

9. Сулейменов М.К. Сеять нельзя, паровать / М.К. Сулейменов // Сб. статей. – Алма-Аты, 2006. – 220 с.
10. Теплер Е.З. Практикум по микробиологии: учебное пособие для вузов / Е.З. Теплер, В.К. Шильникова; Под ред. В.К. Шильниковой. – М.: Дрофа, 2004. – 256 с.
11. Хамова О.Ф. Биологическая активность лугово-черноземных почв Омского Прииртышья: монография / О.Ф. Хамова, Л.В. Юшкевич, Н.А. Воронкова, В.С. Бойко, Н.Н. Шулико. – Омск: Омскбланкиздат, 2019. – 94 с.
12. Холмов В.Г. Интенсификация и ресурсосбережение в земледелии лесостепи Западной Сибири: монография / В.Г. Холмов, Л.В. Юшкевич. – Омск: ОмГАУ, 2006. – 396 с.

13. Храмов И.Ф. Ресурсы парового поля в лесостепи Западной Сибири: монография / И.Ф. Храмов, Л.В. Юшкевич. – Омск, 2013. – 184 с.
14. Юшкевич Л.В. Совершенствование технологии возделывания яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири / Л.В. Юшкевич, И.А. Корчагина, А.В. Ломановский // Земледелие. – 2014. – № 6. – С. 30-32.
15. Юшкевич Л.В. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от технологии возделывания в лесостепи Западной Сибири / Л.В. Юшкевич, А.Г. Щитов, И.В. Пахотина // Земледелие. – 2019. – № 1. – С. 32-34.
16. Юшкевич Л.В. Эффективность системы обработки почвы в полевых севооборотах при длительном внесении соломы в Западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – № 5. – С. 51-53.

INFLUENCE OF REPEATED SOWING OF SPRING WHEAT ON SOIL FERTILITY AND AGROPHYTOCENOSIS STATUS IN FOREST-STEPPE OF WESTERN SIBERIA

L.V. Yushkevich, O.F. Hamova, A.G. Shchitov, E.V. Tukmacheva
Omsk agricultural research center, Koroleva pr. 26, 644012 Omsk, Russia, e-mail: res81@mail.ru

A comparative complex assessment of the fertility elements of chernozem soils, the state of agrophytocenosis, and the productivity of spring wheat according to various predecessors in a long two-factor stationary experiment in a grain-crop rotation is given. It has been established that a limited set of productive precursors of spring wheat leads to an unjustified increase in repeated sowing (up to 40-50%), which reduces the yield, grain quality, and soil productivity. It was found that the integrated use of intensification means leads to significant positive changes in soil fertility and agrophytocenosis state: the coefficient of water consumption by wheat plants decreases by 30-53%, the nitrate nitrogen content before sowing increases by 28%, and mobile phosphorus by 1.7 times. The use of herbicides and fungicides reduced weed re-sowing of wheat by an average in 3.8 times, infection of the root system of plants by 39%, and the upper tier of leaves by 2.0-3.1 times. The yield of third wheat after fallow increased up to 2.10-2.36 t/ha in intensive backgrounds, gluten in grain also increased up to 27.9%. It was established that the use of chemicals did not have a negative impact on the biological activity of chernozem soil.

Key words: repeated sowing, spring wheat, predecessor, crop rotation, soil cultivation system, intensification means, yield, grain quality, number of microorganisms, soil biological activity.

УДК 631.41

КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ, КАК ФАКТОР ОПТИМИЗАЦИИ КИСЛОТНО-ОСНОВНОГО И ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ

В.В. Гукалов, к.с.-х.н., Северо-Кубанская сельскохозяйственная опытная станция
Chempion1985@yandex.ru

Комплексообразующая способность почвенных растворов в значительной степени определяет миграцию биофильных элементов в почвах и их усвояемость растениями. В проведенных исследованиях на дерново-подзолистых почвах и обыкновенных черноземах, в том числе в многолетних опытах, показано повышение содержания водорастворимых соединений Ca, Mg, Fe, Mn в почвах под влиянием водорастворимых органических лигандов разлагающихся растительных остатков и органических удобрений. Это сопровождается изменением pH и Eh почв, улучшением структурного состояния почв, накоплением энергии в гумусе, урожае, что способствует повышению урожайности с.-х. культур и уменьшению степени проявления закона убывающей отдачи при применении повышенных доз удобрений.

Ключевые слова: комплексные соединения, водорастворимые Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, урожайность.

DOI: 10.25680/S19948603.2020.112.11

Применение органических удобрений и внесение в почву пожнивных остатков в значительной степени повышают плодородие почв и урожай сельскохозяйственных культур [1-3]. Это сопровождается увеличением гумусированности почв [4], оптимизацией агробиохимического круговорота биофильных веществ [5]. Образующиеся в почвах водорастворимые органические вещества обладают комплексообразующей способностью [6, 7], повышающей подвижность биофильных элементов в почвах и их усвояемость растениями [7]. Однако, комплексообразующая способность водорастворимых органических веществ пожнивных остатков и органических удобрений различается для разных ка-

тионов, зависит от pH и Eh среды, является характерным показателем почв и почти не изучена.

Объектом исследования выбраны: дерново-подзолистые среднесуглинистые почвы разной степени окультуренности на покровных суглинках с опыта РГАУ-МСХА в Московской области [2], обыкновенные черноземы малогумусные мощные глинистые на лессовидном суглинке Краснодарского края с опытов Северо-Кубанской сельскохозяйственной опытной станции [8].

Методика. Состояла в определении агрохимических, физико-химических, водно-физических свойств почв общепринятыми методами [1, 2, 8-10], в оценке комплексообразующей способности водорастворимых ор-

ганических веществ разлагающихся растительных остатков и навоза [6], в оценке влияния на эффективность известкования внесения CaCO_3 с пометом и пожнивыми остатками [11, 12].

Экспериментальная часть. 1. Влияние органических удобрений и комплексобразования на кислотно-основное состояние почв. Водорастворимые органические соединения разлагающихся растительных остатков и органических удобрений обладают комплексобразующей способностью к Ca, Mg, Fe, Mn, Al. Это изменяет растворимость осадков данных катионов и константы их обмена в системе твердая фаза почвы – раствор. В дерново-подзолистых почвах это обусловлено увеличением растворимости CaCO_3 и вытеснением Fe, Mn, Al из почвенного поглощающего комплекса в раствор.

В черноземах достаточно кальция и магния, но, в связи с небольшим количеством водорастворимых органических веществ, растениям не хватает водорастворимого кальция. Внесение органических удобрений позволяет оптимизировать кислотно-основное состояние этих почв.

Материалы многолетних опытов на дерново-подзолистых почвах хозяйства «Михайловское» Московской области показали, что увеличение интенсивности развития дернового процесса почвообразования при правильной системе севооборотов, обработки и удобрения позволило оптимизировать pH среды в течение 35 лет при однократном внесении CaCO_3 по гидролитической кислотности. Это иллюстрируют данные таблицы 1.

1. Изменение кислотно-основного состояния в пахотном горизонте дерново-подзолистых почв за 35 лет

Почва	pH		S, мг-экв/100 г		Отчуждение Ca	Поступление Ca
	1	5	1	5		
Слабооккультуренная	4,4	4,4	7,1	9,4	48,1±2,6	54,9±3,3
Хорошо окультуренная	5,9	5,8	13,4	14,6	90,1±6,4	75,6±4,5

Примечание. 1 и 5 – ротации севооборота; отчуждение и поступление Ca в почву травами 2-го года.

За счет развития дернового процесса почвообразования и переноса Ca из горизонтов В и ВС в Ап, при увеличении биохимического выветривания и перехода Ca, Mg, K из необменного в обменное состояние при однократном внесении CaCO_3 35 лет назад величина pH и сумма поглощенных оснований не уменьшились.

В дерново-подзолистых почвах при увеличении степени их гумусированности возрастало количество водорастворимого углерода от 5,9 до 10,7 мг C/kg почвы при изменении содержания C в почвах с 0,9 до 1,2%.

При известковании дерново-подзолистых почв CaCO_3 мало растворяется в почвенном растворе. Для растворения мелиоранта необходимы вода и диоксид углерода. При наличии в почвенном растворе органических лигандов, образующих комплексы с Ca, растворимость CaCO_3 значительно возрастает. Это определяет повышение эффективности известкования. Полученные материалы подтверждают это положение (табл. 2).

Как видно из представленных данных, при внесении в почву CaCO_3 вместе с органическими остатками эффективность известкования возрастает. При этом несколько увеличивается и величина суспензионного эффекта. Однако степень проявления этих процессов оп-

ределяется константами устойчивости комплексов органических лигандов с Ca, Al, Mn, Fe и проявлением эффектов их протонирования.

2. Изменение под хвойным лесом свойств дерново-подзолистых почв после их известкования с добавлением помета и разлагающихся растительных остатков

Вариант опыта	Горизонт	pH		До известкования, мг/л		После известкования, мг/л	
		суспензия	фильтрат	Fe	Ca	Fe	Ca
CaCO_3	A ₁	4,2	4,4	0,10	23,4	0,12	
	A ₂	4,4	4,8	0,21	10,0	0,55	
	A ₂ B	4,0	4,3	0,12	6,2	0,58	
CaCO_3 + помет + растительные остатки	A ₁	5,6±0,9	5,9±0,9	0,18±0,1	93,6	0,12±0,01	
	A ₂	5,0±0,5	5,0±0,5	0,15±0,02	24,4	0,50±0,14	> 50
	A ₂ B	5,3±0,4	5,3±0,4	0,16±0,02	47,5	0,34±0,10	

Влияние органических удобрений и комплексобразования на окислительно-восстановительное состояние почв. Водорастворимые органические лиганды различных разлагающихся растительных остатков обладают неодинаковой величиной pH и Eh [10]. Так, по полученным данным, величина pH водорастворимого органического вещества из компостированных 10 дней в условиях избыточного увлажнения составляла: из листьев клена – 6,2, из сена – 5,9, из листьев липы – 6,8; величина Eh (мВ) по ХСЭ была, соответственно, 260; 495 и 410 мВ.

Комплексные соединения Fe, Mn, Cr, Cu обладают более низкими значениями Eh перехода из окисных соединений в закисные. В связи с этим, градации содержания в почвах Fe, Mn, Cr, Cu в зависимости от Eh среды в почвах, где преобладают ионные или комплексные соединения этих ионов, различаются. Значения pH и Eh различаются в разных слоях и гранях структурных отдельностей почв, что характеризует современные процессы почвообразования.

Так, по полученным данным, в слабооккультуренной почве внешние слои структурных отдельностей были более кислые, чем внутренние, а в хорошо окультуренной почве внешние слои имели большие величины pH, чем внутренние, соответственно 6,6 и 5,7; меньшую величину Eh (в Мв) по ХСЭ – , соответственно, 247,7 и 300,7; больше NO_3 , соответственно, 12,0 мг/л · 10⁻⁵ и 8,3 мг/л · 10⁻⁵.

Влияние органических удобрений и комплексобразования на физические свойства почв. Органические вещества почв и органические лиганды разлагающихся растительных остатков и органических удобрений существенно влияют на образование структуры почв и их водно-физические свойства [13].

В обыкновенных черноземах структурное состояние почв (У) в значительной степени зависело от содержания органического вещества (Г) и в меньшей степени от pH и содержания подвижных форм P_2O_5 : $У = -0,99 + 0,68 Г + 0,08 \text{ pH} + 0,01 \text{ P}_2\text{O}_5$, $r = 0,69$; $F = 4,3$.

Внесение в почву навоза и сложного органоминерального компоста привело к значительному увеличению содержания агрегатов 2-1 мм – от 15,5 до 16,8 и 18,8%. Использование различных растительных остатков неодинаково изменяет структурное состояние почв. Так, при внесении в дерново-подзолистую почву 3 г остатков на 100 г почв и при дальнейшем компостировании почв в течение 3 мес в условиях оптимальной

влажности при мокром просеивании почв содержание агрегатов более 3 мм составляло: на контроле 0,11 %; при внесении остатков картофеля – 1,17, при внесении пожнивных остатков ячменя – 9,33%.

В обыкновенном черноземе структурные отдельно-сти разного размера содержали неодинаковое количество подвижных катионов, вытесняемых из почв $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ с pH 4,8. Фракции 10-3 и 2-0,25 мм содержали, соответственно, Ca – $23,9 \pm 2,1$ и $29,9 \pm 1,9$ мг/л $\cdot 10^{-2}$; Mg – $9,5 \pm 0,2$ и $10,8 \pm 0,7$ мг/л $\cdot 10^{-2}$; K – $102,2 \pm 3,3$ и $120,9 \pm 3,6$ мг/л.

Внешние и внутренние слои структурных отдельно-стей почв, образующихся в результате дернового процесса почвообразования и подзолаобразования, различались. Так, для слабоокультуренных дерново-подзолистых почв внешний и внутренний слои структурных отдельныхностей содержали Ca, соответственно, 2,6 и 3,5 мг/л, Mg – 3,2 и 4,2 мг/л.

В почвах высокой степени окультуренности внешние слои содержали Ca – 7,6, Mg – 8,6 мг/л, а внутренние, соответственно, 3,8 и 3,9 мг/л. В слабоокультуренной почве внешний слой призматических отдельныхностей был, по сравнению с внутренним слоем, обеднен кальцием и магнием, а в хорошо окультуренной почве (где больше гумуса) – обогащен.

Влияние органических удобрений и компостирования на подвижность биофильных элементов в почвах и их усвояемость растениями. Наличие комплексонов в почвенных растворах в значительной степени повышало подвижность в них поливалентных катионов. Это иллюстрируется данными таблицы 3.

3. Влияние влажности, степени развития анаэробнозиса, pH, комплексобразования на вытеснение железа из пахотного горизонта дерново-подзолистых почв

Вытяжка	pH	60% ПВ		100% ПВ
		влажная почва	сухая почва	влажная почва
0,1 н. HCl	3,8	1,4	1,7	5,0
	5,8	1,3	1,6	0,5
	8,5	1,3	1,6	5,8
0,1 н. HCl + 0,01 М ЭДТА	4,3	63,3	70,5	100,3
	6,2	51,0	62,0	92,4
	7,4	40,4	49,1	95,5

Продукты разложения разных органических остатков обладают неодинаковой комплексобразующей способностью. По полученным данным, содержание водорастворимой меди (мг/100 мл) составляло при внесении в почву сена, соломы и навоза из расчета 30 т/га, соответственно, при оптимальной влажности 0,03; 0,04 и 0,03, при избыточной влажности – 0,09, 0,09 и 0,09.

Растворимость осадков в вытяжке из соломы пшеничной и сена злаковых составляла при pH 2,5-6,0: Fe_2O_3 – $0,6 \pm 0,1$ и $3,4 \pm 0,6$ мг/л; MnO_2 – $3,7 \pm 1,5$ и $19,6 \pm 3,5$; ZnCO_3 – $9,8 \pm 2,9$ и $12,0 \pm 0,2$; CaCO_3 – $216,6 \pm 185,9$ и $229,0 \pm 39,6$ мг/л.

Комплексные органоминеральные соединения поливалентных катионов с органическими лигандами в почвах обладают разной константой устойчивости. Так, в дерново-подзолистых почвах, по полученным данным, присутствуют комплексы с Fe^{2+} до $\text{pK}_{\text{ЭФ}} = 15$; с Mn^{2+} с $\text{pK}_{\text{ЭФ}}$ до 25; с Fe^{3+} с $\text{pK}_{\text{ЭФ}}$ до 35.

Образование комплексных соединений поливалентных катионов с органическими лигандами почвенных

растворов приводит к уменьшению доли положительно заряженных форм. В большой степени это проявляется для катионов, более склонных к комплексообразованию. Так, по полученным данным [6], в дерново-подзолистых хорошо окультуренных почвах под озимой пшеницей отношение $\text{FeL}^{n+}/\text{FeL}^{n-}$ составляло в почвенных растворах 1,75/2,23, а для Ca – 0,45/0,20, Mn – 0,54/0,06, для Zn – 1,37/1,62.

Влияние органических удобрений и комплексобразования на урожай с.-х. культур и его качество. Применение органических удобрений и пожнивных остатков растений повышает урожай сельскохозяйственных культур.

Использование навоза и на черноземных почвах приводило к увеличению степени оструктуренности почв. Так, коэффициент структурности составлял в слое 0-30 см обыкновенных черноземов при ежегодной отвальной разнотравной вспашке – 1,98, а при применении 40 т/га навоза 2 раза за ротацию – 2,45. При чередовании отвальной и безотвальной обработок и ежегодном сжигании соломы этот коэффициент равен 1,63, а при внесении соломы в почву и запашке 40 т/га навоза 2 раза за ротацию – 3,1. Урожайность озимой пшеницы в варианте со сжиганием соломы составляла в среднем 4,43 т/га, а при запашке соломы с 40 т/га навоза – 5,82 т/га.

В дерново-подзолистых почвах при энергоемкости гумуса 195-210 и 284-335 млн ккал/га поступление энергии в почву с послеуборочными остатками составляло, соответственно, 11,7 и 23,9-24,5 млн ккал/га, а продуктивность посевов пшеницы – 16,2 и 37,8 ц/га.

Заключение. Комплексообразующая способность почвенных растворов и продуктов разложения растительных остатков и органических удобрений является одним из важных факторов, определяющих плодородие почв. Она определяет растворимость осадков поливалентных катионов, поступление их в растения, влияет на константы ионного обмена в системах твердая фаза почв – почвенный раствор и почва – растение. Установлено, что комплексообразующая способность растительных остатков и помета увеличила растворимость в почве CaCO_3 и повысила эффект от известкования почвы.

Комплексообразующая способность органических лигандов почвенного раствора определяет в значительной степени pH и Eh почв и фракционный состав кислотнo-основных и окислительно-восстановительных систем, в том числе Eh перехода железа, марганца из окисных соединений в закисные.

В проведенных опытах установлено, что при внесении пожнивных остатков и органических удобрений в дерново-подзолистую почву и в обыкновенный чернозем значительно улучшаются оструктуренность почв, подвижность биофильных элементов, повышается урожай с.-х. культур и уменьшается степень проявления закона убывающей отдачи при применении повышенных доз удобрений.

Литература

1. Еськов А.И., Лукин С.М., Мерзлая Г.Е. Современное состояние и перспективы использования органических удобрений в сельском хозяйстве России// Плодородие. – 2018. – №1. – С. 20-23.
2. Замараев А.Г., Савич В.И., Сычев В.Г. Энергомассообмен в звене полевого севооборота. Ч. 2. – М.: РГАУ-МСХА, ВНИИА, 2005. – 336 с.
3. Гукалов В.В. Влияние органоминеральных компостов на развитие и продуктивность растений кукурузы// Экологический вестник Северного Кавказа. – 2012. – Т. 8. – №3. – С. 74-78.

4. Савич В.И., Парахин Н.В., Шишов Л.Л. Агрономическая оценка гумусового состояния почв. – Орел: ОГАУ, 2001. Т.1. – 234 с., Т.2. – 205 с.
 5. Шильников И.А., Сычев В.Г., Шейджен А.Х., Аканова Н.А. и др. Потери элементов питания растений в агробиогeoхимическом круговороте веществ и способы их минимизации. – М.: ВНИИА, 2013. – 351 с.
 6. Савич В.И., Торишин С.П., Белопухов С.Л., Гукалов В.В., Панова П.Ю. Агроэкологическая оценка органоминеральных удобрений. – Иркутск: Мегатрип, 2017. – 298 с.
 7. Карпухин А.И., Сычев В.Г. Комплексные соединения органических веществ с ионами металлов. – М.: ВНИИА, 2005. – 188 с.
 8. Савич В.И., Мерзлая Г.Е., Седых В.А., Гукалов В.В. Процессы, протекающие в почвах при внесении органоминеральных удобрений// Плодородие. – 2017. – №4(97). – С. 29-33.
 9. Гукалов В.В., Савич В.И., Панова П.Ю. Интегральная оценка кислотно-основного состояния почв// Международный с.-х. журнал. – 2019. – №3(369). – С. 50-68.

10. Савич В.И., Смарицын С.Н., Гукалов В.В. Интегральная оценка окислительно-восстановительного состояния системы почва-растение// Известия ТСХА. – 2019. – №4. – С. 19-31.
 11. Аканова Н.И. Изменение агрохимических свойств дерново-подзолистых почв при интенсивном применении минеральных удобрений в сочетании с известкованием. В сб. «Вопросы известкования почв». – М.: ВНИИА, 2002. – С. 11-18.
 12. Гукалов В.В., Савич В.И. Интегральная оценка кислотно-основного состояния почв таежно-лесной и лесостепной зон. – М.: РГАУ-МСХА, ВНИИА, 2019. – 408 с.
 13. Савич В.И., Борисов Б.А., Родионова Л.П., Гукалов В.В., Садуакасов Н.М. Генетическая и агроэкологическая оценка структуры почв// Международный с.-х. журнал. – 2018. – №3. – С. 22-27.
 14. Белюченко И.С., Гукалов В.В., Мельник О.А., Муравьев Е.И., Славгородская Д.А. Влияние фосфогипса на развитие и продуктивность растений подсолнечника// Экологический вестник Северного Кавказа. – 2008. – №4. – С. 115-117.

COMPLEX FORMATION AS A FACTOR OF OPTIMIZATION OF ACID-BASIC AND OXIDATION-REDUCING SOIL CONDITION

V.V. Gukalov

National Grain Center named by P.P. Lukyanenko, KNIISH Manor, 350012 Krasnodar, Russia

The complexing ability of soil solutions largely determines the migration of biophilic elements in soils and their assimilation by plants. Studies conducted on sod-podzolic soils and ordinary chernozems, including many years of experiments, showed an increase in the content of water-soluble Ca, Mg, Fe, Mn compounds in soils under the influence of water-soluble organic ligands of decomposing plant residues and organic fertilizers. This is accompanied by a change in the pH and Eh of soils, an improvement in the structural state of soils, the accumulation of energy in humus, and yield, which is accompanied by an increase in the yield of crops and a decrease in the degree of manifestation of the law of diminishing returns when using high doses of fertilizers.

Key words: complex compounds, content of water-soluble Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, crop

УДК 631.431.1: 631.432.26

ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ПАРОВ НА СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

М.Р. Ахметзянов, к.с.-х.н., И.П. Таланов, д.с.-х.н., Л.И. Сафина,
ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»
E-mail: marsel-praktika@mail.ru, Talanow.Ivan@yandex.ru

Представлены результаты исследований по изучению влияния разных паров на посеvy озимой пшеницы. Экспериментальная работа проведена в 2011-2012 гг. Изучали различные варианты. В звене севооборота приведены результаты по чистому пару и озимой пшенице. Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы – применение сидеральных паров способствует более rychлomu сложению почвы по сравнению с чистым паром, значительно большее содержание в пахотном слое агрономически ценных структурных агрегатов наблюдалось в вариантах с использованием сидеральных паров. Коэффициент структурности был больше в сидеральных парах, кроме того сидеральные пары способствовали более высокому накоплению продуктивной влаги почвы по сравнению с чистым паром. Использование ярового рапса на сидерат приводило к снижению пораженности растений корневыми гнилями. Большая урожайность озимой пшеницы получена при наличии сидерального пара, особенно гречишного.

Ключевые слова: биологизация, сидеральные пары, яровой рапс, гречища, чистый пар, озимая пшеница, плотность почвы, структурность почвы, урожайность.

DOI: 10.25680/S19948603.2020.112.12

Современное интенсивное развитие сельскохозяйственного производства рано или поздно приведет к существенному снижению уровня естественного плодородия почв. На больших площадях происходит уменьшение содержания гумуса, ухудшилась структура почвы. Часто, причинами данных процессов являются нарушение системы обработки почвы и интенсивное использование средств химизации земледелия. Для восполнения потребности в органическом веществе и достижения в земледелии Российской Федерации бездефи-

цитного баланса гумуса необходимо использовать все доступные и экономически оправданные виды органических удобрений [1, 2].

Однако, за последние годы внесение навоза, особенно на отдаленных от животноводческих ферм полях, существенно снизилось, что связано с высоким уровнем затрат на его применение и экономическими трудностями в аграрном секторе. Одним из источников пополнения запасов органического вещества почвы является использование соломы, сидеральных паров, про-