

УДК 631.4:631.417.2

## АГРОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВ

В. И. САВИЧ, С. Б. ДИАЛЛО

(Кафедра почвоведения)

Показано, что для оптимизации различных параметров почвенного плодородия необходима оптимизация не только содержания гумуса, но и конкретных параметров гумусового состояния. Предлагаются новые параметры оценки гумусового состояния в агрономических целях — оценка гумуса по его влиянию на плодородие почв, на рост и развитие растений, а также новые методики агрономической оценки органического вещества почв: оценка его комплекссообразующей и структурообразующей способности, биологической активности, сорбционных свойств. Указывается, что для достижения в почве определенных пределов значений отдельных параметров гумусового состояния необходимо в почву вносить органические удобрения, видоизмененные методами биотехнологии до заданного состава.

Существующие методы оценки гумусового состояния почвы, содержания в ней гумуса, а также его группового и фракционного состава не всегда позволяют провести по полученным данным количественные расчеты агрономического характера. В наибольшей степени указанный недостаток таких методов проявляется при интенсивной химизации сельскохозяйственного производства, применении интенсивных технологий выращивания сельскохозяйственных культур.

Наше исследование было посвящено разработке новых принципов и методов агрономической оценки органического вещества почв и проверке перспективности их использования.

## Методика

Объектами исследования явились лугово-черноземная [2] и дерново-подзолистые почвы различной степени окультуренности [3]. На основе теоретических разработок были проведены аналитические исследования, модельные опыты и статистическая обработка данных агрохимического обследования почв ряда совхозов Московской области.

В аналитических исследованиях оценивалось содержание в почве различных фракций органических веществ, выделяемых методом конкурирующего комплексобразования [4], электролиза [6] и оцениваемых методами инфракрасной спектроскопии, дериватографии [1], биотестов.

Для оценки биологической активности почв 3 мл фильтрата водной вытяжки вносили в кристаллизатор на фильтровальную бумагу. В этот раствор высаживали 50 семян кресс-салата. Семена закрывали, чтобы предотвратить испарение, и через 3 дня определяли длину корешков и стебельков.

При оценке влияния органических удоб-

рений на подвижность поливалентных катионов оценивалось содержание поливалентных катионов в вытяжках 0,1 н.  $\text{Na}_2\text{SO}_4 + 0,01$  н.  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  (прочносвязанные формы — фракция I); 0,1 н.  $\text{Na}_2\text{SO}_4 + 0,01$  н.  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  (прочносвязанные формы — фракция II); 0,1 н.  $\text{Na}_2\text{SO}_4 + 0,01$  н.  $\text{SnCl}_2$  (растворимые в восстановительных условиях — фракция IV); 0,1 н.  $\text{Na}_2\text{SO}_4 + 0,01$  н.  $\text{NaF}$  (рыхлосвязанные формы — фракция III); 0,1 н.  $\text{Na}_2\text{SO}_4 + 0,01$  н.  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  (рыхлосвязанные формы — фракция V).

При оценке количества функциональных групп органического вещества почв методом ИКС с использованием внутреннего стандарта инфракрасные спектры снимали в образцах с добавлением и без добавления гидрохинона и щавелевой кислоты.

В модельном опыте, длившемся 4 мес, изучалось изменение рассматриваемых показателей при компостировании почв в условиях оптимальной и избыточной влажности с добавлением органических удобрений разного вида.

Параметры оценки гумусового состояния почв целесообразно рассматривать на уровне почвенного массива (парцеллы, педоне), профиля почв, горизонта, структурной отдельности и при этом оценивать статические и динамические параметры, подвижность органических соединений, их свойства, влияние соединений на взаимосвязи в системе почва — растение — окружающая среда, а также выявлять пути регулирования гумусового состояния. Оценку последнего перспективно проводить отдельно для почвы и систем почва — растение, почва — окружающая среда.

При агрономической оценке гумусового состояния важное значение имеет реализация следующих принципов.

1. На эволюцию и плодородие почв особенно сильно влияют различные компоненты органического вещества почв; при изменении интенсификации сельскохозяйственного производства сущность влияния органического вещества на плодородие также меняется. Это определяет необходимость использования для изучения генезиса и плодородия почв, помимо общих принципов оценки органического вещества, специальных подходов различных методик.

2. Формирование гумусового состояния почв отражает специфику почвы как особого тела природы. Гумус хранит информацию об эволюции почв, о приближении последней к стационарному состоянию. Поэтому необходима оценка не только статических, но и динамических параметров, не только свойств, но и процессов.

3. Гумус является в определенной степени интегральным показателем почвенного плодородия, так как его формирование отражает размеры и состояние многих параметров почвенного плодородия. В связи с этим агрономически оценивать гумус можно только при совместном учете других параметров почв.

4. В свою очередь, органическое вещество почв определяет многие свойства почв, и оптимизация плодородия в значительной степени зависит от оптимизации гумусового состояния.

5. Органическое вещество почв является источником энергии, аккумулированной ранее зелеными растениями за счет фотосинтеза. Эта энергия определяет возможность и особенности формирования почв, их фундаментальные свойства. В связи с этим в затратах на применение удобрений всегда нужно видеть и затраты на воспроизводство плодородия.

6. При накоплении в почве отдельных компонентов гумуса с определенными свойствами она постепенно приобретает новые качества. С точки зрения экономики важно знать градации перехода количества в качество, минимальные значения показателей, которых необходимо достигнуть. Это определяет и наибольшее значение коэффициента полезного действия разрабатываемых систем земледелия, систем воздействия на почву.

Целесообразно выделить следующие основные параметры агрономической оценки гумусового состояния почв (по влиянию на плодородие почв, системы почва — растение и почва — окружающая среда):

— статические (на разном уровне детализации), оценивающие: 1 — подвижность органических соединений, 2 — их состав, 3 — свойства, 4 — влияние органических соединений на изучаемые процессы, 5 — пути оптимизации перечисленных статических параметров;

— динамические (на разном уровне детализации), оценивающие: 1 — формирование и закономерности распределения, трансформации полей гумусового состояния почв, 2 — кинетику формирования и трансформации статических параметров, 3 — термодинамику и трансформацию статических параметров, 4 — закономерности и моделирование эволюции гумусового состояния почв.

Агрономическая оценка органического вещества почв и органических удобрений может быть проведена на основе следующих принципов.

1. По влиянию органического вещества на плодородие почв — образование структуры, прочность связи воды с твердой фазой, подвижность и токсичность отдельных катионов и анионов, величину заряда почв, гидрофильность и гидрофобность, размер удельной поверхности, емкость поглощения катионов и анионов, накопление внутренней энергии в почве, свободную энергию и энтропию системы, напряженность, кинетику концентрационных, электрических, магнитных, осмотических, гравитационных, тепловых полей в почве.

2. По влиянию органического вещества на биологические и ферментативные процессы, их напряженность, цикличность, скорость, фор-

мирование экологических полей, биологических полей, трансформацию видового состава микрофлоры.

3. По влиянию органического вещества на рост и развитие растений. В этом случае оно рассматривается в качестве источника элементов питания для растений, заряда, энергии, ингибитора и катализатора, буфера, компонента в процессах метаболизма и конкурирующего комплексообразования, биологически активного соединения, компонента и буфера кислотных-основных, окислительно-восстановительных, осмотических, магнитных систем и полей.

4. По влиянию органического вещества на экологическую систему как источника  $\text{CO}_2$ , буфера по отношению к токсикантам и ядохимикатам, источника энергии и питания для растений и микроорганизмов, восстановителя, потенциального источника отдельных токсичных соединений.

Целесообразно выделять параметры оценки подвижности органического вещества, оценки свойств гумуса, оценки процессов его формирования, трансформации, изменения напряженности и конфигурации концентрационных полей органического вещества и полей, с ним взаимосвязанных.

Среди параметров оценки подвижности органического вещества почв выделяются: 1) фактор емкости (в том числе фракционный состав); 2) фактор интенсивности, оценивающий прочность связи органических компонентов с твердой фазой; 3) фактор кинетики, оценивающий скорость перехода гумусовых соединений из твердой фазы в раствор; 4) буферные свойства, включающие в себя: способность почв противостоять изменению состояния гумуса по факторам емкости, интенсивности, кинетики при внесении органических соединений извне, внесении минеральных удобрений, при сельскохозяйственном использовании.

Среди параметров оценки свойств гумуса в зависимости от цели исследования можно выделить следующие: 1) обуславливающие растворимость осадков поливалентных катионов и анионов — оценка констант диссоциации, фракционного состава на основе конкурирующего комплексообразования, эффекта протонирования, комплексообразующей способности; 2) оценивающие влияние гумуса как источника элементов питания — оценка элементного состава, способность к разложению, в т. ч. с использованием ионоселективных электродов на основе ферментных и микробиологических мембран, методами гидролиза, последовательной экстракции, электродиализа, термографии; 3) оценивающие влияние гумуса на водные свойства почв — оценка гидрофильности и гидрофобности, прочности связи воды методом БЭТ, ИКС, дериватографии; 4) оценивающие влияние гумуса на токсичность тяжелых металлов, высоких концентраций элементов, ядохимикатов — оценка буферности в кислотном-щелочном, окислительно-восстановительном интервалах по отношению к изучаемым загрязнителям, оценка емкости поглощения, сорбционных свойств, количества функциональных групп; 5) оценивающие влияние гумуса как биологически активного соединения — оценка состава и свойств функциональных групп, реакционных центров методом ИКС, ЯМР, ЭПР, потенциостатической кулонометрии, ДТА, оценка биологической активности методом биотестов; 6) оценивающие влияние гумуса как лиганда в конкурирующем комплексообразовании в процессах метаболизма и как источника энергии — оценка теплоты сгорания, заряда, молекулярных масс, термодинамических параметров; 7) оценивающие влияние гумуса как ингибитора и катализатора отдельных реакций — оценка ингибирования и стимулирования отдельных реакций с использованием для калибровки метода внутреннего стандарта — химически чистого известного соединения с рассматриваемыми свойствами; 8) оценивающие влияние гумуса как регулятора и матрицы микробиологической и ферментативной активности почв; 9) оценивающие влияние гумуса как буфера в окислительно-восстановительном, кислотном-ос-

новном интервалах, в распространении концентрационных, магнитных, электрических, осмотических, биологических полей в почве при определении соответствующей буферной емкости; 10) оценивающие влияние гумуса как регулятора воздушного и теплового режимов почвы, регулятора ее плотности; 11) оценивающие влияние гумуса как источника энергии в почве и 12) как структурообразователя.

Одним из важных параметров гумусового состояния является свойство гумуса быть центром осаждения органических соединений, образующихся в почве при разложении органических остатков. При этом гумус обеспечивает сорбцию этих соединений, их трансформацию, их защиту от разложения в связи со значительной набухаемостью мицеллы, устойчивостью в основном ароматических группировок инертного гумуса ППК по отношению к воздействию ферментов и микроорганизмов.

Различные показатели гумуса влияют на разные свойства почв. При этом положительное влияние их на одни свойства в системе почва — растение может отрицательно сказаться на других. Оптимальные лимиты отдельных параметров будут неодинаковы для различных почв, культур и зависеть от значений других свойств почв. Даже в первом приближении размеры лимитов зависят от почвы, климатических условий, уровня интенсификации сельскохозяйственного производства. С экономической точки зрения целесообразно достижение минимальных значений параметров гумусового состояния, обеспечивающих заданный уровень урожайности, заданные свойства почв.

Очевидно, что определение содержания гумуса по Тюрину и существующие методы определения фракционного состава не могут дать ответа на поставленные вопросы. Для реализации каждой из указанных задач требуется применение своих методов анализа. При высокой химизации и в период освоения интенсивных технологий выращивания растений необходимо проведение расчетов процессов, протекающих в почве, что требует количественной оценки влияния гумуса на рассматриваемые процессы.

В зависимости от того, какой из показателей, связанный с гумусовым состоянием, лимитирует плодородие почв, следует определять те или иные составные компоненты гумуса. К таким компонентам относятся: содержание элемента питания и их способность к минерализации, коэффициент минерализации; содержание функциональных групп, ответственных за образование структуры, биологическую активность почв и интоксикацию тяжелых металлов и ядохимикатов; комплексобразующую способность, способность к интоксикации, емкость поглощения органической части по отношению к катионам и анионам и т. д. Таким образом, методы определения гумуса не могут быть однозначны при изучении всех условий его воздействия на плодородие в системе почва — растение.

С учетом рассмотренных принципов и методов агрономической оценки органического вещества почв необходимо подходить и к разработке способов регулирования их гумусового состояния. Нормы и виды органических удобрений определяются свойствами почв, целью их применения, степенью интенсификации производства и экономической целесообразностью. Для улучшения структуры почвы целесообразно использовать такие органические удобрения (при их соответствующей ферментации и компостировании), которые содержат повышенное количество функциональных групп, обуславливающих образование структуры. Очевидно, при малых дозах и внесении их в весь объем почвы такие удобрения не будут эффективными. Следовательно, в этом случае требуются высокие нормы удобрений.

Аналогичная ситуация складывается при использовании органических удобрений с целью увеличения емкости поглощения почв, повышения доступности влаги.

Если органические удобрения применяют в качестве источника питания, то их нормы определяются потребностью растений в элементах

Зависимость подвижности Ca, Mg и микроэлементов в почвах совхоза «Прогресс» от степени гумусированности ( $n > 150$ )

рН	Гумус. %	Ca	Mg	Cu	Zn	Mo	B
		мг·мэкв/100		мг/кг			
4—5	1—2	2,2	0,8	2,5	—	0,10	0,4
	2—3	6,0	2,1	3,2	1,6	0,14	0,5
	3	5,1	2,0	3,0	1,7	0,15	0,4
5—6	1—2	4,6	1,5	2,1	1,1	0,12	0,4
	2—3	6,7	2,2	3,0	1,4	0,20	0,4
	3	7,2	2,6	3,5	3,6	0,20	0,5
>6	1—2	5,8	1,1	2,5	1,2	0,15	0,4
	2—3	8,0	3,0	3,0	1,5	0,16	0,5
	3	7,6	2,3	5,0	3,4	0,13	0,8

питания на запланированный урожай и коэффициентом минерализации. Целесообразна такая ферментация и компостирование, которые обеспечивают заданную кинетику распада органических остатков. Как правило, нормы в данном случае значительно ниже, чем при применении органических удобрений с целью создания структуры, увеличения емкости поглощения почв, их буферности, степени гумусирования. Однако использование органических удобрений только в качестве источника элементов питания иногда экономически не оправдано. Более рационально локальное их внесение.

При использовании органических удобрений в качестве биостимулятора, интоксиканта или источника энергии, необходимой в стрессовых ситуациях, дозы определяются потребностью растений в данных продуктах.

Для получения требуемых форм удобрений необходимы соответствующие компостирование и ферментация исходных органических остатков. При экстенсивном ведении хозяйства применение этих способов воздействия на органические удобрения экономически не оправдано. Экономический эффект этого приема повышается с увеличением интенсификации производства, но требуется применение значительных норм. Совершенно ясно, что для всех случаев нельзя рекомендовать одну норму удобрений заданного и тем более неопределенного состава. Более перспективно и экономически целесообразно внесение в почву компонентов заданного состава, созданного из необходимых органических остатков на основе использования биотехнологий.

Для регулирования гумусового состояния почв с помощью биотехнологии перспективны четыре направления воздействий.

1. Увеличение доли отдельных групп микроорганизмов путем регулирования минерального питания, органического питания, органического питания при одновременной инокуляции органических удобрений определенными микроорганизмами и различной продолжительности компостирования за счет регулирования условий развития микроорганизмов, рН, Eh, температуры, давления.

2. Инактивация отдельных групп микроорганизмов путем добавления в разлагающуюся смесь селективных токсикантов.

3. Изменение состава разлагаемой смеси при добавлении белковых компонентов, соломы, остатков хвойных растений и т. д. [8].

4. Прекращение разложения на определенном этапе, когда образовалась заданная доля необходимых компонентов.

Ниже представлены примеры агрономической оценки органического вещества почвы с учетом указанных принципов.

Данные почвенно-агрохимических обследований позволяют выяснить зависимость подвижности отдельных элементов питания от степени гумусированности. По полученным данным, для дерново-подзолистых почв Московской области с увеличением степени гумусированности в пределах одного и того же значения кислотности происходит

**Структурообразующая способность  
водорастворимого органического вещества  
(г осажденной илистой фракции)  
пахотного горизонта почв**

Вариант	Дерново-подзолистая почва			Лугово-черноземная почва		
	Водорастворимое органическое вещество		Вытяжка 0,1 н. NaOH +0,1 н. CaCl <sub>2</sub>	Водорастворимое органическое вещество		0,1 н. NaOH +0,1 н. CaCl <sub>2</sub>
	+H <sub>2</sub> O	+0,1 н. CaCl <sub>2</sub>		+H <sub>2</sub> O	+0,1 н. CaCl <sub>2</sub>	
Сено, 30 т/га	0,15	0,20	0,10	0,17	0,32	0,20
Навоз, 30 т/га	0,17	0,24	0,12	0,20	0,25	0,25
« 100 т/га	0,25	0,30	0,30	0,30	0,40	0,30

увеличение количества подвижных фосфатов. Однако отношение  $\Delta P_2O_5$  к  $\Delta$  гумуса для разных хозяйств неоднозначно. В то же время при высокой степени гумусированности и  $pH > 6,0$  отмечается уменьшение содержания подвижных фосфатов.

С увеличением степени гумусированности в основном растет количество подвижных форм соединений кальция, магния, меди, цинка, молибдена и бора, что, видимо, определяется как увеличением эффективной растворимости осадков данных элементов, так и блокировкой гидроокисей железа и алюминия, которые могут сорбировать медь и цинк (табл. 1).

В значительной степени влияние органического вещества на плодородие почв может быть оценено по его комплексообразующей способности, которая зависит, как показали полученные нами данные, от вида почв, условий увлажнения и применения органических и минеральных удобрений [7]. По значению этого показателя можно более точно определить эффективную растворимость в почве осадков поливалентных катионов.

Расчеты эффективной растворимости осадков могут быть проведены с учетом фракционного состава поливалентных катионов и органических соединений почв на основе конкурирующего комплексообразования [4, 5]. От комплексообразующей способности органического вещества почв в значительной степени зависит и его структурообразующая способность.

Как видно из табл. 2, добавление к суспензии ила водорастворимого органического вещества, и особенно его смеси с 0,1 н. CaCl<sub>2</sub>, вызывает коагуляцию ила (в контрольном варианте без добавления органического вещества осаждение составило в воде 0,05 г, а в растворе 0,1 н. CaCl<sub>2</sub> — 0,09 г). В щелочной вытяжке коагуляция не увеличилась в связи с диспергирующим действием натрия.

Внесение различных органических удобрений определяет структурообразующую способность неоднозначно, последняя увеличивается с увеличением норм органических удобрений. С нашей точки зрения, использование данного показателя для агрономической оценки органического вещества почв правильно. При этом более точный результат получается, если расчет ведется на 100 г углерода.

Так как органические соединения почв обладают способностью образовывать комплексы с поливалентными катионами, то увеличение гумусированности, норм органических удобрений изменяют подвижность этих катионов в почве и их усвояемость растениями. В табл. 3 приведены данные, характеризующие изменение подвижности меди, цинка и магния в дерново-подзолистой почве при внесении в нее сена, соломы, навоза из расчета 30 т сухого вещества на 1 га (в % к контролю без внесения органических удобрений).

Вытеснение поливалентных катионов из почв фоновым электролитом 0,1 н. Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> в смеси с 0,01 н. растворами комплексонов и вос-

Подвижность соединений поливалентных катионов (при оптимальной влажности, % к контролю) в дерново-подзолистой почве

Ион	Прочносвязанные		Рыхлосвязанные III	Растворимые в восстановительных условиях IV	Рыхлосвязанные V	Рыхлосвязанные соединения, %
	I	II				
Cu	40,0	84,0	200,0	117,3	166,7	416,7
Zn	42,2	108,0	500,0	63,8	100	236,7
Mg	95,8	113,1	110,3	113,1	110,9	116,7

становителем свидетельствует о большой доле рыхлосвязанных форм соединений рассматриваемых ионов в вариантах с органическими удобрениями (табл. 3).

Способность органических соединений, содержащихся в почвах и растениях, к комплексообразованию в значительной степени определяет их участие в процессах метаболизма растений и формирование урожая сельскохозяйственных культур. При этом важно знать долю органических соединений, находящихся в свободном состоянии и в виде комплексов с определенным знаком и плотностью заряда. Данный параметр перспективно оценивать как для почв, так и для растений.

При наличии в растениях значительной доли отрицательно заряженных соединений поливалентных катионов можно говорить о том, что в процессе метаболизма они связываются с органическими лигандами. Полное отсутствие положительно заряженных форм соединений поливалентных катионов в клеточном соке говорит о недостатке этих элементов для роста и развития растений. Хорошо коррелирует с состоянием растений содержание положительно и отрицательно заряженных форм соединений катионов и органического вещества, определенное одновременно в почвах, корнях, стеблях и листьях.

Реакционной способностью органических соединений в значительной степени определяется и их биологическая активность.

Как видно из табл. 4, условия компостирования влияют на биологическую активность почв. Максимальное варьирование биологической активности в опытах с другими типами почв составляют по длине стеблей от  $0,15 \pm 0,04$  до  $0,76 \pm 0,06$ , по длине корней — от  $0,26 \pm 0,06$  до  $1,98 \pm 0,16$ .

В конечном итоге все агрономически важные свойства органического вещества почв определяются его реакционной способностью, строением, наличием определенных функциональных групп. Задача состоит в выявлении тех физико-химических характеристик органического вещества, которые ответственны за формирование определенных агрономических свойств почвы. Внесением органических удобрений, измененных методами биотехнологии, можно получить органическое вещество с заданными физико-химическими характеристиками.

В табл. 5 приведены данные о влиянии органических удобрений на содержание функциональных групп в почве, определенное методом инфракрасной спектроскопии с использованием для расчета стандартной полосы поглощения [1].

Перспективно определение количества функциональных групп методом ИКС с применением внутреннего стандарта. Так, по полученным нами данным, в черноземе

Таблица 4

Биологическая активность водорастворимого органического вещества дерново-подзолистой почвы

Вариант влажности	Длина корней	Длина стеблей
Избыточная 30 сут, а затем оптимальная 30 сут	$1,44 \pm 0,14$	$0,73 \pm 0,10$
Избыточная 30 сут Оптимальная 60 сут	$1,13 \pm 0,15$	$0,40 \pm 0,04$
	$1,98 \pm 0,16$	$0,41 \pm 0,07$

Содержание функциональных групп органического вещества при внесении органических удобрений

Влажность	Лугово-черноземная почва				Дерново-подзолистая почва			
	контроль		органические удобрения		контроль		органические удобрения	
	R—COOH	R—OH	R—COOH	R—OH	R—COOH	R—OH	R—COOH	R—OH
Оптимальная	1,0	2,2	1,6	2,5	0,8	2,1	0,8	3,0
Избыточная	0,9	1,4	1,2	2,6	0,8	2,3	1,0	4,8

приведенная оптическая плотность при  $1460 \text{ см}^{-1}$  составила 0,10, а в смеси чернозем+гидрохинон (4:1) — 0,66. В другом эксперименте при добавлении щавелевой кислоты в смеси почва+кислота (4:1) значение этого показателя при  $1640 \text{ см}^{-1}$  изменилось от 0,25 до 0,60. Используя пересчеты, можно получить агрономически важные сведения о количестве отдельных функциональных групп, емкости поглощения.

Внесение органических удобрений приводит к изменению гумусового состояния почв, в частности к изменению соотношения периферических и центральных частей и молекул органического вещества почв. Так, используя метод дериватографии, мы установили, что соотношение периферических и центральных частей молекул в органическом веществе дерново-подзолистой почвы изменяется от 2,85 до 1,30 при внесении сена, до 1,66 при внесении навоза и до 1,31 при внесении соломы в условиях оптимальной влажности почв; от 1,80 соответственно до 3,0; 1,90; 3,40 и 1,28 при избыточной влажности почв. Таким образом, применение различных по химическому и биохимическому составу органических удобрений с учетом уровня увлажнения позволяет изменять состав органического вещества почв.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Методы изучения минералогического состава и органического вещества почв / Под ред. И. С. Рабочева. — Ашхабад: Ылым, 1975. — 2. Кауричев И. С., Сидоренко О. Д., Савич В. И. Окислительно-восстановительное состояние лугово-черноземных почв под рисом. — Изв. ТСХА, 1981, вып. 4, с. 60—69. — 3. Рыбаков А. Л. Аспекты энергетической оценки плодородия дерново-подзолистых почв разной степени окультуренности. Автореф. канд. дис. М.: ТСХА, 1986. — 4. Савич В. И., Трубицина Е. В., Шевченко А. В. Фракционный состав гумуса на основе конкурирующего комплексообразования. — В кн.: Современные процессы почвообразования и их регулирование в условиях интенсивных систем земледелия. — М.: ТСХА, 1965, с. 3—7. — 5. Савич В. И., Трубицина Е. В. Определение фракционного состава соединений Fe в подзолистых почвах на основе конкурирующего комплексообразования. — В кн.: Актуальные вопросы генезиса и плодородия почв. — М.: ТСХА, 1983, с. 57—60. — 6. Савич В. И., Трубицина Е. В., Баскакова С. Ю., Зотова А. Н., Рыбаков А. Л. Химическая автография прикорневой зоны растений на основе электролиза и ионитовых мембран. — Агрохимия, 1986, № 10, с. 120—125. — 7. Савич В. И., Трубицина Е. В., Муради Н. М., Диалло С. Б., Смолева О. С. Комплексообразующая способность компонентов почвенного раствора и органического вещества почв. — Изв. ТСХА, 1988, вып. 1, с. 73—80. — 8. Трубицина Е. В., Кашенков В. С., Заболотнов Б. В. Влияние органических остатков растений на растворимость некоторых соединений. — В кн.: Физико-химические свойства и плодородие почв. — М.: ТСХА, 1983, с. 63—75.

Статья поступила 4 апреля 1988 г.

## SUMMARY

It is shown that for optimization of different soil fertility parameters it is necessary to optimize not only specific parameters of humus state, but also those of humus content. New parameters of estimating humus state for agronomic purposes are suggested—estimating humus as to its effect on soil fertility, growth and development of plants. New methods for agronomic estimation of soil organic matter are suggested: estimation of its complex-forming and structure-forming ability, biological activity, sorption properties. It is noted that for soil to reach definite limits in values of certain humus state parameters, it is necessary to apply organic fertilizers modified by biotechnological technique so as to get the programmed composition.