

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛОМЫ И СИДЕРАТА В СИСТЕМЕ УДОБРЕНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

**Куликова Алевтина Христофоровна**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Почвоведение, агрохимия и агроэкология»

**Яшин Евгений Александрович**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Почвоведение, агрохимия и агроэкология»

**Яшин Александр Евгеньевич**, аспирант кафедры «Почвоведение, агрохимия и агроэкология»

ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; тел: 8 (8422) 55-95-68; e-mail: agroec@yandex.ru

**Ключевые слова:** зелёное удобрение, солома, биопрепарат, озимая пшеница.

Установлено, что использование соломы предшественника при возделывании зелёного удобрения (виоковская смесь) как отдельно, так и совместно с биопрепаратом Байкал ЭМ–1 и азотной добавкой в дозе 10 кг/т соломы способствовало усилению деятельности почвенной микрофлоры, улучшению питательного режима чернозёма типичного и, как следствие, повышению урожайности озимой пшеницы на 3 – 17 %. Превышение её на варианте применения соломы совместно с биопрепаратом Байкал ЭМ–1 на фоне N 10 кг д.в./т соломы относительно контроля составило 0,38 т/га.

### Введение

Важнейшей проблемой сельскохозяйственного производства России остаётся поиск путей повышения продуктивности земледелия. Успешное решение этой по сути глобальной задачи в одном из крупных зернопроизводящих регионов России – в Поволжье – неразрывно связано с необходимостью обеспечить воспроизводство плодородия почв или поддержание его на достигнутом уровне. Последнее является основой устойчивого функционирования агроэкосистем.

Наиболее эффективным приемом воспроизводства плодородия считается внесение в почву органических удобрений, классическим из которых является навоз. Однако ограниченность его запасов в связи с резким снижением поголовья крупного рогатого скота и затратностью внесения в почву предполагает более широкое применение таких приемов, как использование сидератов и соломы зерновых культур в качестве удобрения. Возврат растительных остатков в почву – наиболее экономичный и экологически безопасный способ воспроизводства почвенного плодородия.

Однако применение их, особенно соломы, имеет свои особенности. Положительное действие соломы проявляется не сразу и определяется многими факторами. Микробиологическая трансформация соломы в почве часто сопровождается иммобилизацией питательных веществ, особенно азота, и снижением урожайности непосредственно удобряемых культур [1, 2, 3]. Кроме того, существует мнение, что отдельные виды микроорганизмов находятся на грани исчезновения, что чаще происходит в результате глобальной химизации в некоторых почвах. Их место занимают микроорганизмы, не участвующие в почвообразовательных процессах и не имеющие эффективного взаимодействия с растениями. В результате чего медленнее разлагаются растительные остатки, в том числе и солома. На полях часто можно видеть неразложившуюся солому прошлого, позапрошлого и даже третьего года [4]. Следовательно, повышение биогенности почвы при использовании соломы как органического удобрения, в том числе и сидератов, является насущной проблемой. Последнюю можно решить за счёт интродукции в почву полезных микроорганизмов в составе биологических препаратов.

Условия среды, в которую вносится биопрепарат, определяют, будут ли микроорганизмы входить в состав доминирующих популяций. Случаи полной гибели интродуцентов отмечаются редко [5].

Вышеизложенное определило цель наших исследований – изучить способы повышения эффективности использования соломы, вносимой под зелёное удобрение, и самого сидерата при возделывании озимой пшеницы.

#### **Объекты и методы исследований**

Исследования проведены на базе стационарного опыта кафедры почвоведения, агрохимии и агроэкологии ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА, внесённого в Государственной реестр длительных опытов Российской Федерации (сертификат №122), в пятипольном сидеральном севообороте зерновой специализации: пар сидеральный ( викоовсяная смесь) – озимая пшеница – просо – яровая пшеница – ячмень.

Схема опыта включала 6 вариантов: 1 – контроль (без удобрений); 2 – солома предшественника (под сидерат); 3 – солома предшественника + 10 кг N/т соломы; 4 – солома + биологический препарат Байкал ЭМ -1; 5 – солома + 10 кг N/т соломы + биопрепарат; 6 – биопрепарат. Севооборот развернут в пространстве и во времени. В качестве органического удобрения в почву заделывалась вся солома предшествующей культуры севооборота (ячменя). Для улучшения деятельности микроорганизмов в почву были внесены дополнительный азот в дозе 10 кг/т соломы в виде мочевины и биологический препарат Байкал ЭМ – 1. При обосновании схемы опыта предполагалось, что дополнительное внесение азота будет способствовать снижению дефицита азота в результате иммобилизации его бактериями при разложении соломы, а Байкал ЭМ – 1, содержащий целый ряд полезных микроорганизмов, ускорит разложение как соломы, так и сидерата и высвобождение элементов питания в доступной форме. Для оценки деятельности микроорганизмов применен метод определения целлюлозоразлагающей способности почвы.

Общая площадь делянки в опытах 120 м<sup>2</sup> (6 x 20), учётная – 72 м<sup>2</sup> (4 x 18), размещение их в пространстве рендомизированное. Почва опытного поля – чернозём типичный

среднемощный среднесуглинистый со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса 4,7 %, подвижных соединений фосфора и калия (по Чирикову) 185 и 196 мг/кг соответственно,  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  6,4. Таким образом, обеспеченность почвы доступными фосфором и калием была высокой.

Закладка и проведение опытов, анализы почвенных и растительных образцов осуществлялись строго в соответствии с методическими требованиями и ГОСТами (полевые опыты ежегодно принимались методической комиссией УГСХА), анализы проведены в аккредитованной испытательной лаборатории «Ульяновская ГСХА» (№ аккредитации РОСС.RU. 001.513.748). Аналитическая повторность – трёхкратная.

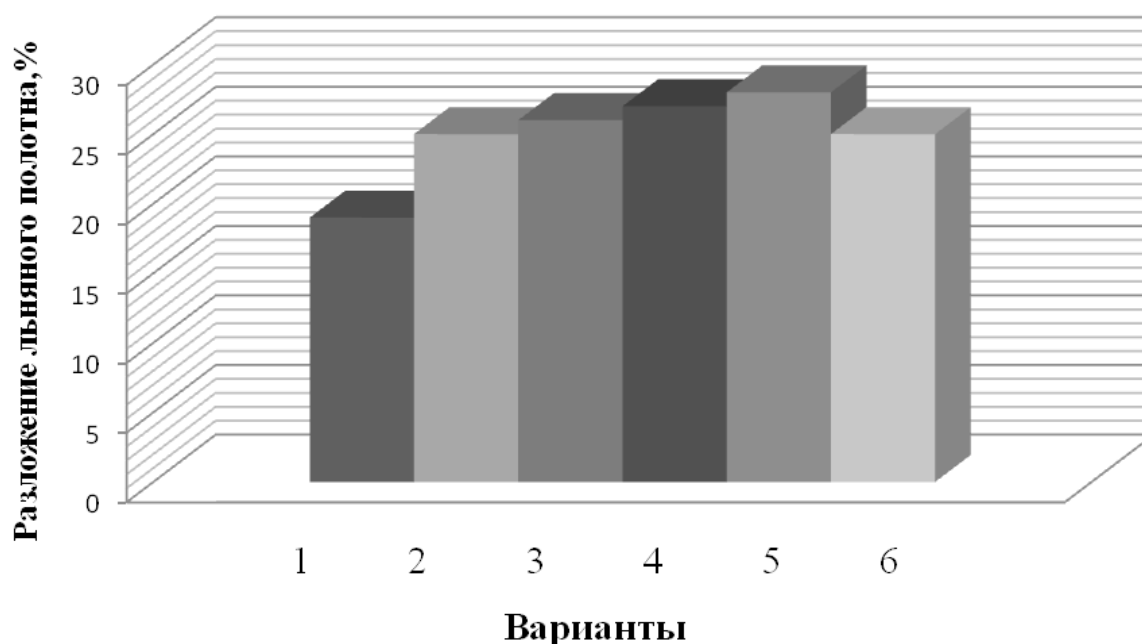
#### **Результаты исследований**

*Микробиологическая активность почвы.* Плодородие почвы и её рациональное использование в сельскохозяйственном производстве во многом определяется интенсивностью и направленностью биохимической деятельности микроорганизмов. Последнее определяет скорость трансформации различных соединений, разложения растительных остатков, накопления элементов питания растений в доступной форме и в конечном итоге – плодородие почвы. Для оценки деятельности почвенной биоты принято использовать показатель «биологическая активность почвы» [6].

Показателем общей биологической активности непосредственно в природе является деятельность целлюлозоразрушающих микроорганизмов, определяемая степенью распада и убыли сухой массы льняной ткани, выдержанной в почве определённый период времени. Последнее общепринято потому, что разложение целлюлозы осуществляется самыми разными в систематическом отношении микроорганизмами: грибами, микобактериями, актиномицетами, аэробными и анаэробными бактериями. В связи с этим для оценки микробиологической активности почвы нами принято определение активности разложения целлюлозы методом аппликации льняной ткани [7].

Интенсивность разложения льняной ткани под посевами озимой пшеницы представлена на рисунке.

Определение активности микроорганизмов в почве по вариантам опыта показало



**Рис. 1 - Биологическая активность чернозёма типичного под посевами озимой пшеницы (2013 – 2014 гг.)**

ло, что заделка соломы ячменя в дозе 3 т/га (вся солома предшественника) и сидерата (викоовсяная смесь) сопровождалась заметным усилением деятельности микроорганизмов (на 6 %). Добавление к соломе азота в дозе 10 кг на 1 тонну, а также отдельное применение биопрепарата существенного преимущества по сравнению с применением соломы в чистом виде не имело, хотя появлялась чётко выраженная тенденция к повышению биологической активности почвы.

Более значительное влияние на деятельность микроорганизмов оказало совместное применение соломы с дополнительным азотом и Байкалом ЭМ -1: превышение контроля составило 9 % (относительных 47 %).

По-видимому, поступление в почву достаточно хорошо разлагаемой зеленой массы сидерата (в нашем случае викоовсяная смесь) с содержанием азота 1,57 – 1,64 % в сухом веществе создает благоприятные условия разложения соломы даже при применении в чистом виде и повышение целлюлозоразлагающей активности составляет 32 относительных процента, которое при совместном использовании с N 10 кг/т соломы и биопрепаратом под посевами озимой пшеницы увеличивается на 47 % (относительных).

*Агрохимические показатели.* Результирующим показателем биологической активности почвы является накопление питательных элементов в почве.

В большинстве почв общий запас азота, фосфора и калия составляет значительные величины, в десятки и сотни раз превышающие вынос этих элементов урожаем культуры, однако основная часть их находится в почве в виде соединений, недоступных и малодоступных для питания растений. Общий запас питательных веществ в почве характеризует лишь её потенциальное плодородие, и без внесения удобрений очень часто для формирования высокой урожайности не хватает тех количеств усвояемых форм питательных веществ, которые образуются в почве за вегетационный период [8, 9, 10]. Поэтому для повышения эффективного плодородия почвы крайне важны применение органических и минеральных удобрений и активизация деятельности микроорганизмов в почве.

Наблюдения за агрохимическими показателями чернозёма типичного при использовании соломы ячменя и сидерата на удобрение в течение 2013 – 2014 гг. (таблица 1) показали, что применение соломы как в чистом виде, так и совместно с дополнительным азотом обеспечивает заметное

Таблица 1

## Агрохимические показатели почвы под посевами озимой пшеницы (2013 – 2014 гг.)

| Вариант                               | рН <sub>KCl</sub> | Содержание, мг/кг              |                               |                               |
|---------------------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                                       |                   | азот легкогидро-<br>лизируемый | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
| Контроль                              | 5,77              | 92                             | 189                           | 190                           |
| Солома предшественника                | 5,77              | 94                             | 194                           | 204                           |
| Солома + 10 кг N / т соломы           | 5,79              | 95                             | 193                           | 205                           |
| Солома + биопрепарат (Байкал ЭМ – 1)  | 5,81              | 94                             | 195                           | 204                           |
| Солома+10 кг N / т соломы+биопрепарат | 5,80              | 96                             | 193                           | 210                           |
| Биопрепарат (Байкал ЭМ – 1)           | 5,78              | 92                             | 190                           | 192                           |
| НСР <sub>0,5</sub>                    | 0,1               | 2                              | 4                             | 6                             |

Таблица 2

## Урожайность викоовсяной смеси, т/га (зеленая масса)

| Вариант                                        | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. | Средняя | Отклонение от кон-<br>троля |    |
|------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|-----------------------------|----|
|                                                |         |         |         |         | т/га                        | %  |
| Контроль                                       | 19,8    | 15,8    | 20,2    | 18,6    | -                           | -  |
| Солома предшественника                         | 19,3    | 16,8    | 21,5    | 19,2    | +0,6                        | 3  |
| Солома + 10 кг N / т соломы                    | 20,3    | 17,0    | 22,4    | 19,9    | +1,3                        | 7  |
| Солома + биопрепарат (Байкал ЭМ – 1)           | 21,1    | 17,2    | 22,9    | 20,4    | +1,8                        | 10 |
| Солома + 10 кг N / т соломы + биопрепа-<br>рат | 21,3    | 17,6    | 23,6    | 20,8    | +2,2                        | 12 |
| Биопрепарат (Байкал ЭМ – 1)                    | 20,6    | 17,6    | 22,5    | 20,2    | +1,6                        | 9  |
| НСР <sub>0,5</sub>                             | 0,4     | 0,5     | 0,5     | -       | -                           | -  |

Таблица 3

## Урожайность озимой пшеницы, т/га

| Вариант                                   | 2013 г. | 2014 г. | 2015 г. | Средняя | Отклонение от контроля |    |
|-------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|------------------------|----|
|                                           |         |         |         |         | т/га                   | %  |
| Контроль                                  | 2,49    | 2,21    | 2,14    | 2,28    | -                      | -  |
| Солома предшественника                    | 2,45    | 2,42    | 2,18    | 2,35    | +0,07                  | 3  |
| Солома + 10 кг N / т соломы               | 2,64    | 2,51    | 2,25    | 2,47    | +0,19                  | 8  |
| Солома + биопрепарат (Байкал ЭМ – 1)      | 2,60    | 2,58    | 2,30    | 2,49    | +0,21                  | 9  |
| Солома + 10 кг N / т соломы + биопрепарат | 2,76    | 2,81    | 2,41    | 2,66    | +0,38                  | 17 |
| Биопрепарат (Байкал ЭМ – 1)               | 2,55    | 2,46    | 2,22    | 2,41    | +0,13                  | 6  |
| НСР <sub>0,5</sub>                        | 0,03    | 0,06    | 0,07    | -       | -                      | -  |

улучшение агрохимических показателей даже на высоком уровне обеспеченности элементами питания (прежде всего, фосфором и калием).

Так, содержание доступного калия (K<sub>2</sub>O) повысилось до 210 мг/кг при добавлении к соломе дополнительного азота (10 кг/т соломы) и биопрепарата Байкал ЭМ – 1 (на контроле 190 мг/кг почвы). Последнее, по видимому, обусловлено более высокой урожайностью викоовсяной смеси (сидерата) на этом варианте и в связи с этим большим поступлением калия в почву по сравне-

нию с другими вариантами. В то же время изменений в реакции почвенного раствора (в сторону подкисления) не произошло. Следовательно, внесение соломы в почву, особенно совместно с дополнительной дозой азота и биопрепарата, создает более благоприятную среду для произрастания возделываемых культур, под которые она вносится.

*Урожайность викоовсяной смеси и озимой пшеницы.* Улучшение питательного режима почвы подтверждается урожайными данными, которые показали, что применение биопрепарата Байкал ЭМ – 1 способству-

ет заметному повышению эффективности соломы и сидерата в системе удобрения сельскохозяйственных культур (таблицы 2, 3).

Так, урожайность викоовсяной смеси при внесении соломы в среднем за 3 года повысилась на 1,3 т/га, максимальная эффективность ее достигалась при совместном применении с дополнительным азотом и биологическим препаратом и выражалась в прибавке зеленой массы на 12 %.

Урожайность озимой пшеницы определяется в том числе массой сидерата, заделываемого в почву, и скоростью его разложения. Соответственно, более высокая урожайность зерна озимой пшеницы сформировалась на варианте применения соломы совместно с биопрепаратом Байкал ЭМ – 1 на фоне N10 кг/т соломы. Превышение ее относительно контроля составило 0,38 т/га, или 17 %. Вариант с использованием соломы и биопрепарата по урожайности озимой культуры заметно уступал. Однако, что очень важно с экономической точки зрения, наиболее эффективно применение соломы с биологическим препаратом. Использование соломы с добавкой азота 10 кг/т и биопрепарата способствовало повышению урожайности в среднем за 3 года на 0,38 т/га. Тем не менее, в связи с дороговизной азотных удобрений, уровень рентабельности производства зерна на данном варианте ниже контроля и составляет 52 %, тогда как на варианте совместного применения соломы и биопрепарата 63 % (на контроле 53 %). Следовательно, для повышения эффективности соломы и зеленого удобрения при возделывании озимой пшеницы экономически более целесообразно внесение соломы с биопрепаратом Байкал ЭМ – 1.

#### **Выводы**

1. Использование соломы в качестве удобрения сидеральной культуры как отдельно, так и в сочетании с биопрепаратом и азотной добавкой в дозе 10 т/га соломы способствовало усилению деятельности почвенной микрофлоры на 6 – 9 %

2. Внесение соломы по сравнению с неудобренным фоном привело к заметному – на 5 мг/кг – увеличению содержания в пахотном слое доступного фосфора и на 14 мг/кг почвы – калия.

3. При внесении в почву ячменной соломы с биопрепаратом урожайность викоовсяной смеси повысилась в среднем за 3 года

на 1,8 т/га. По эффективности совместное применение соломы с биопрепаратом превосходил вариант с добавкой 10 кг азота на тонну соломы.

4. Более высокая урожайность зерна озимой пшеницы сформировалась на варианте с применением соломы совместно с биопрепаратом Байкал ЭМ – 1 на фоне 10 кг азота на 1 тонну соломы. Превышение ее относительно контроля составило 0,38 т/га, или 17 %.

#### **Библиографический список**

1. Верниченко, Л.Ю. Влияние соломы на почвенные процессы и урожай сельскохозяйственных культур / Л.Ю. Верниченко, Е.И. Мишустин // Использование соломы как органического удобрения. – М: Колос, 1980. – С. 3 – 33.
2. Колсанов, Г. В. Экологические и агрохимические аспекты утилизации соломы в Ульяновской области / Г. В. Колсанов / Материалы научно-исследовательской конференции «Проблемы экологии Ульяновской области». – Ульяновск. – 1997. – С. 74 – 75.
3. Колсанов, Г. В. Солома как удобрение в зернопропашном севообороте на черноземе лесостепи Поволжья / Г. В. Колсанов // Агрохимия. – 2006. – № 5. С. 30 – 40.
4. Харченко, А.Г. Новый ключ к восстановлению плодородия почвы [Электронный ресурс] / А.Г. Харченко // Зерно. – 2012. – № 9. – Режим доступа: <http://www.zernoua.com/?p=14127>.
5. Коростелева, Л.А. Основы экотоксикологии микроорганизмов / Л.А. Коростелева, А.Г. Кощаев. – СПб: Изд-во «Лань». – С. 213 – 240.
6. Технология прямого посева и микробиологическая активность чернозема выщелоченного / С.Д. Гилев, И.Н. Цымбаленко, А.П. Курлов, И.В. Русакова // Земледелие. – 2015. – № 3. – С. 28 – 30.
7. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д.С. Звягинцева. – М., 1980. – 240 с.
8. Минеев, В.Г. Биологическое земледелие и минеральное удобрение / В.Г. Минеев, Б. Добрецени, Т. Мазур. – М.: Колос, 2013. – 415 с.
9. Назаров, Виктор Алексеевич. Агроэкологические приемы повышения плодородия черноземных почв Поволжья: автореф. дис. ...д-ра с.-х. наук / В.А. Назаров. – Саратов, 2005. – 39 с.
10. Колсанов, Г.В. Солома как удобрение в зернопропашном севообороте на черноземе лесостепи Поволжья / Г.В. Колсанов // Агрохимия. – 2006. – № 5. – С. 30–40.