

УДК 631.417:631.445.25:631.81

ВЛИЯНИЕ ДОЗ И ФОРМ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ

В.А. КОНЧИЦ, Н.И. ПРИЩЕП, А.И. КУРБАТОВ

(Кафедра физической и коллоидной химии)

С использованием дифференциального термического анализа (ДТА) и дифференциальной термогравиметрии (ДТГ) показано, что применение минеральных удобрений в сочетании с навозом в полевом севообороте на серой лесной почве изменяет количественный и качественный состав гумуса. Внесение калийных удобрений по фону $NP +$ навоз уменьшает прирост гумуса в почве. Изменения содержания гумуса в зависимости от различных форм и норм калийных удобрений в основном связаны со «свободным» органическим веществом (сгорающим при $300-450^{\circ}C$). Содержание этой части гумуса уменьшается в ряду: хлористый калий — калимагнезия — сульфат калия — плавленный фосфат.

Органическое вещество почвы — один из основных компонентов, характеризующих уровень плодородия [3, 6, 7]. Поддержание его запасов означает сохранение не только содержащихся в почве элементов минерального питания, но и ее энерге-

тического потенциала. В последние десятилетия было установлено, что при экстенсивном ведении сельского хозяйства, когда не проявляется в должной мере забота о поддержании запасов гумуса, заметно снижается влияние этого компонента.

Интенсивное ведение хозяйства подразумевает применение системы удобрения, предусматривающей высокие нормы органических и минеральных удобрений, уровень которых должен быть лимитирован экологическими требованиями при обеспечении достаточно высоких урожаев. Гумус при этом как адсорбент и источник питания приобретает ведущее положение в системе растение — почва — удобрение. Определение только содержания органического вещества без изучения его качественного состава, доступности, лабильности не позволяет оценить реальное плодородие почв [1, 2]. Наиболее слабо изучено влияние удобрений, особенно калийных, на фракционный состав гумуса, его доступность, термическую устойчивость.

Целью наших исследований является изучение влияния различных норм и форм калийных удобрений, вносимых ежегодно (схема опыта в табл. 1), в условиях 4-польного севооборота (однолетние травы — пшеница — сахарная свекла — гречиха) на состав органического вещества серой лесной легкосуглинистой почвы. Действие калийных удобрений исследуется на фоне ежегодного внесения навоза и NP (вариант «фон»).

Методика

Стационарный полевой опыт был заложен в 1986 г. в совхозе «Владимировский» Комаричского района Брянской области. Образцы почв отбирали по завершении первой ротации севооборота в 1990 г. методом пунктирной линии. В дальнейшем из каждых 12 индивидуальных проб составляли смешанный образец для анализа.

Перед закладкой опыта почва ха-

рактеризовалась следующими агрохимическими показателями: гумус — 2,6 %, $pH_{\text{сол}}$ — 5,9, N_r — 1,0 мг-экв, P_2O_5 — 15 мг, K_2O — 16,7 мг на 100 г.

Нами был использован термический анализ почвенных образцов, который с успехом применялся для решения самых разнообразных вопросов, касающихся структурных особенностей гумусовых кислот различного происхождения, взаимодействия гумусовых кислот с минеральными компонентами почвы, и многих других [1, 4, 5, 8]. Кроме того, с помощью термического анализа можно исследовать почвенные образцы, не подвергая их дополнительным внешним воздействиям, что является несомненным преимуществом данного метода.

Термический анализ воздушно-сухих почвенных образцов проводили на дериватографе Q-1500D (ВНР) в области температур от комнатной до 1000 °С в воздушной атмосфере. Скорость нагрева 10°/мин. В качестве эталона использовали прокаленный Al_2O_3 , навеска образца колебалась в пределах 450-500 мг.

Дифференциально-термический анализ (ДТА)

Термическая характеристика почв в разных вариантах опыта дана в табл. 1.

Контрольный вариант серой лесной почвы характеризовался двумя эндозффектами при 135 и 585 °С и тремя экзоэффектами при 355, 390 и 440 °С. Первый эндозффект обусловлен потерей адсорбционной влаги; второй, по всей вероятности, — фазовым переходом SiO_2 , а экзоэффекты — сгоранием органического вещества. Наличие трех экзоэффектов свидетельствует о том, что в дан-

ном варианте органическое вещество не является однородным с точки зрения прочности его связи с минеральной частью почвы. Органическое вещество, сгоравшее при 355 °С, связано с минеральной частью почвы наименее прочно (очевидно, это новообразованный, лабильный гумус). Значительно прочнее эта связь у органического вещества, сгоравшего при 440 °С. Средней прочностью связи характеризовалось

органическое вещество, сгоравшее при 390°.

Внесение азотно-фосфорных удобрений в сочетании с органическими (фон) мало изменяло термическую характеристику серой лесной почвы. При этом, во-первых, повысилась температура сгорания лабильного органического вещества (до 365 °С), во-вторых, под влиянием NP исчезла фракция органического вещества, сгоравшая в контроле при 390°.

Т а б л и ц а 1

**Термическая характеристика серой лесной почвы
по вариантам опыта**

Вариант	Эндоэффект, °С	Экзоэффект, °С
Контроль — 40 т навоза	135, 585	355, 390, 440
Фон — 40 т навоза + 75N60P	135, 585	365, 440
По фону:		
60K _x	140, 580	365, 440
120K _x	135, 580	355, 440
90K _к	140, 580	360, 445
90K _с	135, 580	350, 440
90K _{км}	140, 580	360, 450
90K _{пф}	135, 580	350, 440

Применение хлористого калия (K_x) в различных нормах практически не повлияло на термическую характеристику серой лесной почвы по сравнению с фоновым вариантом. Выявлены только незначительные колебания температур эффектов в пределах ±5°, т.е. различные нормы K_x (от 60 до 120 кг/га) не сказались на термической характеристике этой почвы. То же самое можно сказать и по поводу других форм калийных удобрений.

Таким образом, можно сделать заключение, что серая лесная почва является достаточно устойчивым природным объектом, термические свойства которого мало подверже-

ны изменениям под влиянием как различных форм калийных удобрений, так и возрастающих норм K_x.

Дифференциально-термогравиметрический анализ (ДТГ)

Контрольный вариант характеризовался пятью эффектами потери массы, достигающими максимальной скорости при температурах 120, 335, 435, 510 и 710 °С (табл. 2). Первый эффект при 120 °С отражает удаление адсорбционной влаги и сопровождается потерей массы 1,80 % к навеске. Следующие 3 эффекта при 335, 435 и 510 °С обусловлены сгоранием органического вещества и сопровождаются поте-

рями массы соответственно 1,93, 0,81 и 0,81 %. Суммарная потеря массы в интервале температур 300-500°С в дальнейшем будет рассматриваться как потеря от сгорания «всего» органического вещества почвы, в состав которого входит «свободное» (потеря массы в результате процессов при 300-450°С) и «связанное» органическое вещество (потеря массы в области 500°). При этом «свободное» органическое вещество представлено несколькими фракциями, отличающимися друг от друга прочностью связи с минеральной частью почвы и как следствие разными температурами сгорания. Можно предположить, что «свободное» органическое вещество почвы является более доступным источником питания культур, чем «связанное», при этом более доступной будет та его фракция, которая сгорает в области бо-

лее низких температур, т.е. менее защищенная минеральной частью. В контрольном варианте присутствуют 2 фракции «свободного» органического вещества: менее связанная, сгорающая при 335°С (потеря массы 1,93 %), и более прочно связанная, сгорающая при 435°С (потеря массы 0,81 %).

Процесс, достигающий максимальной скорости при 710°С (потеря массы 0,40 %), обусловлен минеральной частью почвы (по всей вероятности, минералами монтмориллонитовой группы). Следует отметить, что процессы термического разложения в интервале температур 300-500°С, регистрирующиеся на ДТГ-кривых, не фиксируются на ДТА-кривых в силу того, что они попадают на восходящую и нисходящую ветви группы экзотермических при 355, 390 и 440°С.

Т а б л и ц а 2

Термогравиметрическая характеристика серой лесной почвы по вариантам опыта

Вариант	Температура эффекта (°С, числитель) и потеря массы (% к навеске, знаменатель)					Общая потеря массы, % к навеске
Контроль	<u>120</u>	<u>335</u>	<u>435</u>	<u>510</u>	<u>710</u>	5,75
	1,80	1,93	0,81	0,81	0,40	
Фон	<u>125</u>	<u>300-330</u>	<u>440</u>	<u>505</u>	<u>680</u>	6,45
	2,0	2,39	0,97	0,81	0,28	
По фону:						
60K _x	<u>125</u>	<u>300-335</u>	<u>440</u>	<u>505</u>	<u>690</u>	6,54
	2,11	2,28	0,83	0,81	0,42	
120K _x	<u>120</u>	<u>300-335</u>	<u>435</u>	<u>495</u>	<u>675</u>	6,12
	2,12	2,12	0,81	0,32	0,32	
90K _{xc}	<u>125</u>	<u>340</u>	<u>440</u>	<u>505</u>	<u>615</u>	6,51
	2,15	2,29	0,90	0,66	0,50	
90K _c	<u>120</u>	<u>300-330</u>	<u>435</u>	<u>505</u>	<u>680</u>	6,34
	2,19	2,05	0,88	0,85	0,46	
90K _{км}	<u>125</u>	<u>300-335</u>	<u>445</u>	<u>510</u>	<u>685</u>	6,16
	2,07	2,14	0,94	0,75	0,34	
90K _{пф}	<u>125</u>	<u>330</u>	<u>440</u>	<u>505</u>	<u>690</u>	6,01
	2,17	1,87	0,94	0,66	0,37	

Внесение NP с органическим веществом (фон) изменило ДТГ-кривую серой лесной почвы. Удаление адсорбционной влаги достигало максимальной скорости при несколько большей температуре (125 °C) и сопровождалось несколько большей потерей массы (2,0 %), чем в контроле. Основное изменение заключалось в том, что «свободное» органическое вещество сгорало в результате четырех реакций, достигающих максимальной скорости при 300, 330 °C (потеря массы 2,39 %), 440 °C (0,97 %) и 505 °C (0,81 %), а в контроле — в результате трех реакций. Таким образом, применение удобрений способствовало увеличению дифференциации органического вещества серой лесной почвы по прочности его связи с минеральной частью и, следовательно, по термоустойчивости. В составе «свободного» органического вещества появилась наименее термоустойчивая фракция (температура сгорания 300 °C), т.е. наиболее доступная для сельскохозяйственных культур.

Следует отметить, что в результате внесения минеральных удобрений существенно увеличилась общая потеря массы при нагреве серой лесной почвы до 1000 (в фоновом варианте — 6,45, в контроле — 5,75 % к навеске).

Применение 60K_п практически не изменило кривую ДТГ по сравнению с фоном. На ней также фиксировались процесс удаления адсорбционной влаги при 125 °C (потеря массы 2,11 %), четыре реакции сгорания различных по термоустойчивости фракций органического вещества, достигающих максимальной скорости при 300, 335 °C (потеря массы 2,28 %), 440 (0,93 %) и 505 °C

(0,81 %), и процесс разложения минеральной части почти при 690 °C (0,42 %). Суммарная потеря массы несколько увеличилась по сравнению с фоном (с 6,45 до 6,54 %) в основном за счет увеличения адсорбционной влаги.

Внесение 120 K_х вызвало более заметные изменения ДТГ-кривой, что проявилось в уменьшении температуры сгорания «связанной» органики на 5-10 °C. Кроме того, уменьшилась общая потеря массы при нагреве образца до 1000 °C (с 6,54 до 6,12 %), причем произошло это в основном за счет уменьшения количества сгораемого органического вещества. Таким образом, повышенные нормы K_х уменьшили термостабильность органического вещества почвы и его количество.

В варианте со средним количеством хлористого калия (90K_к) кривая ДТГ практически идентична контрольной. На ней не фиксировалось сгорание наименее прочно связанной фракции органического вещества при 300 °C, имеющейся в двух предыдущих вариантах. Общая потеря массы заметно возрастала (до 6,51 %) в основном за счет адсорбционной влаги и органического вещества.

В вариантах K_с и K_{км} (сульфат калия и калимагнезия на основе сыньритов) на кривых ДТГ вновь появилась реакция сгорания наименее прочно связанной фракции органического вещества, достигающая максимальной скорости при 300-335 °C. В варианте K_с несколько больше адсорбционной влаги (2,19 %), чем в варианте K_{км} (2,07 %), однако меньше «свободного» органического вещества. Таким образом, K_с оказывает такое же действие, что и K_х в повышенных

дозах, но выраженное в большей мере. В варианте $K_{\text{км}}$ уменьшалось количество адсорбционной влаги, т.е. $K_{\text{км}}$ вызывала уменьшение гидрофильности серой лесной почвы по сравнению с другими формами калия.

Применение $K_{\text{пф}}$ (плавленого фосфата калия) привело к тому, что кривая ДТГ данного варианта стала практически идентичной ДТГ-кривой в контроле. На ней отсутствует реакция сгорания наименее прочно связанной фракции органического вещества (при 300 °С). Суммарная потеря массы (6,01 %) здесь наименьшая в основном за счет уменьшения сгораемого органического вещества.

Интересно проследить за влиянием различных норм и форм калий-

ных удобрений, а также NP на изменение потери массы по каждому процессу, зафиксированному на ДТГ-кривой (табл. 3). Прежде всего следует отметить, что во всех вариантах происходило увеличение гидрофильности серой лесной почвы (количества адсорбционной влаги) и общей потери массы в результате применения минеральных удобрений. В наибольшей степени этому способствовало применение $K_{\text{с}}$, в наименьшей — $K_{\text{км}}$. Различные дозы $K_{\text{х}}$ влияют на этот показатель практически одинаково, но в меньшей мере, чем $K_{\text{с}}$. По возрастанию влияния минеральных удобрений на гидрофильность серой лесной почвы варианты опыта можно расположить в ряд: $90K_{\text{с}} > 90K_{\text{пф}} > 90K_{\text{кс}} > > 120K_{\text{х}} > 60K_{\text{х}} > 90K_{\text{км}}$.

Т а б л и ц а 3

Изменение потери массы (%) в каждом эффекте по вариантам опыта

Вариант	Интервалы температур, °С				Общая потеря массы
	120-125	300-340	435-445	495-510	
Контроль	100	100	100	100	100
Фон	+11,0	+23,8	+19,8	0,0	+12,2
По фону:					
60 $K_{\text{х}}$	+17,2	+18,1	+14,8	0,0	+13,7
120 $K_{\text{х}}$	+17,8	+9,84	0,0	-13,6	+6,43
90 $K_{\text{кс}}$	+19,4	+18,7	+11,1	-18,5	+13,2
90 $K_{\text{с}}$	+21,7	+6,22	+8,64	+4,94	+10,3
90 $K_{\text{км}}$	+15,0	+10,9	+16,0	-7,4	+7,13
90 $K_{\text{пф}}$	+20,6	-3,1	+16,0	-18,5	+4,52

Что касается общей потери массы, то наибольшей по сравнению с контролем она была в варианте 60 $K_{\text{х}}$, наименьшей — при 90 $K_{\text{пф}}$. Различные формы калийных удобрений по их влиянию на общую потерю массы располагаются в ряд: 60 $K_{\text{х}} > 90K_{\text{с}} > 90K_{\text{км}} > 90K_{\text{пф}}$.

Влияние калийных удобрений на «свободное» органическое вещество, сгоравшее в области температур 300–340 °С, также достаточно однозначно: почти во всех вариантах его количество возрастало (на 6,22–23,8 %). Исключение составил вариант 90 $K_{\text{пф}}$, в котором содержание

этой фракции уменьшилось на 3,1 % по сравнению с контролем.

Наибольшее увеличение содержания гумуса обнаружилось в фоновом варианте (без калийных удобрений). Повышение дозы K_x до 120 кг/га в меньшей мере способствовало этому процессу, чем ее снижение (до $90K_{кс}$ и $60K_x$). Среди форм калийных удобрений большее влияние на рассматриваемый показатель оказывал K_x , несколько меньшее $K_{км}$, K_c и, наконец, $K_{пф}$, который даже уменьшал количество данной фракции в почве по сравнению с контролем.

Такое же влияние оказывали минеральные удобрения и на фракцию органического вещества, сгоравшую при 435-445 °С, т.е. практически во всех вариантах ее содержание возрастало (до 19,8 %). Следует отметить, что максимальное возрастание количества этой фракции опять-таки отмечалось в фоновом варианте. При внесении калийных удобрений отмечалось возрастание количества данной фракции по сравнению с контролем, но в меньшей мере, чем в фоновом варианте. Повышенные дозы K_x ($120K_x$) не увеличивали количества фракции, сгораемой при 435-445 °С, в отличие от пониженных ($60K_x$). Среди различных форм калийных удобрений наибольшее ее увеличение обеспечивали $K_{км}$ и $K_{пф}$ (на 16,0 %), затем K_x (на 14,8 %) и K_c (на 8,64 %).

Влияние калийных удобрений на потерю массы в области температур 495-510 °С было совершенно иным. Здесь либо происходило уменьшение массы (варианты $90K_{пф}$, $90K_{кс}$, $120K_x$, $90K_{км}$), либо она оставалась без изменений (варианты $60K_x$ и фон). Исключение

составил вариант K_c , в котором наблюдалось увеличение потери массы на 4,94 %.

Под влиянием минеральных удобрений заметно изменялся качественный состав органического вещества серой лесной почвы (табл. 4). Во всех вариантах возрастало количество «свободного» органического вещества, причем в наибольшей степени в фоновом варианте. При внесении калийных удобрений по фону также шло увеличение количества этой фракции по сравнению с контролем, но в меньшей мере, чем в фоновом варианте, т.е. калийные удобрения снижали воздействие фоновых удобрений. Пониженные дозы K_x в большей мере способствовали увеличению «свободной» органики, чем повышенные. Среди форм калийных удобрений в большей мере (в сторону увеличения) влиял на этот показатель K_x , затем $K_{км}$, K_c и, наконец, $K_{пф}$.

На количество «всей» органики минеральные удобрения влияли идентичным образом. При этом $K_{пф}$ вызывал даже его уменьшение на 2,3 % по сравнению с контролем.

Несколько иначе изменялся такой показатель, как «% свободной» органики в составе «всей» органики. Следует отметить, что примененные минеральные удобрения, как фоновых, так и калийных, вызывало увеличение доли «свободного» органического вещества в составе «всей» органики, т.е. минеральные удобрения, возможно, способствуют высвобождению органического вещества и переводу его из прочно связанной с минеральной частью формы в менее прочносвязанную, более доступную для его дальнейшей минерализации и использования растениями. Наибольшее ко-

личество (относительное) «свободной» органики обнаруживалось в варианте $K_{кс}$, наименьшее — в варианте K_c . Если принять этот показатель как степень доступности поч-

венного органического вещества для питания растений, то следует считать вариант K_c наименее благоприятным для произрастания растений.

Т а б л и ц а 4

Качественный состав органического вещества серой лесной почвы и его изменение по вариантам опыта (числитель — абсолютные значения, знаменатель — их изменения в %)

Вариант	«Свободное» ОВ, сумма потерь масс при 330, 440°	«Всё» ОВ, сумма потерь масс при 330, 440 и 510°	«Свободное» ОВ, в составе «всего» ОВ, %	«Всё» ОВ, % от общей потери массы	Отношение масс при 330°/440°	Преобладание «свободного» ОВ над «связанным» ОВ
Контроль	<u>2,74</u> 100	<u>3,55</u> 100	<u>77,2</u> 100	<u>61,2</u> 100	<u>2,38</u> 100	<u>3,38</u> 100
Фон	<u>3,36</u> +22,6	<u>4,17</u> +17,5	<u>80,6</u> +4,4	<u>64,7</u> +5,72	<u>2,46</u> +3,36	<u>4,15</u> +22,8
По фону:						
60 K_x	<u>3,11</u> +13,5	<u>3,92</u> +10,4	<u>81,9</u> +4,7	<u>59,9</u> -1,3	<u>2,75</u> +15,6	<u>3,84</u> +13,6
120 K_x	<u>2,93</u> +6,93	<u>3,63</u> +2,25	<u>80,7</u> +4,53	<u>59,3</u> -3,1	<u>2,62</u> +10,1	<u>4,19</u> +24,0
90 $K_{кс}$	<u>3,19</u> +16,4	<u>3,85</u> +8,45	<u>82,9</u> +7,38	<u>59,1</u> -3,4	<u>2,54</u> +6,72	<u>4,83</u> +42,9
90 K_c	<u>2,93</u> +6,93	<u>3,78</u> +6,48	<u>77,5</u> +0,39	<u>59,6</u> -2,60	<u>2,33</u> -2,1	<u>3,45</u> +2,07
90 $K_{км}$	<u>3,08</u> +12,4	<u>3,83</u> +7,89	<u>80,4</u> +4,15	<u>62,2</u> +1,63	<u>2,28</u> -4,20	<u>4,11</u> +21,6
90 $K_{пф}$	<u>2,81</u> +2,55	<u>3,47</u> -2,3	<u>81,0</u> +4,92	<u>57,7</u> -5,7	<u>1,99</u> -16,4	<u>4,26</u> +26,0

Повышенные дозы K_x в большей мере вызвали перевод органического вещества из закрепленной формы в более «свободную», чем пониженные. Среди форм калийных удобрений наиболее эффективным с этой точки зрения является $K_{пф}$, затем K_x в двойной дозе, $K_{км}$ и K_c .

Минеральные удобрения по-раз-

ному влияли на содержание «всей» органики. В вариантах фон, 90 $K_{км}$ и 60 K_x ее количество возрастало по сравнению с контролем в убывающей последовательности. В вариантах 90 K_c , 120 K_x , 90 $K_{кс}$ и 90 $K_{пф}$ оно было меньше, чем в контроле, в возрастающей последовательности. Опять-таки следует подчеркнуть, что

одни фоновые удобрения (NP + навоз) вызывали увеличение содержания «всей» органики, а калийные удобрения по этому фону заметно уменьшали ее прирост, причем в указанных вариантах количество «всей» органики даже уменьшалось по сравнению с контролем. Интересно отметить, что в вариантах $120K_x$, $90K_{кс}$, $90K_c$ и $90K_{пф}$ хотя и наблюдалось уменьшение количества «всей» органики, однако при этом в ее составе возрастала доля «свободной» органики, т.е. отчетливо проявлялся процесс высвобождения прочносвязанной органики и перевод ее в менее прочносвязанную, «свободную» форму, более доступную для процессов минерализации и использования растениями.

Применение K_x в качестве калийного удобрения в различных дозах во всех случаях увеличивало в составе «свободной» органики менее прочно связанную с минеральной частью фракцию, сгоравшую в области $300^\circ C$, причем с возрастанием дозы K_x количество этой фракции увеличивалось. Остальные формы калийных удобрений (K_c , $K_{км}$, $K_{пф}$) уменьшали долю данной фракции в составе «свободной» органики, причем в меньшей мере это свойственно K_c (на 2,1 %), в большей — $K_{пф}$ (на 16,4 %).

Во всех вариантах с применением минеральных удобрений соотношение «свободной» и «связанной» органики было выше, чем в контроле, т.е. минеральные удобрения уменьшают прочность связи органического вещества с минеральной частью почвы, увеличивают его доступность для минерализации, его подвижность. Больше всего этот показатель возрастал по сравнению с контролем в варианте $90K_{кс}$ (на 42,9 %).

Повышение дозы K_x увеличивало долю «свободной» органики, ее преобладание над «связанной». Из различных форм калийных удобрений более сильным действием в этом отношении обладает $K_{пф}$, существенно меньшим — K_c .

Таким образом, минеральные удобрения расшатывают связи в системе органическое вещество — минеральная часть почвы, способствуют минерализации органического вещества, что может быть благоприятным для растений. Однако этот процесс может отрицательно сказаться на потенциальном плодородии почв, так как при этом происходит обеднение почвы органическим веществом, сначала легкодоступным, «свободным». С исчезновением «свободного» органического вещества начинает затрагиваться и прочно связанное с минеральной частью (потенциальное). В результате в термодинамически равновесной открытой почвенной системе, которая сформировалась как продукт длительных естественных процессов почвообразования, усиливаются процессы деградации органического вещества.

Выводы

1. В полевом опыте на серой лесной почве при ежегодном внесении NP по навозному фону после первой ротации 4-польного севооборота наблюдалось увеличение содержания гумуса, в основном его «свободной» части.

2. Применение калийных удобрений по навозу с NP уменьшало прирост содержания гумуса; между дозой калийных удобрений и содержанием гумуса выявлена прямая корреляция.

3. Разные виды калийных удобрений

ний по-разному воздействуют на прирост содержания гумуса; наименьшим влиянием обладает хлористый калий, наибольшим — плавненный фосфат калия.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алешин С.Н., Черников В.А., Кончиц В.А.* Изучение природы взаимодействия органического вещества с минеральной частью почвы термографическим методом.— Изв. ТСХА, 1970, вып. 3, с. 233-237.— 2. *Алешин С.Н., Шевцова Л.К., Черников В.А.* К вопросу об изменении органического вещества почвы при длительном применении удобрений.— Агрохимия, 1971, № 6, с. 49-54.— 3. *Жуков А.И., Попов П.Р.* Регулирование баланса гумуса в почве. М.: Росагропромиздат, 1988.— 4. *Касатиков В.А., Черников В.А.* Кинетические параметры

термической деструкции глиногуминовых соединений.— Докл. ТСХА, 1977, вып. 228, с. 126-129.— 5. *Касатиков В.А., Черников В.А.* Исследование влияния поглощенных катионов на сорбцию гуминовых кислот бентонитом методом дериватографии.— Изв. ТСХА, 1974, вып. 6, с. 111-120.— 6. *Лыков А.М.* Воспроизводство плодородия почв в Нечерноземной зоне, М.: Россельхозиздат, 1982.— 7. *Орлов Д.С.* Химия почв. М.: Изд-во МГУ, 1985.— 8. *Янишевский Ф.В., Кузьмич Л.С., Кончиц В.А., Черников В.А.* Влияние длительного применения доз и форм калийных удобрений на содержание, состав и свойства азотсодержащих и органических соединений в дерново-подзолистой почве.— Агрохимия, 1989, № 8, с. 24-34.

*Статья поступила
29 сентября 1993 г.*

SUMMARY

Using differential thermal analysis (DTA) and differential thermogravimetry (DTG), it has been shown that application of mineral fertilizers in combination with manure in field crop rotation on gray forest soil changes quantitative and qualitative composition of humus. Application of potassic fertilizers over NP background reduces humus content increasing in the soil. Changes in humus content depending on different forms and rates of potassic fertilizers are primarily connected with «free» organic matter (burning at 300-450 °C). The amount of this part of humus decreases in the sequence: potash chloride — potash-magnesia — potassium sulphate — melted phosphate.