивает дополнительное давлениесверху на сырье и тем самым часть удобрения поднимается на выгрузку из лотка 3. При превышении определенного значения величины давления часть образовавшегося газа отводится стандартным оборудованием на технологические нужды.На сепараторебиоудобренияразделяютсяна жидкуюи твердую фракции. Твердая фракция направляется конвейером на упаковку, хранение для дальнейшего использования, а жидкая откачивается насосом в емкость, из которой затем будет использоваться дозированно для внесения с другими удобрениями, как подкормка культур.

Вода из баков 1 поступает при открытой задвижке 2 к параллельно подключенным смесительным емкостям 4 (рисунок 4), в которые так же вносятся различные минеральные удобрения вручную и размешиваются с помощью мешалок. Открытиетребуемых задвижек 5 наопределенное различное время обеспечивает требуемой подкормкой конкретную культуру.



1 – бак; 2 – задвижка бака; 3 – задвижкина входе смесительной емкости; 4 – смесительная емкость; 5 – задвижки на выходе из смесительной емкости.

Рисунок 4 – Окно программы по управлению внесением удобрений

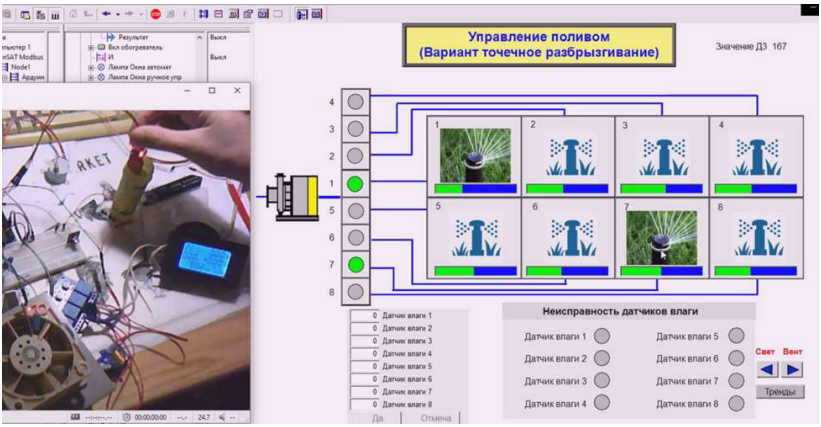


Рисунок 5 – Окно программы по управлению поливом

Автоматизация полива культур осуществляется следующим образом (рисунок 5). Теплица разбита на секторы, в которых установлены датчики влажности почвы. При достижении нижнего порогового значения влажности, в этот сектор капельно подается

вода. Величина подачи воды для различных культур уточняется по уравнению Пенмана-Монтейта (5).

Рисунок 6 – Окно управления обогревом
и охлаждением воздуха в теплице

Поддержание температуры в теплице осуществляется за счет включения обогревателя при падении температуры, либо открытие форточекпри повышении температуры. Контроллер осуществляет чтениезначенийтемпературы с датчиков,сравниваемых с уставкой, подключенных к аналоговым входам. Если результат сравнения true (1), то контроллер выдает управляющий сигнал на включение оборудования, если false (0), соответственно на выключение.

Вывод

Разработан программный код реализующий функцию управления временем включения и выключения освещения для различных культур;функцию управления яркостью светильников;позволяющий вводить коэффициенты, отвечающие за длину световой волны, а соответственно и за цвет освещения; позволяющий управлять поливом в зависимости от влажности почвы на каждом секторе теплицы; позволяющий управлять температурой и соответственно влажностью в теплице; позволяющий управлять

процессом производствабиоудобрений; позволяющий управлять внесением удобрений в растворенном виде согласно рецептов по каждой культуре; позволяющий обеспечить несколько уровней безопасности: для выявления оборванных датчиков, некорректных значений сигналов, превышение разрешенных значений границ величинами датчиков, оповещение персонала сообщениями и сигналами о неисправностях в системе.

Список источников

1. Дмитренко, В.П. Автоматизация процессов выращивания культур в промышленных теплицах / В.П. Дмитренко, И.М. Соцкая, Р.Д. Адакин // ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия. 2019. С. 10–15.

2. Адакин, Р.Д. Умная теплица. Автоматизация процессов выращивания культур в малогабаритных теплицах / Р.Д. Адакин, М.Л. Борисова, В.П. Дмитренко, О.Г. Несиоловский, И.М. Соцкая // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса: сборник научных трудов XII Международной научно-практической конференции в рамках XXII Агропромышленного форума юга России и выставки «Интерагромаш». – Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, Аграрный научный центр «Донской», 2019. – С. 329–332.

3. Кулакова, С.В. Автоматизированная система управления промышленными теплицами / Кулакова С.В., Хасиев И.В // Современные научно-технические и социально-гуманитарные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации. Сборник докладов I Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 94-96.

4. Ключка, Е.П. Применение энергосберегающих устройств и технологий в промышленном тепличном производстве / Е.П. Ключка // Инновации в сельском хозяйстве. 2017. № 3 (24). С. 83-90.

5. Автоматизация промышленных теплиц. – URL: https://www.youtube.com/watch?v = kGJd-4jxW0k (дата обращения: 15.04.2022). – Режим доступа: свободный.

6. Освещение промышленных теплиц. – URL: https://www.youtube.com/watch?v = 6wzUAgPHNzA (дата обращения: 10.02.2022). – Режим доступа: свободный.

7. Производство биоудобрений. – URL: https://www.youtube.com/watch?v = KpN6PtNKKlM (дата обращения: 15.04.2022). – Режим доступа: свободный.

УДК 631.416.849:632.911.4(470.316)

Накопление и распределение ртути в абиотическом и биотическом компонентах полевого агрофитоценоза Ярославской области

Степанова В.М.[1], к.б.н.; Сабирова Т.П.[2], к.с.-х.н., доцент; Комов В.Т.[3], к.б.н.; Гремячих В.А.[4], к.б.н.
([1, 2]ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия; [3]Ярославский НИИЖК – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», Ярославская область, Россия; [4]Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, Ярославская обл., Россия)

Аннотация. Отмечено крайне низкое содержание ртути (в 75 раз ниже ПДК) в дерново-подзолистой среднесуглинистой почве опытного участка, не смотря на его близость к черте города. Ртуть в яровом ячмене распределялась неравномерно. По содержанию ртути органы ярового ячменя располагались в следующий убывающий ряд: листья > корневая система > зерно. Корни однолетнего сорного растения мари белой в 1,4 раза лучше накапливали ртуть по сравнению с яровым ячменем.

Ключевые слова: ртуть, почва, яровой ячмень, марь белая.

Accumulation and Distribution of Mercury in the Abiotic and Biotic Components of the Field Agrophytocenosis of the Yaroslavl Region

Stepanova V.M.[1], Candidate of Biological Sciences; Sabirova T.P.[2], Candidate of Agricultural Sciences; Komov V.T.[3], Candidate of Biological Sciences; Gremyachikh V.A.[4], Candidate of Biological Sciences
([1, 2]FSBEI HE Yaroslavl SAA, Yaroslavl, Russia; [3]Yaroslavsky NIIZHK – branch of the Federal Research Center «V.R. Williams VIC», Yaroslavl Region, Russia; [4]I.D. Papanin Institute of Biology of Inland Waters of the Russian Academy of Sciences, Borok, Yaroslavl Region, Russia)

Abstract. An extremely low mercury content (75 times lower than the MPC) was noted in the sod-podzolic medium loamy soil of the experimental site, despite its proximity to the city. Mercury

in spring barley was distributed unevenly. According to the mercury content, the organs of spring barley were arranged in the following decreasing row: leaves > root system > grain. The roots of the annual weed mari belaya were 1.4 times better at accumulating mercury compared to spring barley.

Keywords: mercury, soil, spring barley, white mar.

Усиливающееся с каждым годом на 1,5% техногенное загрязнение окружающей среды ртутью [1] требует ведения постоянного агроэкологического мониторинга сельскохозяйственной продукции и пахотных земель, расположенных вблизи промышленно развитых городов. Изучение распределения и накопления ртути в почвенно-растительном покрове агроэкосистем позволит снизить риски накопления этого тяжелого металла в продуктах питания и животноводческих кормах.

Целью исследований являлось выявление закономерностей накопления ртути в дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, яровом ячмене (сорт Памяти Чепелева) и сорном растении марь белая в зависимости от технологии возделывания ярового ячменя в полевом агрофитоценозе Ярославского района Ярославской области.

Методика

Исследования проводили в полевом опыте, заложенном на опытном поле Ярославского НИИЖК – филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая с содержанием гумуса – 1,87%; pH – 5,1–5,6; P_2O_5 – 278 мг/кг почвы; K_2O – 128 мг/кг почвы.

Исследовались следующие технологии возделывания ярового ячменя:

1) Экстенсивная «К» – без применения удобрений; 2) биологизированная «Б» – органические удобрения (сидерат) + + $N_{30}P_{30}K_{45}$; 3) интенсивная «И» – органические удобрения (сидерат) + $N_{60}P_{60}K_{90}$,

Предшественником ячменя являлись озимая тритикале на зеленую массу и яровой рапс на сидерат. Осенью зеленая масса рапса измельчалась дисковыми боронами и запахивалась на делянках с применением биологизированной и интенсивной технологий. На делянках с применением экстенсивной технологии зеленую массу рапса скосили и убрали с поля, запахали только пожнивно-корневые остатки. Форма внесения ми-

неральных удобрений: аммиачная селитра (34,5%), азофоска (NPK – 16:16:16%), калий хлористый (60%). Химическая защита в 2020 г. не применялась.

Определение ртути в почвах и растениях проводили по методике ЦИНАО [2]. Все образцы почв, ярового ячменя (корневая система, стебель, листья, зерно), и мари белой (корневая система, стебель, листья) анализировались на содержание ртути методом атомной абсорбции на анализаторе РА-915 + (Люмэкс, Россия).

Результаты

Содержание ртути в почве не превышало установленных норм и варьировало в диапазоне от 25 до 30 мкг/кг, что значительно (в 75 раз) меньше предельно допустимой концентрации. Наблюдения за распределением ртути по профилю почвы показали, что среднее содержание ртути в слоях 0 – 10 см и 10 – 20 см было почти одинаковым (соответственно 28 и 27 мкг/кг) (таблица 1).

Результаты согласуются с данными, полученными ранее. Так, по сведениям В.М. Соловьева и Н.Б. Громова, содержание ртути в почвах Ярославской области находятся в пределах от 10 до 42 мкг/кг [3].

Существенную роль в снижении поступления тяжелых металлов в растения играют барьерные физиологические функции самих растений. Известно, что накопление ртути растением зависит от его видовой принадлежности. Представлялось интересным сравнить накопление ртути яровым ячменем и сорным растением – однолетником марью белой, которая наиболее часто встречалась в посевах ярового ячменя.

Таблица 1 – Влияние технологий возделывания на накопление ртути в дерново-подзолистой среднесуглинистой почве в конце вегетации ярового ячменя

Технология возделывания	Концентрация Hg (мкг/кг)		
	слой почвы, см		
	0 – 10	10 – 20	0 – 20
Экстенсивная «К» (без удобрений)	30	28	29
Биологизированная «Б» – сидерат + $N_{30}P_{30}K_{45}$	27	25	26
Интенсивная «И» – сидерат + $N_{60}P_{60}K_{90}$	28	28	28
$НСР_{05}$	$F_ф<F_{05}$		

Ртуть распределялась в отдельных органах ярового ячменя неравномерно. Наибольшее содержание тяжелого металла отме-

чено в листьях (в среднем 15,6 мкг). В корневой системе ячменя в среднем содержалось 9 мкг/кг ртути; наименьшая концентрация ртути установлена в зерне (в среднем 0,9 мкг/кг). Технология возделывания ярового ячменя несущественно влияла на накопление ртути растением (таблица 2).

Таблица 2 – Распределение и накопление ртути отдельными органами ярового ячменя в зависимости от технологии возделывания

Технология возделывания	Концентрация Hg (мкг/кг)		
	корневая система	листья	зерно
Экстенсивная «К» (без удобрений)	6	13	1
Биологизированная «Б» – сидерат + $N_{30}P_{30}K_{45}$	12	22	1
Интенсивная «И» – сидерат + $N_{60}P_{60}K_{90}$	9	12	0,7
$НСРI_{05}$	$F_ф<F_{05}$		
$НСРII_{05}$	7		

По содержанию ртути органы ярового ячменя располагались в следующий убывающий ряд: листья > корневая система > зерно. Значительное снижение концентрации ртути в зерне по сравнению с листьями и корневой системой вероятно происходит из-за усиления механизмов детоксикации растения, позволивших обеспечивать относительно низкое накопление ртути в репродуктивных органах. Сходные результаты были получены нами ранее на озимой ржи и яровой пшенице [4].

В однолетнем сорном растении мари белой ртуть также распределялась неравномерно. Наибольшее ее содержание, как и в случае с ячменем, отмечалось в листьях (18,7 мкг/кг) и несколько меньшее – в корнях (12,7 мкг/кг). Не установлено существенных различий по вариантам опыта (таблица 3).

Таблица 3 – Содержание ртути в мари белой

Варианты	Концентрация Hg (мкг/кг)	
	корневая система	листья
Экстенсивная «К» (без удобрений)	9	20
Биологизированная «Б» – сидерат + $N_{30}P_{30}K_{45}$	18	17
Интенсивная «И» – сидерат + $N_{60}P_{60}K_{90}$	11	19
$НСРI_{05}$	$F_ф<F_{05}$	
$НСРII_{05}$	4	

Для сравнения аккумулирующей способности культурного и сорного растений рассчитан коэффициент накопления тяжелого металла в корнях ярового ячменя и мари белой – отношение концентрации ртути в корневой системе растения к ее содержанию в почве (рисунок 1).

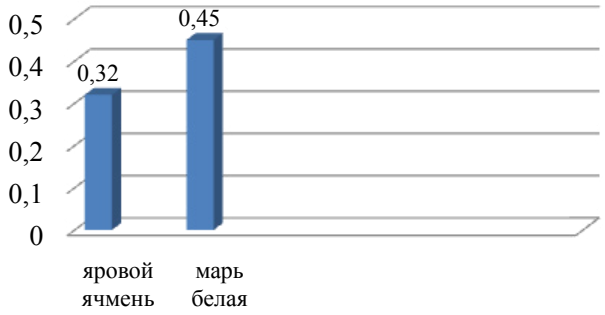


Рисунок 1 – Коэффициент накопления ртути в корневой системе ярового ячменя и мари белой

Результаты исследований показали, что корни мари белой в 1,4 раза лучше накапливали ртуть по сравнению с яровым ячменем (рисунок 1). Подобные данные, подтверждающие, что марь белая является концентратором ртути, были получены нами ранее [Шуникова К.В., 2019; Степанова В.М., 2021]. Это растение вполне может быть использовано в качестве фитоэкстрактора для извлечения корневой системой тяжелых металлов из почвы и максимального концентрирования их в надземной биомассе с последующим удалением.

Общий вынос ртути яровым ячменем составил 75,09 мг/га. При этом вынос ртути с зерном ярового ячменя составил 3,7% от общего выноса. Основная же часть ртути содержалась в пожнивно-корневых остатках и соломе ячменя (таблица 4).

Таблица 4 – Вынос ртути отдельными частями ярового ячменя

Части растения	Вынос ртути (мг/га)	% от общего выноса
Зерно	2,80	3,7
Солома	34,90	46,4
Пожнивно-корневые остатки	37,39	49,9

Выводы

1. Отмечено очень низкое (25–30 мкг/кг) содержание ртути в дерново-подзолистой среднесуглинистой почве опытного участка (в 75 раз ниже ПДК),

2. Накопление ртути почвой и распределение ртути в отдельных органах ярового ячменя не зависели от используемой технологии возделывания.

3. По содержанию ртути органы ярового ячменя располагались в следующий убывающий ряд: листья > корневая система > зерно. В среднем в корневой системе содержалось 1 мкг/кг ртути, в листьях –15 мкг/кг, в зерне – 0,1 мкг/кг.

4. Корни мари белой в 1,4 раза лучше накапливали ртуть по сравнению с яровым ячменем.

Список источников

1. Ракитский, В.Н. Современные проблемы загрязнения ртутью окружающей среды (обзор литературы) / В.Н. Ракитский, Т.А. Синицкая, С.В. Скупневский. – Текст: электронный // Гигиена и санитария. – 2020. – № 99 (5). – С. 460–467. – URL: https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-5-460-467 (дата обращения: 10.04.2022).

2. 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. – URL: https://center-souz.ru/pochva/74-2009-05-04-09-18-08. (дата обращения: 10.04.2022). – Текст: электронный.

3. Соловьев, В.М. Агроэкологический мониторинг содержания ртути в почвах Ярославской области / В.М. Соловьев, Н.Б. Громов. – Текст: непосредственный // Агрохимический вестник. – 2011. – № 4. – С. 21–22.

4. Степанова, В.М. Оценка степени загрязнения ртутью почвы, сельскохозяйственных культур и геобионтов в агроэкосистеме Ярославского района Ярославской области / В.М. Степанова, В.Т. Комов, В.А. Гремячих. – Текст: непосредственный // Управление плодородием и улучшение агроэкологического состояния земель: сборник научных трудов по материалам II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Ярославль, 25 апреля 2019 г. / ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА. – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2019. – С. 69–73.

5. Шуникова, К.В. Влияние стимулятора роста и уровня питания на накопление ртути в люпине желтом и мари белой / К.В. Шуникова, В.М. Степанова. – Текст: непосредственный // НИРС – первая ступень в науку: сборник научных трудов по мате-

риалам XLII Международной научно-практической студенческой конференции. Ярославль, 14 марта 2019 г. – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2019. – С. 46–49.

6. Степанова, В.М. Экологическая оценка содержания ртути в агрофитоценозе в зависимости от системы удобрений / В.М. Степанова, В.А. Гремячих. – Текст: непосредственный // Управление плодородием и улучшение агроэкологического состояния земель: сборник научных трудов по материалам IV Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Ярославль, 2021.

УДК 631.4:631.878

Оценка эффективности применения торфа с местности «Каштаки» Республики Бурятия как компонент торфогрунта

Сыренжапова А.С.[1], к.б.н., доцент;
Намсараева М.М.[2], старший преподаватель
([1, 2]ФГБОУ ВО Бурятская ГСХА, Улан-Удэ, Россия)

Аннотация. Результаты лабораторных опытов показали положительное влияние торфосмесей с внесением основных питательных элементов NPK и микроэлементов на всхожесть, биометрию и накопление биомассы тест-культур. Лабораторная всхожесть семян в среднем повышается на 20% по отношению к контролю. Отмечено повышение биомассы проростков в среднем на 15%. Результаты биометрии к концу срока тестирования в условиях лабораторных опытов превышает контроль в среднем на 10%. Наиболее высокая отзывчивость среди исследуемых культур проявилась у овса

Ключевые слова: торф, фитотестирование, природное сырье, биоиндикация, торфосмеси.

Evaluation of the Effectiveness of the Use of Peat from the Kashtaki Locality of the Republic of Buryatia as a Component of Peat Soil

Syrenjapova A.S.[1], Candidate of Biological Sciences, Docent;
Namsaraeva M.M.[2], Senior Lecturer
([1, 2]FSBEI HE Buryat SAA, Ulan-Ude, Russia)

Abstract. The results of laboratory experiments showed a positive effect of peat mixtures with the introduction of the main nutrients

NPK and trace elements on germination, biometrics and biomass accumulation of test crops. The laboratory germination of seeds increases on average by 20% in relation to the control. There was an increase in the biomass of seedlings by an average of 15%. The results of biometrics by the end of the testing period in laboratory experiments exceed the control by an average of 10%. The highest responsiveness among the studied crops was manifested in oats.

Keywords: peat, phytotesting, natural raw materials, bioindication, peat mixtures.

Совершенствование технологии возделывания сельскохозяйственных культур остается важной задачей науки в условиях затянувшегося кризиса в сельском хозяйстве и, как в следствие, ухудшение финансово-экономического состояния отрасли. Поэтому аграрные научные учреждения в настоящее время работают над совершенствованием низкозатратных агротехнологий.Одним из низкозатратных и экологичных приемов является применение в сельском хозяйстве нетрадиционных видов удобрительных смесей из местного органического природного сырья.

Экологичность удобрений определяется применением природных ресурсов, а экономичность – низкой стоимостью и доступностью сырья.

В настоящее время для диагностики экологического состояния природных объектов широко используются методы биотестирования и биоиндикации. Особенно при разработке новых технологий применяется фитотестирование [1].

Цель исследований: изучить эффективность применения местного торфа в составе питательных грунтов в условиях фитотеста. Объект исследования – низинный торф с месторождения «Каштаки» Кабанского района Республики Бурятия.

В задачи исследований входило:

1) изучить агрохимические свойства местного торфа;

2) исследовать агрохимические свойства подготовленных для исследования торфосмесей;

3) проанализировать эффективность торфосмесей в условиях фитотеста.

Методика

Лабораторные опыты проводили в межкафедральной лаборатории агрономического факультета, научной лаборатории кафедры почвоведения и агрохимии Бурятской ГСХА. Эксперимен-

тальные исследования проведены в условиях искусственного климата – шкаф Биотрон-4 при температуре 21–22°С, влажности – 60–70%. Исследования семян тест-культур проводили согласно ГОСТ 33061-2014, международному стандарту ISO 11269-1 и ISO 11269-2. В экспериментах применены семенной материал кресс-салата, овса и редиса соответствующие требованиям ГОСТ Р 52325 – 2005.

В качестве компонентов торфосмесей использованы почва каштановая легкосуглинистая с содержанием гумуса 2,21, средне обеспеченная подвижным фосфором, с низким содержанием обменного калия, модифицированные опилки сосны обыкновенной и основные питательные элементы. Поскольку торфяная масса болот бедна калием и подвижными формами микроэлементов, то во все варианты торфосмесей вносили калийное удобрение в виде K_2SO_4 из расчета 15 мг/кг[1] и микроэлементы – цинк, бор и медь[2].

До закладки опытов в местном торфе и торфосмесях проводили агрохимические исследования: pHKCl ионометрическим методом, аммонийный азот колориметрическим методом с реактивом Несслера, подвижный фосфор по Мачигину, обменный калий по Чирикову, обменные катионы кальция и магния трилонометрическим методом, гумус по Тюрину, нитратные формы азота дисульфофеноловым методом [6]

Схема опыта: 1. Почва (контроль); 2. Почва + торф + + $N_{60}P_{60}K_{60}$– фон; 3. Фон + опилки; 4. Фон + микроэлементы.

Результаты

Согласно нашим исследованиям содержание легкогидролизуемых форм азота в испытуемой торфяной массе составило: нитратов – 250,0 мг/кг (очень высокая обеспеченность), аммонийного азота – 127,5 мг/кг (очень высокая обеспеченность).

Определение фосфорав торфах месторождения «Каштаки» его подвижные формы достигают очень высоких показателей – 790 мг/кг. Согласно группировке почв по содержанию питательных веществ этот показатель выходит за пределы самого высокого 6-го класса обеспеченности (более 60 мг/кг), превышение содержания подвижного фосфора испытуемого образца составило 13 раз.

---

[1]Доза внесения рассчитана исходя из его дефицита в составе торфа.

[2]Доза внесения микроэлементов рассчитана исходя из их дефицита в почвах региона.

Обменная форма калия в испытуемом торфяном образце соответствует очень низкой обеспеченности обменным калием и составила 5,62 мг/кг (класс обеспеченности при значении 50 и менее мг/кг).

Содержание обменных форм кальция в составе испытуемого торфа составило 1501,9 мг/100 г почвы, что соответствует высоким показателям. Значения обменного магния в 4 раза меньше (360,2 мг/100 г почв), подобное соотношение обменных катионов типично для состава почвенно-поглощающего комплекса почв.

В исследуемых торфяных образцах выявлен высокий процент золы – 23%, что относит его к категории высокозольных торфов. В составзолы торфавходят окислы кремния, кальция, железа, алюминия, фосфора, калия, натрия, марганца, магния, серы и других элементов.

По данным наших исследований образцы торфа характеризуются слабокислой реакцией среды (pH 5,93).

Испытанная проба представлена низинным травяным торфом довольно высокой степени разложения. Без запаха и без признаков саморазогревания, отличается высоким содержанием органического вещества.

Низинный торф травяного вида, в ботаническом составе которого среди остатков травянистых растений преобладают тростник 40% и осока 35%, степень разложения составляет 30%.

Приведенные данные показывают, торф содержит в усвояемой форме основные элементы питания растений (азот, фосфор, кальций, магний, железо)

Подготовленные торфяные питательные грунты значительно отличались по агрохимическим показателям (таблица 1). Результаты исследований показали, что наилучшим вариантом по питательности является вариант №4. Содержание нитратного азота составило 150 мг/кг. Содержание фосфора и калия составили 466 и 452 мг/кг соответственно. Согласно группировке почв по содержанию питательных веществ этот показатель выходит за пределы самого высокого 6-го класса обеспеченности, превышение содержания подвижного фосфора испытуемого образца составило в 3 раз.

Во все остальных вариантах значения были ниже и варьировали: азот – от 15 до 87, подвижные формы фосфора – от 135 до 366, обменного калия – от 98 до 320 мг/кг.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика торфосмесей[3]

Схема опыта	pH (вод.)	Сорг, %	$N\text{-}NO_3$	$N\text{-}NH_4$	P_2O_5	K_2O
			мг/кг			
Почва -(контроль)	6,9	2,2	15	27	135	98
Почва + торф + $N_{60}P_{60}K_{60}$ – фон	6,4	6,1	87	101	366	320
Фон + опилки	5,6	4,2	71	97	345	122
Фон + микроэлементы	6,6	6,6	150	127	466	452

Содержание органического вещества доминировало в варианте 4,его значение составило 6,6%, в вариантах 2 и 3 были ниже, концентрация которых составила – 6,1 и 4,2% соответственно. Кислотность среды была в пределах 5,6–6,9 (слабо-кислой).

Исследование эффективности торфосмесей проведены в условиях фитотеста по формированию корневой системы, морфологическим характеристикам надземной части растения, биомассе (общей и отдельных органов растения), интенсивности роста и развития. В качестве тест-реакции в лабораторном фитотестировании нами применены такие показатели как всхожесть, длина корней, высота стебля и биомасса надземной и подземной части растений.

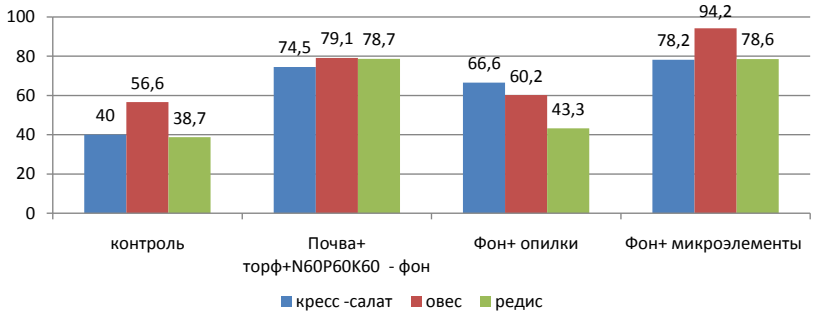


Рисунок 1 – Всхожесть (энергия роста) тест культур, %

Исследование всхожести семян в предложенных вариантах торфосмесей показали, что максимальные значения данного показателя наблюдается в вариантах 4 и 2 (рисунок 1). В лабораторных опытах выявлено, что всхожесть семян повышается в среднем на 20% по отношению к контролю.

По результатам биометрической характеристики положительную отзывчивость на рост тестируемых культур оказывает во

[3]Исследования проведены в испытательной лаборатории агрохимическая служба «Бурятская»

всех вариантах опыта, при этом прирост надземной массы значительно преобладал над прирост корневой системы. В среднем прирост надземной массы составил от 70 до 85%, а прирост корней – от 12 до 27% от общей высоты культур. Максимальный прирост тест культур наблюдается в 4 и 2 вариантах. К концу срока тестирования в условиях лабораторных опытов высота растения превышает контроль в среднем на 10%.

Изучение влияния разных вариантов торфосмесей на накопление биомассы тест-культур показал также их положительное действие. По отношению к контролю исследованные варианты торфосмесей повысили накопление биомассы в среднем на 15%.

Наиболее высокая отзывчивость среди исследуемых культур проявилось у овса, затем редис и кресс-салат. В большей степени на накопление биомассы оказали варианты 4 и 2.

Выводы

1. Торф месторождения «Каштаки» Кабанского района РБ относиться травяному типу, по ботаническому составу – осоково-тростниковый, со средней и высокой степенью разложения. Характеризуются слабокислой реакцией среды, повышенной зольностью, очень высоким содержанием легкогидролизуемых форм азота, подвижного фосфора, но очень низкой обеспеченностью обменным калием, высоким содержание обменных катионов.

2. Результаты исследования агрохимических свойств торфосмесей показали, что наилучшим вариантом по питательной ценности является вариант № 4. Содержание легкогидролизуемых форм азота характеризуется как очень высокое, подвижные формы фосфора достигают высоких показателей, обменная форма калия соответствует очень высокой обеспеченности обменным калием. Содержание органического вещества составило 6,6%.

3. Изучение эффективностииспытуемых торфосмесей в условиях фитотеста показало, что наилучшие результаты получены в вариантах с внесением NPK и микроэлементов. В лабораторных опытах выявлено, что в вышеуказанных вариантах по отношению к контролю всхожесть семян повышается в среднем на 20%, биометрические показатели повышаются на 10% и отмечается накопление биомассы на 15%. Наиболее высокая отзывчивость среди исследуемых культур проявилось у овса, затем редиса и кресс-салата.

Список источников

1. Лисовецкая О.В., Терехова В.А. Фитотестирование: основные подходы, проблемы лабораторного метода и современные решения // Доклады по экологическому почвоведению. – 2010. – № 1. – Вып.13.

2. ГОСТ 33061-2014. Методы испытаний химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды.

3. Международный стандарт ISO 11269-1. Определение загрязнения по задержке роста корней.

4. Международный стандарт ISO 11269-2. Качество почвы. Определение воздействия загрязняющих веществ на флору почвы. Часть 2. Воздействие химикатов на всхожесть и рост высших растений.

5. ГОСТ Р 52325-2005. Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия ТУ.

6. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – 2-е изд. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 488 с.

УДК 631.8:[631.559 + 633.25.004.12]

Влияние систем удобрения на урожайность и качество зеленой массы кукурузы

Таран Т.В.[1], к.с.-х.н.; Сабирова Т.П.[2], к.с.-х.н.
([1, 2]ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия;
[2]Ярославский НИИЖК –
филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»,
Ярославская область, Россия)

Представлены результаты исследований влияния различных систем удобрения на урожайность и качество зеленой массы кукурузы, возделываемой в условиях Ярославской области. Показана высокая эффективность органической системы удобрения, включающей внесение навоза, заделку соломы предшественника, на величину урожая и содержание питательных веществ. Дополнительное внесение минеральных удобрений на фоне органических способствовало дальнейшему росту урожайности и повышению питательной ценности корма.

Ключевые слова: кукуруза на зеленую массу, системы удобрения, урожайность, показатели качества зеленой массы.

The Influence of Fertilizer Systems on the Yield and Quality of the Green Mass of Corn

Taran T.V.[1], Candidate of Agricultural Sciences;
Sabirova T.P.[2], Candidate of Agricultural Sciences
([1, 2]FSBEI HE Yaroslavl SAA, Yaroslavl, Russia;
[2]Yaroslavl NIIZHK – branch of the Federal Research Center «V. R. Williams VIC», Yaroslavl region, Russia)

The results of studies of the influence of various fertilizer systems on the yield and quality of green mass of corn cultivated in the conditions of the Yaroslavl region are presented. The high efficiency of the organic fertilizer system, including the application of manure, the incorporation of the predecessor straw, on the yield and nutrient content is shown. Additional application of mineral fertilizers against the background of organic fertilizers contributed to a further increase in yields and an increase in the nutritional value of the feed.

Keywords: green mass corn, fertilizer systems, productivity, green mass quality indicators.

При интенсивном ведении сельскохозяйственного производства актуальным вопросом при производстве растительной продукции является не только величина урожая, но и его качество, снижение возможной негативной нагрузки на почву высоких доз агрохимикатов. Данный вопрос особенно актуален, если ставится задача получения востребованной в обществе экологически-безопасной продукции сбалансированной по составу.

В кормовых севооборотах необходимо получить продукцию хорошего кормового достоинства, которую определяет ее химический состав. В числе кормовых культур важное место занимает кукуруза, зеленая масса и зерно которой обладают высокой питательной ценностью. Кукуруза относится к культурам требовательным к плодородию почвы, при возделывании на дерново-подзолистых почвах высокие урожаи зеленой массы можно получить только при применении удобрений. Она хорошо отзывается на внесение органических удобрений, из минеральных эффективны прежде всего азотные, которые восполняют дефицит этого элемента в начале вегетации. Чаще используют органо-минеральную систему удобрения кукурузы, которая строится на дополнении органических удобрений минеральными [1; 3; 4].

Данная культура важна как силосная культура для Ярославской области, в которой большое внимание в настоящее время уделяется усилению кормовой базы для животноводства, и вопрос оценки эффективности различных технологий, различающихся системами удобрений, является востребованным [5; 7].

Вопрос о влиянии органической и органоминеральной систем удобрения на урожайность и качество зеленой массы современного скороспелого гибрида кукурузы изучался в условиях многолетнего стационарного полевого опыта в Ярославской области.

Методика

Исследования проведены в типичных для региона почвенно-климатических условиях на опытном поле Ярославского НИИЖК – филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». Почва опыта дерново-подзолистая среднесуглинистая окультуренная, характеризовалась следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 1,87%; pH – 5,1–5,6; содержание подвижного фосфора P_2O_5 – 278 мг/кг почвы; калия – 128 мг/кг почвы.

В 2017 году был развернут семипольный кормовой севооборот со следующим чередованием культур:

1 – однолетние травы с подсевом многолетних трав (люцерна изменчивая + тимофеевка луговая + овсяница луговая); 2, 3, 4 – многолетние травы; 5 – озимая тритикале на зеленую массу + + по укосно рапс; 6 – ячмень на зерно; 7– кукуруза на силос.

В опыте изучались технологии возделывания культур различной интенсивности: экстенсивная, органическая, биологизированная, интенсивная, высокоинтенсивная, различающиеся прежде всего используемой системой удобрения[5]. Под кукурузу проводится известкование.

Полевой опыт проведен в трехкратной повторности, общая площадь делянок 120 м².

Нами рассмотрены варианты, различающиеся видом и интенсивностью систем удобрения при возделывании кукурузы на силос.

1. Без удобрений – контроль.

2. Органическая система удобрения, включающая применение соломы в качестве удобрения и внесение навоза 60 т/га.

3. Органо-минеральная, включающая применение соломы в качестве удобрения, внесение навоза 60 т/га, применение минеральных удобрений в дозе $N_{50}P_{50}K_{60}$.

4. Органо-минеральная интенсивная, включающая применение соломы в качестве удобрения, внесение навоза 60 т/га, применение повышенной нормы минеральных удобрений – $N_{100}P_{100}K_{120}$

Посев кукурузы рядовой, в период вегетации проводились междурядные обработки почвы. Использованы следующие формы минеральных удобрений: аммиачная селитра, диаммофоска, калий хлористый. Навоз подстилочный соломистый полуперепревший и солома ячменная (в измельченном виде) внесены под основную обработку почвы осенью, минеральные удобрения весной под культивацию почвы. Посев кукурузы проведен 03 июня 2021 г., уборка 09 сентября в фазу молочно-восковой спелости.

Вопыте возделывался двойной межлинейный гибрид универсального назначения использования – на зерно и зеленую массу – Воронежский 158 СМ.Достоинством гибрида является высокая адаптивность для возделывания в регионах с ограниченной теплообеспеченностью.

Анализ метеоусловий показал, что как температура, так и количество осадков в год исследований несколько отличались от среднемноголетних значений. В весенний периодсумма осадков была значительна, что затягивало физическое созревание почвы, июль характеризовался недобором осадков.Температурные условия в летний период были в целом благоприятными для роста и развития культуры.

При закладке и проведении полевого опыта использовали общепринятые методики [2].

Учет урожая сплошной поделяночный с одновременным взвешиванием всей продукции. Структуру урожая определяли перед уборкой. Химический состав и качество культур определялись в химико-аналитической лаборатории Ярославского НИИЖК – филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». Показатели качества урожая определяли согласно ГОСТам [46]. Математическую обработку экспериментальных данных обрабатывали методом дисперсионного анализа по Доспехову Б.А. с использованием программы «Disant».

Результаты

Результаты исследований показали положительное влияние всех видов применяемых в опыте удобрений на урожайность зеленой массы кукурузы (таблица 1).

Без применения удобрений урожайность зеленой массы составила величину 27,7 т/га (вариант 1). Внесение органических

удобрений в год исследований было высокоэффективным, на фоне внесения навоза и соломы урожайность зеленой массы существенно увеличилась до 69,9 т/га (вариант 2). Возможной причиной такого положительного влияния могли быть благоприятные условия для минерализации органической массы удобрений на фоне достаточного уровня влажности почвы и суммы положительных температур, отмеченных в летний период.На данном варианте была отмечена и лучшая сохранность растений в период вегетации по сравнению с контролем, которая составила 80,3%.

Дополнительное внесение минеральных удобрений в дозе $N_{50}P_{50}K_{60}$ (вариант 3) способствовало увеличению урожайности до уровня 83,6 т/га, при этом урожайность практически удвоилась по сравнению с контролем и увеличилась на 13,7 т/га по сравнению с органической системой удобрения.

Увеличение дозы минеральных удобрений на фоне органических в дозе $N_{100}P_{100}K_{120}$ (вариант 4) приводило к дальнейшему повышению урожайности кукурузы до уровня 93,0 т/га, при этом прибавка урожая существенна относительно варианта применения органической системы удобрений – 23,1 ц/га.

Таблица 1 – Урожайность зеленой массы кукурузы

Вариант	Урожайность	Прибавка к контролю	
	т/га	т/га	%
1. Без удобрений	27,7	–	
2. Навоз 60т + солома	69,9	42,2	152
3. Навоз 60т + солома + $N_{50}P_{50}K_{60}$	83,6	55,9	202
4.Навоз60т + солома $N_{100}P_{100}K_{120}$	93,0	65,3	236
НСР $_{05}$	22,9		

Согласно характеристике биологических особенностей кукурузы, данная культура имеет медленный начальный рост примерно в течение месяца после всходов, который значительно ускоряется далее, рост растений в высоту практически продолжается до периода молочно-восковой спелости зерна [4; 6].

Об усилении ростовых процессов на удобренных вариантах свидетельствуют данные динамики высоты растений в период вегетации (таблица 2).

В год исследований установлено неоднозначное влияние систем удобрения на рост растений в высоту, высота растений в фазе 10–12 листьев составила в среднем 174 см, заметные различия по данному показателю проявились по вариантам опыта

только к фазе выметывания. Отмечен больший прирост растений в высоту при дополнении органических удобрений минеральными (варианты 3, 4) по сравнению с чисто органической системой удобрения. Максимальной высоты растения кукурузы достигли на вариантах совместного применения органических и минеральных удобрений, где она достигла 232 см (варианты 3, 4).

Кмоменту уборки надземной массы на растениях кукурузы было по 9–12 листьев и по 1–2 початка, причем на варианте без применения удобрений происходило более раннее пожелтение и опадение нижних листьев.

Применение удобрений положительно сказалось на структуре урожая (таблица 2). Без применения удобрений (вариант 1) в составе урожая на долю початков и листьев приходилось 38,5,0% и 15,9%, соответственно, на стебли 45,6%. Применение удобрений способствовало улучшению структуры урожая, особенно при органической системе удобрения – отмечено снижение доли стеблей при увеличении доли листьев.

Таблица 2 – Высота и элементы структуры урожая кукурузы

Вариант опыта	Высота	Листья		Початки		Стебли
	см	шт./стебель	%	шт./стебель	%	%
1. Без удобрений	180,0	9,3	15,9	0,8	38,5	45,6
2. Навоз60т + солома	187,2	9,3	25,6	1,0	33,0	41,4
3. Навоз60т + солома + $N_{50}P_{50}K_{60}$	231,3	10,3	23,4	1,2	34,0	42,6
4. Навоз60т + солома $N_{100}P_{100}K_{120}$	232,0	11,3	22,1	1,6	34,7	43,2
$НСР_{05}$ А	11.2	$F_ф<F_{05}$	2,2	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$

Результаты научных исследований в полевых и производственных опытах многих авторов свидетельствуют о влиянии органических и минеральных удобрений на качество урожая, которое определяется как видом, так и дозой удобрений [1; 3].

Результаты наших исследований также показали некоторую изменчивость показателей качества урожая кукурузы при разных системах удобрения (таблица 3).

Содержание сухого вещества в надземной массе кукурузы к моменту уборки урожая составило в среднем 22,81%, причем наибольшая величина 24,05% была по органической системе удобрений.

Таблица 3 – Показатели качества урожая зеленой массы кукурузы

Вариант	СП, %	СЖ, %	Сахар, %	Крахмал, %	Фосфор	Калий
1. Без удобрений	5,21	1,05	23,78	2.20	0,28	1,32
2. Навоз 60 т + солома	7,11	0,92	17,95	3,99	0,30	1,24
3. Навоз 60 т + солома + $N_{50}P_{50}K_{60}$	8,60	2,25	18,35	2,64	0,34	1,67
4. Навоз 60 т + солома + $N_{100}P_{100}K_{120}$	7,65	2.06	18,70	1,32	0,31	1,37
Среднее	7,14	1,57	19,70	2,54	0,31	1,40

Важнейшим показателем качества кормов в животноводстве является содержание белка, о величине которого можно судить по содержанию сырого протеина. Результаты анализа химического состава сухого вещества показали положительное влияние применения органических и минеральных удобрений на данный показатель по всем удобренным вариантам. Содержание сырого протеина в среднем составило величину 7,14%, наименьшее значение было на варианте без применения удобрений – 5,21%, а максимальное значение 8,60% было при применении органо-минеральной системы удобрений (вариант 3). Увеличение дозы минеральных удобрений на фоне органических не способствовало увеличению данного показателя, что могло быть связано с отмеченным на данном варианте преимущественным ростом стеблей, содержание азота в которых меньше по сравнению с другими частями растений (вариант 4).

Содержание сырого жира – важный показатель питательной ценности кормов, его среднее содержание в год исследований составило 1,57%, наименьшая величина на вариантах без применения минеральных удобрений – 1,05–0,92%. Применение минеральных удобрений на фоне органических способствовало увеличению содержания сырого жира, причем максимально на варианте дополнительного внесения $N_{50}P_{50}K_{60}$ (вариант 3), где его содержание составило 2,25%.

Органическая масса, созданная без применения удобрений, отличалась максимальным содержанием простых сахаров (23,78%) и меньшим более сложных, то есть образование сложных запасных питательных веществ происходило менее интенсивно, чем на вариантах с применением удобрений.

Содержание фосфора в составе урожая изменялось в пределах 0,28–0,31%, но также максимальное значение отмечено по варианту 3.

Содержание калия в единице урожая изменялось в пределах 1,24–1,67% и не коррелировало с уровнем удобренности почвы. Максимальное значение отмечено по органоминеральной системе удобрений с внесением $N_{50}P_{50}K_{60}$.

Выводы

1. В год исследований установлена высокая эффективность органической системы удобрения при возделывании кукурузы. Совместное внесение 60 т навоза и соломы способствовало формированию урожая зеленой массы 69,9 т/га, что выше по сравнению с вариантом без применения удобрений на 42,2 т/га. Максимальная урожайность получена по органо-минеральной системе при совместном внесении навоза 60 т, соломы и $N_{100}P_{100}K_{120}$.

2. Дополнение органических удобрений минеральными при возделывании кукурузы способствует повышению питательной ценности зеленой массы культуры.

Список источников

1. Бельченко, С.А. Влияние систем удобрений на урожайность и качество зеленой массы кукурузы / С.А. Бельченко, И.Н. Белоус, М.Г. Брянская. – Текст: непосредственный // Достижения науки и техники АПК, 2011. – № 5. – С. 59–61.

2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 6-е изд.. стереотип. – М.: ИД Альянс, 2011. – 352 с., ил. – ISBN 978-5-903034-96-3. – Текст: непосредственный.

3. Кондрашов, А.Л. Влияние густоты посева и систем удобрении на урожайность и качество кукурузы в условиях юго– западной части нечерноземной зоны России / А.Л. Кондрашов. – URL: https://www.dissercat.com/content/vliyanie-gustoty-poseva-i-sistem-udobrenii-na-urozhainost-i-kachestvo-kukuruzy-v-usloviyakh-/read (дата обращения: 12.06.2022). – Текст: электронный.

4. Муравин, Э.А. Агрохимия / Э.А. Муравин, В.И. Титова. – М.: КолосС, 2010. – 463 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш.учеб. заведений). – ISBN 978-5-9532-0545-0. – Текст: непосредственный.

5. Сабирова, Т.П. Влияние биопрепаратов и технологий возделывания на урожайность зеленой массы кукурузы в условиях Ярославской области / Т.П. Сабирова, Г.Л. Цвик, Г.Е. Батюгов. – Текст: непосредственный // АгроЗооТехника. – 2019. – Т. 2. № 4.

6. Частная физиология полевых культур / под ред. Е.И. Кошкина. – М.: КолосС, 2005. – 344 с.: ил. (Учебники и учеб. посо-

бия для студентов высш.учеб. заведений. – ISBN 5-9532-0164-8. – Текст: непосредственный.

7. Шевченко, В.А. Формирование урожая кукурузы в различных агротехнологиях / В.А. Шевченко, С.А. Новиков. – Текст: электронный // Международный научный журнал «Символ науки». – 2016. – № 3. – С. 73–75. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-urozhaya-kukuruzy-v-razlichnyh-agrotehnologiyah (дата обращения: 11.05.2022).

УДК 631.453:574.24:581.5

Особеннности аккумуляции тяжелых металлов растениями

Халистова И.Д.[1], к.т.н.; Баушева Н.П.[2], ст. преподаватель
([1, 2]ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия)

Аннотация. Рассмотрены особенности перераспределения и аккумуляции тяжелых металлов растениями, установлена важность знаний данных особенностей для повышения устойчивости растений к тяжелым металлам и реакции растений на их избыток.

Ключевые слова: тяжелые металлы, биоаккумуляция, токсичность.

Features of Heavy Metals Accumulation by Plants

Khalistova I.D.[1], Candidate of Technical Sciences,
Bausheva N.P.[2], Senior Lecturer
([1, 2]FSBEI HE Yaroslavl SAA, Yaroslavl, Russia)

Abstract. The features of the redistribution and accumulation of heavy metals by plants are considered, the importance of knowledge of these features for increasing the resistance of plants to heavy metals and the response of plants to their excess is established.

Keywords: heavy metals, bioaccumulation, toxicity.

Среди важных задач агроэкологии на сегодняшний день является изучение закономерностей круговорота в биосфере химических элементов, которые являются регуляторами биологических процессов. Наиболее опасными загрязняющими веществами среди химических элементов признаны так называемые «тяжелые металлы». Это элементы с металлическими и металлоидными свойствами, проявляющие токсичность. Обычно к ним относят

свинец, ртуть, кадмий, мышьяк, цинк, никель, медь, олово, кобальт, селен и другие [1; 11].

Примерно 90% тяжелых металлов, поступающих из антропогенных источников, аккумулируется почвами. Затем они мигрируют в природные воды, поглощаются растениями и поступают в пищевые цепи.

Знание закономерностей распределения тяжелых металлов в органах и тканях растений дает возможность выяснить механизмы их перераспределения и аккумуляции в процессе развития растений.

Содержащиеся в почвенном растворе соединения тяжелых металлов являются наиболее доступными для растений.Высокое содержание водорастворимой формы тяжелых металлов может приводить не только к загрязнению растительной продукции, но и к резкому снижению урожая.Токсичность конкретного элемента в почве определяется количеством поступивших в почвенный раствор ионов металлов. Кислотность, содержание органических веществ, гранулометрический состав почвы влияют на подвижность тяжелых металлов и их переход в водную вытяжку. Данные о разном количестве водорастворимых соединений Zn, Pb, Cu, Cd, переходящих из почв с различным уровнем плодородия при одинаковых дозах внесенных металлов подтверждают это положение [2; 3; 4].

Абсорбция корнями являетсяглавным путем поступления металлов в растения.Механизмы поглощения тяжелых металлов корнями включают как пассивный (неметаболический) перенос ионов в клетку без использования дополнительной энергии, так и активный (метаболический) процесс поглощения, который сопряжен с затратой энергии, использующейся для перемещения ионов против градиента электрохимического потенциала. Пассивный транспорт тяжелых металлов в клетку осуществляется посредством катионных неселективных каналов трех видов: 1) кальциевых каналов, активируемых деполяризацией мембраны, 2) кальциевых каналов, активируемых гиперполяризацией мембраны, 3) катионных каналов, не чувствительных к изменению электрического потенциала. Скорость поглощения элементов положительно коррелирует с содержанием их доступных форм [3; 4].

Другой путь поступления в растения тяжелых металлов – воздушный. В этом случае тяжелые металлы оседают на вегетативных органах растений из воздушных потоков. Например, опры-

скивание растений растворами микроэлементов: железа, меди, марганца, молибдена и других. Фолиарное поглощение, т.е.поступление элементов в растения через листья, происходит путем неметаболического проникновения через кутикулу. При переносе катионов в растениях наиболее важную роль выполняют хелатообразующие лиганды. Поглощенные листьями металлы могут переноситься в другие растительные ткани, например, в корни, где могут находиться длительное время в форме запаса.

Концентрации металлов в растениях зависитот их содержания в окружающей среде.По характеру этой зависимости различают растения эксклудеры, индикаторы, аккумуляторы и гипераккумуляторы [5]. Низкое поглощение тяжелых металлов при довольно высокой концентрации в окружающей среде характерно для растений – эксклудеров, имеющих разного рода барьеры, препятствующие поглощению тяжелых металлов.Прямо пропорционально повышению наружной концентрации тяжелых металлов повышаетсясодержание металлов в тканях растений-индикаторов. Например, мхи и лишайники являются фитоиндикаторами воздушного загрязнения,одуванчик – почвенного [5]. Корневая система одуванчика способна активно поглощать металлы из почвы, а листья – из загрязненной воздушной среды. Высоким накоплением тяжелых металлов при низкой концентрации в окружающей среде характеризуются растения-аккумуляторы.Отмечена их способность изменять pH в непосредственной близости от корней путем выделения протонов, которые обмениваются на ионы металлов в почвенных коллоидах. Высокие концентрации тяжелых металлов этим растениям позволяет накапливать способность их клеток осуществлять детоксикацию. При высокой внешней концентрации поглощение тяжелых металлов снижается.

Гипераккумуляторы – растения, способные накапливать в тканях тяжелые металлы в концентрациях, значительно превышающие их содержание в почвах. Многие из них, способные накапливать никель, кобальт, марганец, кадмий относятся к семейству крестоцветных. В корнях этих растений отсутствуют барьерные ткани и ткани-аккумуляторы, что, соответственно, не ограничивает поступление тяжелых металлов в надземные органы.

Несмотря на существующую изменчивость способности различных растений к накоплению металлов, биоаккумуляция элементов имеет определенную тенденцию. Различные группы элементов проявляют неодинаковую степень накопления: Cd, Rb,

Cr – поглощаются легко; Zn, Cu, Pb, Mo, Co Ag, As – имеют среднюю степень поглощения; Mn, Cr, Be, Ni, Li, Sb – слабо поглощаются. Хотя для конкретных систем «почва-растение» могут быть заметные отклонения от этой тенденции [6; 7].

Поступая в растения, тяжелые металлы распределяются в их органах и тканях неравномерно. Следовательно, ограничить поступление тяжелых металлов в организм человека можно, изучая особенности их аккумуляции в растениях [8].

Накопление и распределение тяжелых металлов в органах растений во многом зависит от вида, физиологии и морфологических признаков: типа листьев, размера черешков и жилок, размеров центрального цилиндра в корнеплодах.

Зачастую корневые системы растений отличаются большим содержанием цинка, чем надземные органы. При этом замечено, что цинк концентрируется преимущественно в старых листьях. Корни пшеницы отличаются более высоким содержанием свинца и кадмия по сравнению с листьями. Уровень накопления тяжелых металлов в вегетативных органах растений выше, чем в репродуктивных [9].

Накопление тяжелых металлов в репродуктивных органах растений зависит от биологических особенностей культуры, физиологической роли элемента, его доступности для растения.

На механизм поглощения, транспортировки, метаболизма и распределения тяжелых металлов в органах и тканях существенно влияют видовые и сортовые особенности сельскохозяйственных культур.

Содержание тяжелых металлов в корнеплодах моркови убывает от кончика до головки. В центральной части корнеплода наблюдают повышенное содержание цинка и свинца. Содержание меди, марганца и кадмия увеличено в коре корнеплода.

Для корнеплода свеклы характерно повышенное содержание цинка, кадмия, свинца, марганца в нижней части. В средней части корнеплода свеклы отмечено минимальное содержание меди. Повышенное содержание цинка и свинца наблюдается в центральном цилиндре, а меди, кадмия и марганца – в коре корнеплода.

В мякоти клубней картофеля отмечено минимальное количество цинка, кадмия и свинца. Распределение меди равномерно по всему клубню.

В отличие от других овощных культур и картофеля капуста накапливает больше цинка и меньше кальция. Содержание всех элементов в капусте возрастает от внешних листьев кочана к кочерыжке.

В репродуктивных органах зерновых культур, гречихи и подсолнечника наибольшее содержание свинца сосредоточено в зародыше зерновки, плода и семени. Большее количество свинца содержится в эндосперме, чем в оболочке у пшеницы, гречихи, овса.

Для зеленных культур характерно сравнительно низкое содержание свинца в листовых пластинках, чем в черешках. Более высокое содержание свинца в корнях наблюдается у растений салата. В корнях петрушки и хрена содержание свинца наименьшее [10].

Зная распределение тяжелых металлов в отдельных зонах и тканях различных органов растений, можно оценить их опасность и сделать выводы о превращениях этих элементов в растениях.

Выводы

1. Исследование закономерностей распределения тяжелых металлов в органах и тканях растений дает возможность выяснить механизмы их перераспределения и аккумуляции в процессе развития растений.

2. На механизм поглощения, транспортировки, метаболизма и распределения тяжелых металлов в органах и тканях существенно влияют видовые и сортовые особенности сельскохозяйственных культур.

3. Зная распределение тяжелых металлов в отдельных зонах и тканях различных органов растений, можно оценить их опасность и сделать выводы о превращениях этих элементов в растениях.

4. Следовательно,изучая особенности аккумуляции тяжелых металлов в растениях, можно ограничить поступление тяжелых металлов в организм человека.

Список источников

1. Агроэкология. Методология, технология, экономика / под ред. В.А. Черникова, И.Г. Грингофа, В.Т. Емцева. – М.: Колос, 2004. – 400 с.

2. Дубовик, Д.В. Тяжелые металлы в склоновом агроландшафте / Д.В. Дубовик, Е.В. Дубовик. – Курск: ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ, 2016. – 170 с.

3. Овчаренко, М.М. Тяжелые металлы в системе почва – растение – удобрение. – М., 1997. – 290 с.

4. Соколова О.Я., Стряпков А.В., Антимонов С.В., Соловых С.Ю. Тяжелые металлы в системе элемент – почва – зерновые культуры // Вестник ОГУ. – 2006. – № 4. – С. 106–110.

5. Головко Т., Гармаш Е., Скугорева С. Тяжелые металлы в окружающей среде и растительных организмах // Вестник Института биологии Коми НЦ УрО РАН. – 2008. – С. 2–7.

6. Евдокимова Г.А. Действие меди и никеля на биологические процессы в подзолистой почве // Тезисы докл. 8 Всес. съезда почвовед. Кн. 2. – Новосибирск, 1989. – С. 284.

7. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растения. – Новосибирск: Наука, 1991. – 51 с.

8. Медведев И.Ф., Деревягин С.С. Тяжелые металлы в экосистемах. – Саратов: «Ракурс», 2017. – 178 с.

9. Агроэкология / В.А. Черников, Р.М. Алексахин, А.В. Голубев и др.; под ред. В.А.Черникова, А.И. Чекереса. – М.: Колос, 2000. – 536 с.

10. Баранников В.Д., Кириллов Н.К. Экологическая безопасность с/х продукции. – М.: КолосС, 2005. – 352 с.

11. Wuana R.A., Okieimen F.E. Heavy Metals in Contaminated Soils: A Review of Sources, Chemistry, Risks and Best Available 174 Strategies for Remediation // International Scholarly Research Network ISRN Ecology. Vol. 2011, Article ID 402647, 20 pages doi: 10.5402/2011/402647.

УДК 631.41(470.316)

Агрохимическое обследование сельскохозяйственных угодий Ярославской области в 2021 году

Худошина Н.В., главный агрохимик
(ФГБУ ГСАС «Ярославская», Ярославская область, Россия)

Аннотация. Представлены результаты агрохимического обследования почв Ярославской области в четырех районах области (Брейтовском, Мышкинском, Некоузском, Угличском) на 80 тыс.га, 13 цикл агрохимического обследования.

Ключевые слова: агрохимическое обследование, механический состав почвы, вегетационный период, агрохимическая характеристика, пашня, сельскохозяйственные угодья, почвенные образцы, тяжелые металлы, результаты исследований.

Agrochemical Survey of Agricultural Land in the Yaroslavl Region in 2021

Khudoshina N.V., a leading agricultural chemist
(Federal State Budgetary Institution State station of Agrochemical Service «Yaroslavl», Yaroslavl Region, Russia)

Abstract. The results of the agrochemical survey of soils of the Yaroslavl Region in four districts (Breitovsky, Myshkin, Nekouz,

Uglich) of the region on 80 thousand hectares are presented, the 13th cycle of agrochemical survey continues.

Keywords: agrochemical survey, soil mechanical composition, vegetation period, agrochemical characteristics, arable land, agricultural land, soil samples, heavy metals, research results.

В Ярославской области преобладают дерновые почвы разной степени оподзоленности, образовавшиеся под переменным влиянием древесной и травянисто-луговой растительности. Дерново-подзолистые почвы занимают 46,5% площадей области, болотно-подзолистые почвы занимают 13,7%. Комплексный почвенный покров без овражно-балочного комплекса занимает 8,6% площадей. Состав покрова представлен дерново-подзолистыми и дерновыми слабоглееватыми почвами, дающими большую пестроту в урожаях на разных почвах одного поля. Болотные почвы охватывают 6,8% территории области с преобладанием болотных низинных (4%). Дерновые глееватые и глеевые почвы занимают 3,5%, а серые лесные почвы – 0,4% площадей.

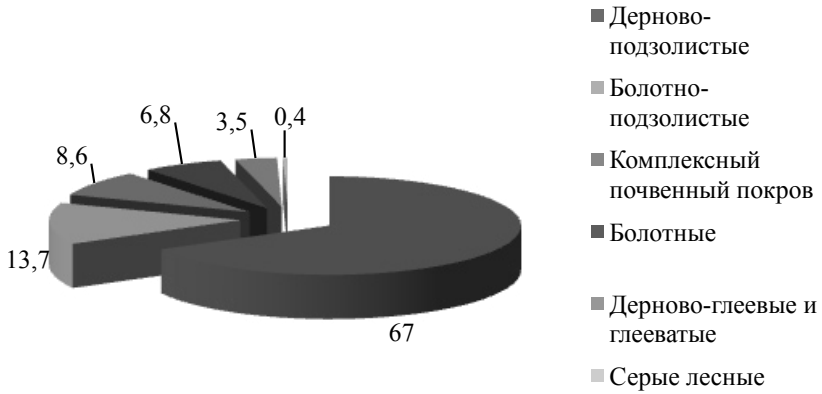


Рисунок 1 – Почвенный покров Ярославской области

Гранулометрический состав почв Ярославской области неоднороден. Глинистые и тяжелосуглинистые разновидности дерново-подзолистых почв наиболее распространены в северо-восточных районах – Любимском, Даниловском, Первомайском. Самыми распространенными в области являются среднесуглинистые дерново-подзолистые почвы. Они образуют крупные массивы в западном, центральном и южном районах. Супесчаные и песчаные почвы чаще встречаются на участках, расположенных вблизи р. Волги.

В южной части на территории Переславского ополья распространены серые лесные почвы с относительно повышенным содержанием извести в материковых породах, препятствующих процессу подзолообразования. В Ростовском районе находятся темноцветные, близкие к карбонатно-перегнойному типу, почвы.

Длительный агрохимический мониторинг является одним из приемов наблюдения за плодородием почвы. На его основе производится планирование посевных площадей и расчет доз удобрений.

В 2021 году специалистами-агрохимиками ФГБУ ГСАС «Ярославская» проводилось агрохимическое обследование в 4 муниципальных районах области: Брейтовском, Мышкинском, Некоузском, Угличском с площади 80000 га, в разрезе с/х угодий: пашня – 73444 га, сенокосы – 1396 га, пастбища – 5160 га.

В целом вегетационный период в 2021 году выдался теплым, солнечным. Среднемесячная температура была выше климатической нормы за исключением сентября. Значительное количество осадков выпало в мае, августе и сентябре (212, 152 и 200% от нормы). Гидротермический коэффициент 1,4 при средних показателях он равен 1,4-1,6. По земельному учету на 01.12.2021 г. пашня в Ярославской области составляет 721,5 тыс. га*, из которых 443,4 тыс. га не используется.

Основная произрастающая культура на полях сельскохозяйственных угодий при проведении агрохимического обследования 2021 года (в 4 районах области) – многолетние и лугопастбищные травы (81,3%), зерновые культуры занимают около 10,3%, лен – 1,0%, овощи 0,4%, однолетние – 7,0%.

Агрохимическая характеристика пашни представлена в таблице № 1. По агрохимическим показателям почвы характеризуется следующим образом:

– количество кислых почв, требующих первоочередного известкования (pH до 5,5) составляет 475,4 тыс. га или 65,9% от всей площади пашни;

– количество почв с низким содержанием фосфора (P_2O_5 до 100 мг/кг) составляет 339,1 тыс. га или 47% от площади пашни;

– количество почв с низким и средним содержанием калия (K_2O до 120 мг/кг) составляет 569,2 тыс. га или 78,9% от площади пашни;

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика пашни Ярославской области по земельному учету на 01.12.2021 г.

Вид сельхоз-угодий	Площадь пашни тыс. га*	***Распределение по степени кислотности (pH солевой вытяжки)***												Средне взвешен-ное значение
		очень сильнокислые		сильнокислые		среднекислые		слабокислые		близкие к нейтральным		нейтральные		
		0-4,0		4,1-4,5		4,6-5,0		5,1-5,5		5,6-6,0		более 6,0		
		га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	
Пашня	721,5	0,7	0,1	33,9	4,7	155,1	21,5	285,7	39,6	167,4	23,2	78,7	10,9	5,4
Пашня	***Распределение площадей по содержанию подвижного фосфора P_2O_5 мг/кг почвы***													
	721,5	очень низкое		низкое		среднее		повышенное		высокое		очень высокое		Средне взвешенное значение
		0-25		26-50		51-100		101-150		151-250		более 250		
		га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	
		22,4	3,1	100,3	13,9	216,4	30,0	150,1	20,8	150,8	20,9	81,5	11,3	129
Пашня	***Распределение площадей по содержанию обменного калия K_2O мг/кг почвы***													Средне взвешенное значение
	721,5	очень низкое		низкое		среднее		повышенное		высокое		очень высокое		
		0-40		41-80		81-120		121-170		171-250		более 250		
		га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	
		31,7	4,4	311,7	43,2	225,8	31,3	99,6	13,8	40,4	5,6	12,3	1,7	95
Пашня	***Распределение площадей по содержанию гумуса, %***													Средне взвешенное значение
	721,5	очень низкое		низкое		среднее		повышенное		высокое		очень высокое		
		менее 1,4		1,5-2,0		2,1-2,5		2,6-3,0		3,1-4,0		более 4,0		
		54,8	7,6	263,3	36,5	227,3	31,5	96,0	13,3	63,5	8,8	16,6	2,3	2,2

*Данные Росреестра ф.22.2 на 01.12.2021г.

– почвы с содержанием органического вещества (гумуса) до 2,5% составляют 545,4 тыс. га или 75,6% площади пашни.

По результатам агрохимического обследования сельскохозяйственных угодий количество почв, требующих первоочередного известкования составляет 55,5 тыс. га или 69,4% от обследуемой площади, количество почв с низким и средним содержанием фосфора составляет 49,6 тыс. га или 62%, количество почв с низким и средним содержанием калия – 71,0 тыс. га или 88,7%, количество почв с содержанием гумуса до 2,5% составляет 60,2 тыс. га или 75,2% (таблица 2).

При сравнении результатов 2017 и 2021 годов агрохимического обследования можно отметить следующие изменения (таблица 3):

– количество кислых почв (pH до 5,5) увеличилось на 3,7%;

– количество почв с низким и средним содержанием фосфора увеличилось на 0,5%;

– количество почв с низким и средним содержанием калия уменьшилось на 3,5%;

– количество почв с низким содержанием гумуса увеличилось на 2,6%.

Агрохимическое обследование включает в себя мониторинг почв сельскохозяйственных угодий по содержанию тяжелых металлов.

Наибольшее загрязнение почв тяжелыми металлами наблюдается вблизи городов, где проходят шоссейные дороги с высокой степенью загруженности автотранспортом, за счет переноса выбросов газов, пыли промышленных предприятий на поля, применения минеральных удобрений и ядохимикатов.

Результаты исследований показали, что в 4 обследуемых районов содержание тяжелых металлов в почвах не превышает предельно-допустимых концентраций и относится к умеренно-опасным (0,5–1,0 ПДК), опасных и высоко опасных нет. Наиболее эффективным способом закрепления тяжелых металлов в почве является внесение известковых материалов и органических удобрений, что позволяет удержать большинство тяжелых металлов в недоступной форме для растений.

Таблица 2 – Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных угодий Ярославской области на 01.12.2021 г. (обследование 2021 года)

Вид сельхозугодий	Обследованная площадь тыс. га	***Распределение по степени кислотности (pH солевой вытяжки)***												Средне взвешенное значение
		очень сильнокислые		сильнокислые		среднекислые		слабокислые		близкие к нейтральным		нейтральные		
		0-4,0		4,1-4,5		4,6-5,0		5,1-5,5		5,6-6,0		более 6,0		
		га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	
Всего сельхозугодий	80	0,1	0,1	3,8	4,8	18,4	23,0	33,2	41,5	17,1	21,4	7,4	9,2	5,4
Всего сельхозугодий	***Распределение площадей по содержанию подвижного фосфора P_2O_5 мг/кг почвы***													Средне взвешенное значение
	80	очень низкое		низкое		среднее		повышенное		высокое		очень высокое		
		0-25		26-50		51-100		101-150		151-250		более 250		
		га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	
		4,3	5,4	16,5	20,7	28,8	35,9	12,3	15,4	11,9	14,8	6,2	7,8	122
Всего сельхозугодий	***Распределение площадей по содержанию обменного калия K_2O мг/кг почвы***													Средне взвешенное значение
	80	очень низкое		низкое		среднее		повышенное		высокое		очень высокое		
		0-40		41-80		81-120		121-170		171-250		более 250		
		га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	
		4,8	5,9	42,6	53,3	23,6	29,5	7,0	8,8	1,4	1,7	0,6	0,8	82
Всего сельхозугодий	***Распределение площадей по содержанию гумуса, %***													Средне взвешенное значение
	80	очень низкое		низкое		среднее		повышенное		высокое		очень высокое		
		менее 1,4		1,5-2,0		2,1-2,5		2,6-3,0		3,1-4,0		более 4,0		
		7,6	9,5	28,4	35,5	24,2	30,2	11,3	14,1	6,6	8,3	1,9	2,4	2,2

Таблица 3 – Изменение агрохимических показателей почв сельскохозяйственных угодий Ярославской области

Сельскохозяйственные угодья	Обследованная площадь тыс. га	**Степень кислотности (pH солевой вытяжки),%**											
		очень сильнокислые		сильнокислые		среднекислые		слабокислые		близкие к нейтральным		нейтральные	
		0-4,0		**4,1-4,5**		**4,6-5,0**		**5,1-5,5**		**5,6-6,0**		**более 6,0**	
		2017	**2021**	**2017**	**2021**	**2017**	**2021**	**2017**	**2021**	**2017**	**2021**	**2017**	**2021**
Всего сельхозугодий	80	0,1	0,1	5,1	4,8	21,8	23,0	38,3	41,5	24,9	21,4	9,8	9,2
		Содержание подвижного фосфора P_2O_5, %											
Всего сельхозугодий	80	очень низкая		низкая		средняя		повышенная		высокая		очень высокая	
		0-25		26-50		51-100		101-150		151-250		более 250	
		2017	**2021**	**2017**	**2021**	**2017**	**2021**	**2017**	**2021**	**2017**	**2021**	**2017**	**2021**
		3,1	5,4	12,8	20,7	31,5	35,9	22,1	15,4	21,1	14,8	9,4	7,8
		Содержание обменного калия K_2O, %											
Всего сельхозугодий	80	очень низкая		низкая		средняя		повышенная		высокая		очень высокая	
		0-40		41-80		81-120		121-170		171-250		более 250	
		2017	**2021**	**2017**	**2021**	**2017**	**2021**	**2017**	**2021**	**2017**	**2021**	**2017**	**2021**
		4,6	5,9	43,5	53,3	32,8	29,5	13,3	8,8	4,9	1,7	0,9	0,8
		Содержание гумуса, %											
Всего сельхозугодий	80	менее 1,4		1,5-2,0		2,1-2,5		2,6-3,0		3,1-4,0		более 4,0	
		2017	**2021**	**2017**	**2021**	**2017**	**2021**	**2017**	**2021**	**2017**	**2021**	**2017**	**2021**
		6,6	9,5	35,5	35,5	32,1	30,2	14,7	14,1	9,0	8,3	2,1	2,4

Выводы

Полученные результаты свидетельствую о снижении почвенного плодородия. Бо́льшую часть сельскохозяйственных угодий в обследуемых районах занимают многолетние и лугопастбищные травы. Эти земли не обрабатываются, не перепахиваются, подвержены зарастанию сорной растительностью, кустарником, мелколесьем, лесом.

Список источников

1. Годовой научно-производственный отчет ФГБУ ГСАС «Ярославская» за 2021 год.

2. Обзор агрометеорологических условий за 2021 сельскохозяйственный год по Ярославской области / Ярославский ЦГМС. – 2021.

3. Минеев В.Г. Тяжелые металлы и радионуклиды в агроэкосистемах / В.Г. Минеев. – Москва, 1994.

УДК 631.46:631.445.2:633:631.5

Направленность биохимических процессов в дерново-подзолистой почве при разных технологиях возделывания полевых культур

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

Аннотация. Представлены результаты влияния различных технологий возделывания полевых культур на биологические показатели плодородия дерново-подзолистой почвы в условиях Ярославской области Нечерноземной зоны РФ. Установлено, что использование органической и интенсивной технологий при выращивании полевых культур не приводит к значительным изменениям в направленности биохимических процессов. Интенсивная технология обеспечивает получение высокой урожайности культур севооборота.

Ключевые слова: дерново-подзолистые почвы, технологии возделывания полевых культур, содержание гумуса, биологическая активность почвы, урожайность полевых культур.

Direction of Biochemical Processes in Soddy-podzolic Soil under Different Technologies for Culturing Field Crops

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

Abstract. The results of the influence of various technologies of cultivation of field crops on the biological indicators of fertility of soddy-podzolic soil in the conditions of the Yaroslavl region of the Nonchernozem zone of the Russian Federation are presented. It has been established that the use of organic and intensive technologies in the cultivation of field crops does not lead to significant changes in the direction of biochemical processes. Intensive technology provides a high yield of crop rotation crops.

Keywords: soddy-podzolic soils, field crop cultivation technologies, humus content, soil biological activity, field crop yield.

Современные агротехнологии представляют собой «комплексы технологических операций по управлению продукционным процессом сельскохозяйственных культур в агроценозах с целью достижения планируемой урожайности и высокого качества продукции при обеспечении экологической безопасности агроландшафта и определенной экономической эффективности». Методология формирования агротехнологий заключается в последовательном преодолении факторов, лимитирующих урожайность культуры и качество продукции. Таким образом, изучение разных по интенсивности воздействия на агроландшщафт технологий возделывания сельскохозяйственных культур является актуальной темой для исследований.

Одним из его направлений является агроэкологическая оценка агротехнических приемов возделывания культур, которая предполагает анализ изменений биологических показателей плодородия почвы.

Методика

Агроэкологический анализ влияния технологий возделывания на плодородие почвы проводился в 2-факторном стационарном полевом опыте, заложенном на опытном поле академии. Опыт заложен в 2021 году на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве.

Перед закладкой опыта почва пахотного горизонта содержала: гумуса –3,51%, обменного калия – 98,01 мг/кг, легкодоступного фосфора – 266,57 мг/кг почвы, рН солевой вытяжки – 5,1, гидролитическая кислотность – 1,65 мг-экв /100 г почвы, степень насыщенности почв основаниями – 87,36%. По содержанию элементов питания относится к среднеокультуренной и пригодной для возделывания полевых культур.

Опыт заложен методом расщепленных делянок с рендомизированным размещением вариантов в повторениях. Повторность опыта 3-кратная.

Схема 2-факторного стационарного полевого опыта (6 х 3)

Фактор А – севооборот

Чередование культур в севообороте:

1. Ячмень с подсевом многолетних трав (клевер полевой + тимофеевка луговая).
2. Многолетние травы 1 г.п.
3. Многолетние травы 2 г.п.
4. Озимые зерновые.
6. Однолетние травы.
7. Яровая пшеница.

Фактор В – технологии возделывания культур:

I. Экстенсивная технология возделывания полевых культур (К) – без удобрений и без пестицидов.

II. Органическая технология возделывания полевых культур (О) – без минеральных удобрений и пестицидов. В качестве органических удобрений используются сидерат (рапс), солома, последний укос многолетних трав, навоз.

III. Интенсивная технология возделывания полевых культур (И) – удобрения вносятся дифференцированно по культурам севооборота и проводится защита растений от болезней, вредителей и сорняков.

При проведении исследований изучалось отзывчивость следующих сортов:

– яровая пшеницы сорт «Тризо»:
– овес полевой сорт «Кречет»:
– клевер сорт «Дымковский»:
– вика полевая сорт «Ярославская 136»;
– тимофеевка сорт «Ярославская 11»;
– ячмень сорт «Яромир».

Органические удобрения: не применялись. Внесение комплексного минерального удобрений (азофоска) было проведено на вариантах с интенсивной технологией выращивания полевых культур в норме $N_{60}P_{60}K_{60}$.

В опыте использовались рекомендованные для региона технологические приемы выращиваемых культур.

При проведении исследований использовались следующие методики:

содержание гумуса по методу И.В. Тюрина (вариант ЦИНАО), биологическая активность почвы методом аппликации, активность фермента каталаза газометрическим методом, «дыхание» почвы в лаборатории по Галстяну. Величина урожая учитывалась сплошным поделяночным методом с пересчетом на абсолютно чистую продукцию. Урожайные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа для двухфакторного опыта, заложенного методом расщепленных делянок.

Результаты исследований

В почве при выращивании растений происходит одновременно два противоположных процесса: синтез и накопление органического вещества и разрушение органического вещества. Интенсивностью обоих процессов, их соотношением определяются конечные результаты, по которым оценивают влияние данной культуры на почву. Если конечный результат положительный, за культурой признаются свойства улучшать плодородие и наоборот. Между тем на процесс разрушения органического вещества влияют не столько сами культуры, сколько приемы их возделывания [2].

В период закладки опыта пахотный горизонт почвы опытного участка отличался низким содержанием гумуса (3,51%) и его содержание не изменилось за первый год ротации севооборота (таблица 1).

При сравнении культур по экстенсивной технологии возделывания, можно отметить, что достоверному усилению процессов минерализации в пахотном горизонте способствовало выращивание однолетних трав. Между остальными исследуемыми культурами существенных различий не было. Но наиболее высокие показатели содержания гумуса были получены при выращивании яровой пшеницы.

Влияние технологий выращивания на процессы гумификации и минерализации органического вещества определялось культу-

рой, для возделывания которой она применялась. Ведение органической технологии способствовало накоплению гумуса при выращивании ячменя и однолетних трав, а на участках с яровой пшеницей и многолетними травами наоборот усиливало его минерализацию. Такая же тенденция, но менее выраженная наблюдалась и при интенсивной технологии.

Таблица 1 – Содержание гумуса в почве при разных технологиях возделывания полевых культур, в среднем за вегетацию, %

Вариант		Слой почвы, см		
культура	технология	0–10	10–20	0–20
Ячмень	Экстенсивная	3,65	3,58	3,62
	Органическая	3,80	3,87	3,83
	Интенсивная	3,88	3,87	3,87
Многолетние травы 1.г.п.	Экстенсивная	3,59	3,73	3,66
	Органическая	3,58	3,67	3,63
	Интенсивная	3,64	3,67	3,65
Однолетние травы	Экстенсивная	3,07	2,93*	3,00*
	Органическая	3,02*	3,00*	3,01*
	Интенсивная	3,20	3,27	3,24
Яровая пшеница	Экстенсивная	3,77	3,76	3,77
	Органическая	3,51	3,57	3,54
	Интенсивная	3,8	3,57	3,68
$НСР_{05}$ для делянок 1 порядка		0,56	0,56	0,54
$НСР_{05}$ для делянок 2 порядка		$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$

Результаты проведенных исследований свидетельствуют, о слабой активности целлюлозоразлагающей микрофлоры на опытном участке в целом (таблица 2). Низкий уровень биологической активности можно объяснить неблагоприятными метеорологическими условиями в период исследований, который отличался длительным недостатком атмосферных осадков и как следствие низкой влажностью почвы.

Наименьший уровень активности целлюлитиков при сравнении культур по экстенсивной технологии, наблюдался под посевами однолетних трав, что можно связать с низким содержанием органического вещества в почве при их выращивании. На фоне посевов многолетних трав активность микроорганизмов была несколько выше по сравнению с однолетними травами. Из яровых культур более высокой биологической активностью отличался ячмень.

Таблица 2 – Целлюлозоразлагающая активность почвы, % разложения льняного полотна

Вариант		Слой почвы, см		
культура	технология	0–10	10–20	0–20
Ячмень	Экстенсивная	10,48	19,94	15,21
	Органическая	7,68	16,08	11,88
	Интенсивная	8,96	4,79	6,87
Многолетние травы 1 г.п.	Экстенсивная	5,21	14,43	9,82
	Органическая	9,69	15,98	12,83
	Интенсивная	5,26	19,11	12,18
Однолетние травы	Экстенсивная	5,15	11,12	8,13
	Органическая	3,97	17,3	10,63
	Интенсивная	7,13	10,01	8,57
Яровая пшеница	Экстенсивная	7,47	10,67	9,02
	Органическая	8,05	11,83	9,94
	Интенсивная	11,51	12,77	12,14
$НСР_{05}$ для делянок 1 порядка		$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$
$НСР_{05}$ для делянок 2 порядка		$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$

Использование органической и интенсивной технологий усиливало биологическую активность под посевами всех культур, за исключением ячменя. При этом, стимулирующее действие органической технологии проявилось более заметно под посевами трав. Влияние интенсивной технологии было более заметно под посевом яровой пшеницы.

Следует отметить, что все вышеуказанные изменения биологической активности почвы носили характер тенденций, существенные различия между изучаемыми вариантами отсутствовали.

В качестве одного из наиболее общих показателей биологической активности почв часто называют дыхание почв – выделение углекислого газа и поглощение кислорода почвой. О поглощении почвой кислорода обычно судят по косвенным данным – выделению углекислого газа. Выделение углекислого газа из почвы отражает интенсивность жизнедеятельности почвенной биоты, скорость минерализации опада и подстилки, и по многочисленным данным прямо пропорционально плодородию почв.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что в среднем за вегетацию полевых культур выделение CO_2 из почвы составило 14,43 мг CO_2/10 г почвы, что соответствует среднему уровню биологической активности почвы (таблица 3). При

сравнении дыхания почвы под сельскохозяйственными культурами по экстенсивной технологии выращивания можно отметить высокий его уровень под посевами однолетних трав и яровой пшеницы, особенно в верхнем слое пахотного горизонта 0–10 см. Под ячменем и многолетними травами выделение CO_2 было слабым.

Влияние технологий выращивания на дыхание почвы во многом зависело от полевой культуры. Так под посевом ячменя выделение CO_2 стимулировало ведение интенсивной технологии, под многолетними травами – органической. Под однолетними травами и яровой пшеницей обе изучаемые технологии возделывания сдерживали дыхание почвы, только на делянках с однолетними травами большее негативное воздействие оказывала интенсивная технология, а с яровой пшеницей – органическая.

При сравнении результатов анализов проведенных в начале и конце вегетации можно отметить рост выделения CO_2 перед уборкой выращиваемых культур, что является вполне закономерным, в связи с ростом корневой системы растений и усилением ферментативной активности почвы.

Таблица 3 – «Дыхание» почвы при разных технологиях возделывания полевых культур, в среднем за вегетацию, мг CO_2 на 10 г почвы за сутки

Вариант		Слой почвы, см		
культура	технология	0–10	10–20	0–20
Ячмень	Экстенсивная	5,57	7,54	6,55
	Органическая	13,25	11,59	12,42
	Интенсивная	24,16	13,92	19,04
Многолетние травы 1 г.п.	Экстенсивная	5,12	10,77	7,95
	Органическая	14,82	26,45	20,63
	Интенсивная	11,13	10,77	10,95
Однолетние травы	Экстенсивная	34,32	18,36	26,64
	Органическая	20,48	11,28	15,88
	Интенсивная	20,7	5,83	13,27
Яровая пшеница	Экстенсивная	30,98	14,01	22,49
	Органическая	10,33	6,2	8,26
	Интенсивная	14,73	3,41	9,07
$НСР_{05}$ для делянок 1 порядка		$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$
$НСР_{05}$ для делянок 2 порядка		$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$

Динамика «дыхания» почвы в течение лета была разной и зависела от выращиваемой культуры. Достоверно более высокое

выделение CO_2 наблюдалось на вариантах со всходами многолетних и однолетних трав в сравнении с яровыми зерновыми. К концу вегетации данные различия нивелировались, однако, под посевом однолетних трав дыхание почвы оставалось достаточно интенсивным, что можно объяснить высоким уровнем минерализации органического вещества, на этом варианте.

Фермент каталаза относиться к классу оксидоредуктаз, и катализирует окислительно-восстановительные реакции. Роль каталазы в почве заключается в разрушении ядовитой для растений перекиси водорода, образующейся в процессе дыхания растений и в результате биохимических реакций окисления органических веществ. В соответствии со шкалой оценки степени обогащенности почв ферментами почва нашего опытного участка имеет слабую степень обеспеченности почвы ферментом каталаза (таблица 4).

Таблица 4 – Ферментативная активность почвы (каталаза) в среднем за вегетацию полевых культур, мл O_2/г почвы

Вариант		Слой почвы, см		
культура	технология	0–10	10–20	0–20
Ячмень	Экстенсивная	2,43	3,13	2,78
	Органическая	1,97	1,98	1,97
	Интенсивная	1,95	1,98	1,96
Многолетние травы 1 г.п.	Экстенсивная	1,87	1,63	1,75
	Органическая	2,13	1,97	2,05
	Интенсивная	2,2	1,82	2,01
Однолетние травы	Экстенсивная	2,03	2,15	2,09
	Органическая	2,15	2,45	2,29
	Интенсивная	1,85	1,72	1,78
Яровая пшеница	Экстенсивная	2,02	2,27	2,14
	Органическая	2,22	1,58	1,9
	Интенсивная	1,78	1,9	1,84
$НСР_{05}$ для делянок 1 порядка		$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$
$НСР_{05}$ для делянок 2 порядка		$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$

Наиболее высокий уровень каталазной активности отмечался под посевом ячменя при сравнении культур по экстенсивной технологии выращивания, так же как и активности целлюлозоразлагающих микроорганизмов. Более низкой каталазная активность в среднем за вегетацию отмечалось под посевами однолетних трав и яровой пшеницей, а наименьшая под многолетними травами.

Влияние технологий выращивания определялось полевой культурой, так при использовании органической и интенсивной технологий при возделывании зерновых (ячмень, яровая пшеница) наблюдалось торможение ферментативной активности, а под посевами трав наоборот ее стимулирование. Исключение составил вариант с однолетними травами, выращиваемыми по интенсивной технологии, на котором снизилась активность каталазы. Следует отметить, что все выше указанные изменения носили характер тенденций, существенных различий не установлено.

По мере роста и развития культур активность фермента (каталазы) не увеличивалась, что можно объяснить метеорологическими условиями вегетации, в период отбора образцов наблюдался дефицит осадков. В течение всего периода роста культур большая активность каталазы отмечалась под посевом ячменя. Значения показателей ферментативной активности под остальными выращиваемыми культурами были примерно на одном уровне. При этом можно отметить, что более сильное торможение активности каталазы наблюдалось под посевами многолетних трав и яровой пшеницы, под однолетними травами снижение показателя было менее заметным. Таким образом, более высокими показателями биологической активности отличалась экстенсивная технология возделывания, особенно при ее применении при выращивании ячменя.

Многочисленными исследованиями установлена полная согласованность между показателями биологической активности почвы, степенью гумусированности почв и величиной урожая [1]. Проведенный корреляционно-регрессионный анализ результатов полученных в наших исследованиях позволил установить наличие средней тесноты связи активности целлюлозоразлагающих микроорганизмов с «дыханием» почвы и активностью фермента каталаза.

Урожайность полевых культур в большей степени определялась содержанием органического вещества и активностью целлюлозоразлагающих микроорганизмов, между этими показателями установлена средняя теснота связи. От «дыхания» почвы и активности фермента каталаза продуктивность растений зависела слабо.

При сравнении урожайных данных полученных с вариантов, на которых соблюдалась традиционные технологии выращивания, можно отметить большую продуктивность однолетних трав (таблица 5). Проведение органической технологии обеспечивало

небольшую прибавку урожая только при выращивании яровой пшеницы. Применение интенсивной технологии обеспечило рост урожайности ячменя и однолетних трав.

Таблица 5 – Урожайность полевых культур при разных технологиях выращивания, ц.к.ед./га

Вариант		Урожайность, ц. к. ед/га
культура	технология	
Ячмень	Экстенсивная	11,32
	Органическая	10,60
	Интенсивная	15,18
Однолетние травы	Экстенсивная	14,02
	Органическая	12,78
	Интенсивная	18,65
Яровая пшеница	Экстенсивная	7,99
	Органическая	9,16
	Интенсивная	8,42
$НСР_{05}$ для делянок 1 порядка		$F_ф<F_{05}$
$НСР_{05}$ для делянок 2 порядка		$F_ф<F_{05}$

Заключение

Использование при выращивании полевых культур органической и интенсивной технологий не приводит к значительным изменениям в направленности биохимических процессов. Проведение интенсивной технологии обеспечивает получение высокой урожайности культур севооборота и поддерживает биологические показатели плодородия почвы на уровне экстенсивной.

Список источников

1. Исаичева. У.А. Роль обработки, удобрений и защиты растений в управлении биологическими свойствами почвы / У.А. Исаичева, А.М. Труфанов, Б.А.Смирнов, М.П. Шаталов, А.Н. Дугин. – Текст электронный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – №5 (91). – С. 30-33. – URL: http://www.asau.ru/vestnik/2012/5/Agroecology_Isaicheva.pdf (дата обращения: 28.03.2022).

2. Котяк, П.А. Изменение агрохимических показателей плодородия дерново-подзолистой почвы в зависимости от технологий возделывания культур / П.А. Котяк, Е.В. Чебыкина, Л.А. Балашова. – Текст электронный // Управление плодородием и улучшение агроэкологического состояния земель: сборник научных трудов по

материалам IV Всероссийской (национальной) научно-практической конференции (Ярославль, 8 апреля 2021 г.) / ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА. – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2021. – С.28-39. – URL: https://yaragrovuz.ru/images/nauch_chast/up21.pdf (дата обращения: 28.03.2022).

СОДЕРЖАНИЕ

Афанасьева Т.И.[1], Труфанов А.М.[2] ([1, 2]ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия) Оценка фитотоксичности почвы при выращивании культур по различным технологиям 3
Герасимова А.С.[1], Воронин А.Н.[2] ([1, 2]ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия) Влияние различных агроприемов на распространенность болезней в посеве яровой пшеницы 12
Дубинин В.В.[1], Сабирова Т.П.[2] ([1, 2]ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия; [2]Ярославский НИИЖК – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», Ярославская область, Россия) Влияние различных технологий возделывания на урожайность культур кормового севооборота и плодородие почвы 17
Иванова М.Ю.[1], Ваганова Н.В.[2] ([1, 2]ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия) Потенциальная засоренность посевов сельскохозяйственных культур семенами и вегетативными органами сорных растений при различных технологиях возделывания 24
Иванова С.С. (ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия) Влияние биопрепаратов на продуктивность и качество яровой пшеницы в условиях нечерноземной зоны России 33
Казнина М.А. (ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия) Применение активных углей для детоксикации почв ... 38
Колесникова И.Я.[1], Моисеев А.О.[2] ([1, 2]ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия) Микромицетный состав дерново-подзолистой почвы при выращивании различных полевых культур 43
Котяк П.А.[1], Воронин А.Н.[2] ([1, 2]ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия) Влияние различных агроприемов на численность почвенных нематод и урожайность яровой пшеницы 49
Соцкая И.М.[1], Дмитренко В.П.[2], Адакин Р.Д.[3] ([1, 2, 3]ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия) Использование MasterSCADA 4D при возделывании культур в закрытом грунте 55

Степанова В.М.[1], Сабирова Т.П.[2], Комов В.Т.[3], Гремячих В.А.[4] ([1, 2]ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия; [3]Ярославский НИИЖК – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», Ярославская область, Россия; [4]Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, Ярославская обл., Россия) Накопление и распределение ртути в абиотическом и биотическом компонентах полевого агрофитоценоза Ярославской области 68
Сыренжапова А.С.[1], Намсараева М.М.[2] ([1, 2]ФГБОУ ВО Бурятская ГСХА, Улан-Удэ, Россия) Оценка эффективности применения торфа с местности «Каштаки» Республики Бурятия как компонент торфогрунта 74
Таран Т.В.[1], Сабирова Т.П.[2] ([1, 2]ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия; [2]Ярославский НИИЖК – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», Ярославская область, Россия) Влияние систем удобрения на урожайность и качество зеленой массы кукурузы 80
Халистова И.Д.[1], Баушева Н.П.[2] ([1, 2]ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия) Особенности аккумуляции тяжелых металлов растениями 88
Худошина Н.В. (ФГБУ ГСАС «Ярославская», Ярославская область, Россия) Агрохимическое обследование сельскохозяйственных угодий Ярославской области в 2021 году 93
Чебыкина Е.В. (ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия) Направленность биохимических процессов в дерново-подзолистой почве при разных технологиях возделывания полевых культур 100

Научное издание

УПРАВЛЕНИЕ ПЛОДОРОДИЕМ И УЛУЧШЕНИЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬ

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

Ярославль, 7 апреля 2022 г.

Текстовое электронное издание

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

Подписано к использованию 14.07.2022 г.
Объем издания 3,09 Мб, 1 электрон. опт. диск.
Минимальные системные требования: процессор Intel Pentium 1,3 ГГц и выше; оперативная память 256 Мб и более; операционная система Microsoft Windows XP/Vista/7/10; разрешение экрана 1024x768 и выше; привод CD-ROM, мышь; дополнительные программные средства: Adobe Acrobat Reader 5.0 и выше.

Издательство ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА.
150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58.
http://www.yaragrovuz.ru/