

венно, по сравнению с прибавкой от удобрений в севообороте 0,51 т/га (7,9%).

2. В меньшей степени реагируют на чередование культур в севообороте подсолнечник и озимый ячмень, хотя они различаются по своей реакции на вносимые удобрения. Озимый ячмень больше отзывался на удобрения, чем подсолнечник.

3. Эффективность от удобрений значительно возрастает в бессменных посевах, а также при нарушении требований к размещению культур по предшественникам в севообороте, что указывает на снижение функциональности почвенной экосистемы.

4. Доля почвенного плодородия в формировании урожайности культур в севообороте составляет: для озимой пшеницы по ранобуряемым предшественникам, сахарной свеклы, кукурузы на зерно и подсолнечника: 88,3; 100; 75,4 и 91,7% соответственно, а в бессменных посевах: 65,2; 68,5; 50,0 и 87,6% соответственно.

5. Относительно низкий коэффициент использования азота из минеральных удобрений большинством культур в севообороте усиливает опасность вымывания нитратов в грунтовые воды и особенно улетаживания оксидов азота в атмосферу, что способствует глобальному потеплению ввиду большей агрессивности оксидов азота по сравнению с диоксидом углерода.

6. Преобладание процессов минерализации над синтезом органического вещества почвы в длительных стационарных севооборотах, с одной стороны, и наметившаяся тенденция к глобальному потеплению, с другой стороны, привели к стабилизации и снижению урожайности полевых культур.

7. Соблюдение основных законов земледелия и экологии, предполагающее установление равновесия между приходом и расходом органического вещества почвы позволит сократить производственные затраты, связанные с внесением минеральных удобрений, пестици-

дов, с проведением отвальной вспашки и орошения, что увеличит конкурентоспособность экономических агентов с одновременным улучшением экологической и социальной составляющих устойчивого развития.

Литература

1. Бойнчан Борис, Дент Давид. Земледелие на черноземах. Адаптивный менеджмент почв. Издательство Prut International, 2020, 236 с.
2. Бойнчан Б.П. Экологическое земледелие в Республике Молдова (севооборот и органическое вещество почвы). Chişinău, Ştiinţa, 1990. – 269 с.
3. Вернадский В.И. Живое вещество. – М., 1973.
4. Вернадский В.И. Биосфера. Изб. труды по биогеохимии. – М., 1967.
5. Вильямс В.Р. История учений о перекопке. – М.: АН СССР, 1940.
6. Вильямс В.Р. Собрание сочинений. Т.5, 6, 10. – М.: Изд-во сельскохозяйственной литературы, 1950, 1951, 1952.
7. Докучаев В.В. Изб. сочинения. Т.2. – М.: Изд-во сельскохозяйственной литературы, 1949.
8. Либих Ю. Химия в приложении к земледелию и физиологии. – М. – Л.: Сельхозгиз, 1936.
9. Лыков А.М., Еськов А.И., Новиков М.Н. Органическое вещество пахотных почв Нечерноземья. – М., 2004. – 630 с.
10. Agriculture at a Crossroads. International Assessment of Agricultural Knowledge. Science and Technology for Development. Synthesis Report, 2009, The World Bank, Washington DC, 82 p.
11. William A. Albrecht. The Albrecht papers, vol. III, Kansas City, Missouri, USA, 401 p.
12. William A. Albrecht. Loss of soil organic matter and its restoration. In the book: Soil and Men. Yearbook of Agriculture, 1938, pp. 347-360.
13. Boincean Boris and David Dent. Farming the Black Earth. Sustainable and Climate – Smart Management of Chernozem Soils. Springer Nature Switzerland AG, 2019, 226 p.
14. Justus Liebig. The natural laws of husbandry, London, 1863, edited by John Blyth, prof. of chemistry in Queen's College.
15. The future of food and agriculture. Trends and challenges, FAO, Rome, 2017, 47 p.
16. The future of food and farming. Challenges and choices for global sustainability. Foresight, Final Project Report, Government Office for Science, London, 2011.
17. Sir Albert Howard. An Agricultural Testament. Oxford University Press, 1943, 224 p.
18. Stephen R. Gliessman. Agroecosystem sustainability. Developing practical strategies. CRC Press, Washington D.C., 2001, 210 p.

EFFICIENCY OF CROPPED ROTATIONS AND PERMANENT CROPS IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA

B.P. Boinchan, Doctor of Agricultural Sciences, Research Institute of Field Crops "Selection"

Balti, Republic of Moldova

e-mail: bboincean@gmail.com

The dominant concept of agriculture intensification named "green revolution" didn't provide a sustainable development of agriculture. Challenges faced by modern agriculture is forcing to look for alternatives based on reduction of dependence from nonrenewable sources of energy and their derivatives (mineral fertilizers, pesticides). The article is presenting the results obtained in the long-term field experiment with crop rotation and permanent cropping which are proving the unreplaceable role of crop rotations and urgent necessity for the restoration of soil fertility as undoubt condition for the transition to a more sustainable agriculture.

Key words: crop rotation; continuous cropping (monocropping); alternative systems of agriculture; soil fertility; soil organic matter.

УДК 631.95:628.381.1

DOI: 10.25680/S19948603.2022.124.10

ВЛИЯНИЕ ОСАДКА ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД НА АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР

*В.А. Касатиков, д.с.-х.н., Н.П. Шабардина, ВНИИОУ – филиал ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ»,
В.А. Раскатов, к.б.н, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kasv47@yandex.ru, raskatovv@list.ru.*

Представлены результаты многолетних исследований, полученные в Географической сети опытов с удобрениями, по изучению агробиологических изменений, происходящих в дерново-подзолистой супесчаной почве под воздействием осадков городских сточных вод.

Ключевые слова: агрохимикаты, отходы, агроценоз, микроэлементный состав, почва, осадок сточных вод.

В России ежегодно образуется при очистке сточных вод более 80 млн м³ осадков при влажности 94-96%, в пересчете на сухое вещество более 2 млн т [1]. Осадок городских сточных вод (ОГСВ) содержит 0,8-6,5 % азота, 0,6-4,9 фосфора, 0,1-0,7% калия; органического вещества при пересчете на углерод до 15 % [2].

Это говорит о целесообразности его широкого применения при биологической мелиорации нарушенных земель, в зеленом строительстве при посадке деревьев и кустарников, в дорожном строительстве под посадки деревьев и кустарников вдоль дорог, формировании растительного слоя откосов, под посадки цветочно-декоративных растений; в питомниках лесных и декоративных культур, для биологической рекультивации на землях, нарушенных при захоронении промышленных, твердых коммунальных отходов [3]. Это обусловлено также и тем, что одним из основных условий сохранения экосистем в устойчивом состоянии является использование отходов как сырьевого ресурса с целью уменьшения негативного воздействия на окружающую среду [4]. При этом по эффективности ОГСВ и удобрения на их основе не уступают традиционным органоминеральным удобрениям [5].

В частности ОГСВ и удобрения на их основе, имеющие высокое содержание органического углерода, повышают плодородие почвы и его агрофизические свойства и урожай сельскохозяйственных культур. Внесение данных удобрений в почву положительно влияет и на её агроэкологические свойства, увеличение в ней запасов органического вещества, азотный режим. При этом возрастают биологическая активность почвы, количество целлюлозоразлагающих бактерий при снижении доли плесневых грибов. Почвоулучшающие свойства удобрений на основе ОГСВ используют на песчаных, супесчаных и малоплодородных деградированных почвах [6].

Один из наиболее важных вопросов в исследованиях с ОГСВ – изучение его трансформации в почве, влияния на биологические свойства почвы и урожай исследуемых культур. При использовании ОГСВ со слабощелочной или нейтральной реакцией важно изучение его влияния на кислотно-основные агроэкологические свойства почвы. Исследования микробиологической активности почвы выявили, что удобрения увеличивают общую численность микроорганизмов, повышают ее каталазную активность и создают благоприятные условия для развития основных физиологических групп микроорганизмов [7].

Цель исследования – изучить последствие высоких доз ОГСВ на биологические и агроэкологические показатели дерново-подзолистой супесчаной почвы, урожайность культур в звене севооборота.

Методика. Исследования проводились в длительном опыте, входящем в Географическую сеть опытов с удобрениями (заложен в 1984 г.) по изучению влияния систематического применения ОГСВ и доломитовой муки на агроэкологические свойства почвы и урожайность культур. За весь период исследований суммарные дозы ОГСВ составили 180-1440 т/га (50 %-ной влажности). Известкование доломитовой мукой проводили в дозах 3, 6, 9 т/га. В 2018-2019 г. изучали последствие ОГСВ и доломитовой муки на агробиологические свой-

ства дерново-подзолистой супесчаной почвы и продуктивность культур в звене севооборота. Содержание гумуса определяли по И.В. Тюрину, микробной биомассы (С_{мб.}) – по С.А. Благодатской, целлюлозолитическую активность – по Д.А. Звягинцеву, продуцирование СО₂ – по И.Н. Шаркову [8, 9].

Результаты и их обсуждение. Обогащение почвы органическим веществом в вариантах с ОГСВ в суммарных дозах 180-1420 т/га способствовало снижению плотности почвы с 1,53 до 1,43-1,30 г/см³. Влажность почвы в вариантах с ОГСВ в слое 0-20 см в течение вегетационного периода 2018 г. была выше контроля на 0,5-3,7 %. Таким образом, в условиях насыщения пахотного слоя почвы осадком сточных вод происходит изменение физических свойств почвы на примере ее плотности.

Проведенные исследования азотного режима почвы выявили увеличение содержания минерального азота по последствию ОГСВ (4-й год после внесения) на 19-23 и 60-79 % согласно дозам 180 и 1440 т/га. Влияние фактора известкования на суммарное содержание минеральных форм азота было невысоким: так увеличение доз доломитовой муки с 3 до 6-9 т/га на фоне последствия 180 т/га ОГСВ обеспечивало прирост минерального азота в почве на 3,1 и 2,7 %, а при дозе ОГСВ 1440 т/га – на 12-3%. Содержание N-NO₃ достигало максимума в фазы всходы-кущение культуры овса, а N-NH₄ – в фазе всходов. В дальнейшем в процессе нитрификации содержание N-NH₄ в почве снижается. Второй пик его накопления приходится на фазу колошения. Аналогичная зависимость выявлена при исследовании влияния ОГСВ на агробиологические показатели почвы, такие как содержание углерода микробиомассы, целлюлозолитическую, дыхательную и нитрификационную активность дерново-подзолистой супесчаной почвы. По последствию возрастающих доз ОГСВ содержание С_{мб.} превышало контроль на 5-17% при дозе ОГСВ 180 т/га и на 30-43% при дозе 1440 т/га.

Целлюлозолитическая активность почвы служит косвенным показателем развития биологических свойств почвы. Как известно, целлюлозоразрушающая микрофлора находится в корреляционной связи с содержанием минерального азота. Интенсивность разложения хлопчатобумажной ткани в сравнении с контролем возрастала пропорционально дозам ОГСВ 180 и 1440 т/га на 83 и 164 % соответственно. Аналогичная зависимость выявлена по дыхательной и нитрификационной способности почвы.

Величина дыхательной активности почвы в вариантах с ОГСВ выше уровня контроля. Нитрификационная активность почвы, характеризующая деятельность нитрификаторов, зависит от суммарных доз ОГСВ и при дозе 180 т/га возрастает на 15-140%, а при дозе 1440 т/га – на 81-115%.

В течение вегетационного периода 2019 г. по фазам развития люпина продолжалось изучение влияния различных доз осадка сточных вод и уровней известкования почвы на динамику содержания подвижных форм азота, микробной биомассы, целлюлозолитическую, дыхательную и нитрификационную активность дерново-подзолистой супесчаной почвы. В частности содер-

жание минеральных форм нитратного азота в пахотном слое почвы (0-20 см) достигало наибольших величин в фазе всходов с максимальными значениями в условиях применения предельных для данных исследований доз ОГСВ (табл. 1). Данная зависимость обусловлена преимущественно процессом разложения органической части ОГСВ при отсутствии активного использования N-NO₃ корневой системой люпина. Для N-NH₄ установлена зависимость в фазе всходов и до фазы 9-го листа.

Рассматривая суммарное накопление минерального азота в почве следует отметить его пропорциональную зависимость от доз ОГСВ с превышением контроля на 18-78%. Зависимость выявлена и при изучении различных биологических показателей почвы, таких как содержание углерода микробной биомассы (C_{мб.}) и

дыхательной и нитрификационной активности почвы. В частности, по последствию возрастающих доз ОГСВ содержание Смб. превышало контроль (табл. 2). Близкая зависимость выявлена по дыхательной активности почвы. Ее величина возрастает, пропорционально дозам ОГСВ, на 5-10 %. В то же время для целлюлолитической активности выявлена отрицательная зависимость ее величины от дозы удобрения, обусловленная избыточной почвенной влажностью в июле-августе 2019 г. Интенсивность разложения хлопчатобумажной ткани снижалась согласно дозам ОГСВ 180 и 1440 т/га на 46,1 и 17,2 % соответственно. Следует отметить в целом низкую биологическую активность в слое почвы 0-20 см в климатических условиях вегетационного периода 2019 г. в отличие от вегетационного периода 2018 г.

1. Влияние последствия различных доз ОГСВ и известкования почвы на динамику содержания подвижных форм азота в дерново-подзолистой супесчаной почве (слой 0-20 см), 2019 г.

Вариант	Содержание, мг/кг. а.с.в.				В среднем N-NH ₄ + N- NO ₃ , мг/кг	% к контролю
	N- NO ₃		N-NH ₄			
	Фаза всходов (14.05)	9-й лист (03.06)	Фаза всходов (14.05.)	9-й лист (03.06)		
Без удобрений (контроль)	4,19	4,12	3,0	4,19	4,12	100
ОГСВ, 180 т/га + дол. м., 3 т/га	4,28	4,34	3,50	4,28	4,34	119
ОГСВ, 1440 т/га + дол. м., 3 т/га	4,79	5,71	4,41	4,79	5,71	160
ОГСВ, 180 т/га + дол. м., 6 т/га	5,69	4,95	3,13	5,69	4,95	123
ОГСВ, 1440 т/га + дол. м., 6 т/га	7,24	5,21	4,22	7,24	5,21	179
ОГСВ, 180 т/га + дол. м., 9 т/га	8,47	4,95	3,83	8,47	4,95	122
ОГСВ, 1440 т/га + дол. м., 9 т/га	9,71	5,59	4,06	9,71	5,59	165

2. Биологическая активность дерново-подзолистой супесчаной почвы в слое 0-20 см (2019 г.)

Вариант	Содерж. C _{мб.}		Целлюлозоразл. активность		Дыхательная активность		Нитрифицирующая способность	
	мг/кг	% к контролю	степень разл., %	% к контролю	C-CO ₂ , мг/100 г	% к контролю	N-NO ₃	% к контролю
Без удобрений (контроль)	260	100	24,5	100	18,1	100	21,4	100
ОГСВ, 180 т/га + дол. м., 3 т/га	273	105	30,4	124	19,2	106	23,9	112
ОГСВ, 1440 т/га + дол. м., 3 т/га	352	135	28,8	117	19,7	109	34,8	162
ОГСВ, 180 т/га + дол. м., 6 т/га	296	113	30,5	124	19,3	107	22,5	105
ОГСВ, 1440 т/га + дол. м., 6 т/га	373	143	32,0	130	19,9	110	35,2	164
ОГСВ, 180 т/га + дол. м., 9 т/га	305	117	35,9	146	19,1	105	24,5	114
ОГСВ, 1440 т/га + дол. м., 9 т/га	340	130	30,4	124	19,5	108	32,2	150

Анализ изменения агроэкологических свойств пахотного слоя почвы по последствию ОГСВ на культуру овса в звене овес-люпин выявил снижение обменной и гидролитической кислотности почвы, особенно заметное в вариантах с максимальными дозами ОГСВ и доломитовой муки.

По последствию ОГСВ с повышенным содержанием P₂O₅ общ. в 2018 г. выявлено повышенное значение подвижных форм этого элемента в слое 0-20 см, пропорциональное дозам ОГСВ. Содержание P₂O₅ подв в вариантах с внесением ОГСВ превышало контроль в 2,0-5,1 и 2,1-5,2 раза, согласно уровням известкования.

По сравнению с подвижным фосфором содержание K₂O_{обм.} в почве изменялось менее интенсивно из-за более низкой концентрации элемента в ОГСВ (0,72 %) и колебалось от 30 до 43 мг/кг.

Внесение в почву стабилизированного органического вещества в составе ОГСВ способствовало повышению гумусированности почвы. Данная зависимость не связана с уровнем известкования почвы. Содержание гумуса в

слое почвы 0-20 см находилось в прямой зависимости от величины суммарной дозы ОГСВ, возрастая с 1,47 на контроле до 2,33-2,82 % при дозе ОГСВ 1440 т/га.

Более высокое содержание гумуса в вариантах с уровнями известкования 6 и 9 т/га и дозами ОГСВ 720 и 1440 т/га обусловлено пониженной миграционной активностью органического вещества.

Анализ изменения агрохимических свойств пахотного слоя почвы по последствию ОГСВ на люпин выявил снижение обменной и гидролитической кислотности почвы, особенно заметное в вариантах с максимальными дозами ОГСВ и доломитовой муки (табл. 3). При этом сохраняется обратная зависимость Н_{гидр.} от уровня известкования почвы и доз ОГСВ. Как и по последствию на овес сохранилась пропорциональная зависимость суммы поглощенных оснований от доз ОГСВ и уровня известкования почвы. Ее величина возросла с 7,64 (на контроле) до 8,37-9,09 мг-экв/100 г почвы. Данная зависимость обусловлена процессом разложения органической части внесенного ОГСВ и,

как следствие, разрушением органоминеральных комплексов в составе ОГСВ с высвобождением катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} , а также фактором известкования. При этом

емкость катионного обмена ППК находилась в пропорциональной зависимости от доз ОГСВ и не зависела от уровня известкования почвы.

3. Влияние длительного применения различных доз ОГСВ в сочетании с известкованием на агрохимические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы (2019 г.)

дерново-подзолистой Супесчаной почвы (2017 г.)							
Вариант	pH _{KCl}	H _t	S (Ca+Mg)	ЕКО	P ₂ O ₅ подви.	K ₂ O обм.	Гумус, %
		мг-экв/100 г			мг/кг		
Без удобрений (контроль)	6,3/5,9	0,83/1,09	7,64/7,76	8,47/8,85	362/194	28/22	1,45/0,96
ОГСВ, 180 т/га + дол. м., 3 т/га	6,4/6,3	0,63/0,85	8,37/8,18	9,0/9,03	728/237	32/23	1,67/1,04
ОГСВ, 360 т/га + дол. м., 3 т/га	6,5/6,4	0,61/0,78	8,49/8,37	9,10/9,15	900/283	35/25	1,77/1,13
ОГСВ, 720 т/га + дол. м., 3 т/га	6,5/6,4	0,60/0,72	8,73/8,49	9,33/9,21	1241/330	42/27	2,23/1,19
ОГСВ, 1440 т/га + дол. м., 3 т/га	6,5/6,3	0,60/0,81	8,97/7,97	9,57/8,78	1549/358	46/29	2,63/1,23
ОГСВ, 180 т/га + дол. м., 6 т/га	6,6/6,3	0,58/0,85	8,27/8,49	8,85/9,34	812/256	32/22	1,71/1,04
ОГСВ, 360 т/га + дол. м., 6 т/га	6,6/6,4	0,56/0,86	8,79/8,73	9,35/9,59	958/280	34/25	1,97/1,09
ОГСВ, 720 т/га + дол. м., 6 т/га	6,6/6,5	0,57/0,85	8,61/8,97	9,18/9,82	1192/311	36/27	2,22/1,13
ОГСВ, 1440 т/га + дол. м., 6 т/га	6,6/6,4	0,56/0,86	8,97/8,30	9,53/9,16	1659/354	42/32	2,82/1,18
ОГСВ, 180 т/га + дол. м., 9 т/га	6,7/6,3	0,58/0,80	8,73/8,24	9,31/9,04	934/224	32/24	1,82/1,00
ОГСВ, 360 т/га + дол. м., 9 т/га	6,7/6,4	0,56/0,81	9,02/8,36	9,58/9,17	995/260	33/26	2,10/1,09
ОГСВ, 720 т/га + дол. м., 9 т/га	6,7/6,4	0,57/0,79	8,91/8,54	9,48/9,33	1426/289	35/28	2,23/1,14
ОГСВ, 1440 т/га + дол. м., 9 т/га	6,7/6,4	0,55/0,78	9,09/8,79	9,64/9,57	1672/338	41/31	2,75/1,29

Примечание. До черты – для слоя почвы 0-20 см, после черты – 20-40 см.

Содержание P_2O_5 подв в вариантах с внесением ОГСВ превышало контроль в 2,0-4,3 и 2,6-4,6 раза, согласно уровням известкования (см. табл. 3). В отличие от последствий ОГСВ на овес в отчетном году снизилось содержание P_2O_5 подв, независимо от доз ОГСВ и уровня известкования. Данная зависимость обусловлена как выносом фосфора с урожаем люпина, так и миграционными процессами в почве и изменением свойств ППК в условиях контрастного по климатическим условиям вегетационного периода 2019 г.

По сравнению с подвижным фосфором содержание $\text{K}_2\text{O}_{\text{обм.}}$ в почве изменялось менее интенсивно, что обусловлено невысоким содержанием $\text{K}_2\text{O}_{\text{общ.}}$ в ОГСВ и составило 28-46 мг/кг. При этом, в отличие от P_2O_5 подв, проявилась тенденция к выравниванию содержания $\text{K}_2\text{O}_{\text{обм.}}$ по вариантам опыта.

Рассмотрение характера изменения агроэкологических свойств подпахотного слоя почвы (20-40 см) по последствию ОГСВ, выявило снижение обменной и гидролитической кислотности почвы, что особенно заметно в вариантах с максимальными дозами ОГСВ и доломитовой муки. При этом как и в слое 0-20 см установлена обратная зависимость $\text{H}_{\text{гидр.}}$ от уровня известкования почвы и доз ОГСВ при пропорциональной зави-

симости суммы поглощенных оснований от доз ОГСВ и уровня известкования почвы. Ее величина возросла с 7,76 на контроле до 8,36-8,97 мг-экв/100 г почвы.

Наряду с изменением кислотно-основных свойств в подпахотном слое почвы происходит изменение фосфатно-калийного режима. Действительно содержание P_2O_5 подв в вариантах с внесением ОГСВ превышало контроль в 1,15-1,84 раза. Для $\text{K}_2\text{O}_{\text{обм.}}$ данная зависимость выражена в меньшей степени.

По сравнению с подвижным фосфором содержание $\text{K}_2\text{O}_{\text{обм.}}$ в почве изменялось менее интенсивно из-за более низкой концентрации элемента в ОГСВ и колебалось в пределах 23-32 мг/кг. При этом в отличие от фосфора проявилась тенденция к выравниванию его уровня по вариантам опыта.

Внесение в почву органического вещества в составе ОГСВ способствовало сохранению высокого уровня гумусированности почвы в слое не только 0-20 см, но и 20-40 см. Данная зависимость не связана с уровнем известкования почвы. Согласно данным, приведенным в таблице 4, содержание гумуса в слое почвы 20-40 см находилось в прямой зависимости от величины суммарной дозы ОСВ, возрастая с 0,96 на контроле до 1,18-1,29 % при дозе ОГСВ 1440 т/га.

4. Влияние систематического применения ОГСВ в сочетании с известкованием на продуктивность звена севооборота овес-люпин, ц/га з. е.

Вариант	Овес	Люпин	Сумм. продуктивн.	Прибавка	
				ц/га з.е.	%
Без удобрений (контроль)	15,8	13,8	29,6	-	-
ОГСВ, 180 т/га + дол. м., 3 т/га	20,3	14,5	34,8	5,2	17,5
ОГСВ, 360 т/га + дол. м., 3 т/га	23,1	15,3	38,4	8,8	29,7
ОГСВ, 720 т/га + дол. м., 3 т/га	25,9	16,2	42,1	12,5	42,2
ОГСВ, 1440 т/га + дол. м., 3 т/га	28,5	11,7	40,2	10,6	35,8
ОГСВ, 180 т/га + дол. м., 6 т/га	18,8	14,3	33,1	3,5	11,8
ОГСВ, 360 т/га + дол. м., 6 т/га	21,7	14,9	36,6	7,0	23,6
ОГСВ, 720 т/га + дол. м., 6 т/га	25,3	15,7	41,0	11,4	38,5
ОГСВ, 1440 т/га + дол. м., 6 т/га	28,8	16,7	45,5	15,9	53,7
ОГСВ, 180 т/га + дол. м., 9 т/га	17,9	14,3	32,2	2,6	8,8
ОГСВ, 360 т/га + дол. м., 9 т/га	20,4	15,3	35,7	6,1	20,6
ОГСВ, 720 т/га + дол. м., 9 т/га	23,8	16,2	40,0	10,4	35,1
ОГСВ, 1440 т/га + дол. м., 9 т/га	28,5	18,0	46,5	16,9	57,1

Таким образом, систематическое внесение ОГСВ в почву способствует повышению почвенного плодородия за счет изменения кислотно-основных свойств почвы, ее фосфорно-калийного режима и гумусированности в слое не только 0-20 см, но и 20-40 см.

Оптимизация гумусового состояния, агроэкологических и биологических свойств пахотного слоя почвы способствовала повышению продуктивности звена севооборота овес – люпин. Она возростала в прямой зависимости от суммарных доз ОГСВ, согласно уровням известкования, на 17,5-57,1 % (табл. 4). При этом следует отметить, что при дозах ОГСВ 180-720 т/га наибольший уровень продуктивности звена получен при минимальной дозе известкования, равной 3 т/га. Дальнейшее ее увеличение, снижая доступность растениям подвижных форм фосфора и калия, снижает уровень суммарной продуктивности звена севооборота.

Выводы. 1. Выявлено положительное влияние длительного последствия ОГСВ на азотный режим почвы. С ростом доз осадка со 180 до 1440 т/га содержание минерального азота в почве повышалось до 19-23 и 60-79 % согласно дозам ОГСВ 180 и 1440 т/га. 2. Установлено также влияние длительного последствия ОГСВ на биологическую активность почвы. 3. Улучшение агроэкологических и биологических свойств почвы способствовало повышению продуктивности звена севооборота овес – люпин на 17,5-57,1 %.

Литература

1. Захаренко А.В. Использование органогенных бытовых и промыш-

ленных бытовых отходов в современном земледелии // Материалы международного симпозиума «Экологические и технологические вопросы производства и использования органических и органоминеральных удобрений на основе осадков городских сточных вод и твердых бытовых отходов». – Владимир, 2004. – С. 3-5.

2. Копчик Г.Н. Современные подходы к ремедиации почв, загрязненных тяжелыми металлами (обзор литературы) // Почвоведение. – 2014. – № 7. – С. 851-868.

3. Касатиков В.А., Черников В.А., Раскатов В.А. и др. Агроэкологические и технологические аспекты использования осадков городских сточных вод в качестве удобрения // Материалы международного симпозиума «Экологические и технологические вопросы производства и использования органических и органоминеральных удобрений на основе осадков городских сточных вод и твердых бытовых отходов». – Владимир, 2004. – С. 29-39.

4. Касатиков В.А., Раскатов В.А., Шабардина Н.П. Влияние микробиологических деструкторов лигнинсодержащих отходов на агроэкологические свойства компоста на основе осадка сточных вод и опилок // Доклады МСХА. – 2010. – Вып. 283. – С.806-811.

5. Пахненко Е.П. Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения. – М., 2010. – 311с.

6. Сюняев Н. К., Тютюнькова М. В., Слипец А. А. Анализ опыта почвенного пути утилизации осадков сточных вод // ФГОУ ВПО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2008. – 108 с.

7. Карякина С.Д., Карякин А.В., Касатиков В.А. Агроэкологическая эффективность аэробного компостирования осадков сточных вод при производстве органических удобрений // Проблемы агрохимии и экологии. – 2014. – №7. – С.15-18.

8. Благодатский С.А., Благодатская Е.В., Горбенко А.А., Паников Н.С. Регидратационный метод определения биомассы микроорганизмов в почве // Почвоведение. – 1987. – №4. – С.71-81.

9. Звягинцев Д.Г. Биология почв. Учеб. пособие. – М.: Изд. МГУ, 2005. – 445 с.

10. Шарков И.Н. Абсорбционный метод определения эмиссии CO₂ из почв. // Методы исследования органического вещества почв. – Владимир, 2005. – 401 с.

INFLUENCE OF URBAN WASTEWATER SEDIMENTATION ON AGROBIOLOGICAL INDICATORS OF SODDY-PODZOLY SANDY SOIL AND CROP PRODUCTIVITY IN THE CROP ROTATION LINK

V.A. Kasatikov¹, N.P. Shabardina¹, V.A. Raskatov²

¹All-Russian Scientific Research Institute of Organic Fertilizers – a branch of Upper Volga Federal Agrarian Research Center, Pryanishnikovaul. 2, 601390 Vyatkin, Russia, e-mail: kasv47@yandex.ru;

²RSAU-Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Timiryazevskaya ul 49, 127550 Moscow, Russia, e-mail: raskatovv@list.ru

The article presents the research results obtained in the long-term experience of the Geographic Network of Experiments with Fertilizers to study agrobiological changes occurring in sod-podzolic sandy loam soil under the influence of urban wastewater precipitation

Key words: agrochemicals, waste, agrocenosis, trace element composition, soil, trace element composition

УДК 631.4

DOI: 10.25680/S19948603.2022.124.11

ВЛИЯНИЕ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ ВЫБРОСОВ АСТРАХАНСКОГО ГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА НА СОДЕРЖАНИЕ СОЛЕЙ И КИСЛОТНОСТЬ В ПОЧВАХ ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ТЕРРИТОРИИ

А.М. Гребенников, д.с.-х.н., Федеральный исследовательский центр

"Почвенный институт им. В.В. Докучаева"

119017, г. Москва, Пыжевский пер. 7, стр. 2, gream1956@gmail.com

Рассмотрено влияние серосодержащих выбросов (диоксида серы, сероводорода и элементной серы) на почвенный покров (почвенные образования на переветренных песках и соровые солончаки). Установлено, что воздействие серосодержащих выбросов Астраханского газового комплекса (АГК) на прилегающие почвы выразилось в их значительном подкислении и увеличении содержания сульфатов, вплоть до засоления. Это необходимо учитывать при использовании территорий, прилегающих к подобным объектам, в сельскохозяйственном производстве.

Ключевые слова: серосодержащие выбросы, подкисление почв, сульфатное засоление, почвенные образования, соровые солончаки.

Для цитирования: Гребенников А.М. Влияние серосодержащих выбросов Астраханского газового комплекса на содержание солей и кислотность в почвах прилегающей территории // Плодородие. – 2022. – №1. – С. 42-45.

DOI: 10.25680/S19948603.2022.124.11.