

ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ НА ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО

INFLUENCE OF AGROTECHNICAL RECEIVING ON FRACTIONAL COMPOSITION OF CHERNOZEM LEACH

Е.С. Гасанова, К.Е. Стекольников, В.В. Котов, Д.В. Ненахов, Воронежский государственный аграрный университет им. К.Д. Глинки, ул. Мичурина, д. 1, г. Воронеж, Россия, 394087, тел.: (4732) 53-64-97, 53-71-72, 53-76-78, e-mail: upravlenieopm@mail.ru

E.S. Gasanova, K.E. Stekolnikov, V.V. Kotov, D.V. Nenahov, Voronezh State Agrarian University named after K.D. Glinka, Michurina st., 1, Voronezh, Russian Federation, 394087, tel.: (4732) 53-64-97, 53-71-72, 53-76-78, e-mail: upravlenieopm@mail.ru

Исследованы изменения фракционного состава гумуса чернозема выщелоченного, вызванные применением минеральных удобрений и кальциевого мелиоранта. Установлено, что на варианте с применением минеральных удобрений происходит интенсивная деструкция всех высокомолекулярных фракций гумусовых кислот. Внесение кальциевого мелиоранта способствует стабилизации гумуса.

Ключевые слова: гумусовые кислоты, фульвокислоты, фракционный состав, потенциометрия.

Changes of fractional structure of humus of leach chernozem, caused by application of mineral fertilizers and calcium ameliorant are investigated. It is established that on a variant to application of mineral fertilizers occurs intensive destruction all high-molecular fractions of humic acids. The calcium component promotes of humus stabilization.

Key words: humic acid, fulfoacids, fractional composition, potentiometry.

В условиях интенсивного ведения сельскохозяйственного производства повышенное техногенное воздействие на почву приводит к значительному изменению ее свойств. Так, в результате внесения минеральных удобрений происходит подкисление почв, увеличиваются гидролитическая и обменная кислотности, а длительное использование земель без компенсации выноса биофильных элементов приводит к снижению эффективного плодородия и декальцированию, вызывая изменения гидратационных характеристик и структуры почвенных агрегатов [1]. Проведение мелиоративных мероприятий также влияет на состав и физико-химические свойства почвы.

Все изменения, происходящие в почве при техногенном воздействии, связаны с состоянием гумуса как основной части почвенно-поглощающего комплекса (ППК). Поэтому актуальным является выявление причинно-следственных связей между уровнем этого воздействия и качеством и количеством гумуса в почве. Представляет интерес выявить, каким образом агротехнические приемы могут влиять на соотношение между различными формами органического вещества в исследуемых почвах.

Исследован фракционный состав гумуса пахотного (0–20 см) слоя чернозема выщелоченного. Изучались следующие варианты: абсолютный контроль, варианты с внесением $N_{120}P_{120}K_{120}$ и с применением кальциевого мелиоранта — дефектата на фоне навоза. Образцы почвы обрабатывались по стандартной методике [2] раствором смеси пиррофосфата и гидроксида натрия с содержанием каждого 0,1 моль/л при соотношении масс почва: раствор = 1:5 в течение 24 часов. Далее полученная взвесь центрифугировалась и жидкая фаза (щелочной экстракт) подкислялась соляной кислотой до pH 1,5–2,0. Выпавшие при этом в осадок малорастворимые гуминовые кислоты (ГК) центрифугированием отделялись от кислого раствора, содержащего фульвокислоты (ФК), промывались, высушивались на воздухе и взвешивались. Раствор фульвокислот согласно методу [2] пропускали через колонки с активированным углем, где проходила их сорбция. Затем фульвокислоты разделялись на фракции последовательной десорбцией водой (фракция А — низкомолекулярные органические вещества неспецифической природы), водно-ацетоновой смесью (фракция В — лигнофульвовые кислоты) и 3%-м раствором гидроксида аммония (фракция Д — собственно ФК). Растворы высушивались, а образующуюся сухую массу фульвокислот собирали и взвешивали. По методу Тюрина

[2] определялось общее содержание гумуса в почве. По методике [2] определялся pH водной и солевой вытяжек. По разности между общим содержанием гумуса и суммой гуминовых и фракций фульвокислот рассчитывалось содержание в почвах неизвлекаемой составной части гумуса — гумина. Образцы гуминовых кислот и фракции фульвокислот титровали потенциометрически по стандартной методике [3]. Концентрация функциональных групп в препаратах Е (ммоль/г) рассчитывалась по формуле:

$$E = \frac{C \cdot (V_n - V_{n-1})}{m},$$

где С — концентрация раствора титранта, моль/л; V — его объем, мл; m — масса образца, г; n — номер скачка на кривой титрования.

В таблице 1 представлено содержание различных фракций гумуса в почвенных образцах изучаемых вариантов.

Изменения отношения массового содержания ГК : ФК в почвах изучаемых вариантов представлено на рисунке 1. Для всех вариантов содержание всех фракций ФК выше, чем ГК. Это, по-видимому, связано с разрушением ГК под действием агротехнических приемов.

Выявленные соотношения содержания ГК : ФК показывают резкое различие между данными контрольного образца и варианта с применением дефектата, с одной стороны, и варианта с внесением $N_{120}P_{120}K_{120}$ с другой, что указывает на интенсивную деградацию гумуса за счет гидролитического и окислительного воздействий минеральных удобрений. Влияние азотных удобрений на процессы деструкции ГК показаны нами в работе [4]. Сравнение данных контроля и варианта с внесением дефектата показывает близкие значения соотношения ГК : ФК. Более высокие показатели для этих вариантов по сравнению с вариантом с внесением минеральных удобрений указывают на большую стабильность гумуса.

Обращает на себя внимание существенное увеличение содержания гумина в ряду контроль < вариант с внесением $N_{120}P_{120}K_{120}$ < вариант с дефектатом и снижение содержания гумусовых кислот. Причиной повышения содержания гумина в почве на варианте с дефектатом является фиксация гуматов кальция, образующихся при взаимодействии гумусовых кислот с карбонатами, на минеральной матрице почвы (рис. 2).

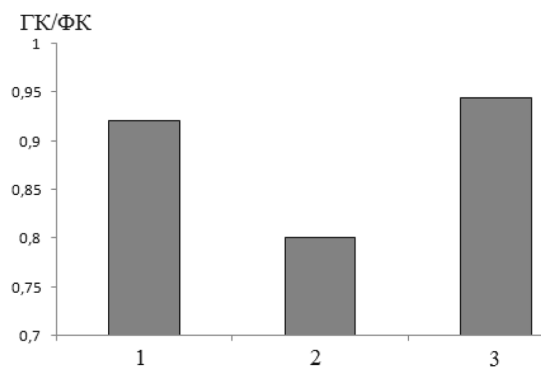


Рисунок 1. Отношение содержания (масс) ГК : ФК (фракций В и Д) в почвах исследуемых вариантов. 1 — абсолютный контроль, 2 — вариант с внесением $N_{120}P_{120}K_{120}$, 3 — вариант с применением дефеката.

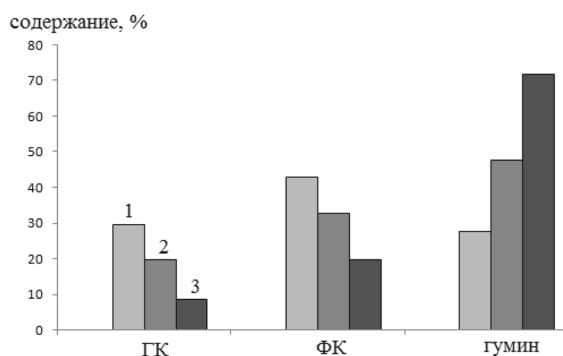


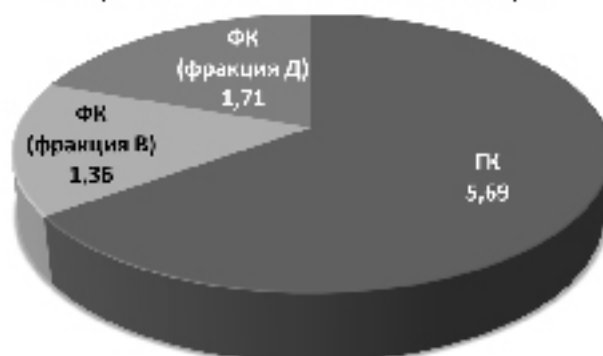
Рисунок 2. Содержание ГК, ФК и гумина в почвах пахотного слоя различных вариантов. 1 — абсолютный контроль, 2 — вариант с внесением $N_{120}P_{120}K_{120}$, 3 — вариант с применением дефеката.

По нашему мнению, помимо ГК, являющимися главными компонентами почвенного поглощающего комплекса, в него входят фракции В и Д ФК как обладающие относительно более высокой молекулярной массой и более сложным строением по сравнению с фракцией А. Поэтому в дальнейшем при оценке поглотительной способности почв нами учитывалось содержание ГК и этих фракций ФК, а также их функциональный состав.

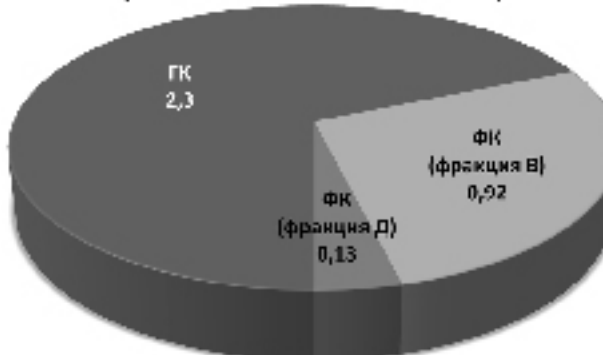
На основе данных потенциометрического титрования было определено содержание карбоксильных групп и фенольных гидроксильных групп в гумусовых кислотах почв исследуемых вариантов (табл. 2).

Общая поглотительная способность почв может быть охарактеризована произведением содержания функ-

Абсолютный контроль
Общая поглотительная способность 8,76



Вариант с внесением $N_{120}P_{120}K_{120}$
Общая поглотительная способность 3,35



Вариант с внесением дефеката
Общая поглотительная способность 4,06



Рисунок 3. Доли отдельных фракций гумуса ($E \cdot m$) в общей поглотительной способности почв (Y)

Таблица 1. Фракционный состав гумуса

Вариант	Гумус, %	pHвод	pHксл	В % от общего содержания гумуса						
				ГК	ФК				ГК+Д	Гумин
					Σ	А	В	Д		
Контроль	4,43	6,94	6,46	29,4	43,0	10,9	11,7	20,4	49,8	27,6
$N_{120}P_{120}K_{120}$	3,50	5,86	5,74	19,7	32,6	8,0	17,9	6,7	26,4	47,7
Дефекат	4,79	7,14	6,45	8,5	19,8	10,8	4,3	4,7	13,2	71,7

Таблица 2. Содержание функциональных групп в молекулах ГК и ФК

Вариант	ФК				ГК	
	Фракция В		Фракция Д		Карбоксильных	Фенольных гидроксильных
	Карбоксильных	Фенольных гидроксильных	Карбоксильных	Фенольных гидроксильных		
Контроль	2,62	11,94	1,90	3,20	4,38	3,34
$N_{120}P_{120}K_{120}$	1,46	8,70	1,04	3,47	3,34	2,66
Дефекат	8,58	7,52	4,10	4,10	3,52	2,29

циональных групп (E) ГК и ФК на их массу (m). Сравнение полученных величин для различных вариантов опыта позволяет выявить поглотительную способность почвенного поглощающего комплекса за счет этих компонентов гумуса. В таблице 3 приведены данные расчета поглотительной способности ($E \cdot m$).

Рассмотрим, какие из функциональных групп ГК и ФК играют определяющую роль в поглотительной способности почв. Так как почвенные пасты и вытяжки из почв имеют слабокислую или нейтральную среду (табл. 1), то следует предположить, что основную роль при катионном обмене в почвах играют относительно сильные карбоксильные группы. По сумме $E \cdot m$ карбоксильных групп (табл. 3) пахотный слой контроля превосходят все остальные варианты. Сравнение же данных для вариантов с двойной дозой минеральных удобрений и с кальциевым меллиорантом показывает превосходство последнего варианта. При этом, несмотря на большее значение

Таблица 3. Содержание в почве (м, г/100 г почвы) ГК и ФК, произведения содержания сильнодиссоциированных (карбоксильных) и слабодиссоциированных (фенольных) протондонорных групп на массы ФК и ГК и их суммы (У)

Вариант	Е · m							
	ФК				ГК		У	
	Фракция В		Фракция Д					
	карбок- сильные	фе- ноль- ные	карбок- сильные	фе- ноль- ные	карбок- сильные	фе- ноль- ные	карбок- сильные (ГК+ФК)	феноль- ные (ГК+ФК)
Контроль	1,36	6,20	1,71	2,88	5,69	4,34	8,76	13,42
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0,92	5,48	0,13	0,45	2,30	1,83	3,35	7,76
Дефекат	1,72	1,50	0,90	0,90	1,44	0,94	4,06	3,34

Е · m по слабодиссоциирующим протондонорным группам у контроля и варианта с минеральными удобрениями, при выявленных значениях pH почвенных вытяжек они не должны участвовать в ионообменном процессе.

Представляет интерес выявить, какая из изучаемых фракций гумуса обладает наибольшей способностью

к ионообменному взаимодействию за счет участия в нем сильнодиссоциированных функциональных групп. На рисунке 3 представлены графические изображения распределения поглотительной способности почв по фракциям гумусовых кислот.

На основе полученных данных установлено, что максимальную способность к ионообменному взаимодействию проявляют ГК, что связано с высокой молекулярной массой и более сложным химическим строением, по сравнению с ФК. На варианте с применением минеральных удобрений, по-видимому, происходит интенсивная деструкция всех высокомолекулярных фракций гумусовых кислот (не только ГК, но и ФК фракции Д). В случае

варианта с использованием кальциевого мелиоранта отмечается большая однородность в распределении поглотительной способности по фракциям.

Представленные результаты позволяют считать, что для стабилизации количественного и качественного состава гумуса целесообразным является применение дефеката. ■

Литература

1. Королев В.А. Изменение основных показателей плодородия выщелоченных черноземов под влиянием удобрений / В.А. Королев, Л.Д. Страхулова // Почвоведение. — 2005. — № 5. — С. 604—611.
2. Практикум по почвоведению / И.С. Кауричев; под ред. И.С. Кауричева. — М.: Агропромиздат, 1986. — 336 с.
3. Заварзина А.Г. Кислотно-основные свойства ГК различного происхождения по данным потенциометрического титрования / А.Г. Заварзина, В.В. Демин // Почвоведение. — 1999. — № 10. — С. 1246—1251.
4. Стекольников К.Е. Изменение кислотно-основных свойств гуминовых кислот под воздействием удобрений и мелиорантов / К.Е. Стекольников [и др.] // Почвоведение. — 2004. — № 6. — С. 713—718.