

БИОХИМИЯ

УДК: 631.44.416

ВЛИЯНИЕ АГРОГУМАТА КАЛИЯ НА ПИТАТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ И ЕЕ ПРОДУКТИВНОСТЬ

И.Н. Барановский, М.А. Соколов

Тверская государственная сельскохозяйственная академия
Кафедра агрохимии, почвоведения и агроэкологии

Приведены результаты исследований по влиянию агрогумата калия, внесенного в чистом виде и совместно с другими органическими субстратами, на питательный режим дерново-подзолистой почвы, урожайность опытных культур и содержание тяжелых металлов в зерне ячменя.

Ключевые слова: агрогумат калия, механохимия, дерново-подзолистая почва, подвижные формы питательных веществ, тяжелые металлы, урожайность.

За последние два десятилетия в земледелии Нечерноземной зоны РФ произошло резкое снижение вносимых в почву органических и минеральных удобрений, средств химической мелиорации почв. Согласно балансовым расчетам, бездефицитный баланс гумуса в пахотных дерново-подзолистых почвах достигается при их ежегодной насыщенности органическими удобрениями в пределах 8–9 т/га, тогда как фактически вносится 0,5 т/га, а в ряде областей Нечерноземной зоны РФ и меньше. Использование минеральных удобрений также сократилось в 15–18 раз. В ближайшие годы увеличения поступления в почву традиционных видов удобрений не ожидается [1]. Чтобы обеспечить возделываемые сельскохозяйственные культуры необходимым количеством питательных веществ, важно задействовать все имеющиеся в регионе резервы, способные улучшить питательный режим растений в почве. К таким удобрениям относят гуматы, представляющие собой биологически активные растворимые органические вещества, входящие в состав гумуса – основного качественного показателя плодородия почвы.

Технология производства гуминовых удобрений заключается в обработке выбранного материала (торфа, бурого угля, сапропеля) слабыми растворами щелочей. Это позволяет перевести гуминовые кислоты и другие биологически активные вещества в доступное для растений состояние.

Исследованиями многих ученых нашей страны, ближнего и дальнего зарубежья установлено, что гуминовые вещества изменяют физические свойства почв. При их внесении повышается капиллярная и полевая влагоемкость легких почв (в среднем на 20–30%) и водопроницаемость тяжелых, улучшается структура и ее водопрочность, снижает-

ся плотность почвы. Выявлено, что низкие дозы углегуминовых удобрений способствуют повышению водопрочности агрегатов, а высокие – изменяют соотношение структурных отдельностей в пользу агрономически ценных фракций [2]. Применение гуминовых удобрений существенно изменяет условия почвенного питания растений за счет мобилизации необходимых ионов (N, P, K, Ca, Mg, Fe и др.) из тех соединений, в которых они находятся в почве [4]. Почвы с внесенными гуматами характеризуются лучшими условиями азотного и фосфатного режимов при накоплении в них гумусовых соединений в результате новообразования гуминовых кислот. При этом усиливается подвижность фосфора почвы, возрастают процессы нитратообразования, что способствует значительному увеличению общего и белкового азота и преобладанию содержания нитратов над аммиачным азотом на фоне роста нитрификационной способности и увеличения выделения углекислоты почвой. Увеличивается фотохимическая фиксация азота и доступность растениям органического азота почвы. Гуматы оказывают существенное влияние на содержание и динамику почвенных катионов.

Мы исследовали влияние гуминового удобрения под названием «агрогумат калия» на питательный режим дерново-подзолистой супесчаной почвы и продуктивность культур полевого севооборота.

Методика исследования. Опыт по изучению эффективности агрогумата калия на обеспеченность почвы подвижными формами элементов питания был заложен весной 2012 г. на опытном поле кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии Тверской ГСХА. Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая супесчаная глееватая на моренном остаточном-карбонатном суглинке. Агрохимическая характеристика пахотного слоя: $pH_{\text{СОЛ}}$ - 5,8; гумус- 2,30%; P_2O_5 - 220-230, K_2O - 100-115 мг/кг почвы, степень насыщенности основаниями 76%; содержание физической глины 14,4%. Почвообразующая порода – моренный остаточном-карбонатный суглинок. Опыт включал следующие варианты: 1– контроль (без удобрений); 2– агрогумат 300 кг/га; 3– агрогумат 500 кг/га; 4– агрогумат 300 кг/га + NPK; 5–агрогумат 500 кг/га + NPK; 6– агрогумат 300 кг/га + NPK + солома; 7– агрогумат 500 кг/га + NPK + солома; 8– агрогумат 300 кг/га + навоз свиной; 9– агрогумат 500 кг/га + навоз свиной; 10– агрогумат 300 кг/га + помет кур; 11– агрогумат 500 кг/га + помет кур. NPK составляло: N_{36} , P_{36} , K_{50} . Площадь опытной делянки 6 м², повторность четырехкратная, расположение делянок рендомизированное. Агрогумат калия брали в холдинге «Селигер Агро».

При получении агрогумата калия использовался принцип механохимии [3]. При нем обработанный щелочью торф подвергается механическому воздействию. В результате увеличивается поверхность обработанного материала за счет получения мельчайших частиц, что повышает химико-биологическую активность торфа. Для этого в технологическом процессе производства агрогумата находится мельница с тони-

ной помола менее 0,001 мм. Размол осуществляется во влажном состоянии торфа, при котором в составе гуминовых кислот увеличивается доля низкомолекулярных фракций. Образующиеся при этом радикалы взаимодействуют с молекулами воды, что сказывается на молекулярной цепи и накоплении гидроксилосодержащих веществ. В процессе размола изменяются гумусовые кислоты, их длинные цепи дробятся на более мелкие фрагменты, и это позволяет им проникать в растительную клетку.

Результаты исследований. Перед закладкой опыта исследовали химический состав агрогумата калия и торфа, на основе которого он был произведен (табл.1).

Т а б л и ц а 1

Химический состав агрогумата калия и торфа

Удобрение	рН	Влажность, %	Содержание в сухом веществе, %				
			Н общий	P ₂ O ₅	K ₂ O	Зольность	Органическое вещество
Агрогумат калия	9,11	12,28	2,94	0,22	9,75	26,4	61,17
Исходный торф	5,3	55	1,15	0,15	0,10	12	65

Полученные данные свидетельствуют, что агрогумат в отличие от торфа имел щелочную реакцию (рН = 9,11), меньшую влажность, более высокое содержание общих форм азота (2,94%), фосфора (0,22%) и особенно калия (9,75%) на сухую массу. Одновременно в нем оказалось чуть меньше органического вещества (61,17%). Однако характерной особенностью агрогумата считается значительное количество в составе его органического вещества водорастворимых солей гуминовых кислот – 28,7%. Для сравнения в торфе их содержится только 23,9%.

Согласно нашим данным, внесение в почву агрогумата калия как в чистом виде, так и совместно с другими удобрениями заметно изменяет уровень питательных веществ в ней, о чем можно судить по содержанию подвижных форм исследуемых элементов (табл. 2, 3).

В первый год трансформации удобрений (табл. 2) на всех удобренных делянках в почве возросло содержание подвижных форм азота, фосфора и калия по сравнению с контролем. Максимальное количество аммиачной формы азота (18,2 мг/кг почвы) было отмечено на вариантах с внесением агрогумата калия в дозе 500 кг/га с птичьим пометом. Меньше всего его содержалось (10,2 – 12,2 мг/кг почвы) на делянках с чистым агрогуматом калия. Применительно к нитратной форме азота наблюдалась аналогичная тенденция преимущественного содержания его на тех же вариантах. Из зольных элементов наибольшую прибавку фосфора (48 мг/кг почвы) и калия (34 мг/кг почвы) обеспечило совместное внесение агрогумата калия в дозе 500 кг/га с птичьим пометом.

Таблица 2

Влияние агрогумата калия на питательный режим
дерново-подзолистой почвы, первый год действия удобрений, 2012 г.,
мг/кг

Вариант опыта	Средние значения из трех определений за сезон			
	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.Контроль	9,3	5,7	227	115
2.Агрогумат 300 кг/га	10,2	6,6	245	121
3.Агрогумат 500 кг/га	12,2	7,4	250	127
4.Агрогумат 300 кг/га + NPK	12,4	8,4	250	128
5.Агрогумат 500 кг/га + NPK	13,8	10,0	256	134
6.Агрогумат 300 кг/га + NPK + солома	13,3	8,8	244	130
7.Агрогумат 500 кг/га + NPK + солома	14,1	9,6	251	143
8.Агрогумат 300 кг/га + нав. свин.	14,4	8,1	260	138
9.Агрогумат 500 кг/га + нав. свин.	15,6	9,6	265	146
10.Агрогумат 300 кг/га + помет	16,9	10,9	268	141
11.Агрогумат 500 кг/га + помет	18,2	12,7	275	149

В год последствия удобрений (табл. 3) из двух форм азота также преобладала аммиачная, а количественное содержание их мало отличалось от первого года трансформации удобрений. Характерно отметить некоторое увеличение в почве всех вариантов обменного калия на 6 – 13 мг/кг почвы, что, по-видимому, связано с процессами его десорбции из почвенно-поглощающего комплекса ввиду складывавшихся температурно-влажностных условий. Как и в первый год действия, внесенные удобрения оказали положительное влияние на формирование в почве более полного питательного режима.

На фоне всех видов, доз и сочетаний агрогумата калия выявлено существенное увеличение урожайности возделываемых на опыте культур (табл. 4). Наибольшую прибавку урожайности в 2012 г. обеспечило внесение агрогумата в дозе 300 и 500 кг/га совместно с птичьим пометом – 35,8 – 39,6 ц/га зерн. ед. В 2013 г. максимальная урожайность отмечена на делянках с агрогуматом в 500 кг/га совместно с NPK и соломой (26,8 – 27,4 ц/га зерн. ед.). В среднем за два года агрогумат в дозе 300 и 500 кг/га совместно с птичьим пометом увеличил урожайность культур звена севооборота на 75,8 и 88,5 %, по сравнению с контрольным вариантом. Использование агрогумата калия в чистом виде оказалось менее эффективным.

Таблица 3

Влияние агрогумата калия на питательный режим дерново-подзолистой почвы, в первый год последействия удобрений, 2013 г.
мг/кг.

Вариант опыта	Средние значения из трех определений за сезон			
	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.Контроль	10,0	6,9	231	121
2.Агрогумат 300 кг/га	10,6	7,4	239	125
3.Агрогумат 500 кг/га	11,9	8,1	248	134
4.Агрогумат 300 кг/га + NPK	11,9	8,6	251	132
5.Агрогумат 500 кг/га + NPK	14,0	10,0	259	140
6.Агрогумат 300 кг/га + NPK + солома	11,6	8,8	243	141
7.Агрогумат 500 кг/га + NPK + солома	13,4	9,0	252	150
8.Агрогумат 300 кг/га + нав. свин.	15,1	8,7	255	146
9.Агрогумат 500 кг/га + нав. свин.	16,7	10,4	263	150
10.Агрогумат 300 кг/га + помет	18,3	10,6	263	154
11.Агрогумат 500 кг/га + помет	19,6	12,3	272	159

В настоящее время как во всем мире, так и в нашей стране постоянно поднимается вопрос о получении экологически чистой продукции, что подразумевает возделывание сельскохозяйственных культур с минимальным использованием удобрений и средств химической защиты растений. По иному это называется органическим земледелием, при котором питание растений осуществляется в основном в результате разложения органо-минеральных соединений, из которых высвобождаются отдельные ионы, поступающие в корень растений.

В нашем опыте количественное внесение питательных веществ в составе минеральных туков было небольшим. С учетом их пролонгирующего действия в расчете на три года, это составляет лишь N₁₂, P₁₂, K₁₇, а в сумме – 41 кг NPK действующего вещества. Для сравнения, в конце 80-х годов в земледелии Тверской области на 1 га посевной площади приходилось 110–120 кг NPK. Поэтому мы считаем, что наш опыт полностью соответствует требованиям органического земледелия. В этой связи представляло большой интерес выявить качественный состав растениеводческой продукции. Эту работу провели на примере ячменя, определив содержание ТМ непосредственно в зерне (табл. 5). Если соотносить количественное содержание ТМ в продукции с ПДК, то видно, что по всем элементам их было намного меньше допустимого уровня.

Таблица 4

Влияние агрогумата калия на урожайность 2012 – 2013 гг

Вариант опыта	Урожайность в/о смеси 2012 г.		Урожайность ячменя 2013 г.		Средняя урожайность ц/га зерн. ед.	+ к контролю	
	ц/га	ц/га зерн. ед.	ц/га	ц/га зерн. ед.		ц/га зерн. ед.	%
1. Контроль	126	17,6	17,2	17,2	17,4	-	-
2. Агрогумат 300 кг/га	147	20,6	19,5	19,5	20,1	2,7	15,5
3. Агрогумат 500 кг/га	169	23,7	23,2	23,2	23,4	6,0	34,4
4. Агрогумат 300 кг/га + НРК	170	23,8	23,5	23,5	23,6	6,2	35,6
5. Агрогумат 500 кг/га + НРК	195	27,3	26,8	26,8	27,0	9,6	55,1
6. Агрогумат 300 кг/га + НРК + солома	180	25,2	25,0	25,0	25,1	7,7	44,2
7. Агрогумат 500 кг/га + НРК + солома	210	29,4	27,4	27,4	28,4	11,0	63,2
8. Агрогумат 300 кг/га + нав. свин.	215	30,1	24,5	24,5	27,3	9,9	56,9
9. Агрогумат 500 кг/га + нав. свин.	236	33,0	25,6	25,6	29,3	11,9	68,3
10. Агрогумат 300 кг/га + помет	256	35,8	25,5	25,5	30,6	13,2	75,8
11. Агрогумат 500 кг/га + помет	283	39,6	26,1	26,1	32,8	15,4	88,5
НСР _{0,05} ц/га	11,6	-	1,6	-	-		

Таблица 5

Влияние агрогумата калия на содержание ТМ в зерне ячменя, 2013 г.

Вариант опыта	Содержание мг/кг					
	свинец	кадмий	ртуть	мышьяк	нитраты	нитриты
1. Контроль	0,5	0,05	0,02	Не обнаруж.	7,5	Не обнаруж.
2. Агрогумат 300 кг/га	0,5	0,06	0,02	-	7,9	-
3. Агрогумат 500 кг/га	0,5	0,06	0,07	-	8,0	-
4. Агрогумат 300 кг/га + НРК	0,6	0,06	0,09	-	9,4	-
5. Агрогумат 500 кг/га + НРК	0,6	0,07	0,09	-	11,8	-
6. Агрогумат 300 кг/га + НРК + солома	0,6	0,07	0,08	-	12,4	-
7. Агрогумат 500 кг/га + НРК + солома	0,5	0,08	0,11	-	15,6	-
8. Агрогумат 300 кг/га + нав. свин.	0,5	0,06	0,09	-	12,4	-
9. Агрогумат 500 кг/га + нав. свин.	0,6	0,07	0,08	-	17,5	-
10. Агрогумат 300 кг/га + помет	0,5	0,07	0,07	-	14,7	-
11. Агрогумат 500 кг/га + помет	0,6	0,08	0,09	-	18,5	-
ПДК	5	0,3	0,1	0,5	300	10

Таким образом, агрогумат калия, производимый холдингом «Селлигер Агро», оказывает заметное влияние на ионный состав подвижных форм элементов питания в почве. Об этом свидетельствует их ощутимая прибавка к контролю. Под действием агрогумата калия содержание аммиачной и нитратной форм азота возрастает в среднем на 6,9 и 12,2 мг/кг почвы соответственно. Количество подвижного фосфора увеличилось на 45 мг/кг и обменного калия на 36 мг/кг почвы.

Исследуемые дозы агрогумата калия в чистом виде, а также совместно с другими удобрениями в первый год их трансформации повысили урожайность на 3 – 22 ц/га зерновых единиц, а во второй год – на 2,3 – 10,2 ц/га.

На фоне агрогумата калия можно отметить лишь как тенденцию увеличение содержания тяжелых металлов в зерне ячменя, а также некоторое возрастание нитратного азота. Однако это намного ниже ПДК. Из этого следует, что агрогумат калия, в технологии производства которого используется принцип механохимии, целесообразно использовать в качестве удобрения в полевых севооборотах, на дерново-подзолистых почвах не ниже среднего уровня плодородия, при внесении в дозах не менее 300 кг/га.

Список литературы

1. Ковалев Н.Г., Барановский И.Н. Органические удобрения в XXI веке: монография. Тверь: ЧуДо, 2006. 304с.
2. Красникова Н. Чего ожидать от гуминовых удобрений // Приусадебное хозяйство. 2010. №5. С. 12–13.
3. Линеvский О.И., Болдырев В.И. Механохимия в решении экологических задач. Новосибирск: ГП АТБ СО РАН, 2006. 221 с.
4. Швецов С.Г., Еникеев А.Г. Влияние гуминового удобрения на свойства серой лесной почвы и продуктивность овсяницы луговой //Агрохимия. 2010. № 1. С. 37–41.

INFLUENCE AGROGUMATA POTASSIUM NUTRIENT REGIME SOD-PODZOLIC SOILS AND PRODUCTIVI- TY

I.N. Baranovsky, M.A. Sokolov

*Tver State Agricultural Academy
Department of Agricultural Chemistry, Soil Science and Agroecology*

The results of studies on the effect of potassium agrogumata inscribed in pure form and in conjunction with other organic substrates on the nutrient status of sod-podzolic soil productivity experienced cultures and heavy metal content in barley grain

Keywords: *agrogumat potassium, mechanochemistry, sod-podzolic soil, mobile forms of nutrients, heavy metals, productivity.*

Об авторах:

БАРАНОВСКИЙ Иван Никитич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой агрохимии, почвоведения и агроэкологии, Тверской государственной сельскохозяйственной академии, e-mail: baranovskiy-i@mail.ru.

СОКОЛОВ Михаил Анатольевич – аспирант, Тверской государственной сельскохозяйственной академии, e-mail: sokolov_2888@list.ru