

## АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ СЕВООБОРОТА

---

Магомедрасул Абдурашидович Габибов

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

Одним из наиболее доступных в настоящее время биологических средств поддержания почвенного плодородия являются оставление соломы зерновых культур и зеленой массы сидератов на удобрение. Исследования проводили в Рязанской области на темно-серой лесной тяжелосуглинистой почве со средним уровнем плодородия. Полевой опыт был развернут в зернопропашном севообороте. Результаты исследований показывают, что внесение соломы яровой пшеницы на фоне минеральных удобрений повышает урожайность культур севооборота по сравнению с контролем. Так, урожайность кукурузы на зеленую массу повысилась на 14,1 ц/га з.е., ячменя – на 7,7, овса – на 7,0 и озимой пшеницы – на 3,7 ц/га з.е. Данные исследований по изменению содержания гумуса свидетельствуют, что без применения органико-минеральных удобрений содержание гумуса при прохождении двух ротаций севооборота снизилось с 2,9 до 2,6%. Ежегодное снижение этого показателя составило в среднем 0,037%. Внесение одних минеральных удобрений позволяет замедлить снижение потерь гумуса (ежегодные потери составляют 0,025%). Это связано с тем, что часть питательных веществ, отчуждаемых с урожаем, возвращается в почву. Внесение дополнительно к минеральным удобрениям органического вещества усиливает процессы гумусообразования, компенсируя снижение его содержания вследствие минерализации. Ежегодное уменьшение составляет 0,012%. Вариант распашки целинного участка для сопоставления показывает, что в первые годы идет резкое падение содержания гумуса. Так, после распашки целины на протяжении 8 лет падение гумуса ежегодно составляло 0,075% (4,2 и 3,6%), хотя на данном участке ежегодно вносили  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Для получения стабильной урожайности и уменьшения падения содержания гумуса необходимо вносить дополнительно к минеральным удобрениям солому (3 т/га) и сидерат (5 т/га).

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** удобрения, солома, сидерат, гумус, плодородие, зерновые единицы.

## AGROECOLOGICAL TECHNIQUES FOR INCREASING THE PRODUCTIVITY OF CROP ROTATION

Magomedrasul A. Gabibov

Ryazan State University named for S. Yesenin

At present one of the most easily available biological means of maintaining the soil fertility is the deposition of straw of grain crops and the use of green manure herbage for fertilization. The studies were carried out in Ryazan Oblast on the dark gray heavy-loam forest soil with medium level of fertility. The field experiment was laid in the grain-fallow-row crop rotation. The results of research show that the application of spring wheat straw in addition to mineral fertilizers increases the yield of crops in rotation compared to control. For instance, the yield of corn herbage increased by 14.1 c/ha; barley – by 7.7 c/ha; oats – by 7.0 c/ha, and winter wheat – by 3.7 c/ha of grain units. The results of studying the changes in humus content show that without the application of organic-mineral fertilizers the content of humus over two crop rotations decreased from 2.9 to 2.6%. The average annual decrease of this parameter was 0.037%. The application of mineral fertilizers alone allows reducing the loss of humus (the annual losses amount to 0.025%). This is due to the fact that a certain portion of nutrients lost with the harvest is returned back into the soil. The application of organic matter in addition to mineral fertilizers enhances the processes of humification, compensating for the decrease in its content due to mineralization. The annual decrease in this case amounts to 0.012%. The variant of a plowed virgin plot of land used as control shows that there is a sharp decrease in the content of humus during the initial years. For instance, over the first 8 years after plowing of virgin land the annual decrease in the humus content was 0.075% (4.2% and 3.6%), although  $N_{60}P_{60}K_{60}$  was applied annually in this plot. In order to obtain stable yields and reduce the decrease in the humus content it is necessary to apply straw (3 t/ha) and green manure (5 t/ha) in addition to mineral fertilizers.

**KEY WORDS:** fertilizers, straw, green manure, humus, fertility, grain units.

### **B** ведение

В настоящее время в мировой практике наряду с традиционными технологиями возделывания сельскохозяйственных культур все большее значение приобретают технологии возделывания с использованием биологических средств. Все это вынуждает ученых искать альтернативные варианты решения проблем повышения урожайности сельскохозяйственных культур, с учетом поддержания почвенного плодородия. Наиболее перспективны и целесообразны на современном этапе биологические факторы развития растениеводства, так как они отличаются высокой экологичностью и низкими затратами на их производство в отличие от дорогих минеральных удобрений.

Одним из наиболее доступных в настоящее время биологических средств поддержания почвенного плодородия являются оставление соломы зерновых культур и использование зеленой массы сидератов на удобрение. В связи с этим становятся актуальными исследования по изучению различных систем удобрений, в частности изучение различных видов биологических средств (солома, сидерат) и их сопоставление с минеральными удобрениями.

Кроме того, отмечается, что солома может оказывать положительное и длительное действие на содержание доступных питательных веществ в почве, что обеспечивает рентабельность производства [1, 6]. Их повышение связано не столько с количеством внесенных питательных веществ, сколько с активизацией их высвобождения из труднодоступных форм. При систематическом использовании соломы в качестве удобрения потребность в азоте снижается на 20 кг/га в год, в фосфоре – на 5, в калие – на 10 кг/га [10].

Благоприятное влияние на агрохимические показатели плодородия проявляется и в иммобилизации азота микроорганизмами, разлагающими солому, и последующем постепенном его высвобождении. В результате снижаются потери подвижного азота из почвы, а солома обладает эффектом последействия [3].

Немаловажную роль играет использование соломы не только предшествующих, но и промежуточных культур. Промежуточные сидеральные культуры вводятся в севооборот, чтобы создать плодосмен и разорвать во времени бесконечную череду monocultур, а также пополнить в почве запасы органической массы и возвратить в нее элементы питания, создавая тем самым сбалансированное земледелие [4, 5, 8].

#### **Методика эксперимента**

Исследования проводили в Рязанской области на темно-серой лесной тяжело-суглинистой почве со средним уровнем плодородия. В пахотном слое почвы фракция крупной пыли (0,05-0,01 мм) преобладает над всеми остальными фракциями.

Рязанская область находится в центре Европейской части России (в юго-восточной части Нечерноземной зоны) и расположена в понижении между Среднерусской и Приволжской возвышенностями. Климат – умеренно континентальный с неустойчивым увлажнением. Годовое количество осадков колеблется в пределах от 500 до 575 мм, сумма активных температур за вегетационный период – от 2200 до 2300°С.

Серые лесные почвы являются одним из основных типов в Рязанской области.

Полевой опыт был развернут во времени и в пространстве с последовательным вхождением в севооборот одним полем. Общая площадь делянки – 100 м<sup>2</sup>, учётная – 50 м<sup>2</sup>.

Опыт проведен в зернопропашном севообороте со следующим чередованием культур: кукуруза на зеленую массу – ячмень – овес – озимая пшеница. Органические и минеральные удобрения заделывали под кукурузу согласно схеме опыта. Повторность – четырехкратная. Варианты опыта представлены в таблице.

В качестве сидерата использовали горчицу белую. Рекогносцировочной культурой при закладке опыта являлась яровая пшеница.

После уборки кукурузы на зеленую массу под ячмень фоном вносили N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>, за исключением контрольного варианта. Под овес и озимую пшеницу минеральные и органические удобрения не вносили.

**Результаты и их обсуждение**

Результаты исследований показывают, что внесение соломы яровой пшеницы на фоне минеральных удобрений повышает урожайность культур севооборота по сравнению с контролем. Так, урожайность кукурузы на зеленую массу повысилась на 14,1 ц/га з.е., ячменя – на 7,7, овса – на 7,0 и озимой пшеницы – на 3,7 ц/га з.е. (см. табл.). Урожайность культур севооборота переведена в зерновые единицы с целью возможности сравнительной оценки определенной системы удобрения в целом по севообороту по единой оценочной единице.

**Урожайность культур севооборота в зависимости от внесенных удобрений, ц/га з.е.\***

Вариант опыта	Кукуруза	Ячмень	Овес	Озимая пшеница	Сумма
1. Контроль (без удобрений)	<u>60,8–70,4</u> 65,6	<u>24,4–39,2</u> 31,8	<u>17,6–29,8</u> 23,7	<u>18,9–24,8</u> 21,9	143,0
2. N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> – фон	<u>79,4–95,0</u> 87,2	<u>31,4–44,3</u> 37,9	<u>20,1–36,6</u> 28,4	<u>21,1–27,9</u> 24,5	178,0
3. Фон + солома (3 т/га)	<u>76,8–82,6</u> 79,7	<u>32,0–46,9</u> 39,5	<u>21,9–39,5</u> 30,7	<u>22,1–29,1</u> 25,6	175,5
4. Фон + сидерат (5 т/га)	<u>84,8–92,8</u> 88,8	<u>31,8–42,6</u> 37,2	<u>20,0–37,7</u> 28,9	<u>21,6–27,6</u> 24,6	179,5
5. Фон + солома + сидерат	<u>82,2–89,9</u> 86,1	<u>33,8–47,6</u> 40,7	<u>22,3–39,7</u> 31,0	<u>22,2–28,8</u> 25,5	183,3

\*В числителе – минимальные и максимальные значения по годам исследований, в знаменателе – средние

При заделке соломы под кукурузу урожайность зеленой массы была ниже, чем при минеральной системе удобрения. Уменьшение урожайности связано, вероятнее всего, с выделением токсических веществ, которые при разложении соломы в первый год использования угнетают растения. Значительные колебания урожайности по годам отмечены у ячменя (32,0–46,9 ц/га з.е.) и овса (21,9–39,5 ц/га з.е.). Следовательно, на урожайность культур севооборота, помимо удобрений, существенно влияли и погодные условия при данной системе удобрения. Несмотря на это во все годы исследований урожайность была на довольно приличном уровне для условий Рязанской области.

На современном этапе развития сельскохозяйственного производства немаловажную роль играют и зеленые удобрения, так как при их разложении высвобождаются питательные вещества, которые используются культурными растениями в дальнейшем. Таким образом, роль зеленого удобрения как источника питания бесспорна. Его удобрительный эффект обусловлен питательными веществами, высвобождающимися при разложении биомассы [2, 7, 9].

При использовании в качестве удобрений сидерата (горчица белая) в количестве 5 т/га (фактически полученная масса) урожайность культур севооборота в сумме возросла с 143,0 ц/га з.е на контроле до 179,5 ц/га з.е. Наибольший прирост отмечен на кукурузе (23,2 ц/га з.е.). Такая же закономерность отмечена и на последующих культурах севооборота. По отношению к минеральной системе удобрений урожайные данные были практически на одном уровне.

Наибольшая урожайность отмечена при комплексном внесении соломы и сидерата на фоне минеральных удобрений. В сумме по севообороту урожайность составила 183,3 ц/га з.е.

Помимо получения высокой продуктивности необходимо помнить и о плодородии почвы. Важнейший интегральный показатель плодородия почв – содержание в них гумуса.

## СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

---

При интенсивном земледелии поддержание плодородия на необходимом уровне резко возрастает. Органическое вещество обеспечивает более высокий и стабильный уровень минерального питания растений за счет увеличения емкости почвы и создает условия для аккумулирования и равномерного распределения питательных веществ, вносимых с удобрениями, а также поддерживает оптимальный режим питания. Наиболее доступным, экологически чистым и дешевым источником органического вещества в сельском хозяйстве являются растительные остатки – солома и зеленое удобрение (сидерат).

Результаты исследований показывают, что без применения органо-минеральных удобрений содержание гумуса при прохождении двух ротаций севооборота снизилось с 2,9 до 2,6%. Ежегодное снижение этого показателя составило в среднем – 0,037%. Это связано с ежегодной минерализацией органического вещества и его отчуждением с выносом основной и побочной продукцией.

Внесение одних минеральных удобрений приводит к меньшему снижению потерь гумуса. Ежегодные потери составляют 0,025%. Это объясняется тем, что часть питательных веществ, отчуждаемая с урожаем, возвращается в почву. Хотя минеральные удобрения не могут непосредственно превращаться в гумус, однако часть их быстро переходит в тела почвенных микроорганизмов и лишь затем, по мере их гибели, переходит в состав гумуса.

Внесение, дополнительно к минеральным удобрениям, органического вещества (солома, сидерат) усиливает процессы гумусообразования, компенсируя в той или иной степени снижение его содержания вследствие минерализации. Так, внесение вместе с минеральными удобрениями одного из видов органического вещества (солома, сидерат) существенно уменьшает снижение содержания гумуса. Ежегодное уменьшение составляет 0,012%.

Распашка целинного участка для сопоставления используемых различных видов удобрений показывает, что в первые годы идет резкое падение гумуса. Так, после распашки целины на протяжении 8 лет падение гумуса ежегодно составляло 0,075%, хотя на данном участке ежегодно вносились удобрения в дозе  $N_{60}P_{60}K_{60}$ .

Снижение содержания гумуса в верхнем пахотном горизонте почвы объясняется уменьшением поступления органического вещества и минерализацией накопленных легкоразлагаемых соединений при распашке целинной почвы. При сельскохозяйственном использовании содержание гумуса постепенно стабилизируется соответственно сложившейся агротехнике, но на более низком уровне, чем на целинном участке.

В целом на сравниваемых участках (целина и пашня) идут однонаправленные процессы гумификации. Изменения в гумусовом состоянии почвы, определяемые типом фитоценоза и культурой земледелия, касаются верхнего перегнойно-аккумулятивного горизонта.

### **Выводы**

За период исследований было отмечено, что урожайность культур севооборота в сумме возросла с 143,0 ц/га з.е на контроле до 183,3 ц/га з.е. в зависимости от вида удобрений и их сочетаний. Данная закономерность отмечена на всех культурах севооборота.

Без применения органо-минеральных удобрений содержание гумуса при прохождении двух ротаций севооборота снизилось с 2,9 до 2,6%. Внесение органического вещества (солома, сидерат) дополнительно к минеральным удобрениям усиливает процессы гумусообразования, компенсируя тем самым снижение его содержания вследствие минерализации.

## Библиографический список

1. Габибов М.А. Последействие минеральных удобрений при выращивании озимой пшеницы / М.А. Габибов // Зерновые культуры. – 2001. – № 1. – С. 11–13.
2. Зеленин И.Н. Сидеральные смеси как источник питательных веществ под озимую пшеницу / И.Н. Зеленин, А.В. Чернышов // Аграрная наука. – 2012. – № 4. – С. 19–20.
3. Использование соломы и сидератов на удобрения в биологизированных системах земледелия / В.А. Корчагин, И.А. Чуданов, А.П. Чичкин, О.В. Пронина; сост. В.А. Корчагин. – Самара : Самарский НИИСХ, 2002. – 28 с.
4. Плодородие почв и зеленое удобрение / Т.Б. Лебедева [и др.]. – Москва – Пенза : Полиграфист. – 1997. – 129 с.
5. Многолетние бобовые травы на зеленое удобрение / Т.Б. Лебедева, С.М. Надежкина, Ю.В. Колягин, С.В. Фомин // Земледелие. – 1998. – № 6. – С. 12.
6. Органо-минеральные удобрения и сидеральные культуры в повторных посадках картофеля / И.Я. Пигорев, Э.В. Засорина, К.Л. Родионов, А.А. Коротченков // Аграрная наука. – 2011. – № 5. – С. 9 – 11.
7. Такунов И.П. Значение люпина в биологическом земледелии / И.П. Такунов, Л.Л. Яговенко // Земледелие. – 1997. – № 6. – С. 26–27.
8. Такунов И. П. Удобрение кормовых люпинов / И.П. Такунов, Л.Л. Яговенко // Агрохимия. – 1996. – № 2. – С. 107–120.
9. Трунова О.Н. Солома как прекрасное удобрение (Приготовление удобрения из соломы) / О.Н. Трунова, В.Г. Матершев // Степные просторы. – 1993. – Т. 1. – С. 43.
10. Шкарда М. Производство и применение органических удобрений / М. Шкарда ; пер. с чешск. З.К. Благовещенской. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 364 с.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ Принадлежность к организации

Магомедрасул Абдурашидович Габибов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры биологии и методики ее преподавания, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина», Российская Федерация, г. Рязань, тел. 8(4912) 28-05-79, E-mail: m.gabibov@rsu.edu.ru.

Дата поступления в редакцию 04.04.2017

Дата принятия к печати 16.05.2017

## AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Magomedrasul A. Gabibov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Biology and its Teaching Methods, Ryazan State University named for S. Yesenin, Russian Federation, Ryazan, tel. 8(4912) 28-05-79, E-mail: m.gabibov@rsu.edu.ru.

Date of receipt 04.04.2017

Date of admittance 16.05.2017