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

УПРАВЛЕНИЕ ПЛОДОРОДИЕМ И УЛУЧШЕНИЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬ

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

Ярославль, 8 апреля 2021 г.

Ярославль
Издательство ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА
2021

© ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2021
© Авторы статей, 2021

ISBN 978-5-98914-244-6

УДК 631.452:631.95
ББК 40.3:45.2
У 67

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

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. – Электрон. текст. дан. (24,1 Мб). – Ярославль : Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2021. – 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. – ISBN 978-5-98914-244-6.

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 978-5-98914-244-6
© ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2021
© Авторы статей, 2021

УДК 631.467.2

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЙ НА ЧИСЛЕННОСТЬ ПОЧВЕННЫХ НЕМАТОД В ПОСЕВЕ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ

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

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

В статье представлены материалы по изучению влияния различных систем обработки почвы и удобрений на численность почвенных нематод при посеве многолетних трав второго года использования. Исследования проводились в условиях полевого стационарного двухфакторного 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, что приводит к снижению общей фитосанитарной нагрузки.

INFLUENCE OF TILLAGE AND FERTILIZER ON THE NUMBER OF SOIL NEMATODES IN THE SOWING OF PERENNIAL HERBS

Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor Voronin A.N.;
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor Kotyak P.A.
(FSBEI HE Yaroslavl SAA, Yaroslavl, Russia)

Key words: tillage, fertilizers, nematodes, gley soil.

The article presents materials on the study of the influence of various systems of soil cultivation and fertilizers on the number of soil nematodes when sowing perennial grasses of the second year of use. The studies were carried out under the conditions of a field stationary two-factor experiment on sod-podzolic medium loamy gley soil of the experimental field of the Yaroslavl State Agricultural Academy. The positive role of the use of the surface-moldboard tillage system when applying straw together with the full norm of mineral fertilizers is shown. In this case, the number

of soil nematodes decreases, which leads to a decrease in the total phytosanitary load.

Нематоды – повсеместная, многочисленная и разнообразная почвенная фауна от Арктики до песков пустынь. Нематоды обычно многочисленны в верхних слоях почвы, где много органического вещества и корней растений [1]. Многие виды не паразитируют на растениях, но участвуют в разложении органического вещества почвы. Они являются свободноживущими нематодами и играют благоприятную роль в формировании почвенной среды. Их среда обитания – влажная оболочка вокруг частиц почвы [2, 3].

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 [4].

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

Методика

Работа проводилась в 2020 году на опытном поле ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА на дерново-подзолистой среднесуглинистой глееватой почве в посеве многолетних трав.

Схема полевого стационарного двухфакторного 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, «$У_6$».

В статье приводятся данные по вариантам $О_1$, $О_3$ и $О_4$, а также $У_1$, $У_3$, $У_5$, $У_6$.

Погодные условия вегетационного периода 2020 года отличались пониженными температурными показателями во все меся-

цы вегетации, кроме июня, при этом количество осадков существенно отличалось от среднемноголетних наблюдений в июле и сентябре – превышение составило 62 и 80%, соответственно. 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 3,89 экз./100 г почвы в слое почвы 0–10 см. В нижней части пахотного горизонта прослеживалась подобная динамика, но различия были несущественными (таблица 1). Минимальное значение отмечалось при системе поверхностно-отвальной обработки – 35 экз./100 г почвы.

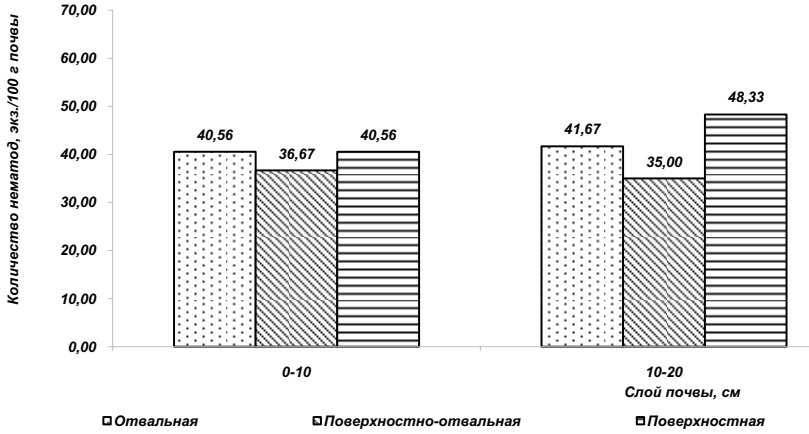

Рисунок 1 – Количество нематод в зависимости от систем основной обработки почвы при усреднении по факторам, экз./100 г почвы ($НСР_{05}$ слой 0–10 см = 3,33, $НСР_{05}$ слой 10–20 см = $F_ф < F_{05}$)

В среднем по факторам использование всех изучаемых систем удобрений вело к достоверному снижению численности нематод в верхнем слое почвы. В нижней части пахотного горизонта отмечалось существенное увеличение вышеназванного показателя при применении в качестве удобрения соломы и полной нормы NPK на 20 экз./100 г почвы.

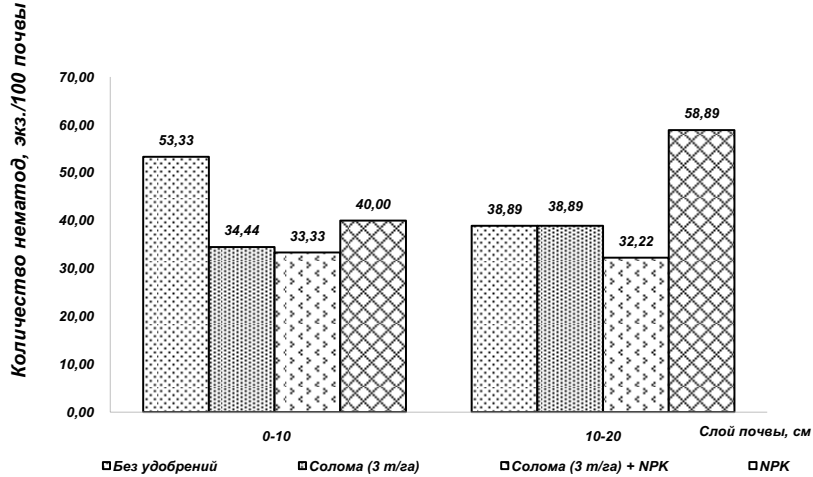

Рисунок 2 – Количество нематод в зависимости от систем удобрений при усреднении по факторам, экз./100 г почвы ($НСР_{05}$ слой 0–10 см = 9,75, $НСР_{05}$ слой 10–20 см = 13,84)

Видовой состав нематод на данной почве представляют 2 отряда *Rhabditida* и *Tylenchida*. На участке с более высоким содержанием органики также доминировали бактериотрофы. На вариантах с системой поверхностно-отвальной обработкой при внесении соломы с NPK увеличивается представленность в фауне нематод-паразитов растений из родов *Pratylenchus* и *Paratylenchus* [5].

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. Использование этих агротехнологий способствует снижению количества почвенных нематод, что приводит к улучшению фитосанитарной нагрузки в целом.

Литература

1. Вайшер, Б. Знакомство с нематодами: Общая Нематодология : учебник для студентов / Б. Вайшер, Д.Д.Ф. Браун; пер. с анг. Н.Д. Романенко, Е.Н. Романенко, И.О. Поповой. М.: София, 2001. С. 228.

2. Практикум по биологии почв : учеб. пособие / Г.М. Зенова, А.Л. Степанов, А.А. Лихачева. М.: Издательство МГУ, 2002. С. 120.

3. Ettema C.H., Coleman D.C., Vellidis G. Spatitio temporal distributions of bactweriovorous nematodes and soil resourses in a restored riparian wetland // Ecology. Vol. 79. 1998. P. 2721–2734.

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

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

УДК 631.5:631.559(470.316)

ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ВЫРАЩИВАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ

Баушева Н.П., к.т.н. Халистова И.Д.
(ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия)

Ключевые слова: полевые культуры, агротехнические приемы выращивания, удобрения, урожайность.

INFLUENCE OF AGROTECHNICAL GROWING METHODS ON YIELD AND QUALITY OF FIELD CROPS IN THE CONDITIONS OF YAROSLAVSK REGION

Bausheva N.P., Candidate of Technical Sciences Khalistova I.D.
(FSBEI HE Yaroslavl SAA, Yaroslavl, Russia)

Key words: field crops, agrotechnical methods of cultivation, fertilizers, productivity.

Главная задача земледелия на современном этапе – неуклонное повышение объемов производства полевых культур. Добиться этого можно за счет интенсивных технологий, которые представляют собой не отдельное мероприятие, а целый комплекс мер по возделыванию той или иной культуры.

Система удобрений, разработанная с учетом новейших достижений науки и передового опыта, рациональное сочетание культур в севообороте, агротехнические приемы обработки почвы считаются важным средством повышения плодородия дерново-подзолистых почв и производительности пашни.

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

Для выявления влияния систем удобрений и систем обработки почвы на урожайность и качество зерна яровой пшеницы, на урожайность и качество зеленой массы ярового рапса почвы в условиях Ярославской области был заложен полевой опыт.

Целью исследований было установить изменения показателей урожайности яровой пшеницы и ярового рапса, изменения показателей качества зерна яровой пшеницы и зеленой массы ярового рапса под действием различных агротехнических приемов, среди которых актуальным и значимым является изучение систем удобрений.

Методика исследований

Исследования проводились в 2018 году в посеве яровой пшеницы сорта Дарьяи в 2019 году в посеве ярового рапса сорта «Вираж» в многолетнем трехфакторном стационарном полевом опыте ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. Предшественник – вико-овсяная смесь.

Схема полевого многофакторного стационарного опыта.

Фактор А. Система обработки почвы, «О»

1. Отвальная: вспашка на 20–22 см с предварительным дискованием или лущением на 8–10 см, ежегодно, «$О_1$»;

2. Поверхностная: вспашка на 20–22 см с предварительным дискованием на 8–10 см в год закладки опыта (2017 год) + однократная поверхностная обработка на 6–8 см ежегодно, «$О_2$».

Фактор В. Система удобрений, «У»

1. Без удобрений, «$У_1$»;

2. Использованная минеральная вата IZOVOL AGRO UNIVERSAL, «$У_2$»;

3. Органо-минеральный субстрат, «$У_3$»;

4. Обеззараженный куриный помет, «$У_4$»;

5. Органо-минеральный субстрат + NPK, «$У_5$»;

6. NPK, «$У_6$».

1. Без гербицида, «$Г_1$»;
2. С гербицидом, «$Г_2$».

Опыт был заложен методом расщепленных делянок с рендомизированным размещением вариантов в повторениях, повторность опыта трехкратная. Площадь делянки 24 м².

Методика опыта общепринятая.

Минеральные удобрения под яровую пшеницу в 2018 году вносились под предпосевную обработку в норме $N_{80}P_{80}K_{80}$.

Весной 2019 года под основную обработку почвы при посеве ярового рапса вносились азофоска, мочевина и хлористый калий в норме $N_{105}P_{15}K_{25}$.

Куриный помет вносился в 2017 году под предпосевную обработку в норме 41 ц/га, что в пересчете составляет $N_{80}P_{65}K_{40}$. Влажность куриного помета – 26,32%. В сухом помете содержалось 2% азота, 1,2% фосфора, 0,9% калия.

Минеральная вата вносилась в 2017 году под предпосевную обработку в норме 20,8 ц/га.

Урожайность яровой пшеницы учитывали сплошным поделяночным методом во всех повторениях опыта с пересчетом на абсолютно чистую продукцию и стандартную влажность зерна 14%.

Статистическая обработка урожайности зерна яровой пшеницы и урожайности зеленой массы ярового рапса была проведена методом дисперсионного анализа [1].

Содержание азота в зерне пшеницы и в зеленой массе ярового рапса определяли по ГОСТ 13496.4-93 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина», содержание клейковины в зерне пшеницы – по ГОСТ Р 54478-2011 «Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице», содержание клетчатки в зеленой массе ярового рапса – по ГОСТ31675-2012 «Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации».

В 2018 и 2019 году агрометеорологические условия были благоприятными для роста и развития растений, вегетационный период характеризовался как теплый с достаточным выпадением осадков [5, 6].

Результаты исследований

Результаты учета продуктивности полевых культур на опытном участке показали, что в среднем по всем фонам систем удо-

брений проведение поверхностной обработки характеризовалось существенным снижением урожайности (на 19,6%) по сравнению с отвальной обработкой почвы при выращивании как яровой пшеницы, так и ярового рапса (таблица 1).

Повышение фона питания обеспечило прибавку урожая выращиваемых культур в среднем по факторам на 1,29–11,85 ц к.ед./га. Из изучаемых систем удобрений в среднем по системам обработки и защиты растений существенные прибавки урожая получены на фонах «Органо-минеральный субстрат» и «Органо-минеральный субстрат + NPK» в течение всего периода исследований.

Наибольший уровень урожайности отмечался по варианту совместного применения органо-минерального субстрата с полными минеральными удобрениями.

Таблица 1 – Урожайность полевых культур в среднем по изучаемым факторам, ц к.ед./га

Вариант	Урожайность, ц к.ед /га		
	яровая пшеница	яровой рапс	в среднем
Фактор А.Система обработки почвы, «О»			
Отвальная, «$О_1$»	21,76	22,86	22,31
Поверхностная, «$О_2$»	16,07	19,81	17,94
Фактор В.Система удобрений, «У»			
Без удобрений, «$У_1$»	15,73	14,49	15,11
Минеральная вата IZOVOL AGRO UNIVERSAL, «$У_2$»	16,93	15,88	16,40
Органо-минеральный субстрат, «$У_3$»	24,38	19,91	22,14
Куриный помет, «$У_4$»	17,33	20,98	19,16
Органо-минеральный субстрат + NPK, «$У_5$»	24,49	29,44	26,96
NPK, «$У_6$»	14,63	27,31	20,97
Фактор С.Система защиты растений, «Г»			
Без гербицида, «$Г_1$»	18,15	19,65	18,9
С гербицидом, «$Г_2$»	19,68	23,02	21,35

Таким образом, урожайность полевых культур в период наших исследований во многом определялась агроландшафтными условиями и проводимой системой удобрений. Существенную прибавку урожая обеспечивало последействие органо-минерального субстрата, особенно при применении минеральных удобрений. Наиболее эффективным способом его заделки является отвальная обработка.

При агроэкологической оценке агротехнических приемов необходимо учитывать не только массу собранного урожая, но и его качество. В ходе наших исследований было установлено, что изменение питательного режима почвы при внесении удобрения оказывает влияние не только на продуктивность яровой пшеницы, но и на технологические качества зерна (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние разных видов удобрений на качество зерна яровой пшеницы

Варианты опыта	Сухое вещество, %	Белок, % на абсолютно сухое вещество	Количество сырой клейковины, % на абсолютно сухое вещество
Без удобрений, «$У_1$»	91,76	13,01	34,62
Органо-минеральный субстрат, «$У_3$»	91,66	13,51	28,21
Органо-минеральный субстрат + NPK, «$У_5$»	91,96	16,44	39,34
NPK, «$У_6$»	91,6	14,24	37,93

Содержание белка является важнейшим показателем хлебопекарных достоинств: силы муки, пищевой ценности и ее целевого использования.

Повышение общего содержания белка в зерне может быть достигнуто агротехническими средствами, исходя из некоторых сторон физиологии налива зерна. К началу налива зерна рост вегетативных органов заканчивается. При старении и отмирании этих органов часть накопившихся в них органических и минеральных веществ повторно используется колосом. Одновременно продолжают работать ассимилирующие органы и корневая система. Соотношение между этими потоками веществ, а также соотношение азотистых и безазотистых веществ в каждом из них определяет содержание белка в зерне полученного урожая.

Наибольшее количество белка в зерне яровой пшеницы (16,44% в пересчете на абсолютно сухое вещество) отмечено при внесении минеральных удобрений в сочетании с органо-минеральным субстратом.

В опыте прослеживается четкая связь между содержанием в зерне клейковины и используемым видом удобрения. Клейковина определяет хлебопекарные качества пшеницы. Так называемая «сила» муки зависит в основном от состояния белкового комплекса и прежде всего от количества и качества клейковины. Содер-

жание ее резко изменяется в зависимости от сортовых особенностей пшеницы и условий ее выращивания. Количество сырой клейковины в зерне пшеницы колеблется от 20 до 50%.

Наибольшее количество клейковины (39,34% в пересчете на абсолютно сухое вещество) наблюдалось при внесении минеральных удобрений в сочетании с органо-минеральным субстратом.

Определение массы 1000 семян позволяет дать оценку запасов питательных веществ в семенах, то есть чем выше масса 1000 семян данной культуры, тем выше содержание в ней питательных веществ. Абсолютный вес 1000 зерен ранних яровых зерновых культур в Ярославской области по определению метеостанций при стандартной влажности составлял 34,6–46,6 г. В нашем опыте масса 1000 зерен оказалась наибольшей в варианте с применением органо-минерального субстрата и составила 26,76 г.

При выращивании ярового рапса на зеленую массу были проведены исследования по определению содержания в ней сырого протеина и сырой клетчатки (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние систем обработки почвы и систем удобрений на качество зеленой массы ярового рапса

Вариант		Сырой протеин, % на СВ	Сырая клетчатка, % на СВ
Система основной обработки почвы, «О»	система удобрений, «У»		
Отвальная, «$О_1$»	Без удобрений, «$У_1$»	10,69	14,38
	Органо-минеральный субстрат, «$У_3$»	11,69	13,92
	Органо-минеральный субстрат + NPK, «$У_5$»	13,81	12,41
	NPK, «$У_6$»	13,44	15,24
Поверхностная, «$О_2$»	без удобрений, «$У_1$»	11,50	13,51
	Органо-минеральный субстрат, «$У_3$»	11,63	12,14
	Органо-минеральный субстрат + NPK, «$У_5$»	14,94	13,35
	NPK, «$У_6$»	16,50	15,06

Внесение удобрений повлияло на содержание сырого протеина следующим образом. При отвальной обработке ($О_1$) показатели повышались в следующем порядке: при применении органо-минерального субстрата – на 9,4%, органо-минерального субстрата + + NPK – на 29,19%, NPK – на 25,7% по сравнению с фоном без

удобрений; при поверхностной обработке (О2) при применении органо-минерального субстрата – на 1,1%, органо-минерального субстрата + NPK – на 29,9%, NPK – на 43,5% по сравнению с фоном без удобрений.

По мере прохождения фаз в зеленой массе ярового рапса заметно снижается содержание протеина, каротина, сахаров и увеличивается содержание клетчатки.

Низкое содержание клетчатки в рационе (ниже 13% в сухом веществе травы) снижает жирность молока. Этот показатель восстанавливается, когда количество клетчатки в траве достигает 23%.

В опыте прослеживается связь между содержанием в зеленой массе ярового рапса сырой клетчатки и используемым видом удобрения, как при отвальной, так и при поверхностной системе обработки почвы. Наибольшее количество сырой клетчатки 15,24% в пересчете на абсолютно сухое вещество наблюдалось при внесении минеральных удобрений при отвальной обработке почвы – на 6% выше по сравнению с фоном без удобрений. При внесении минеральных удобрений при поверхностной обработке почвы также наблюдалось увеличение количества сырой клетчатки на 11,5% по сравнению с фоном без удобрений.

Выводы

1. В среднем по всем фонам систем удобрений проведение поверхностной обработки характеризуется достоверным снижением продуктивности полевых культур, по сравнению с отвальной системой обработки почвы. Применение органо-минерального субстрата самостоятельно и особенно в сочетании с минеральными удобрениями обеспечивает достоверную прибавку урожая.

2. Внесение минеральных удобрений как отдельно, так и совместно с органо-минеральным субстратом, при отвальной системе обработки почвы способствует повышению урожайности и улучшению качества зерна яровой пшеницы.

3. В опыте прослеживается связь между содержанием в зеленой массе ярового рапса сырой клетчатки и используемым видом удобрения как при отвальной, так и при поверхностной системе обработки почвы. Использование ресурсосберегающей поверхностной системы обработки почвы при внесении минеральных удобрений позволяет получить результаты, сопоставимые с достигнутыми в случае отвальной обработки (15,06% и 15,24% по

сырой клетчатке; в отношении содержания сырого протеина – 16,5% против 13,44%).

Литература

1. Доспехов, Б.А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка данных / Б.А.Доспехов. М.: Изд-во Колос, 1972. – 206 с.

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

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

4. ГОСТ31675-2012 «Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации». М.: Стандартинформ, 2020.

5. Ярославский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Обзор агрометеорологических условий за 2017–2018 сельскохозяйственный год по Ярославской области. г. Ярославль, 2018.

6. Ярославский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Обзор агрометеорологических условий за 2018–2019 сельскохозяйственный год по Ярославской области. г. Ярославль, 2019.

УДК 631.51:631.81:595.7:633.853.494«321»

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЙ НА ЧИСЛЕННОСТЬ ВРЕДНЫХ НАСЕКОМЫХ В ПОСЕВЕ ЯРОВОГО РАПСА

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

Ключевые слова: численность вредителей, система обработки почвы, система удобрения, яровой рапс, урожайность.

На основе исследований, проведенных в трехфакторном стационарном полевом опыте, было изучено влияние различных систем удобрений при разных системах обработках почвы на изменение численности вредителей и урожайность ярового рапса.

THE INFLUENCE OF VARIOUS TILLAGE SYSTEMS AND FERTILIZERS ON THE NUMBER OF HARMFUL INSECTS IN THE SOWING OF SPRING RAPESEED

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

Key words: pest population, tillage system, fertilizer system, spring rapeseed, yield.

On the basis of studies conducted in a three-factor stationary field experiment, the influence of different fertilizer systems under different tillage systems on the change in the number of pests and the yield of spring rapeseed was studied.

Рапс – одна из самых питательных кормовых культур семейства крестоцветных, ее зеленая масса хорошо поедается всеми видами животных. Зеленая масса рапса богата не только белком, но и каротином, витаминами, жиром, минеральными веществами [2].

Яровой рапс имеет наполовину меньший период вегетации, чем озимый, и этим обусловлены требования более тщательного ухода за его посевами. Следовательно, для достижения высоких урожаев должны быть правильно спланированы все агротехнические мероприятия: от проведения подкормок до применения эффективной системы защиты от сорняков, вредителей и болезней [1].

Куриный помет и минеральная вата являются отходами, которые образуют сельскохозяйственные предприятия отрасли птицеводства и производства овощей закрытого грунта, расположенные на территории Ярославской области.

В связи с чем, были проведены исследования по изучению фитосанитарного состояния ярового рапса при использовании различных систем обработки почвы и удобрений.

Методика

Работа проводилась в 2019 году на опытном поле ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА на дерново-подзолистой глееватой среднесуглинистой почве в посевах ярового рапса. Перед закладкой опыта почва пахотного горизонта содержала: органического вещества – 2,86%; легкодоступного фосфора – 286,1, обменного калия – 143 мг/кг почвы; pHkcl – 5,5.

Схема полевого трехфакторного стационарного опыта.

Фактор А. Система обработки, «О»

1. Отвальная: вспашка на 20–22 см с предварительным дискованием или лущением на 8–10 см, ежегодно, «$О_1$»;

2. Поверхностная: вспашка на 20–22 см с предварительным дискованием на 8–10 см в год закладки опыта + однократная поверхностная обработка на 6–8 см ежегодно, «$О_2$».

Фактор В. Система удобрений, «У»

1. Без удобрений, «$У_1$»;
2. Минеральная вата IZOVOL AGRO UNIVERSAL, «$У_2$»;
3. Органо-минеральный субстрат, «$У_3$»;
4. Куриный помет, «$У_4$»;
5. Органо-минеральный субстрат + $N_{105}P_{15}K_{25}$, «$У_5$»;
6. N105P15K25, «$У_6$».

Фактор С. Система защиты растений

1. Без гербицида, «$Г_1$»;
2. С гербицидом, «$Г_2$».

Учет численности вредителей проводили методом кошения.

Оптимальной учетной единицей являлась одна проба из 10 одиночных взмахов сачком. Таких проб должно быть 10 повторностей. Для этого необходимо при длине ручки сачка 120 см удерживать его так, чтобы конец ручки находился в районе локтя и при одном взмахе проекция ручки на почву проходила путь в 900 (четверть круга) перед учетчиком.

При движении сачка по травостою его кольцо диаметром 30 см должно быть перпендикулярно поверхности почвы, погружаться в верхний ярус травостоя на половину диаметра и при взмахе удерживаться на одной высоте над уровнем почвы. Взмахи должны быть однотипными, равномерными, одинаковой силы. Если взмах будет слабым, то насекомые успеют свалиться на землю. При очень сильном взмахе в сачок попадут сбитые части растений, что затруднит выбор насекомых.

Десятью подобными взмахами при поступательном движении вперед (при каждом взмахе делают 1–2 шага вперед, чтобы не касаться сачком одних и тех же растений) обкашивается площадь в 5 м². После каждой пробы всех насекомых вытряхивают из сачка в полиэтиленовый или матерчатый мешочек и подсчитывают.

Урожайность ярового рапса учитывали сплошным поделяночным методом во всех повторениях опыта с пересчетом на абсолютно чистую продукцию.

Общая численность вредителей и урожайные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа для трехфакторного опыта, заложенного методом расщепленных делянок с использование прикладной программы «DISANT».

В статье приведены данные по вариантам без внесения гербицида.

Результаты исследований

В ходе проведения учета численности вредителей были выявлены преобладающие виды насекомых, к числу которых относились крестоцветные блошки, имаго капустной мухи и капустная тля, реже встречались капустная моль, крестоцветные клопы, цикады, личинки рапсового пилильщика и капустной белянки (таблица 1).

Таблица 1 – Численность вредителей в посеве ярового рапса, шт./на 100 взмахов

Вариант	Долгоносик	Муха	Крест блошка	Тли	Гусеница капустной моли	Бабочка капустной моли	Личинки пилильщика	Цикады	Крестоцветный клоп	Гусеница капустной белянки	Всего
$О_1У_1$		7,0	7,5	7,3	1,0	1,0		2,0			25,8
$О_1У_2$		4,7	4,0	7,7							16,4
$О_1У_3$		6,3	4,5	11,0	1,0	2,0				1,0	25,8
$О_1У_4$		8,3	3,0	9,3	3,0	1,0	1,0			1,0	26,6
$О_1У_5$	1,0	9,7	1,7	9,5					2,0		23,9
$О_1У_6$		5,5	4,0	13,0	5,0				1,0		28,5
$О_2У_1$		3,3	3,0	4,3	2,0	1,0	1,0		1,0		15,6
$О_2У_2$		5,5	14,0	6,0	1,0		1,0	1,0			28,5
$О_2У_3$	1,0	6,0	4,0	6,0	2,0	1,0					20,2
$О_2У_4$	1,0	3,0	5,0	12,3							21,3
$О_2У_5$		8,0	1,7	12,0			1,0		1,0		23,7
$О_2У_6$		8, 7	2,7	14,0	3,0		1,0				29,4
$НСР_{05}$ для делянок I порядка											18,51
$НСР_{05}$ для делянок II порядка											2,71

Наименьшее число вредителей наблюдалось при поверхностной обработке почвы по фону без удобрений – 15,6 шт./на 100 взмахов, при отвальной обработке почвы минимальное число вредителей было выявлено на варианте внесения минеральной ваты – 16,4 шт./на 100 взмахов. Следует отметить, что значение данных показателей существенно ниже, по сравнению со значениями численности вредителей по остальным изучаемым фонам удобрений на соответствующих системах обработки почвы. Наибольшее число вредителей отмечалось на варианте с внесением полного минерального удобрения по всем системам обработки почвы: 29,4 шт./на 100 взмахов по поверхностной обработке и 28,5 шт./на 100 взмахов при традиционной. Численность вредителей по отвальной и поверхностной системах обработки почвы на остальных изучаемых фонах удобрений имела весьма близкие значения и не имела достоверных различий.

Следует отметить, что по обеим системам обработки почвы прослеживается тенденция увеличения численности тли по фонам с внесением куриного помета и полных минеральных удобрений, в сравнении с контролем, причем максимальная численность данного вида вредителя по всем системам обработки почвы выявлена при внесении полных минеральных удобрений, что объясняется содержанием азота в составе удобрений, наличие которого может способствовать увеличению численности тлей.

В среднем по всем изучаемым фонам удобрений системы обработки почвы не оказали существенного влияния на изменение численности вредителей (таблица 2). При отвальной обработке число вредных насекомых превышало значение данного показателя в сравнении с поверхностной обработкой, однако, оно находилось в пределах ошибки.

В среднем по всем системам обработки почвы лишь на варианте совместного внесения органо-минерального субстрата с минеральными удобрениями наблюдалось существенное снижение общей численности вредных насекомых, которое стало возможным за счет уменьшения числа тли по данному фону, где их количество имело весьма близкое значение с фоном без внесения удобрений. На остальных изучаемых вариантах системы удобрений общая численность вредных насекомых не имела существенных различий с контролем.

Наличие вредителей в посевах ярового рапса не оказало существенного влияния на урожайность зеленой массы данной культуры (таблица 3).

Таблица 2 – Численность вредителей в среднем по изучаемым факторам в посеве ярового рапса, шт./на 100 взмахов

Вариант	Долгоносик	Муха	Крест блошка	Тли	Гусеница капустной моли	Бабочка капустной моли	Личинки пилильщика	Цикады	Крестоцветный клоп	Гусеница капустной белянки	Всего
Система «Обработки почвы»											
$О_1$	1,1	6,8	3,4	10,6	10,0	0,8	0,4	0,3	0,4	0,2	34,0
$О_2$	0,2	6,1	4,0	9,2	1,5	0,6	0,8	0,2	0,8	0,2	23,6
Система «Удобрений»											
$У_1$		6,5	2,2	7,3	4,0	0,5	1,0	0,8	0,6	0,2	23,1
$У_2$	0,2	6,2	5,8	8,7	0,9	1,3	0,8	0,2	0,5		24,6
$У_3$	0,2	6,1	3,2	10,0	1,1	1,2			0,2	0,2	22,2
$У_4$	0,2	5,5	3,2	10,4	1,5	0,5	0,8	0,2	0,5	0,8	23,6
$У_5$	0,2	6,7	2,7	6,0	0,2	0,8	0,8		1,0		18,4
$У_6$	0,4	6,3	2,6	11,5	2,5		0,2		0,8		24,3
$НСР_{05}$ для делянок I порядка											18,51
$НСР_{05}$ для делянок II порядка											2,71

Таблица 3 – Урожайность зеленой массы ярового рапса, ц/га

Вариант		Урожайность, ц/га
система обработки почвы, «О»	система удобрений, «У»	
Отвальная, «$О_1$»	Без удобрений, «$У_1$»	93,33
	Минеральная вата IZOVOL AGRO UNIVERSAL, «$У_2$»	98,00
	Органо-минеральный субстрат, «$У_3$»	118,00
	Куриный помет, «$У_4$»	122,0
	Органо-минеральный субстрат + + $N_{105}P_{15}K_{25}$, «$У_5$»	187,0
	N105P15K25, «$У_6$»	176,0

Продолжение таблицы 3

Вариант		Урожайность, ц/га
система обработки почвы, «О»	система удобрений, «У»	
Поверхностная, «$О_2$»	Без удобрений, «$У_1$»	76,0
	Минеральная вата IZOVOL AGRO UNIVERSAL, «$У_2$»	83,00
	Органо-минеральный субстрат, «$У_3$»	113,67
	Куриный помет, «$У_4$»	110,00
	Органо-минеральный субстрат + + $N_{105}P_{15}K_{25}$, «$У_5$»	150,00
	$N_{105}P_{15}K_{25}$, «$У_6$»	147,00
$НСР_{05}$ для делянок I порядка		45,324
$НСР_{05}$ для делянок II порядка		27,283

Достоверная прибавка урожайности зеленой массы ярового рапса была получена по всем фонам удобрений, за исключением варианта с использованием в качестве удобрений минеральной ваты. Данная тенденция прослеживалась по всем изучаемым системам обработки почвы. Максимальное значение данного показателя наблюдалось по фону совместного внесения органо-минерального субстрата с полными минеральными удобрениями на обоих системах обработки почвы: 187 ц/га на отвальной обработке и 150 ц/га на поверхностной обработке почвы.

Вывод

Таким образом, на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве Центрального района Нечерноземной зоны России внесение органо-минерального субстрата, а также совместное внесение органо-минерального субстрата с минеральными удобрениями по всем системам обработки почвы не ведет к увеличению численности вредных насекомых и способствует получению достоверной прибавки урожайности зеленой массы.

Литература

1. Мельник, А.Ф. Особенности ухода за посевами / А.Ф. Мельник, А. В. Бирюков // Новое сельское хозяйство. – 2007. – № 2. – С. 58–62.

2. Стародубцева А.М. О проблеме белка в луговом кормопроизводстве Европы // Кормопроизводство. – 2012. – № 10. – С. 6–9.

УДК 631.812.2:631.461:633.853.494

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФОНОВ УДОБРЕНИЙ НА МИКОБИОТУ ПОЧВЫ В ПОСЕВАХ ЯРОВОГО РАПСА

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

Ключевые слова: комплексы почвенных микромицетов, доминантные виды, органо-минеральный субстрат, минеральные удобрения, обработка почвы.

В условиях стационарного опыта по изучению возможности применения органо-минерального субстрата на основе отходов сельскохозяйственного производства совместно с полной нормой минеральных удобрений показано, что комплексы почвенных микромицетов значительно отличаются от естественных почв, главным образом, таксономическим составом. Отмечено увеличение родов, содержащих фитопатогенные виды, однако, частота встречаемости их достаточно низкая.

COMPARATIVE STUDY OF THE INFLUENCE OF VARIOUS OF FERTILIZERS ON THE SOIL MYCOBIOTE IN THE CROPS OF SPRING RAPE

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

Key words: the complexes of soil micromycetes, dominant species, an organic-mineral substrate, mineral fertilizers, soil tillage.

In the conditions of a stationary experiment to study the possibility of using an organic-mineral substrate based on agricultural waste together with a full norm of mineral fertilizers, it was shown that the complexes of soil micromycetes differ significantly from natural soils, mainly in their taxonomic composition. An increase in genera containing phytopathogenic species was noted, however, their frequency of occurrence is rather low.

В интенсивном земледелии основным агротехническим приемом увеличения продуктивности пашни на дерново-подзолистых почвах является применение высоких доз минеральных удобре-

ний, рассчитанных на возмещение выноса питательных веществ с урожаем. Наряду с тем, что комплекс высокозатратных мероприятий при этом часто не окупается, происходит загрязнение земель избыточным внесением удобрений.

Сегодня для решения данных проблем разрабатываются биологические методы интенсификации, к числу которых относится совместное внесение органических и минеральных удобрений в виде различных органо-минеральных субстратов. Использование куриного помета в качестве органической части таких субстратов позволяет решать задачу утилизации отходов птицефабрик.

Почвенные грибы являются важным компонентом агробиоценозов в связи с участием их в разложении органических веществ почвы, в образовании ее структуры и плодородия. Активно ведется изучение влияния на них различных агротехнических приемов [1, 2].

Внесение минеральных удобрений вызывает увеличение грибного населения, что может быть следствием сдвига реакции среды в кислую сторону в результате использования физиологически кислых солей [3].

Для дерново-подзолистой супесчаной почвы Мещерской ландшафтной провинции показано, что численность микромицетов зависит от интенсивности применения удобрений. Максимальное их количество было отмечено в варианте с органо-минеральной системой удобрения – 70–94 тыс. КОЕ/г почвы, минимальное – в варианте без удобрений 41–57 тыс. КОЕ/г. Общее количество бактерий, грибов и актиномицетов при внесении удобрений в повышенных дозах (варианты $N_{45}P_{35}K_{45}$ + навоз, 10 т/ га и $N_{80}P_{60}K_{90}$) повысилось на 73–145% [4].

При изучении гранулированных органических удобрений (ГОУ)из птичьего помета в ризосфере яровой пшеницы отмечены существенные изменения в видовом и количественном составе грибов. С увеличением дозы удобрений общее количество грибов увеличивается, а численность патогенных грибов уменьшается. В почве активируются грибы-антагонисты [5].

Цель наших исследований заключалась в изучении влияния последействия органо-минерального субстрата + NPK на фоне разных по интенсивности систем обработки на микобиоту дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы в посевах ярового рапса в условиях Ярославской области.

Методика

Исследования, проведенные в вегетационный период 2019 г., являются продолжением начатых ранее на опытном поле Ярославской ГСХА в условиях трехфакторного полевого опыта. Изучаемые факторы: система обработки почвы, система удобрений, гербициды. Опыт заложен методом расщепленных делянок с рендомизированным размещением вариантов в повторениях со следующим чередованием культур: вико-овсяная смесь (2017 г.) – яровая пшеница (2018 г.) – яровой рапс (2019 г.). Площадь опытного участка 0,6 га, площадь элементарной делянки 24 м².Яровой рапс сорта «Вираж»возделывался для получения зеленой массы.

Обор почвенных проб проводился в начале вегетации культуры. Микромицеты изучали на вариантах с отвальной «$О_1$»и поверхностной «$О_2$» системами обработки на фонах без удобрений«$У_1$» и внесением полной нормы минеральных удобрений + последействие органо-минерального субстрата «$У_5$». Контрольным считался вариант с отвальной обработкой без удобрений. На исследуемых делянках гербицид не применялся «$Г_1$».

Грибы изолировали из почвы методом почвенных разведений Ваксмана. Посев почвенной суспензии на питательную среду Чапека производили из разведения 1:1000. Рассчитывали численность КОЕ на 1 г воздушно-сухой почвы. Для выявления комплекса типичных видов использовали критерий пространственной встречаемости. Данные обрабатывали методом дисперсионного анализа в программе Дисант.

Результаты

Важным показателем состояния почвы является численность почвенных грибов. Результаты проведенных исследований представлены на рисунке 1.

Наибольшее количество грибов обнаружено в контрольном варианте – 30,5 тыс. КОЕ/г в верхнем слое почвы и 27,5 тыс. КОЕ/г в нижнем. На неудобренном фоне при поверхностной обработке численность грибов была ниже контроля по всему пахотному горизонту (20,0 тыс. КОЕ/г в верхнем слое и 14,8 тыс. КОЕ/г в нижнем).

Внесение полной нормы минеральных удобрений на фоне последействия органо-минерального субстрата при отвальной обработке привело к уменьшению численности грибов в слое 0–10 см и практически не изменило в нижнем.

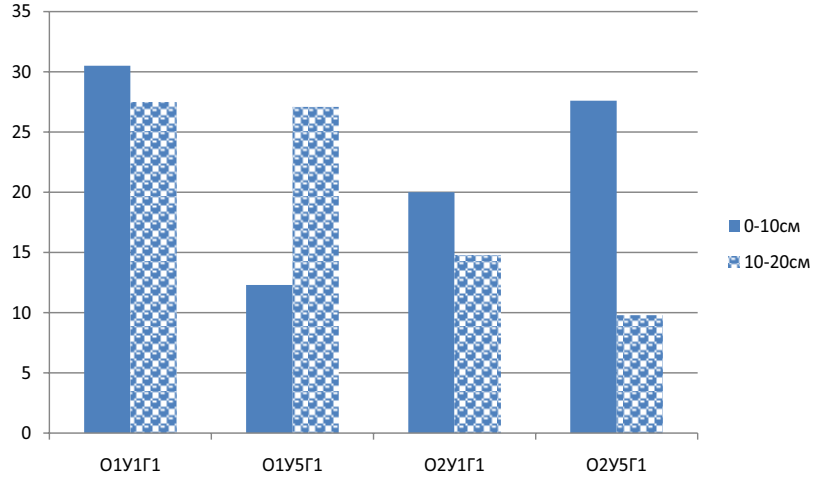

Рисунок 1 – Численность микромицетов на вариантах опыта по слоям, тыс. КОЕ

При поверхностной обработке наблюдалась обратная тенденция: в слое 0–10 см грибов стало больше, в нижнем – меньше по сравнению с неудобренной почвой, что также можно объяснить влиянием внесения $N_{105}P_{15}K_{25}$,в данном случае в верхний слой почвы.

В целом можно отметить, что в трех вариантах из четырех количество микромицетов в верхнем слое выше по сравнению с нижним, что обычно для исследуемого типа почвы. Исключение составляет вариант с отвальной обработкой на фоне удобрений, где количество грибов в нижнем слое превысило численность микромицетов верхнего слоя в 2,2.

Методом дисперсионного анализа было установлено, что обработка почвы в среднем по фонам удобрений оказала существенное влияние на численность почвенных грибов в нижнем слое почвы и несущественное в верхнем. При поверхностной обработке в слое 10–20 см грибов значительно меньше, чем при отвальной, что, вероятнее всего связано с менее благоприятными кислородными условиями при уплотнении этого почвенного слоя (таблица 1).

Внесение полной нормы минеральных удобрений на фоне последействия органо-минерального субстрата в среднем по системам обработки не оказало существенного влияния на количество микромицетов в изучаемой почве.

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	Слой 10–20
Фактор А. Система основной обработки почвы, «О»		
Отвальная, «$О_1$»	24,8	33,2
Поверхностная, «$О_2$»	21,9	11,2
$НСР_{05}$	$F_ф < F_{05}$	17,3
Фактор В. Система удобрений, «У»		
Без удобрений, «$У_1$»	25,2	22,0
Органо-минеральный субстрат + NPK, «$У_5$»	21,5	22,4
НСР05	$F_ф < F_{05}$	$F_ф < F_{05}$

Помимо численности важным критерием состояния комплексов почвенных микромицетов является их структура и таксономический состав.

Всего были обнаружены 9 родов мицелиальных почвенных грибов, а также стерильный мицелий и дрожжи (таблица 2).

Таблица 2 – Таксономический состав почвенных микроскопических грибов на вариантах опыта

№ п/п	Вариант опыта	Отвальная обработка $О_1$				Поверхностная обработка $О_2$			
		Без удобрений «$У_1$»		Органо-минеральный Субстрат + NPK «$У_5$»		Без удобрений «$У_1$»		Органо-Минеральный Субстрат + NPK «$У_5$»	
		Слой 0–10	Слой 10–20	Слой 0–10	Слой 10–20	Слой 0–10	Слой 10–20	Слой 0–10	Слой 10–20
	Род микромицетов	Частота встречаемости %							
1	*Aspergillus*	67	83	83	83	100	50	100	83
2	*Alternaria*	17	33	17	–	50	–	–	–
3	*Mucor*	17	67	83	33	17	83	50	67
4	*Botritis*	50	33	–	–	–	–	17	17
5	*Exophiala*	–	–	17	33	17	–	33	–
6	*Cladosporium*	50	67	17	–	–	–	17	–
7	*Helminthosporium*	33	33	17	17	–	–	–	–

Продолжение таблицы 2

№ п/п	Вариант опыта	Отвальная обработка O_1				Поверхностная обработка O_2			
		Без удобрений «$У_1$»		Органо-минеральный Субстрат + NPK «$У_5$»		Без удобрений «$У_1$»		Органо-Минеральный Субстрат + NPK «$У_5$»	
		Слой 0–10	Слой 10–20	Слой 0–10	Слой 10–20	Слой 0–10	Слой 10–20	Слой 0–10	Слой 10–20
	Род микромицетов	Частота встречаемости %							
8	*Penicillium*	17	–	–	–	–	–	–	–
9	*Phialophora*	17	–	17	–	–	–	–	–
	Всего родов:	8	6	7	4	4	2	5	3
	Myceliasterilia	–	50	–	17	33	50	33	33
	Дрожжи *p.Cryptococcus*	–	17	–	–	–	–	–	–

Большинство обнаруженных почвенных грибов являются типичными сапротрофами. Среди представителей родов *Aspergillus*, *Alternaria*, *Botritis*, *Cladosporium*, *Helminthosporium* могут встречаться фитопатогены.

Чаще других в почве опытного участка встречались виды *pp. Aspergillus* и *Mucor*. Максимальная частота встречаемости *Aspergillussp*. (100%) отмечена на вариантах опыта с поверхностной обработкой в верхнем слое почвы (0–10 см).

Как и аспергиллы, виды рода Mucor обнаружены на всех вариантах. Частота встречаемости варьировала от 17% (на вариантах без удобрений по обеим обработкам в верхнем слое почвы) до 83% (как в удобренной, так и неудобренной почве).

В целом таксономический состав микромицетов в почве опытного участка достаточно беден и отличается от естественных дерново-подзолистых почв. В исследуемой почве редко встречаются или отсутствуют представители типичных для этих почв пенициллы, триходерма, тогда как часто встречаются аспергиллы и роды, в составе которых много фитопатогенных видов.

Описание комплексов типичных видов микромицетов на различных вариантах проводили на основе расчета показателя

их пространственной встречаемости. На контрольном варианте комплекс был самым разнообразным и включал почвенные грибы из 8 родов. К типичным доминантным видам в нем отнесены виды *p. Aspergillus*, часто встречающимся – виды *pp.Botrytis*, *Cladosporium*, к редко встречающимся виды *pp.Mucor*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Helminthosporium*, *Phialophora*.

На варианте с отвальной системой обработки и последействием органо-минерального субстрата + NPK по-прежнему доминировали аспергиллы, чаще стали встречаться мукоровые, реже – виды *p. Cladosporium*. Из комплекса исчезли пенициллы и ботритис, появились виды *p. Exophiala*, характерные для почв, загрязненных птичьим пометом.

На вариантах с поверхностной обработкой в комплексах микромицетов также доминировали аспергиллы, часто встречались мукоровые. Группа редких видов обеднена по сравнению с отвальной обработкой. Ее составили виды *pp. Botrytis*, *Cladosporium*, *Exophiala*.

Заключение

В условиях стационарного опыта по изучению возможности применения органо-минерального субстрата на основе отходов сельскохозяйственного производства совместно с полной нормой минеральных удобрений показано, что комплексы почвенных микромицетов значительно отличаются от естественных почв, главным образом, таксономическим составом. Отмечено увеличение родов, содержащих фитопатогенные виды, однако, частота встречаемости их достаточно низкая.

Литература

1. Колесникова, И.Я. Различия в комплексах почвенных микромицетов из агроценозов дерново-подзолистой почвы / И.Я. Колесникова // Инновационный путь развития предприятий АПК: сбор. науч. трудов Междунар. научно-практ. конф. проф.-преп. состава. – Ярославль: ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА. – 2016. – С. 78–84.

2. Колесникова, И.Я. Влияние органо-минерального удобрения на микобиоту почвы / И.Я. Колесникова // Управление плодородием и улучшение агроэкологического состояния земель: сбор.науч. трудов по матер. III Всерос. (национ.) науч.-практ. конф. ФГБОУ ВО ЯГСХА, г. Ярославль, 28 мая 2020. – С. 42–47.

3. Емцев, В.Т. Микробиология / В.Т. Емцев, Е.Н. Мишустин. – М.: Колос, 1993. – 383 с.

4. Марчук, Е.В. Влияние интенсивности применения удобрений и вида севооборота на агрохимические и биологические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы Мещерской ландшафтной провинции / Е.В. Марчук // Известия ОГАУ. – 2017. – № 4 (66). – С. 31–35. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-intensivnosti-primeneniya-udobreniy-i-vida-sevooborota-na-agrohimicheskie-i-biologicheskie-svoystva-dernovo-podzolistoy (дата обращения: 06.04.2021).

5. Апаева, Н.Н. Влияние гранулированных органических удобрений на микромицетный состав почвы / Н.Н. Апаева, А.М. Ямалиева, С.Г. Манишкин // Известия СПбГАУ. – 2019.– № 4 (57). – С. 32–38. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-granulirovannyh-organicheskih-udobreniy-na-mikromitsetnyy-sostav-pochvy (дата обращения: 07.04.2021).

УДК 631.41

ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУЛЬТУР

к.с.-х.н., доцент Котяк П.А.;
к.с.-х.н., доцент Чебыкина Е.В.;
старший лаборант Балашова Л.А.
(ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия)

Ключевые слова: культура севооборота, технология возделывания, удобрения, урожайность.

В статье представлены материалы по изучению влияния различных технологий возделывания культур кормового севооборота на агрохимические свойства почвы. Исследования проводились в условиях полевого стационарного двухфакторного опыта на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве опытного поля Ярославского НИИЖК – филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». Показана положительная роль применения интенсивной и высокоинтенсивной технологий возделывания. В этом случае отмечается улучшение агрохимического состояния почвы и возможно получение высоких урожаев кормовых культур севооборота.

CHANGE OF AGROCHEMICAL INDICATORS OF FERTILITY OF SODDY-PODZOLY SOIL DEPENDING ON CULTIVATION TECHNOLOGIES

Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor Kotyak P.A.;
Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor Chebykina E.V.;
senior laboratory assistant Balashova L.A.
(FSBEI HE Yaroslavl SAA, Yaroslavl, Russia)

Key words: crop rotation, cultivation technology, fertilizers, productivity.

The article presents materials on the study of the influence of various technologies for the cultivation of crops of fodder crop rotation on the agrochemical properties of the soil. The studies were carried out under the conditions of a two-factor stationary field experiment on sod-podzolic medium loamy soil of the experimental field of the Yaroslavl NIIZhK – a branch of the Federal Research Center «VIK im. V.R. Williams». The positive role of the use of intensive and high-intensity cultivation technologies is shown. In this case, there is an improvement in the agrochemical state of the soil and it is possible to obtain high yields of forage crops in crop rotation.

Агрохимические свойства почвы определяют питательные режимы почвы. Содержание питательных элементов в почве оказывает непосредственно прямое действие на рост и развитие растений. Длительное применение физиологически кислых удобрений кроме положительного действия оказало также и сильное отрицательное влияние на агрохимические свойства почвы, особенно при использовании наименее благоприятного сочетания удобрений NPK [1]. Согласно С.С. Сдобникову [2], особое внимание к сохранению и некоторому повышению содержания гумуса требуют бедные органическим веществом дерново-подзолистые почвы Нечерноземной зоны, где малейшее снижение его уровня вполне обоснованно расценивается как потеря плодородия.

Обеспеченность подвижными формами фосфора является одним из определяющих признаков высокого плодородия и культурного состояния почвы [3]. По мнению О.В. Сдобниковой, по мере увеличения содержания подвижных фосфатов в почве и степени их подвижности до определенного предела происходит рост

урожайности культур и повышается их устойчивость к неблагоприятным условиям [4].

Посевы сельскохозяйственных культур в благоприятных условиях азотного и фосфорного питания удовлетворяют свою потребность в калии в значительной мере за счет мобилизации его почвенных запасов. Повышение уровня потребления растениями калия под влиянием калийного удобрения оказывает слабое воздействие на продуктивность культур полевого севооборота, остаточное количество калия закрепляется в корнеобитаемом слое почвы в обменной и необменной формах, легкодоступных растениям, что предопределяет использование его культурами севооборота в последействии удобрения, по своим масштабам не уступающее прямому действию.

Обменная кислотность дает представление о запасе водородных ионов, могущих быть вытесненными из поглощенного состояния избытком нейтральной соли [5]. Высокая концентрация водородных ионов в почвенном растворе сильно угнетает жизнедеятельность микроорганизмов, осуществляющих минерализацию азота и азотфиксацию. Влияние минеральных удобрений на реакцию почвенной среды зависит от возделываемой культуры. Так, в опытах И.Г. Платонова и др. в вариантах с NPK кислотность под озимой рожью была несколько ниже, чем в варианте «Без удобрений», под ячменем – выше. Под клевером и картофелем минеральные удобрения не приводили к изменению кислотности [6].

На дерново-подзолистых суглинистых почвах, занимающих в Нечерноземной зоне 56,2%, урожайность зерновых без внесения удобрений не превышает 7–8 ц/га, а на песчаных почвах – 4–5 ц/га [7].

При внесении удобрений необходимо учитывать отзывчивость культурных растений на те или иные питательные элементы. Давно подмечено, что злаковые культуры сильнее отзываются на азотсодержащие удобрения; при совместном произрастании с бобовыми они при внесении повышенных доз удобрений ограничивают рост и развитие бобового компонента. В то же время бобовые культуры, сами, синтезируя биологический азот, вполне могут обходиться без минерального азота, а для роста и развития необходимы фосфорно-калийные удобрения, микроэлементы.

Таким образом, вопрос влияния удобрений на агрохимические свойства почвы остается и на данный момент во многом дискуссионным и требует дальнейших исследований. А удобрения составляют основу современных технологий возделывания.

Методика

Исследования проводились в полевом двухфакторном опыте, заложенном в 2017 году. 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.

Схема опыта.

Фактор А. – культура севооборота

1. Однолетние травы с подсевом многолетних трав (люцерна изменчивая + тимофеевка луговая + овсяница луговая).
2. Многолетние травы 1 г.п.
3. Многолетние травы 2 г.п.
4. Многолетние травы 3 г.п.
5. Яровая тритикале на зеленую массу + поукосно рапс.
6. Ячмень на зерно.
7. Кукуруза на силос.

Фактор В – технологии возделывания культур

1. ***Контроль*** (экстенсивная технология возделывания кормовых культур) (К, ЭК) – без удобрений и без пестицидов, основная обработка почвы отвальная, поверхностная обработка почвы под ячмень, рапс, однолетние травы. Люцерна изменчивая в смеси со злаками возделывается на фоне с внесением извести.

2. ***Интенсивная технология*** возделывания кормовых культур (ИТ) – основная обработка – отвальная, удобрения вносятся дифференцированно по культурам севооборота:

1. Однолетние травы – $N_{60}P_{60}K_{90}$;
2. Многолетние травы 1 г.п. – $P_{60}K_{90}$ (при содержании бобового компонента ниже 30% азот вносится в дозе $N_{60–90}$);
3. Многолетние травы 2 г.п. – $P_{60}K_{90}$ (при содержании бобового компонента ниже 30% азот вносится в дозе $N_{60–90}$);
4. Многолетние травы 3 г.п. – $P_{60}K_{90}$ (при содержании бобового компонента ниже 30% азот вносится в дозе $N_{60–90}$);
5. Озимая тритикале – $N_{60}P_{60}K_{90}$ (в том числе под предпосевную культивацию N_{30}, весной в подкормку N_{30}), рапс поукосно – $N_{60}P_{60}K_{90}$;
6. Ячмень – $N_{60}P_{60}K_{90}$;
7. Кукуруза – ячменная солома и 60 т/га навоза под зяблевую вспашку, весной $N_{100}P_{100}K_{120}$, внесение извести.

3. ***Высокоинтенсивная технология*** возделывания кормовых культур (ВТ) – основная обработка – отвальная, удобрения вно-

сятся дифференцированно по культурам севооборота и проводится защита растений от болезней, вредителей и сорняков:

1. Однолетние травы – $N_{90}P_{90}K_{135}$;

2. Многолетние травы 1 г.п. – $P_{90}K_{135}$ (при содержании бобового компонента ниже 30% азот вносится в дозе $N_{60–90}$);

3. Многолетние травы 2 г.п. – $P_{90}K_{135}$ (при содержании бобового компонента ниже 30% азот вносится в дозе $N_{60–90}$);

4. Многолетние травы 3 г.п. – $P_{90}K_{135}$ (при содержании бобового компонента ниже 30% азот вносится в дозе $N_{60–90}$), защита растений;

5. Яровая тритикале – $N_{60}P_{60}K_{120}$ (в том числе под предпосевную культивацию N_{30}, весной в подкормку N_{60}), рапс поукосно – $N_{90}P_{90}K_{135}$;

6. Ячмень – $N_{90}P_{90}K_{135}$;

7. Кукуруза – ячменная солома и 60 т/га навоза под зяблевую вспашку, весной $N_{125}P_{125}K_{150}$, внесение извести, защита растений.

4. ***Органическая технология*** возделывания кормовых культур (О) – основная обработка – поверхностно-отвальная, без минеральных удобрений и пестицидов. В качестве органических удобрений используются сидерат (рапс), ячменная солома, последний укос многолетних трав, навоз:

1. Однолетние травы;

2. Многолетние травы 1 г.п.;

3. Многолетние травы 2 г.п.;

4. Многолетние травы 3 г.п., 2 укос трав на зеленое удобрение;

5. Яровая тритикале – на зеленую массу, рапс поукосно – на сидерат;

6. Ячмень, основная обработка почвы поверхностная;

7. Кукуруза – ячменная солома и 60 т/га навоза под зяблевую вспашку, внесение извести.

5. ***Биологизированная*** технология возделывания кормовых культур (Б) – основная обработка – поверхностно-отвальная, основана на биологических факторах с ограниченным применением минеральных удобрений и средств защиты. Основная роль принадлежит культурам семейства бобовых, сидератам и органическим удобрениям:

1. Однолетние травы – $N_{30}P_{30}K_{45}$, инокуляция семян бактериальными препаратами;

2. Многолетние травы 1 г.п. – $P_{30}K_{45}$ (при содержании бобового компонента ниже 30% азот вносится в дозе $N_{30–45}$);

3. Многолетние травы 2 г.п. – $P_{30}K_{45}$ (при содержании бобового компонента ниже 30% азот вносится в дозе $N_{30–45}$);

4. Многолетние травы 3 г.п. – $P_{30}K_{45}$ (при содержании бобового компонента ниже 30% азот вносится в дозе $N_{30–45}$);

5. Яровая тритикале – $N_{30}P_{30}K_{45}$ (весной в подкормку N_{30}), рапс поукосно – $N_{30}P_{30}K_{45}$;

6. Ячмень – $N_{30}P_{30}K_{45}$, основная обработка почвы поверхностная;

7. Кукуруза – ячменная солома и 60 т/га навоза под зяблевую вспашку, весной $N_{50}P_{50}K_{60}$, внесение извести.

Погодные условия вегетационного периода 2020 года отличались пониженными температурными показателями во все месяцы вегетации, кроме июня, при этом количество осадков существенно отличалось от среднемноголетних наблюдений в июле и сентябре – превышение составило 62 и 80%, соответственно. В целом метеорологические условия можно охарактеризовать как нетипичные.

Результаты

Анализ данных в среднем по изучаемым факторам не выявил существенных различий между выращиваемыми культурами севооборота по содержанию гумуса. Можно отметить усиление минерализации органического вещества при выращивании пропашной культуры – кукурузы, что связано, прежде всего, с интенсивными механическими обработками почвы и усилением аэрации почвы. Накопление гумуса было отмечено при возделывании однолетних и многолетних трав, обладающих способностью к иммобилизации азота и формированию дернины (таблица 1).

По содержанию гумуса между изучаемыми технологиями возделывания культур достоверных различий так же обнаружено не было. Сдерживанию процессов минерализации в большей степени способствовало ведение биологизированной и интенсивной технологий, на фоне высокоинтенсивной и органической содержание гумуса было на одном уровне.

Под посевами всех выращиваемых культур и при всех изучаемых технологиях возделывания по содержанию гумуса формировался гетерогенный пахотный горизонт, с большим содержанием гумуса в верхнем слое 0–10 см.

Таблица 1 – Влияние различных культур севооборота и технологий возделывания на агрохимические показатели почвы

Вариант	Агрохимические показатели			
	Содержание гумуса в почве, %	Содержание подвижного фосфора в почве, мг/кг почвы	Содержание обменного калия в почве, мг/кг почвы	Кислотность почвы, pH_{KCl}
Фактор А. Культура севооборота				
Однолетние травы с подсевом многолетних трав	1,74	326,00	114,43	6,13
Мн. тр. 1 г.п.	1,69	319,00	107,67	5,90
Мн. тр. 2 г.п.	1,63	293,67	92,48	6,02
Мн. тр. 3 г.п.	1,90	291,00	118,40	5,73
Ячмень	1,58	286,67	74,23	5,59
Кукуруза	1,52	295,33	96,00	6,04
$НСР_{05}$	$F_ф < F_{05}$	$F_ф < F_{05}$	$F_ф < F_{05}$	$F_ф < F_{05}$
Фактор В. Технология возделывания				
Контроль	1,60	289,76	83,65	5,99
Интенсивная	1,76	304,52	109,42	5,94
Высокоинтенсивная	1,66	314,05	128,77	5,89
Органическая	1,67	291,43	86,93	5,92
Биологизированная	1,69	301,67	96,38	5,90
$НСР_{05}$	$F_ф < F_{05}$	8,81	15,59	$F_ф < F_{05}$

При анализе данных в среднем по изучаемым факторам существенных различий между культурами по содержанию подвижного фосфора обнаружено не было, но можно отметить следующие тенденции.

Накопление P_2O_5 в почве в год проведения исследований наиболее интенсивно происходило под посевами однолетних трав и многолетних трав 1 года пользования. Под посевами ячменя, кукурузы и многолетних трав 2 и 3 года пользования содержание подвижного фосфора оставалось на достаточно высоком уровне.

Накоплению подвижного фосфора в почве способствовало использование в технологиях возделывания минеральных форм удобрений. По технологиям «Интенсивная», «Высокоинтенсив-

ная» и «Биологизированная» по сравнению с контролем были получены существенные различия по содержанию P_2O_5.

Также как и по содержанию органического вещества, по содержанию фосфора под посевами выращиваемых культур сформировался гетерогенный пахотный слой, с большим количеством элемента в верхнем слое 0–10 см.

При рассмотрении влияния изучаемых факторов на содержание обменного калия можно отметить, что между культурами севооборота не было достоверных различий по данному показателю. Наиболее благоприятные условия для роста и развития культур складывались под посевами однолетних трав, многолетних трав 1 и 3 годов пользования.

Расчет роли изучаемых факторов в изменении кислотности почвы не позволил выявить четких закономерностей, по всем изучаемым вариантам не было обнаружено достоверных различий. Наиболее благоприятные условия для роста растений были обнаружены под посевами однолетних трав, кукурузы и многолетних трав 2 года пользования. Достаточно сильно оказались подкислены почвы под ячменем.

Из изучаемых технологий возделывания наиболее интенсивному подкислению почвы способствовало ведение высокоинтенсивной и биологизированной технологий в сравнении с экстенсивной.

Следует отметить, что показатели кислотности почвы были выше в верхнем слое пахотного горизонта (0–10 см). Исключение составил вариант с высокоинтенсивной технологией, на котором наблюдалось также достоверное снижение кислотности в сравнении с контролем.

Изучаемые технологии существенно повысили урожайность вико-овсяной смеси по сравнению с контролем (таблица 2).

Так, если по экстенсивной технологии ее урожайность зеленой массы составила 16,1 т/га, то по органической и биологизированной – 25,3 и 35,8 т/га соответственно. Применение более высоких доз минеральных удобрений по интенсивной ($N_{60}P_{60}K_{90}$) и высокоинтенсивной ($N_{90}P_{90}K_{120}$) технологиям приводило к снижению урожайности зеленой массы вико-овсяной смеси до 23,7–29,9 т/га по сравнению с органической и биологизированной технологиями. На урожайность зеленой массы яровой тритикале так же существенно повлияли изучаемые технологии. По экстенсивной технологии ее урожайность составила 15,1 т/га. По органической

технологии при запашке осенью зеленой массы многолетних трав второго укоса урожайность яровой тритикале возросла на 2,2 т/га, или на 14,5%. По биологизированной технологии ее урожайность возросла на 2,8 т/га, или на 18,5%, по интенсивной – на 5,6 т/га, или 37,7%, по высокоинтенсивной – на 7,4 т/га, или 49,0%.

Таблица 2 – Влияние технологий возделывания на продуктивность культур кормового севооборота

Культура севооборота (продукция)	Технология возделывания	Урожайность, т/га
Вико-овсяная смесь (зеленая масса)	Контроль	16,1
	Интенсивная	23,7
	Высокоинтенсивная	29,9
	Органическая	25,3
	Биологизированная	35,8
	$НСР_{05}$	1,16
Яровая тритикале (зеленая масса)	Контроль	15,1
	Интенсивная	20,7
	Высокоинтенсивная	22,5
	Органическая	17,3
	Биологизированная	17,9
	$НСР_{05}$	1,10
Ячмень (зерно)	Контроль	2,4
	Интенсивная	3,3
	Высокоинтенсивная	3,7
	Органическая	2,9
	Биологизированная	3,1
	$НСР_{05}$	0,9
Кукуруза (зеленая масса)	Контроль	53,4
	Интенсивная	85,1
	Высокоинтенсивная	102,6
	Органическая	58,5
	Биологизированная	82,6
	$НСР_{05}$	32,3
Многолетние травы 1 г.п. (зеленая масса)	Контроль	41,4
	Интенсивная	51,0
	Высокоинтенсивная	54,8
	Органическая	30,8
	Биологизированная	43,0

Культура севооборота (продукция)	Технология возделывания	Урожайность, т/га
$НСР_{05}$		6,3
Многолетние травы 2 г.п (зеленая масса)	Контроль	35,1
	Интенсивная	29,9
	Высокоинтенсивная	44,6
	Органическая	27,5
	Биологизированная	34,7
$НСР_{05}$		4,1
Многолетние травы 3 г.п. (зеленая масса)	Контроль	18,9
	Интенсивная	35,8
	Высокоинтенсивная	20,9
	Органическая	12,3
	Биологизированная	25,3
$НСР_{05}$		4,9

Существенное увеличение урожайности ячменя отмечено по интенсивной и высокоинтенсивной технологиям возделывания, по органической и биологизированной увеличение показателя было в виде тенденции.

На урожайность зеленой массы кукурузы повлияли изучаемые технологии, в некоторых случаях достоверно. Так, если по экстенсивной технологии получено 53,4 т/га зеленой массы, то по органической технологии – 58,5 т/га, по биологизированной технологии – 82,6 т/га, по интенсивной технологии – 85,1 т/га. Самая высокая урожайность получена по высокоинтенсивной технологии, и она составила 102,6 т/га, что было существенно выше контроля.

Урожайность многолетних трав первого года пользования по экстенсивной технологии составила 41,4 т/га. По другим изучаемым технологиям урожайность зеленой массы составила от 30,8 т/га до 54,8 т/га. По этим технологиям многолетние травы использовали питательные вещества из навоза, внесенного под кукурузу, что приводило к существенному увеличению урожайности по интенсивной и высокоинтенсивной технологиям возделывания. Урожайность зеленой массы многолетних трав второго года пользования была ниже (в среднем по технологиям она составила 34,4 т/га), чем урожайность трав первого года пользования (в среднем по технологиям 44,2 т/га). Продуктивность многолетних трав третьего года пользования ниже трав первого

и второго годов пользования из-за недобора третьего укоса и запашки зеленой массы второго укоса по органической технологии, при этом интенсивная и биологизированная технологии обеспечили существенную прибавку урожая зеленой массы в сравнении с контролем.

Выводы

Таким образом, на почвах, обеспеченных элементами минерального питания, возможно ведение органической технологии возделывания полевых культур. На ее фоне не наблюдается интенсивной минерализации гумуса и подкисления почвы. По сравнению с экстенсивной технологией поддерживается благоприятный для растений питательный режим.

Литература

1. Минеев, В.Г. Агрохимия и экологические функции калия / В.Г. Минеев. – М.: Изд-во МГУ, 1999. – 332 с.

2. Сдобников, С.С. Роль органических удобрений в повышении плодородия почвы в интенсивном земледелии / С.С. Сдобников // Плодородие почвы и пути его повышения / ВАСХНИЛ. – М.: Колос, 1983. – С.146–153.

3. Чендеев, Ю.Г. Картографический анализ динамики подвижных соединений фосфора и калия в пахотных почвах / Ю.Г. Чендеев, С.Д. Лицуков // Агрохимия. – 1997. – № 6. – С.10–19.

4. Сдобникова, О.В. Фосфорные удобрения и урожай / О.В. Сдобникова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 111 с.

5. Мишустин, Е.Н. Микроорганизмы и самоочищение почвы / Е.Н. Мишустин, М.И. Перцовская. – М.: Изд-во Академии наук СССР, 1954. – 651 с.

6. Платонов, И.Г. Влияние периодического известкования и удобрений на кислотность и обменные основания дерново-подзолистой почвы при возделывании культур в севообороте и бессменно / И.Г. Платонов, А.Ф. Сафонов, В.Д. Полин, Ле Ван Тхиен // Известия ТСХА. – 2000. – Вып. 2. – С. 6–15.

7. Пенчуков, В.М. Пути снижения энергетических затрат в земледелии Нечерноземной зоны / В.М. Пенчуков и др. // Земледелие. – 1997. – № 3. – С. 9–11.

УДК 628.179.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДЫ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

к.с.-х.н. Кузнецов В.И.,
к.с.-х.н. Кузнецова В.В., к.с.-х.н. Матвеева О.А.
(ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, Волгоград, Россия)

Ключевые слова: водопотребление; водопользование; водоемкий потребитель; сельское хозяйство; промышленность.

WATER USE IN INDUSTRY AND AGRICULTUREOF THE VOLGOGRAD REGION

Candidate of Agricultural Sciences Kuznetsov V. I.,
Candidate of Agricultural Sciences Kuznetsova V.V.,
Candidate of Agricultural Sciences Matveeva O.A.
(FSBEI HE Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia)

Key words: water consumption; water use; water-intensive consumer; agriculture; industry.

В промышленности вода используется как сырье при получении различной продукции химической промышленности, водопользование и водопотребление в сельском хозяйстве включают в себя в основном орошение, водообводнение земель, сельскохозяйственное водоснабжение.

Промышленность является одним из крупнейших потребителей воды. Вода используется как сырье при получении различной продукции химической промышленности. Она служит компонентом при разбавлении, растворении, выщелачивании, кристаллизации. Без воды невозможны процессы схватывания и твердения важных строительных материалов – цемента, гипса, алебастра, извести. Вода является теплоносителем и охладителем, моющим средством при промывке в различных технологических производствах, рабочей средой в гидравлических устройствах, наконец, она используется на каждом предприятии в непромышленных целях: хозяйственно-питьевых, противопожарных и др.

К наиболее водоемким потребителям относится химическая промышленность, цветная металлургия, энергетика. Наибольшее количество воды используется в промышленности для охлажде-

ния, например, в теплоэнергетике, металлургии – 85% общего расхода.

Объем водопотребления промышленности определяется двумя показателями.

Первый показатель – объем воды, используемой на производственные нужды, включая объем свежей воды, поступающей на подпитку оборотного водоснабжения. Этот показатель рассчитывается на основе планируемых объемов производства основных видов продукции в натуральном или стоимостном выражении (для многономенклатурных производств).

Второй показатель – водопотребление на хозяйственно-питьевые нужды населения и работающего персонала на производстве определяется по числу работающих и нормам водопотребления на одного работающего. Соотношение этих двух показателей в Волгоградской области, как будет показано ниже, приблизительно составляет около 80 и 20%.

Одним из важных показателей, характеризующих рациональное использование водных ресурсов в промышленности, является объем воды в системе оборотного и повторно-последовательного водоснабжения. Этот показатель также состоит из двух частей:

1. Объема оборотной воды, который характеризует суммарный объем (с учетом циркуляции);

2. Объема повторно-последовательного водоснабжения.

Под объемом ***повторно-последовательного водоснабжения*** используемой воды подразумевается тот объем воды, который после использования каким-либо потребителем передается другому на том же предприятии, а также может быть получен от другого предприятия и использован на производственные нужды.

Забор воды промышленности в 2020 г. составил 71,22 млн м³, использовано 106 млн м³, или 149%.

Распределение используемой воды имеет следующую картину:

– электроэнергетика – 13,4%;
– химическая и нефтехимическая отрасли – 13,1%;
– пищевая – 12,4%;
– черная мегаллургия – 11,5%;
– машиностроение и металлообработка – 10,3%;
– топливная отрасль – 8,2%;
– нефтеперерабатывающая – 4,6%;
– легкая – 4,2
– нефтедобывающая – 3,6%;

– промстройматериалы – 3,4%

– остальное – цветная металлургия, лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность.

Из забранной промышленностью свежей воды около 60% используется на производственные нужды, 18% – на хозяйственно-питьевые, остальное – на другие нужды.

Как видно из приведенных выше данных, наиболее водоемкой отраслью является электроэнергетика, использующая более четверти объемов потребления промышленностью свежей воды и около 35% в системах оборотного и повторно-последовательного водопользования.

Крупнейшими водопотребителями в области являются предприятия нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих подотраслей, которыми забирается около четверти общего объема свежей воды, в том числе 35% суммарного объема из подземных водных источников.

Из крупных промузлов Волгоградской области являются в г. Волгограде: ОАО «Каустик», ООО «Лукойл-Волгограднефтепереработка»; ЗАО «ВМЗ «Красный Октябрь», ОАО «Волгоградский сталепроволочноканатный завод» (ОАО «Вспкз»); в г. Волжском ОАО «Волжский подшипниковый завод»; ОАО «Волжский азотно-кислородный завод» (АО «ВАКЗ») [2].

Безвозмездное водопотребление, определяемое забором свежей воды за вычетом водоотведения, в промышленном комплексе Волгоградской области невелико и колеблется от 2 до 10% (в зависимости от характера производства и применяемой технологии) и лишь в нефтедобывающей промышленности достигает 50%.

Безвозвратное водопотребление складывается из объема воды, вошедший в состав продукции, и потерь на всех технологических процессах.

Рациональное использование водных ресурсов в промышленности характеризуют следующие факторы: нормирование количества и качества воды, используемой в различных отраслях промышленности на единицу промышленности; объем применения безводных технологий производства; размещение производств, обеспечивающее последовательное многократное использование воды в технологическом процессе; развитие оборотного водоснабжения; применение в ряде отраслей промышленности очищенных сточных вод коммунального хозяйства; уровень совершенства методов очистки сточных вод; утилизация осадков в

стоках промышленных предприятий и их обработка в целях дальнейшего использования в хозяйстве.

Техническое совершенство оборотной системы водоснабжения (количество воды в обороте в %) определяется по формуле:

$$K_{\text{об.}} = \frac{Q_{\text{об.}}}{Q_{\text{об.}} + Q_{\text{с}}} \quad (1)$$

где $Q_{\text{об.}}$ – расход воды в обороте, м³/с;

$Q_{\text{с}}$ – расход свежей природной воды, м³/с.

Эффективность использования воды в промышленном предприятии рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{эф.}} = \frac{Q_{\text{с}} - Q_{\text{ст.}}}{Q_{\text{с}}} \quad (2)$$

где $Q_{\text{ст.}}$ – расход сточной воды, м³/с;

$Q_{\text{с}}$ – расход воды, забираемой из источника водоснабжения (м³/с), без учета воды, поступающей в систему водоснабжения вместе с сырьем.

Значения коэффициента $K_{\text{об.}}$, для основных отраслей промышленности Волгоградской области следующие: энергетика – 65; топливная – 80; черная металлургия – 85; цветная металлургия – 80; нефтехимия – 85; машиностроение – 70; легкая – 60; пищевая – 45.

Коэффициент эффективности использования воды на промышленных предприятиях Волгоградской области (за исключением г. Волжского, где используется около 30 млн м³ сточных вод и он составляет 0,45) равен нулю, сточные воды нигде не используются [3].

Сельское хозяйство – основной потребитель водных ресурсов Волгоградской области. Суммарные затраты воды на орошение зависят от вида культур, климатических условий, размеров площади орошаемых земель и пр., определяющих удельное водопотребление.

Сельскохозяйственное водоснабжение – снабжение водой населения, производственных предприятий по переработке сельскохозяйственной продукции, а также производственные зоны по обслуживанию техники.

Характерной особенностью водоснабжения сельских населенных пунктов является большая внутрисуточная неравномерность, значительные объемы безвозвратного водопотребления

из-за слабого развития водоотведения и относительно невысокое удельное водопотребление на душу населения – 30–100 л/сут. В целом около 30% сельских населенных пунктов имеют централизованное водоснабжение. По сравнению с коммунально-бытовым водоснабжением городов состояние водозаборных сооружений в сельской местности находится на более низком уровне.

Для сельскохозяйственного водоснабжения области в основном используются подземные воды, при этом имеет место сезонная, недельная и суточная неравномерность забора воды.

Значительное количество воды используется животноводством, удельное водопотребление животными колеблется от 2 л/сут до 200 л/сут. Качество воды должно соответствовать требованиям для хозяйственно-питьевых целей.

Использование воды на сельскохозяйственное водоснабжение составляет около 8%, а на другие нужды около 10% от общего объема в области [2].

Использование воды в области сопровождается большими недостатками. Так, обращает на себя внимание удельное водопотребление на орошение, которое больше нормативного примерно на 15–20%. Сравнивая показатель продуктивности оросительной воды в Волгоградской области и других областях, близких по специализации орошаемого земледелия и находящихся сравнительно в равных географо-климатических условиях, видим, что в нашей области он является одним из наихудших. Это свидетельствует о низком уровне агротехники, несоблюдение сроков и норм полива, бесхозяйственном отношении к воде.

Учет забираемой из источников воды ведется на низком уровне. Так, из 1012 водопользователей только небольшое количество (около 10%) снабжено измерительными приборами.

Более 3/4 общего забора воды определяется расчетным путем, к тому же из года в год уменьшается количество водозаборов, оснащенных водоизмерительными приборами [2].

Являясь в своей отрасли основным потребителем пресной воды, орошаемое земледелие продолжает оставаться крупным загрязнителем водных объектов. За 2003 г. сброс загрязненных сточных вод составил около 17 млн м^3. Большая часть загрязнений поступает с орошаемых угодий. Основной проблемой остается вынос дренажным стоком удобрений и ядохимикатов непосредственно в водотоки и поверхностные водоемы.

Особенно уязвимы малые реки, несущие основную нагрузку по загрязняющим веществам, поступающим в них с прилегаю-

щей территории. В Волгоградской области эти же малые реки являются основными источниками водоснабжения

Из общего объема 301 млн м³ использованной воды на орошение более 77% приходится на 8 административных районов области: Николаевский – 12,2%; Городищенский – 12,2%; Калачевский – 11%; Среднеахтубинский – 10,7%; Светлоярский – 10,6%, Быковский – 7,1%; Ленинский и Котельниковский – 6,7%.

Забор воды на орошение в Камышинском и Палласовском районах составляет 15-20 млн м³ в год, в Старополтавском, Суровикинском и Дубовском – 5-10 млн м³, остальных – от 1 до 10 млн м³ [2].

Развивая орошение, необходимо в его основу заложить водосберегающую технологию полива, способствующую резкому увеличению эффективности этого вида мелиорации. Но до сих пор коэффициент полезного действия оросительной сети остается невысоким. Так, в государственных оросительных системах нашей области только в межхозяйственных каналах потери воды составляют 30% от общего ее забора. Значительны потери воды на фильтрацию в магистральных земляных каналах оросительных систем.

Существенным резервом нормированного использования влаги является правильный выбор и рациональное применение различных способов полива сельскохозяйственных угодий. Как отмечается в работе [1] за два последних десятилетия в хозяйствах России до 75% возросли площади полива методом дождевания, что привело к снижению оросительных норм на 25–30%. В последние годы появились более прогрессивные способы полива: капельное и аэрозольное, обеспечивающее до 50% экономии воды. Так, оросительная норма озимой пшеницы при сочетании полива дождеванием с мелкодисперсным увлажнением в среднем за три года была на 30% ниже, чем при использовании только дождевания [2].

С развитием орошаемых земель, увеличивается объем коллекторно-дренажных вод, при сбросе которых в водные объекты резко увеличивается минерализация воды последних. Для решения этой проблемы необходимо составлять схемы комплексного использования коллекторно-дренажных стоков для различных хозяйственных целей.

Для улучшения сельскохозяйственного водоснабжения необходимо внедрение централизованных систем водоснабжения и

водоотведения с биологической очисткой вод, увеличение оборотного и повторного применения вод, тщательная очистка стоков и использование их для полива сельскохозяйственных культур, совершенствование водозаборов из поверхностных источников.

Литература

1. Авакян А.Б., Широков В.М. Рациональное использование и охрана водных ресурсов. Екатеринбург: Изд-во «Виктор», 1994. – 319 с.

2. Мусаелян С.М., Быков А.А. Экологическое состояние водных объектов Волгоградской области и пути его улучшения: монография. – Волгоград, 2004. – 96 с.

3. Мусаелян С.М., Лобойко В.Ф., Петров Н.Ю. Поверхностные водные ресурсы Волгоградской области / Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия. – Волгоград, 2003. – 92 с.

УДК 504.53.062.4

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЙ МЕТОД РЕГЕНЕРАЦИИ ПОЧВ

к.х.н. Наумова И.К.
(ФГБОУ ВО «Ивановская государственная сельскохозяйственная академия имени Д.К. Беляева», г. Иваново, Россия)

Ключевые слова: низинный торф, гуминовые кислоты, мелиоранты, стимуляторы роста, плазмохимическая обработка.

В статье рассматривается метод плазмохимического диспергирования торфа в воде до устойчивых гидрозолей наночастиц гуминовых веществ с размером в сотни нанометров. Эти коллоидные препараты гуминовых кислот могут быть использованы для разработки новых препаратов сельскохозяйственного назначения – мелиорантов, стимуляторов роста, высокодисперсного препарата гуминовых веществ.

RESOURCE-SAVING SOIL REGENERATION

Candidate of Chemical Sciences Naumova I.K.
(FSBEI HE Ivanovo SAA, Ivanovo, Russia)

Key words: low-lying peat, humic acids, ameliorants, growth stimulants, plasma-chemical treatment.

The article discusses the method of plasma-chemical dispersion of peat in water to stable hydrosols of nanoparticles of humic substances with a size of hundreds of nanometers. These colloidal preparations of humic acids can be used to develop new agricultural preparations – ameliorants, growth stimulants, highly dispersed preparation of humic substances.

Нарушение почвенно-растительного покрова и обеднение качественного состава относятся к числу самых основных проблем уменьшения плодородия почв. Для решения этой проблемы применяют различные способы мелиорации почв, в том числе внесение мелиорантов и биологически активных добавок для корректирования состава и качества почвы. В настоящее время развивается направление использовании биологически активных органоминеральных удобрений на основе торфа. Торф является сложной гидрофильной полифракционной, высокомолекулярной коллоидной системой, неоднородной по химическому составу. Агрохимическая ценность торфа определяется во многом его органической частью (фульвокислоты и гуминовые кислоты) и содержанием азота в его составе. Основное применение гуминовые кислоты и продукты их модификации находят в качестве стимуляторов роста, удобрений и поверхностно-активных веществ. Однако из-за малой доступности органического вещества исходный торф слабо проявляет свойства удобрения.

В настоящее время основными способами получения препаратов гуминовых кислот является биохимическая активация торфа с помощью химических реагентов. Недостатками традиционных реагентных технологий являются низкая степень извлечения, использование дорогостоящих, токсичных растворителей, трудоемкость и загрязнение окружающей среды. Одним из перспективных методов активации торфа перед ее химическим модифицированием является кавитационная и ультразвуковая обработка в щелочной [1] и водной [2] средах.

В данной работе предложен новый способ обработки, основанный на плазмохимичесой обработке торфа с целью получения наноразмерных структур, обладающих биологической активностью. Метод относится к «зеленой» безотходной ресурсосберегающей технологии получения нанопрепаратов гуминовых веществ торфа без участия щелочных и аммиачных агентов, а только с участием воды и может заменить устаревшие методики.

Методика

Исходные образцы природного низинного торфа были тщательно перемешаны и представляли собой однородную массу. pH солевой вытяжки исследованных образцов не превышал значения 4,25, влажность образцов торфа составила 72%. Отбор проб проводился согласно ГОСТ Р 54332-2011. Предварительное измельчение материала проводили посредством сухого размола в барабанной шаровой мельнице. Далее размолотый торф разбавляли дистиллированной водой и полученные водные суспензии диспергировали под действием плазмы газовых разрядов атмосферного давления до наноразмерных гидрозолей. Плазмохимическую обработку проводили в дисперсной системе вода – торф без добавления каких-либо дополнительных химических веществ.

Источником плазмы служили торцевой и диафрагменный газовые разряды [3–4], вызывающие кавитационные явления и образование активных частиц в зоне плазмы. Разряды возбуждали в течение 10 минут, ток разряда не превышал 50 мА. Полученный гидрозоль анализировали методом спектрометрии рассеяния на приборе Photocor Particle Size Analyzer.

Результаты

После плазмохимической обработки водных суспензий размолотого торфа наблюдалось его диспергирование до наноразмерного состояния, при этом наиболее интересным оказался образец, обработанный торцевым разрядом. После его центрифугирования был получен устойчивый гидрозоль, дающий хорошее светорассеяние. Характерный размер частиц торфа в этом образце составлял примерно 200 нм. Образец, диспергированный диафрагменным разрядом, имел слабое светорассеяние, размер частиц составлял более 400 нм. Золи сохраняли свою агрегативную и кинетическую устойчивость даже спустя 50 дней после обработки.

Дополнительно был изучен процесс сорбции красителя бриллиантового голубого торфяным золем. Образец, диспергированный торцевым разрядом, достаточно интенсивно поглощает краситель в отличие от образца, обработанного диафрагменным разрядом. Эти результаты хорошо дополняют данные работы [5], в которой установлено, что торцевой и диафрагменный разряды разлагают вредную органику в сточной и поливочной воде. Таким образом, полученные с помощью торцевого разряда нанофракции торфа можно использовать в качестве сорбентов органики и тяжелых металлов

из почвы. Кроме того, вероятно, такие гидрозоли могут положительно влиять на процессы усвоения макро- и микроэлементов из почвенной среды. Также, предположительно, получаемый гидрозоль обладает антимикробными свойствами, поскольку на данный момент известно, что обработка воды газоразрядной плазмой приводит к обеззараживанию жидкостей [6–7].

Можно сделать предположение, что при газоразрядной переработке торфа происходит интенсификация процессов выделения из торфа гуминовых кислот, полисахаридов и других соединений в биодоступной форме. Так, авторы [8] установили, что при использовании диспергированного торфа по сравнению с контролем в модельном эксперименте происходит рост урожайности ячменя, кукурузы, озимой пшеницы и овса. На данный момент известно, что активированная плазмой вода выступает, одновременно, в роли фитостимулятора и протравителя семян и улучшает всхожесть и дальнейшее проращивание различных культур [9–10]. При этом получаемые в ходе обработки торфа биодоступные гуминовые соединения могут стать дополнительным удобрением и стимулятором роста растений.

Выводы

Низинный торф при плазмохимическом диспергировании в дистиллированной воде образует устойчивые гидрозоли гуминовых кислот с размером дисперсной фазы в сотни нанометров. Эти коллоидные системы могут быть использованы для разработки новых препаратов – мелиорантов, стимуляторов роста, достоинством которых является высокая биодоступность, адсорбционная способность, а также способность к подавлению патогенной микрофлоры.

Литература

1. Измайлов А.Ю., Сорокин К.Н. Совершенствование элементов теории кавитационной диспергации торфа // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2015. № 5. С. 29–33.

2. Силкин С.В., Куликов Е.Е., Попов И.А. Исследование управляемого ультразвукового диспергирования торфа и бурого угля в воде // ТРУДЫ МФТИ. 2018. Т. 10. № 3 (39). С. 86–95.

3. Стройкова И.К. Химическая активация водных растворов электролитов тлеющим и диафрагменным газовыми разрядами. дисс. … канд. химич. наук. Иваново, 2001.

4. Maksimov A.I., Strojkova I.K. The comparison of glow and diaphragm discharges activating abilities in aqueous solutions // Электронная обработка материалов. 2003. № 1 (219). С. 52–59.

5. Субботкина И.Н., Наумова И.К. Использование диафрагменного разряда для деструкции красителей в поливочной воде // Актуальные проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса: материалы межрегиональной научно-методической конференции. Иваново, 2014. С. 63–64.

6. Максимов А.И., Наумова И.К., Хлюстова А.В. Стерилизация растворов подводными электрическими разрядами // Химия высоких энергий. 2012. Т. 46. № 3. С. 259–262.

7. Наумова И.К., Субботкина И.Н. Использование газовых разрядов, контактирующих с жидкостями, для придания бактерицидных свойств водным растворам и медицинским материалам // Физика низкотемпературной плазмы – ФНТП-2017. Сборник тезисов Всероссийской (с международным участием) конференции. 2017. С. 230.

8. Алферова Е.Ю., Проценко Е.П., Косолапова Н.И. Определение влияния органического удобрения (диспергированного торфа) на биометрические показатели растений // Auditorium. 2016. № 4 (12).

9. Наумова И.К., Титов В.А., Хлюстова А.В., Сироткин Н.А. Плазмохимическая обработка воды для повышения всхожести семян ярового ячменя Hordeum vulgare // Прикладная физика. 2020. № 6. С. 34–39.

10. Субботкина И.Н., Наумова И.К. Возможности использования плазмохимической обработки для предпосевной обработки семян // Физика низкотемпературной плазмы – ФНТП-2017. Сборник тезисов Всероссийской (с международным участием) конференции. 2017. С. 232.

УДК 504.54:631.416.849

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ РТУТИ В АГРОФИТОЦЕНОЗЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЙ

к.б.н. Степанова В.М.
(ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия),
к.б.н. Гремячих В.А.
(Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, Ярославская обл., Россия)

Ключевые слова: ртуть, почва, яровой рапс, марь белая, осот полевой, куриный помет, минеральная вата.

В трехфакторном стационарном полевом опыте изучено влияние различных систем удобрений на накопление и распределение ртути в яровом рапсе и сорных растениях агрофитоценоза Ярославского района.

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF MERCURY CONTENT IN AGROPHYTOCENOSIS DEPENDING ON THE FERTILIZER SYSTEM

Candidate of Biological Sciences Stepanova V.M.
(FSBEI HE Yaroslavl SAA, Yaroslavl, Russia);
Candidate of Biological Sciences Gremyachikh V.A.
(Institute of Biology of Internal Waters of Russian Academy of Science of I.D. Papanin, RAS, Borok, Yaroslavl Region)

Key words: mercury, soil, spring rapeseed, white marsh, field thistle, chicken droppings, mineral wool.

In a three-factor stationary field experiment, the influence of various fertilizer systems on the accumulation and distribution of mercury in spring rape and weeds of the agrophytocenosis of the Yaroslavl region was studied.

Ртуть – тяжелый металл, обладающий уникальными геохимическими свойствами, способствующими ее накоплению в различных компонентах окружающей среды в том числе – в почве и растениях агроценозов. Уровень накопления ртути в агроэкосистеме зависит, прежде всего, от биологических особенностей культуры, типа почвы, рельефа, уровня грунтовых вод, применяемой системы удобрений. Использование органических удобрений для дерново-подзолистых почв Ярославской области не только обеспечивает повышение почвенного плодородия, но и способствует закреплению ртути в почве в форме, недоступной растениям, что ограничивает ее подвижность. В последние годы в качестве удобрений применяются органо-минеральные субстраты – смеси органических удобрений с отработанными и измельченными минеральными матами (отходом тепличного производства), которые могут улучшить агрохимические и агрофизические свойства почвы [1, 2].

Целью данной работы было изучение накопления и распределения ртути в дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, яровом рапсе, а также в однолетнем (марь белая) и многолетнем (осот полевой) сорных растениях агроценоза Ярославского района после действия различных систем удобрений.

Методика

В 2017 г на опытном поле Ярославской ГСХА (д. Бекренево Ярославского района) на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве был заложен трехфакторный полевой опыт. В 2017 г в качестве удобрений под основную обработку почвы были внесены отработанные вегетационные маты, предварительно измельченные, отдельно (2,1 ц/га) и в сочетании с куриным пометом (органо-минеральный субстрат, 1:10). В 2019 г. органические удобрения не применялись, внесены лишь минеральные удобрения – весной под основную обработку почвы вносилась азофоска и хлористый калий, а перед посевом – мочевина. Минеральные удобрения вносили в расчетных дозах на планируемую урожайность культур. В 2019 г возделывался яровой рапс сорта «Вираж».

В данной работе приводятся результаты исследований, выполненных на вариантах с отвальной системой обработки и разными системами удобрений (1 – без удобрений; 2 – минеральная вата – 2,1 ц/га; 3 – куриный помет – 41 ц /га ($N_{80}P_{65}K_{40}$); 4 – органо-минеральный субстрат + $N_{105}P_{15}K_{25}$; 5 – $N_{105}P_{15}K_{25}$; с гербицидами (Г1).

Отбор растительных образцов (ярового рапса, а также сорных растений мари белой и осота полевого) проведен в период уборки урожая; отбор почвенных образцов – в конце периода вегетации ярового рапса. Для проведения количественного химического анализа на содержание ртути растения разделяли по органам и высушивали до воздушно– сухого состояния при температуре, не превышающей 25°С. Отбор почвенных образцов осуществляли на глубине корнеобитаемого слоя (0 – 10 и 10 – 20 см). Почвенные пробы, высушенные при температуре 25°С до воздушно сухого состояния, растирали в фарфоровой ступке. Для исследований использовали фракцию с диаметром частиц не более 1 мм. Растительные и почвенные пробы анализировались на содержание ртути методом атомной адсорбции на анализаторе РА-915+ (ИБВВ РАН им И.Д. Папанина, Борок, Ярославская обл.).

Результаты

Распределение ртути в почве. Почва является первым геохимическим барьером, связывающим ртуть и препятствующим ее поступлению в растения. Концентрация ртути в почве колебалось в пределах 0,020 – 0,027 мг/кг. В верхнем гумусовом горизонте (0–10 см) содержалось в среднем 0,025 мг/кг ртути, в нижней ча-

сти почвенного профиля (10–20 см) ее содержание было несколько ниже (0,023 мг/кг). Зависимости накопления ртути от использованной системы удобрений выявлено не было. Таким образом, сельскохозяйственная почва содержала незначительное количество ртути (1/77–1/105 ПДК), несмотря на относительно близкое расположение опытного участка к черте г. Ярославля.

Накопление и распределение ртути в растениях агрофитоценоза. Биологическое накопление ртути растениями зависит от нескольких факторов: их видовой принадлежности, особенностями строения различных органов, степени техногенного загрязнения почвы участка произрастания.

Влияние различных систем удобрений на содержание ртути в корневых системах ярового рапса, мари белой и осота полевого представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние различных систем удобрений на содержание ртути в корневых системах ярового рапса, мари белой и осота полевого мг/кг

Вариант	Яровой рапс	Марь белая	Осот полевой
1. Без удобрений	0,001	0,010	0,009
2. Минеральная вата	0,001	0,006	0,009
3. Органо-минеральный субстрат	0,003	0,009	0,017
4. Куриный помет $N_{80}P_{65}K_{40}$	0,004	0,009	0,014
5. Органо-минеральный субстрат + $N_{105}P_{15}K_{25}$	0,002	0,007	0,012
6. $N_{105}P_{15}K_{25}$	0,003	0,007	0,010
НСР I_{05}			Fф<F05
НСР II_{05}			0,006

Содержание ртути в корневой системе исследуемых растений было значительно меньше по сравнению с ее содержанием в почве. Статистически значимых отличий по вариантам опыта отмечено не было. Однако наблюдалась тенденция к увеличению содержания ртути на вариантах 3, 4, 5 и 6.

В среднем содержание ртути в корневой системе ярового рапса составляло 0,002 мг/кг. Корни однолетнего сорного растения мари белой содержали ртути в 3,5 раза больше. Максимальное содержание ртути было отмечено в корневой системе многолетнего сорного растения осота полевого и составляло 0,012 мг/кг, что соответственно в 5,1 и 1,5 раза превышало концентрацию ртути в корневой системе ярового рапса и мари белой. Таким образом,

корни сорных растений накапливали значительно больше ртути, чем корни ярового рапса. При этом корневая система многолетника осота полевого накапливала ртути больше по сравнению с однолетником марью белой.

Содержание ртути в стебле исследуемых растений было незначительным и не зависело от варианта опыта. Очень часто определялись лишь ее следовые количества. В среднем в стебле ярового рапса содержалось 0,0008 мг/кг ртути, в стебле мари белой и осота полевого содержание ртути было выше (0,002 мг/кг). Концентрация ртути в стебле растений была ниже, чем в корневой системе, что свидетельствует о выраженной барьерной функции корневой системы всех исследованных видов. Низкие концентрации ртути в стебле мари белой были отмечены нами ранее [3].

Содержание ртути в листьях ярового рапса и сорных растений представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние различных систем удобрений на содержание ртути в листьях ярового рапса, мари белой и осота полевого (мг/кг)

Вариант	Яровой рапс	Марь белая	Осот полевой
1. Без удобрений	0,015	0,015	0,007
2. Минеральная вата	0,020	0,021	0,007
3. Органо-минеральный субстрат	0,014	0,017	0,004
4. Куриный помет $N_{80}P_{65}K_{40}$	0,009	0,014	0,007
5. Органо-минеральный субстрат + $N_{105}P_{15}K_{25}$	0,016	0,028	0,007
6. $N_{105}P_{15}K_{25}$	0,015	0,029	0,005
$НСР_{05}$			0,005

Наибольшее количество ртути содержалось в листьях мари белой (в среднем 0,021 мг/кг). Максимальное ее количество отмечено на вариантах органо-минеральный субстрат и органо-минеральный субстрат + NPK. Наименьшее количество ртути содержалось в листьях осота полевого (в среднем 0,006 мг/кг). Содержание ртути в листьях ярового рапса в среднем составляло 0,015 мг/кг, что, однако, не превышало допустимый уровень ее содержания в растительных кормах [3].

Ртуть распределялась в отдельных частях ярового рапса и мари белой в следующей последовательности: лист > корневая система > стебель. Распределение токсиканта в многолетнем осоте полевом было иным: корневая система > лист > стебель.

Выводы

1. Концентрация ртути в дерново-подзолистой среднесуглинистой почве составляла 1/77 – 1/105 ПДК, несмотря на относительно близкое расположение опытного участка к черте г. Ярославля.

2. Заделка в почву отработанных вегетационных матов отдельно и в сочетании с куриным пометом не влияла на накопление ртути в почве опытного участка.

3. Накопление ртути зависело от вида растения. Корни сорных растений накапливали значительно больше ртути, чем корни ярового рапса. При этом корневая система многолетника осота полевого накапливала ртути больше по сравнению с однолетником марью белой.

4. Ртуть распределялась в отдельных частях ярового рапса и мари белой в следующей последовательности: лист > корневая система > стебель; в осоте полевом распределение токсиканта было иным – корневая система > лист > стебель.

Литература

1. Чебыкина, Е.В. Влияние систем обработки и удобрений на агрофизиченские показатели плодородия почвы / Е.В. Чебыкина, М.А. Казнина, П.А. Котяк // Управление плодородием и улучшение агроэкологического состояния земель: сб. науч. тр. по материалам III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА. – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2020. – С. 33–42.

2. Таран, Т.В. Последействие куриного помета и органоминерального субстрата на усвоение азота и фосфора урожаем ярового рапса / Т.В. Таран // Управление плодородием и улучшение агроэкологического состояния земель: сб. науч. тр. по материалам III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА. – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2020. – С. 64–71.

3. Шуникова, К.В. Влияние стимулятора роста и уровня питания на накопление ртути в люпине желтом и мари белой / К.В. Шуникова, В.М. Степанова // Сб. науч. тр. по материалам XLII Международной научно-практической студенческой конференции НИРС – первая ступень в науку (Ярославль, 13–14 марта 2019 г.) / ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА. – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2019. – С. 45–49.

УДК 631.86:631.5:633.853.494:321

ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ УРОЖАЕМ ЯРОВОГО РАПСА НА ФОНЕ РАЗЛИЧНОЙ УДОБРЕННОСТИ И СИСТЕМ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

к.с.-х.н. Таран Т.В.
(ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия)

Ключевые слова: яровой рапс, вынос азота, фосфора, калия, дерново-подзолистая почва, куриный помет, органоминеральный субстрат, отвальная и поверхностная системы обработки почвы.

В условиях полевого стационарного опыта на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве изучено влияние различной удобренности почвы, созданной при применении куриного помета и минеральных удобрений, а также отвальной и поверхностной систем основной обработки почвы на содержание и накопление в составе урожая азота, фосфора, калия.

IMPACT OF DIFFERENT FERTILIZATION PATTERNS AND TILLAGE SYSTEMS ON THE ACCUMULATION OF MINERAL ELEMENTS IN SPRING RAPE

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

Key words: spring rape, nitrogen, potassium and phosphorus removal, sod-podzolic soil, chicken manure, organomineral substrate, moldboard and surface tillage systems.

Under the conditions of a stationary field experiment on sod-podzolic medium loamy soil, the effect of different soil fertilization systems using chicken manure and mineral fertilizers, moldboard and surface systems of the main soil cultivation, on the content and accumulation of nitrogen, phosphorus, and potassium in the composition of the crop was studied.

В сельскохозяйственном производстве перевод на промышленные интенсивные технологии связан с обострением вопроса экологической безопасности для окружающей среды. Однако при этом возникают проблемы утилизации больших объемов образующихся отходов, которые имеют определенную ценность при

наличии в их составе органического вещества и минеральных элементов, после соответствующей подготовки могут быть использованы в качестве органических или органо-минеральных удобрений [1, 2].

Отходом птицеводческих хозяйств является куриный помет, который может быть использован в качестве концентрированного органического удобрения. О положительном влиянии куриного помета на урожайность сельскохозяйственных культур имеется достаточно много данных, однако непостоянство его состава, недостаточная разработанность технологии подготовки и внесения требуют комплексных исследований по агрономической и экологической эффективности в конкретных почвенно-климатических условиях [1, 2, 3].

При изучении вопросов, связанных с применением удобрений, важным является учет не только их действия, но и последействия на урожайность сельскохозяйственных культур и их качество, почву. По данным ряда исследователей (Мединд Д.К., Русакова И.В., Шабардина Н.П.) куриный помет, как и другие органические удобрения, действует не менее трех лет. Длительность его действия определяется как дозой внесения, так и почвенно-климатическими условиями.

В данной работе рассмотрен вопрос о последействии куриного помета отдельно и в сочетании с отходом тепличного производства на урожай ярового рапса на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве.

Методика

Исследования проводились в трехфакторном стационарном полевом опыте, заложенном в 2017 году на опытном поле ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА. Почва опытного участка дерново-подзолистая слабоглееватая среднесуглинистая на карбонатной морене. Перед закладкой опыта почва пахотного горизонта содержала: гумуса –2,86%, обменного калия – 143 мг/кг, легкодоступного фосфора – 286 мг/кг почвы, pH солевой вытяжки – 5,5.

Изучаемые факторы: Система обработки почвы, «О» (отвальная и поверхностная); Система удобрений, «У»; Система защиты растений, «Г».

Опыт заложен методом расщепленных делянок. На делянках первого порядка площадью 288 м² изучались системы обработки почвы (способы заделки изучаемых субстратов), на делянках вто-

рого порядка площадью 48 м² – удобрения, и на делянках третьего порядка площадью 24 м²) – средства защиты растений.

Чередование культур: вико-овяная смесь на зеленый корм (2017 г.), яровая пшеница Дарья (2018 г.), яровой рапс Вираж на зеленый корм (2019 г.).

В опыте использован высушенный обеззараженный куриный помет с содержанием питательных веществ N – 2%; P_2O_5 – 1,2%; K_2O – 0,9% при влажности помета 26,3% удовлетворительного фитосанитарного состояния. Куриный помет был использован как в чистом виде, так и в сочетании с отходом тепличного комплекса (органо-минеральный субстрат).

Куриный помет, отработанные вегетационные маты и органо-минеральный субстрат были внесены весной 2017 года под основную обработку. Куриный помет заделывался в норме 41 ц/га (4, 1 т/га), в его составе $N_{80}P_{65}K_{40}$. Норма внесения минеральной ваты составила 2,1 ц/га.

В качестве минеральных удобрений ежегодно вносились азофоска, мочевина и хлористый калий. Азофоска и хлористый калий вносилась под основную обработку весной, а мочевина перед посевом. Минеральные удобрения вносили в расчетных дозах на планируемую урожайность культур: в 2017 г. $N_{80}P_{80}K_{80}$, 2018 г. $N_{120}P_{20}K_{100}$, 2019 г. $N_{105}P_{15}K_{25}$.

Сельскохозяйственные культуры возделывались по рекомендованным для региона технологиям. В условиях 2019 г. применяли гербицид «Шкипер».

При проведении исследований использовались общепринятые методики: урожайность зеленой массы ярового рапса определялась сплошным поделяночным методом, урожайные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа для трехфакторного опыта, заложенного методом расщепленных делянок; отбор растительных проб проведен в период уборки урожая с каждой делянки опыта, содержание азота в растениях определяли после мокрого озоления по Кьельдалю, фосфора ванадомолибдатным методом, калия на пламенном фотометре [4, 5, 6].

Вегетационный период 2019 года характеризовался неустойчивым температурным режимом воздуха, особенно неравномерным было выпадение осадков. В целом условия для роста и развития растений рапса были неплохие.

Результаты

Как известно, содержание минеральных элементов в составе растительной продукции определяется многими факторами, в том числе величиной урожая, уровнем применения удобрений и др.

Учет урожая зеленой массы ярового рапса показал определенные различия по вариантам опыта, обусловленные как уровнем удобренности почвы, так и системой основной обработки почвы (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность ярового рапса и содержание макроэлементов в его составе

Система удобрений	Урожайность	N	P_2O_5	K_2O
	ц/га	% / с.м.		
Отвальная обработка почвы, «O_1»				
1. Без удобрений	100	1,71	0,90	3,00
2. Органо-минеральный субстрат	138	1,87	0,89	3,23
3. Куриный помет	157	1,98	0,88	3.00
4. Органо-минеральный субстрат + NPK	218	2,21	0,89	3.50
5. NPK	189	2,15	0,92	3,40
Поверхностная обработка почвы, «O_2»				
1. Без удобрений	93	1,84	0,88	2,77
2. Органо-минеральный субстрат	128	1,86	0,94	3,00
3. Куриный помет	136	2,09	1,02	3,10
4. Органо-минеральный субстрат + NPK	181	2,39	0,94	3,30
5. NPK	171	2,51	1,09	3,20
$НСР_{05}$ для делянок I порядка	12,2	$F_ф < F_{05}$	$F_ф < F_{05}$	$F_ф < F_{05}$
$НСР_{05}$ для делянок II порядка	19,8	0,164	0,045	$F_ф < F_{05}$

На варианте без применения удобрений сформирована низкая урожайность зеленой массы 93–100 ц/га. Можно предположить, что это определялось прежде всего недостатком минерального азота при интенсивном выпадении осадков в период интенсивного роста культуры в июле.

Куриный помет в условиях вегетационного периода 2019 года оказал значительное последействие на третий год после его внесения, что проявилось при разных системах основной обработки почвы.

По фону отвальной обработки почвы прибавка урожая составила на значительную величину – 57 ц/га. Дополнение куриного помета отходом тепличного комплекса не способствовало дальнейшему росту урожайности зеленой массы по сравнению с рассмотренным вариантом, но относительно контроля также получена значительная прибавка, которая составила величину 38 ц/га.

По фону поверхностной обработки почвы также отмечено значительное последействие ранее внесенных куриного помета и органоминерального субстрата, а также высокое действие минеральных удобрений. Однако, значения урожайности ярового рапса в целом по фону и на отдельных вариантах существенно ниже, чем по фону отвальной обработки почвы. Также отмечено, что при поверхностной обработке почвы не было увеличения действия минеральных удобрений на варианте последействия куриного помета.

В год исследований было высокоэффективным действие минеральных удобрений. Урожайность ярового рапса увеличилась на варианте ежегодного применения минеральных удобрений на 89 ц/га. Наибольшая величина урожая сформирована на варианте ежегодного внесения минеральных удобрений по фону последействия органоминерального субстрата, где урожайность ярового рапса выше по сравнению с контролем более, чем в 2 раза (218 ц/га).

Данные исследований других авторов в оценке влияния системы обработки почвы на урожайность культур неоднозначны, так показано, что при возделывании культур с использованием минимальной обработки почвы урожайность может быть ниже, выше или одинаковой по сравнению с традиционной вспашкой [5, 6].

Одним из важных вопросов при оценке действия удобрений является вопрос их влияния на химический состав растений, который определяет качество полученной продукции, а также данные которого могут быть использованы при разработке системы применения удобрений. Важным показателем качества урожая кормовых культур является содержание сырого протеина, о величине которого можно судить по содержанию азота. В составе минеральной части растений важны хорошие уровни фосфора и калия.

Определение содержания азота в составе сухой массы растений ярового рапса показало, что его величина различалась по вариантам различного применения удобрений и не зависела от системы основной обработки почвы.

Следует отметить положительное влияние ранее внесенного куриного помета на поступление азота в состав растений. Содержание азота в составе сухой массы увеличилось по сравнению с контрольным вариантом на 0,25–0,27%. Дополнение куриного помета минеральной ватой было менее заметным, существенных изменений по сравнению с контролем не выявлено. Более значительное положительное действие на содержание азота в составе растений оказали минеральные удобрения, особенно по фону поверхностной обработки почвы – 2,51%. Внесение минеральных удобрений на фоне последействия органоминерального субстрата также способствовало увеличению содержания азота в составе растений до уровня 2,39%. Максимальное содержание азота в составе растений было на вариантах с ежегодным внесением минеральных удобрений.

Содержание фосфора в составе растений было более стабильным, изменялось от 0,88 до 1,09%, при этом не проявилось существенное влияние системы основной обработки почвы и удобрений на данный показатель. Можно отметить тенденцию увеличения его содержания по фону поверхностной обработки почвы. Максимальное содержание составило 1,09% на варианте ежегодного внесения минеральных удобрений.

В среднем содержание фосфора в составе растений было выше по фону поверхностной обработки почвы. Заметное действие удобрений на содержание фосфора было только по фону поверхностной обработки, на котором содержание фосфора по сравнению с контролем увеличилось на 0,06–0,14%. Максимальное содержание составило 1,09% на варианте ежегодного применения минеральных удобрений. Куриный помет и органо-минеральный субстрат оказали положительное влияние на содержание фосфора в растениях по фону поверхностной обработки почвы.

Содержание калия в растениях было в целом выше по сравнению с содержанием азота и фосфора. Также по данному элементу не отмечено существенных различий в зависимости от системы основной обработки почвы и удобрений. Выявлена тенденция увеличения содержания калия на варианте ежегодного применения минеральных удобрений на фоне ранее внесенного органоминерального субстрата.

Различия в величине урожая и содержании минеральных элементов в его составе по разным вариантам опыта отразились на величине выноса азота и фосфора урожаем (таблица 2).

Таблица 2 – Вынос азота, фосфора, калия на 1 ц зеленой массы ярового рапса и урожаем

Система удобрений	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
	кг/ц			кг/га		
Отвальная обработка почвы, «O_1»						
1. Без удобрений	0,34	0,19	0,59	33,9	17,8	59,4
2. Органо-минеральный субстрат	0,37	0,18	0,56	51,1	24,3	81,9
3. Куриный помет	0,39	0,17	0,59	60,6	26,9	107,1
4. Органо-минеральный субстрат + NPK	0,43	0,17	0,68	94,4	38,0	145,2
5. NPK	0,43	0,18	0,67	80,4	34,4	123,4
Поверхностная обработка почвы, «O_2»						
1. Без удобрений	0,35	0,17	0,53	32,6	15,6	49,0
2. Органо-минеральный субстрат	0,37	0,19	0,60	47,4	24,0	76,5
3. Куриный помет	0,42	0,20	0,62	57,1	27,8	84,6
4. Органо-минеральный субстрат + NPK	0,48	0,19	0,66	86,5	34.0	119,5
5. NPK	0,50	0,21	0,64	85,3	37,0	108,8
$НСР_{05}$ для делянок I порядка	$F_ф < F_{05}$	$F_ф < F_{05}$	$F_ф < F_{05}$	$F_ф < F_{05}$	$F_ф < F_{05}$	$F_ф < F_{05}$
$НСР_{05}$ для делянок II порядка	0,051	$F_ф < F_{05}$	$F_ф < F_{05}$	6,15	3,21	7,81

По фону отвальной обработки почвы вынос азота составил на контроле 33,9 кг/га. Применение куриного помета и минеральных удобрений способствовали значительному росту выноса азота. На варианте с применением ранее куриного помета вынос азота увеличился на 26,7 кг/га (78,8%). На фоне органо-минерального субстрата увеличение выноса также значительно – на 17,2 кг/га или на 50,7%. Максимальный вынос был на вариантах применения минеральных удобрений на фоне куриного помета 94,4 кг/га. Увеличение выноса азота по поверхностной обработке почвы по всем вариантам применения удобрений было в меньшей мере, но тенденция аналогичная.

По фону отвальной обработки почвы вынос фосфора составил 17,8 кг/га на контроле, а на варианте последействия ку-

риного помета и органо-минерального субстрата увеличился до 26.9–24,3 кг/га, максимальный составил 38,0 кг/га также на варианте применения минеральных удобрений на фоне последействия куриного помета.

Полученные данные позволили рассчитать содержание рассмотренных минеральных элементов в составе единицы полученной продукции и показали его изменчивость в зависимости от условий применения удобрений и системы основной обработки почвы.

Вынос азота в расчете на 1 ц зеленой массы ярового рапса варьировал в интервале 0,34–0,50 кг, при этом заметно увеличение этого показателя на фоне применения куриного помета и органоминерального субстрата по сравнению с вариантом без удобрений, максимальные значения на вариантах с ежегодным внесением минеральных удобрений.

Вынос фосфора на 1 ц урожая оказался более стабильным, составил 0,17–0,21 кг, определенной корреляции с удобрением культуры не отмечено, но имеется тенденция увеличения показателя по фону поверхностной обработки почвы.

Вынос калия на 1 ц зеленой массы изменялся от 0,53 до 0,68 кг, в среднем около 0,61 кг по изучаемым системам основной обработки почвы.

Выводы

1. На третий год после внесения проявилось положительное влияние куриного помета на вынос азота, фосфора и калия урожаем ярового рапса как при отвальной, так и поверхностной обработках почвы,

2. Вынос макроэлементов определялся прежде всего уровнем удобренности почвы, максимальные значения на вариантах ежегодного внесения минеральных удобрений по фону последействия органоминерального субстрата: вынос азота 86,5–94,4 кг/га, фосфора 34,38 кг/га, калия 119,5–145, 2 кг/га.

2. Вынос азота в расчете на 1 ц зеленой массы ярового рапса варьировал в интервале 0,34–0,50 кг, фосфора 0,17–0,21 кг/ц, калия 0,53–0,68 кг/ц.

Литература

1. Агафонов, Е.В. Использование куриного помета для увеличения продуктивности полевого севооборота / Е.В. Агафонов, Р.А. Каменев, А.А. Белкин // Плодородие. 2015. № 4. С. 1–3.

2. Беляков, А.Н. Влияние компоста на основе куриного помета на урожай и качество сельскохозяйственных культур / А.Н. Беляков : автореф. дисс. на соис. уч. ст. канд. с.-х. наук. Санкт-Петербург – Пушкин, 2000. – 24 с.

3. Васильев, В.А. Справочник по органическим удобрения. / В.А.Васильев, Н.В. Филиппова. 2-е изд., перераб и доп. М.: Россельхозиздат, 1988. – 255 с.

4. Мингалев, С.К. Эффективность куриного помета при удобрении сельскохозяйственных культур / С.К. Мингалев, В.Р. Лаптев, А.В. Абрамчук, О.В. Овсяникова // Аграрная наука. – 2000. – № 8. – С. 17–18.

5. Чебыкина, Е.В. Направленность биохимических процессов при применении ресурсосберегающих агроприемов / Е.В. Чебыкина, П.А. Котяк, А.М. Труфанов, Н.Б. Громов // Вестник АПК Верхневолжья. – 2015. – № 2 (30). – С. 29–34.

6. Gray, R.S. Economic factors contributing to the adoption of reduced tillage technologies in central Saskatchewan / R.C. Gray, J.C. Taylor, W.J. Brown // Canadian Journal of plant science. 1996. v.76, n4. p. 661-668.

УДК 631.8:631.51:631.445.2

ДИНАМИКА АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПРИ РАЗНЫХ СИСТЕМАХ УДОБРЕНИЙ И ОБРАБОТКИ

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

Ключевые слова: плодородие дерново-подзолистой почвы, подвижные формы питательных веществ, органо-минеральный субстрат, вегетационные маты, куриный помет, урожайность полевых культур.

Представлены результаты влияния различных фонов питания и обработки почвы на агрохимические показатели плодородия дерново-подзолистой почвы в условиях Ярославской области Нечерноземной зоны РФ. Установлено отсутствие негативного воздействия на агрохимические показатели плодородия почвы заделки органо-минерального субстрата, состоящего из куриного помета и вегетационных матов.

DYNAMICS OF AGROCHEMICAL INDICATORS OF FERTILITY OF SODDY-PODZOLY SOIL UNDER DIFFERENT FERTILIZER AND TREATMENT SYSTEMS

Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor Chebykina E.V.;
Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor Kotyak P.A.
(FSBEI HE Yaroslavl SAA, Yaroslavl, Russia)

Key words: fertility of sod-podzolic soil, mobile forms of nutrients, organo-mineral substrate, vegetation mats, chicken droppings, yield of field crops.

The results of the influence of various backgrounds of nutrition and soil cultivation on the agrochemical indicators of fertility of sod-podzolic soil in the Yaroslavl region of the Non-Chernozem zone of the Russian Federation are presented. The absence of a negative impact on the agrochemical indicators of soil fertility was established by incorporating an organic-mineral substrate, consisting of chicken droppings and vegetation mats.

Применение удобрений является главным средством повышения урожайности. Недостаток питательных веществ не могут заменить никакие агротехнические приемы. Высокая эффективность удобрений во многом обусловливается соответствием реакции среды требованиям растений, концентрацией и соотношением питательных элементов в разные фазы роста и развития, свойствами почвы и ее обеспеченностью питательными элементами.

Внесение удобрений без достаточного знания и учета их свойств, без анализа почвы и знакомства с потребностями растений способно резко уменьшить их положительное влияние на урожай или вызвать даже отрицательное последействие.

Учитывая зависимость устойчивости агроландшафта от способов обработки почвы, видов и уровня питания, мы считаем целесообразным, провести анализ и обобщение наших результатов исследований по изменению показателей почвенного плодородия, урожайности полевых культур при применении ресурсосберегающих систем обработки почвы и удобрений, состоящих из побочной продукции (органо-минеральный субстрат) при возделывание сельскохозяйственных культур.

Методика

Исследования проводились в трехфакторном стационарном полевом опыте, заложенном на опытном поле ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА (д. Бекренево Ярославского района) в 2017–2019 гг. На основании описания почвенного разреза было установлено, что почва опытного участка дерново-подзолистая слабоглееватая среднесуглинистая на карбонатной морене.

Схема трехфакторного стационарного полевого опыта (2 х 6 х 2).

Фактор А. Система обработки, «О»

1. Отвальная: вспашка на 20–22 см с предварительным дискованием или лущением на 8–10 см, ежегодно, «$О_1$»;

2. Поверхностная: вспашка на 20–22 см с предварительным дискованием на 8–10 см в год закладки опыта + однократная поверхностная обработка на 6–8 см ежегодно, «$О_2$».

Фактор В. Система удобрений, «$У_1$»

1. Без удобрений, «$У_1$»;
2. Минеральная вата IZOVOL AGRO UNIVERSAL, «$У_2$»;
3.Органо-минеральный субстрат, «$У_3$»;
4. Обеззараженный куриный помет, «$У_4$»;
5. Органо-минеральный субстрат + NPK, «$У_5$»;
6. NPK, «$У_6$».

Фактор С. Система защиты растений

1. С пестицидом, «$П_1$»;
2. Без пестицида, «$П_2$».

В опыте выращивались следующие культуры вико-овсяная смесь, яровая пшеница, яровой рапс. Для проведения исследований были использованы вегетационные маты, полученные от ООО «Тепличный комбинат Ярославский», в своем производстве это предприятие использует маты IZOVOL AGROUNIVERSAL.

В высушенном курином помете, полученном с птицефабрики, содержание макроэлементов составило: N – 2%; P_2O_5 – 1,2%; K_2O – 0,9% при влажности помета 26,32%. Обменная кислотность куриного помета составила 7. Фитосанитарное состояние подготовленного птичьего помета удовлетворительное, в нем не обнаружено патогенной микрофлоры, яиц гельминтов, личинок насекомых-вредителей, жизнеспособных семян сорных растений.

Куриный помет, отработанные вегетационные маты и органоминеральный субстрат были внесены весной 2017 года под основную обработку. Куриный помет заделывался в норме 41 ц/га, что в пересчете на действующее вещество составляет $N_{80}P_{65}K_{40}$. Норма внесения минеральной ваты составила 20,8 ц/га. Расчет норм минеральных удобрений проводился балансовым методом на планируемую урожайность.

Для защиты растений от сорной растительности посевы яровой пшеницы в фазу кущения были обработаны гербицидом «Лонтрел 300» в норме 0,5 кг/га. Яровой рапс был обработан в фазу 3–4 настоящего листа гербицидом Шкипер, ВР в норме 0,3 л/га.

При проведении исследований использовались следующие методики: определение содержания подвижных форм фосфора и обменного калия в почве по методу Кирсанова (вариант ЦИНАО), сумма поглощенных оснований определялась по Каппену-Гильковицу, обменная кислотность почвы по методу А.В. Соколова. Величина урожая учитывалась сплошным поделяночным методом с пересчетом на абсолютно чистую продукцию. Урожайные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа для трехфакторного опыта, заложенного методом расщепленных делянок.

Результаты

Потребность сельскохозяйственных культур в удобрениях обуславливается в основном химическим составом самих растений, уровнем формируемого урожая, обеспеченностью почвы питательными веществами и степенью использования растениями этих элементов из почвы и вносимых удобрений.

Фосфорное питание способствует улучшению развития корневой системы, что улучшает снабжение растений питательными веществами и влагой. На кислых дерново-подзолистых почвах фосфор играет большую роль в борьбе с вредным воздействием подвижных форм алюминия. Перед закладкой опытного участка почва отличалась очень высоким содержанием подвижного фосфора (286,1 мг/кг почвы), на второй год проведения опыта под посевом яровой пшеницы отмечалась тенденция к снижению его содержания до 181,62 мг/кг почвы, а на третий, под посевом ярового рапса, наблюдалось накопление подвижного фосфора (253,3 мг/кг почвы).

Изучаемые нами агротехнические приемы оказали следующее воздействие на содержание подвижного фосфора в почве (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание подвижного фосфора (P_2O_5) и обменного калия (K_2O) в почвенных образцах в среднем за вегетацию полевых культур, мг/кг почвы

Вариант	Содержание подвижного фосфора (P_2O_5), мг/кг почвы	Содержание обменного калия (K_2O), мг/кг почвы
Фактор А. Система основной обработки почвы, «О»		
Отвальная, «$О_1$»	220,34	136,0
Поверхностная, «$О_2$»	214,60	137,3
Фактор В. Система удобрений, «У»		
Без удобрений, «$У_1$»	204,33	133,2
Минеральная вата IZOVOL AGRO UNIVERSAL, «$У_2$»	193,06	133,8
Органо-минеральный субстрат, «$У_3$»	227,06	126,5
Куриный помет, «$У_4$»	244,36	144,0
Органо-минеральный субстрат + $N_{120}P_{20}K_{100}$, «$У_5$»	220,24	148,1
$N_{120}P_{20}K_{100}$, «$У_6$»	212,61	133,4
Фактор С. Система защиты растений, «Г»		
Без гербицида, «$Г_1$»	213,99	136,6
С гербицидом, «$Г_2$»	221,02	136,4

Проведение поверхностной системы обработки почвы ($О_2$) приводило к снижению содержания подвижного фосфора в почве в сравнении с отвальной ($О_1$) в обоих слоях пахотного горизонта. Применение всех систем удобрений способствовало накоплению данного элемента в пахотном горизонте в сравнении с контролем ($У_1$), за исключением варианта, на котором вносились отработанные вегетационные маты самостоятельно ($У_2$). Наиболее интенсивно накопление подвижного фосфора происходило при внесении куриного помета ($У_4$), на этом варианте были получены наибольшие значения. Следует так же отметить, что большее количество фосфора накапливалось в верхнем слое пахотного горизонта (0–10 см) практически при всех системах удобрений. Ведение системы защиты растений с использованием гербицидов способствовало увеличению содержания подвижного фосфора в почве.

Калий, содержащийся в почве, является основным источником питания растений. Его валовое содержание в почве часто зна-

чительно выше, чем азота и фосфора. Однако для формирования высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур в зависимости от обеспеченности почвы доступным для растений калием требуется внесение соответствующих норм калийных удобрений.

Почвы опытного участка, относятся к 4 группе по обеспеченности обменным калием. В среднем за вегетацию полевых культур содержание обменного калия в почве составляло 136,5 мг/кг почвы.

Между изучаемыми системами обработки почвы значительных различий по содержанию калия не обнаружено, его содержание в почве по указанным вариантам находилось на одном уровне, причем большее количество обменного калия отмечалось в верхнем слое пахотного горизонта (0–10 см). Из систем удобрений наиболее эффективными по обеспечению калийным питанием растений оказались варианты с самостоятельным использованием куриного помета ($У_4$) и совместным использованием с органоминерального субстрата с минеральными удобрениями ($У_5$).

По остальным фонам питания содержание обменного калия было чуть выше контроля. Следует отметить снижение количества данного элемента в пахотном горизонте на фоне с внесением органо-минерального субстрата самостоятельно ($У_3$). Что может быть связано с достаточно сильной миграцией калия в нижнем слое пахотного горизонта и возможным его вымыванием высоко поднимающимися грунтовыми водами. Данная тенденция прослеживается по всем вариантам опыта. Между системами защиты растений различий обнаружено не было, можно только отметить, что большим содержанием калия отличался вариант с использованием химических средств защиты растений ($Г_1$).

Кислотность почв обусловлена ходом почвообразовательного процесса, в котором важную роль играют почвообразующие породы, переувлажненность почвы, микроорганизмы, растения, а также использованием физиологически и биологически кислых минеральных удобрений. Избыточная кислотность почвы нарушает нормальный ход ферментативных процессов, углеводный и белковый обмен в растениях и микроорганизмах, затрудняет образование белка при увеличении содержания небелкового азота.

Следует различать кислотность твердой фазы почвы и кислотность почвенного раствора. Кислотность твердой фазы складывается из обменной и гидролитической.

Обменная кислотность обнаруживается в результате обработки почвы раствором нейтральной соли (KCl). По результатам наших исследований почвы опытного участка относятся 4 группе по степени кислотности и обладают слабокислой реакцией среды. По сравнению с началом исследований кислотность почвы опытного участка снизилась с 5,52 до 5,41 (таблица 2).

Таблица 2 – Реакция почвенного раствора и степень насыщенности почв основаниями в среднем за вегетацию полевых культур

Вариант	Обменная кислотность почвы, pH_{KCl}	Гидролитическая кислотность почвы, мг-экв /100 г почвы	Степень насыщенности почв основаниями, %
Фактор А. Система основной обработки почвы, «О»			
Отвальная, «$О_1$»	5,39	1,96	83,8
Поверхностная, «$О_2$»	5,42	1,91	83,5
Фактор В. Система удобрений, «У»			
Без удобрений, «$У_1$»	5,41	1,89	84,2
Минеральная вата IZOVOL AGRO UNIVERSAL, «$У_2$»	5,46	1,89	84,3
Органо-минеральный субстрат, «$У_3$»	5,39	1,92	83,6
Куриный помет, «$У_4$»	5,44	1,75	84,3
Органо-минеральный субстрат + $N_{120}P_{20}K_{100}$, «$У_5$»	5,36	2,05	83,5
$N_{120}P_{20}K_{100}$, «$У_6$»	5,38	2,11	81,2
Фактор С. Система защиты растений, «Г»			
Без гербицида, «$Г_1$»	5,41	1,88	83,9
С гербицидом, «$Г_2$»	5,40	1,97	83,6

Из изучаемых систем обработки почвы более интенсивному снижению кислотности способствовало проведение отвальной системы обработки ($О_1$), причем более кислым был верхний слой (0–10 см). На варианте с проведением поверхностной системы обработки ($О_2$) кислотность в обоих слоях пахотного горизонта была примерно одинаковой.

Практически все изучаемые системы удобрений способствовали поддержанию кислотности на уровне близком к оптимально-

му по сравнению с контролем. По всем фонам питания были получены примерно одинаковые значения в среднем по пахотному горизонту, исключение составили варианты с использованием минеральных удобрений, как самостоятельно ($У_6$), так и совместно с органо-минеральным субстратом ($У_5$), на которых кислотность составила 5,38 и 5,36 соответственно. Такое достаточно сильное понижение кислотности почвы по сравнению с контролем может быть обусловлено подкисляющим действием минеральных форм удобрений. Следует отметить, что более низким уровнем кислотности по всем системам обработки обладал верхний слой пахотного горизонта (0–10 см). Изучаемые системы защиты растений практически не оказывали влияния на обменную кислотность почвы в течение всего периода исследований.

Гидролитическая кислотность проявляется в самом начале обеднения почв основаниями. Значения данного показателя для почвы опытного участка находились на уровне близком к оптимальному (1,93 мг-экв /100 г почвы).

Проведение поверхностной системы обработки почвы ($О_2$) приводило к более интенсивному снижению показателя гидролитической кислотности в среднем по пахотному горизонту по сравнению с отвальной ($О_1$). Следует отметить проявившуюся его дифференциацию на слои по данному показателю, более низкие значения были зафиксированы в нижнем слое (10–20 см) при обеих системах обработки.

Из изучаемых систем удобрений повышению гидролитической кислотности не способствовали варианты, предполагающие использование минеральных удобрений самостоятельно и на фоне последействия органо-минерального субстрата ($У_5$ и $У_6$). Достаточно интенсивному снижению показателя гидролитической кислотности способствовало внесение куриного помета внесенного самостоятельно, особенно в нижнем слое пахотного горизонта (10–20 см). Последействие минеральной ваты и органо-минерального субстрата не оказало влияния на гидролитическую кислотность при анализе данных в среднем по пахотному горизонту.

Как известно при одинаковой величине pH растения больше страдают от кислотности на тех почвах, которые меньше насыщены основаниями. Как показали наши исследования почвы опытного участка обладают достаточно высокой степенью насыщенности, в среднем ее значение составляет 83,4%.

Из изучаемых систем обработки почвы поддержанию достаточно высокого уровня степени насыщенности основаниями в пахотном горизонте способствовало проведение отвальной обработки почвы ($О_1$). На вариантах с поверхностной системой обработки наблюдалось снижение данного показателя, причем сокращение происходило в основном в верхнем слое (0–10 см). Заделка в почву отработанной минеральной ваты ($У_2$) не привела к усилению кислотности почвы на второй год после ее внесения, можно только отметить наметившуюся тенденцию снижения степени насыщенности в нижнем слое (10–20 см). Небольшое снижение изучаемого показателя наблюдалось так же на вариантах с внесением органо-минерального субстрата, как при его самостоятельном применении ($У_3$), так и при совместном использовании с полной нормой минеральных удобрений ($У_5$). В большей степени подкислению почвы способствовало ежегодное внесение минеральных удобрений самостоятельно, особенно верхнего слоя пахотного горизонта. Использование гербицидов в посевах яровой пшеницы и ярового рапса приводило к небольшому снижению степени насыщенности основаниями в верхнем (0–10 см) слое пахотного горизонта.

Обобщающим показателем эффективности применяемых элементов технологий возделывания является урожайность полевых культур. Она определяется множеством внешних и внутренних факторов, но основным из них является почвенное плодородие, однако по данным корреляционно-регрессионного анализа, урожайность яровой пшеницы и ярового рапса в слабой степени определялась агрохимическими показателями плодородия почвы, по всем изучаемым показателям коэффициент корреляции оказался ниже 0,3.

Результаты учета продуктивности полевых культур на опытном участке показали, что в среднем по всем фонам систем удобрений и защиты растений проведение поверхностной обработки характеризовалось существенным снижением урожайности (на 19,6%) по сравнению с отвальной обработкой почвы при выращивании как яровой пшеницы, так и ярового рапса (таблица 3). Повышение фона питания обеспечило прибавку урожая выращиваемых культур в среднем по факторам на 1,29–11,85 ц к.ед/га. Из изучаемых систем удобрений в среднем по системам обработки и защиты растений существенные прибавки урожая получены на фонах «Органо-минеральный субстрат» и «Органо-минеральный

субстрат + NPK» в течение всего периода исследований. Наибольший уровень урожайности отмечался по варианту совместного применения органо-минерального субстрата с полными минеральными удобрениями.

Действие гербицидов, применявшихся в системе защиты растений, незначительно увеличило урожайность изучаемых сельскохозяйственных культур.

Таблица 3 – Урожайность полевых культур в среднем по изучаемым факторам, ц к.ед./га

Вариант	Урожайность, ц к.ед /га		
	яровая пшеница	яровой рапс	в среднем
Фактор А. Система обработки почвы, «О»			
Отвальная, «$О_1$»	21,76	22,86	22,31
Поверхностная, «$О_2$»	16,07	19,81	17,94
Фактор В. Система удобрений, «У»			
Без удобрений, «$У_1$»	15,73	14,49	15,11
Минеральная вата IZOVOL AGRO UNIVERSAL, «$У_2$»	16,93	15,88	16,40
Органо-минеральный субстрат, «$У_3$»	24,38	19,91	22,14
Куриный помет, «$У_4$»	17,33	20,98	19,16
Органо-минеральный субстрат + NPK, «$У_5$»	24,49	29,44	26,96
NPK, «$У_6$»	14,63	27,31	20,97
Фактор С. Система защиты растений, «Г»			
Без гербицида, «$Г_1$»	18,15	19,65	18,9
С гербицидом, «$Г_2$»	19,68	23,02	21,35

Выводы

1. При проведении поверхностной системы обработки наблюдается небольшое снижение содержания подвижного фосфора в пахотном горизонте, а кислотность почвы и количество обменного калия остается на уровне контроля – системы отвальной обработки почвы.

2. Последействие органо-минерального субстрата как самостоятельно, так и совместно с полной нормой минеральных удобрений обеспечивает поддержание агрохимических показателей плодородия почвы на уровне близком к оптимальному. Однако отмечается устойчивая тенденция к подкислению пахотного горизонта почвы.

3. Использование в технологиях выращивания яровой пшеницы и ярового рапса гербицидов не оказывает значительного влияния на агрохимические показатели плодородия почвы.

4. В среднем по всем фонам систем удобрений и защиты растений проведение поверхностной обработки характеризуется достоверным снижением продуктивности полевых культур, по сравнению с отвальной системой обработки почвы. Применение органо-минерального субстрата самостоятельно и особенно в сочетании с минеральными удобрениями обеспечивает существенную прибавку урожая. Действие гербицидов незначительно увеличивает урожайность яровой пшеницы и ярового рапса.

Литература

1. Воронин, А.Н. Влияние различных видов удобрений на содержание питательных элементов и урожайность однолетних трав / А.Н. Воронин, Е.В. Чебыкина, А.В. Заверткина // Ресурсосберегающие технологии в земледелии : сборник научных трудов по материалам IV Международной научно-практической конференции. Ярославль, 27 февраля 2019 г. / ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА. – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2019. – С. 11–16.

2. Казнина, М.А. Изменение агрохимических показателей плодородия дерново-подзолистой почвы при использовании разных фонов питания / М.А. Казнина // 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. 37–43.

УДК 631.41(470.316)

АГРОХИМИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ В 2020 ГОДУ

ведущий агрохимик Худошина Н.В.; директор Громов Н.Б.
(ФГБУ ГСАС «Ярославская», Ярославская область, Россия)

Ключевые слова: сельскохозяйственные угодья, пашня, почвенное плодородие, агрохимическая характеристика, гумус, почвенные образцы, степень кислотности, содержание подвижного фосфора, обменного калия.

Представлена агрохимическая характеристика сельскохозяйственных угодий Ярославской области по результатам обследований почв, проведенных в 2020 г. На основании агрохимического мониторинга определена динамика почвенного плодородия, отмечено ухудшение качественного состояния сельскохозяйственных угодий. На основе полученных результатов было проведено планирование посевных площадей и расчет доз удобрений.

AGROCHEMICAL SURVEY OF AGRICULTURAL LANDS IN YAROSLAVL REGION IN 2020

leading agrochemist Khudoshina N.V., director Gromov N.B.
(FSBI GSAS «Yaroslavskaya», Yaroslavl region, Russia)

Key words: agricultural land, arable land, soil fertility, agrochemical characteristics, humus, soil samples, acidity, content of mobile phosphorus, exchangeable potassium.

The agrochemical characteristics of agricultural land in the Yaroslavl region are presented, based on the results of a soil survey carried out in 2020. Based on agrochemical monitoring, the dynamics of soil fertility is determined, and a deterioration in the quality of agricultural land is noted. Based on the results obtained, the planning of sown areas and the calculation of fertilizer doses were carried out.

Ярославская область целиком расположена в лесной зоне. На территории области господствуют собственно дерново-подзолистые почвы, формирующиеся на разных почвообразующих породах и имеющие различный гранулометрический состав. Серые лесные почвы сформировались в крайней, наиболее теплой и наименее увлажненной юго-восточной части области, на территории, относящейся к северо-западной окраине Владимирского ополья. Достаточно широко распространены болотно-подзолистые и болотные почвы, они составляют 18,9% земель сельскохозяйственного использования. В заволжской части области наиболее широко распространены дерново-глеевые почвы, к поймам рек приурочены аллювиальные почвы [2].

Для Ярославской области характерна очень давняя история освоения и землепользования. Почвенный покров по сочетанию типов почв, их гранулометрическому составу, характеру почвообразующих пород, а также геоморфологическим и агроклиматическим условиям пригодны для возделывания таких сельско-

хозяйственных культур как зерновые, кормовые, картофель и овощные. Однако земли области в целом не отличаются высоким качеством: им свойственны невысокое почвенное плодородие, повышенное увлажнение.

Более полное представление о плодородии почвенного покрова позволяет получить агрохимическое обследование, оно дает возможность выявить количество площадей почв разной степени кислотности и обеспеченности подвижными формами фосфора и обменного калия и выяснить картину изменения в течение 10–15 лет этих показателей.

В 2020 году продолжался 13 цикл агрохимического обследования сельскохозяйственных угодий Ярославской области. Он включал в себя обследование 4 муниципальных районов области (Большесельского, Борисоглебского, Тутаевского, Ярославского) на основные показатели плодородия почвы. В разрезе сельскохозяйственных угодий это составило: пашня – 71809 га, сенокосы – 1676 га, пастбища – 6515 га. По земельному учету на 01.12.2020 г. площадь пашни в Ярославской области составляла 517,3 тыс.га.

Агрохимическая характеристика пашни представлена в таблице 1. По результатам агрохимического обследования можно отметить, что почти на 65% площади пашни необходимо проведение известкования, 336,2 тыс.га составляют кислые почвы с pH до 5,5.

Пашенные земли недостаточно обеспечены элементами питания, площадь почв с низким содержанием фосфора (P_2O_5 до 100 мг/кг) составляет 241,6 тыс.га или 46,7% от площади пашни, а количество земель с низким и средним содержанием калия (K_2O до 120 мг/кг) достигает 412,8 тыс.га или 79,8% от площади пашни.

Почвы пашни отличаются очень низким содержанием гумуса, в среднем по области этот показатель составляет 2,2%, площадь земель с содержанием органического вещества (гумуса) до 2,5% составляют 388,5 тыс. га или 75,1% площади пашни.

Агрохимическая характеристика сельскохозяйственных угодий представлена в таблице 2 и не на много отличается от характеристики пашни.

По результатам обследования количество почв, требующих первоочередного известкования составляет 52,2 тыс. га или 65,2% от обследуемой территории, площадь земель с низким и средним содержанием фосфора составляет 27,7 тыс. га или 34,7%, количество почв с низким и средним содержанием калия – 62,9 тыс.га или 78,6%, площадь земель с содержанием гумуса до 2,5% составляет 57,7 тыс. га или 72,1%.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика пашни Ярославской области по земельному учету на 01.12.2020 г.

Вид сельхозугодий	Обследован. площадь тыс. га	**Распределение по степени кислотности (pH солевой вытяжки)**												Средне взвешенное значение
		Очень сильно-кислые		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		
		тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%	
Пашня	517,3	0,5	0,1	23,8	4,6	107,6	20,8	204,3	39,5	124,2	24,0	56,9	11,0	5,4
		Распределение площадей по содержанию подвижного фосфора P2O5 мг/кг почвы												
Пашня	517,3	Очень низкая		низкая		средняя		повышенная		высокая		Очень высокая		
		0-25		26-50		51-100		101-150		151-250		более 250		
		тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%	
		16,0	3,1	69,4	13,4	156,2	30,2	112,3	21,7	108,6	21,0	54,8	10,6	129
		Распределение площадей по содержанию обменного калия K2O мг/кг почвы												
Пашня	517,3	Очень низкая		низкая		средняя		повышенная		высокая		Очень высокая		
		0-40		41-80		81-120		121-170		171-250		более 250		
		тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%	
		24,3	4,7	228,1	44,1	160,4	31,0	68,3	13,2	27,9	5,4	8,3	1,6	94
		Распределение площадей по содержанию гумуса, %												
Пашня	517,3	менее 1,4		1,5-2,0		2,1-2,5		2,6-3,0		3,1-4,0		более 4,0		
		тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%	
		37,2	7,2	185,2	35,6	166,1	32,3	72,4	14,0	45,5	8,8	10,9	2,1	2,2

Таблица 2 – Агрохимическая характеристика сельскохозяйственных угодий Ярославской области на 01.12.2020 г.

Вид сельхозугодий	Обследован. площадь тыс. га	**Распределение по степени кислотности (pH солевой вытяжки)**												Средне взве-шенное значение
		Очень сильно-кислые		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		
		тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%	
Всего сельхозугодий	80	0,1	0,1	2,4	3,0	18,2	22,7	31,5	39,4	19,2	24,1	8,6	10,7	5,4
		Распределение площадей по содержанию подвижного фосфора P_2O_5 мг/кг почвы												
Всего сельхозугодий	80	Очень низкая		низкая		средняя		повышенная		высокая		Очень высокая		151
		0-25		26-50		51-100		101-150		151-250		более 250		
		тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%	
		1,2	1,5	8,2	10,3	18,3	22,9	18,3	22,9	21,0	26,2	13,0	16,2	
		Распределение площадей по содержанию обменного калия K_2O мг/кг почвы												
Всего сельхозугодий	80	Очень низкая		низкая		средняя		повышенная		высокая		Очень высокая		97
		0-40		41-80		81-120		121-170		171-250		более 250		
		тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%	
		2,9	3,6	38,1	47,6	21,9	27,4	9,2	11,5	5,4	6,7	2,5	3,2	
		Распределение площадей по содержанию 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		2,3
		4,5	5,6	26,8	33,5	26,4	33,0	10,6	13,3	7,8	9,8	3,9	4,8	

Основная произрастающая культура на полях сельскохозяйственных угодий при проведении агрохимического обследования 2020 года (в 4 районах области) многолетние и лугопастбищные травы (73,9%). Зерновые культуры занимают около 18,3%, однолетние травы 2,7%, лен 0,6%, кукуруза 3,7%, картофель 0,8%.

При сравнении результатов 2016 и 2020 годов агрохимического обследования можно отметить следующее изменения (таблица 3).

За указанный период сократились площади кислых почв (pH от 4,1 до 4,5) на 2,4%, а почв с реакцией среды от 5,1 до 5,5 стало больше на 1,1%. Количество почв с повышенным содержанием фосфора увеличилось на 3,3%, но при этом стало больше земель с низким содержанием фосфора на 1,1%. За анализируемый период наблюдалось обеднение почвы сельскохозяйственных угодий обменным калием. Количество почв с низким содержанием калия увеличилось на 4,3%, а площади почв с повышенным содержанием калия уменьшилось на 3,2%. Так же можно отметить небольшую положительную динамику по накоплению органического вещества в почве, количество земель с содержанием гумуса от 1,5 до 2,0 уменьшилось на 1,5%, а почв с содержанием гумуса от 2,6 до 3,0 увеличилось на 0,1%.

Незначительные изменения агрохимических показателей, вероятнее всего, связаны с выбытием малоплодородных почв из активного сельскохозяйственного использования, отмечается ухудшение качества сельскохозяйственных угодий. Годами не перепахиваемые земли, зарастают сорной растительностью, кустарником, мельколесьем, лесом.

Кроме анализа агрохимических показателей плодородия почвы в рамках агрохимического обследования проводился мониторинг почв сельскохозяйственных угодий по содержанию тяжелых металлов. Результаты исследований показали, что в 4 обследуемых районах содержание тяжелых металлов в почвах не превышало предельно-допустимых концентраций, полученные значения относятся к умеренно-опасным (0,5–1,0 ПДК), опасных и высоко опасных не отмечено. 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 3 – Сравнение агрохимических показателей сельскохозяйственных угодий Ярославской области 2016 и 2020 гг.

Вид сельхозугодий	Обследован. площадь тыс. га	**Степень кислотности (pH солевой вытяжки),%**											
		Очень сильно-кислые		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**	
		2016	**2020**	**2016**	**2020**	**2016**	**2020**	**2016**	**2020**	**2016**	**2020**	**2016**	**2020**
Всего сельхозугодий	80	0,2	0,1	5,4	3,0	22,2	22,7	38,3	39,4	23,3	24,1	10,6	10,7
		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	
		2016	**2020**	**2016**	**2020**	**2016**	**2020**	**2016**	**2020**	**2016**	**2020**	**2016**	**2020**
		1,9	1,5	9,2	10,3	23,8	22,9	19,6	22,9	28,9	26,2	16,6	16,2
		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	
		2016	**2020**	**2016**	**2020**	**2016**	**2020**	**2016**	**2020**	**2016**	**2020**	**2016**	**2020**
		3,0	3,6	43,3	47,6	28,8	27,4	14,7	11,5	7,8	6,7	2,4	3,2
		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	
		2016	**2020**	**2016**	**2020**	**2016**	**2020**	**2016**	**2020**	**2016**	**2020**	**2016**	**2020**
		6,4	5,6	35,0	33,5	29,9	26,4	13,2	13,3	9,7	9,8	5,8	4,8

Для восстановления плодородия почв Ярославской области, в рамках реализации мероприятий ведомственной программы «Развитие мелиоративного комплекса России» проводилось планомерное внесение мелиорантов. В 2020 году по данным агрохимического обследования была разработана проектно-сметная документация на известкование кислых почв для 9 сельскохозяйственных предприятий на площади 2050 га. Так же полученные данные позволили более рационально запланировать посевные площади и рассчитать дозы вносимых удобрений.

Выводы

Таким образом, в ходе агрохимического обследования проведенного на территории Ярославской области в 2020 было установлено, что большинство сельскохозяйственных угодий обладают слабокислой реакцией среды, высоким содержанием подвижного фосфора, средним обменного калия и относительно низким содержанием органического вещества. Содержание тяжелых металлов в почве не превышает предельно-допустимых концентраций. Для поддержания почвенного плодородия пашни и сельскохозяйственных угодий необходимо ведение сбалансированных систем удобрений.

Литература

1. Годовой научно-производственный отчет ФГБУ ГСАС «Ярославская» за 2020 год.

2. Почвенный покров Нечерноземья и его рациональное использование / Всесоюзная академия сельскохозяйственных наук им. В.И. Ленина. – М.: Агропромиздат, 1986. С. 245.

СОДЕРЖАНИЕ

Воронин А.Н., Котяк П.А. (ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия) Влияние обработки почвы и удобрений на численность почвенных нематод в посеве многолетних трав 3

Баушева Н.П., Халистова И.Д. (ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия) Влияние агротехнических приемов выращивания на урожайность и качество полевых культур в условиях Ярославской области 7

Иванова М.Ю., Ваганова Н.В. (ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия) Влияние различных систем обработки почвы и удобрений на численность вредных насекомых в посеве ярового рапса 14

Колесникова И.Я. (ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия) Сравнительное изучение влияния различных фонов удобрений на микобиоту почвы в посевах ярового рапса 21

Котяк П.А., Чебыкина Е.В., Балашова Л.А. (ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия) Изменение агрохимических показателей плодородия дерново-подзолистой почвы в зависимости от технологий возделывания культур 28

Кузнецов В.И., Кузнецова В.В., Матвеева О.А. (ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, Волгоград, Россия) Использование воды в промышленности и сельском хозяйстве Волгоградской области 39

Наумова И.К. (ФГБОУ ВО «Ивановская государственная сельскохозяйственная академия имени Д.К. Беляева», г. Иваново, Россия) Ресурсосберегающий метод регенерации почв 45

Степанова В.М. (ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия), ***Гремячих В.А.*** (Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, Ярославская обл., Россия) Экологическая оценка содержания ртути в агрофитоценозе в зависимости от системы удобрений 49

Таран Т.В. (ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия) Вынос элементов питания урожаем ярового рапса на фоне различной удобренности и систем основной обработки почвы 55

Чебыкина Е.В., Котяк П.А. (ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия) Динамика агрохимических показателей плодородия дерново-подзолистой почвы при разных системах удобрений и обработки.....63
Худошина Н.В., Громов Н.Б. (ФГБУ ГСАС «Ярославская», Ярославская область, Россия) Агрохимическое обследование сельскохозяйственных угодий Ярославской области в 2020 году 73

Научное издание

УПРАВЛЕНИЕ ПЛОДОРОДИЕМ И УЛУЧШЕНИЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬ

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

Ярославль, 8 апреля 2021 г.

Текстовое электронное издание

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

Подписано к использованию 23.09.2021 г.
Объем издания 1,76 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/