

УДК 631.46:631.872

**РАЗВИТИЕ МИКРОФЛОРЫ И УРОЖАЙНОСТЬ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ПРИ ВНЕСЕНИИ СОЛОМЫ
В ПОЧВУ**

В. Т. ЕМЦЕВ, Л. К. НИЦЭ, Н. П. ПОКРОВСКИЙ, М. Х. БРУК
(Кафедра микробиологии)

Для поддержания естественного плодородия почвы при интенсивном ее использовании большое значение имеет восстановление запасов гумуса, который достаточно быстро разлагается почвенной микрофлорой при высоких дозах минеральных удобрений [11]. В восстановлении почвенного гумуса и поддержании плодородия почвы важная роль наряду с другими органическими удобрениями (компост, торф и др.) принадлежит соломе, особенно в районах, специализирующихся на производстве зерна, где она является весьма эффективным и, по-видимому, главным источником повышения содержания органических веществ в почве. С ростом урожайности зерновых культур и уменьшением использования соломы в животноводстве в ближайшем будущем станет возможным все большее применение соломы в качестве органического удобрения.

В настоящее время, несмотря на наличие большого экспериментального материала, полученного как в нашей стране, так и за рубежом [1—11, 13—18], нет единого мнения относительно наиболее эффективного способа применения соломы как удобрения. Это объясняется тем, что при длительном ее использовании под сельскохозяйственные культуры наряду с положительным действием наблюдаются два негативных

момента, проявляющихся сразу после заделки: 1) иммобилизация подвижных форм почвенного азота, приводящая к ухудшению условий азотного питания растений и снижению их урожая и 2) образование в начале разложения соломы ряда органических соединений, токсически действующих на рост и развитие растений.

В связи с этим нами с 1973 г. ведутся исследования, цель которых — выявление характера влияния соломы и ее последствий на урожайность сельскохозяйственных культур и развитие различных групп микроорганизмов в почве.

Методика исследований

Вегетационные опыты были заложены на дерново-подзолистой почве, взятой с целинного¹ участка Лесной опытной дачи Тимирязевской академии. Почву известковали по полной норме гидrolитической кислотности.

В первой серии опытов изучалось влияние соломы на рост и урожайность ряда зерновых культур и льна. Измельченную пшеничную солому в количестве 5 г на 1 кг почвы вносили за месяц до посева по фону РК, НРК и $N_{1,5}РК$ в верхний слой почвы (0—6 см) или равномерно перемешивали с почвой (0—20 см). Фосфор и калий вносили в форме K_2HPO_4 , а азот — в форме $(NH_4)_2SO_4$ из расчета 100 мг д. в. на 1 кг. Опыты ставили в стеклянных сосудах на 3,2 кг почвы, в которых выращивали по 15 растений овса, яровой пшеницы, ячменя, проса, льна и гречихи и по 6 растений кукурузы.

Влажность в вегетационных сосудах поддерживали на уровне 60 % от полной влагоемкости. Повторность опытов 3-кратная.

¹ Были использованы целинные почвы, чтобы избежать влияния различных агротехнических мероприятий.

Во второй серии опытов изучалось влияние внесенной соломы в почву при разных уровнях влажности на рост и развитие овса. Опыты ставили в пластмассовых сосудах, вмещающих 5 кг почвы. Использовали те же количества и формы минеральных удобрений, что и в первой серии. Измельченную пшеничную солому вносили в количестве 5 г (0,5 %) и 20 г (2 %) на 1 кг почвы за месяц до посева овса. Варианты опытов указаны в таблицах.

При проведении микробиологических анализов учитывали следующие физиологические группы микроорганизмов: 1) усваивающие органические формы азота — на мясопептонном агаре (МПА); 2) использующие минеральные формы азота, в том числе бактерии, микобактерии и актиномицеты — на крахмало-аммиачном агаре (КАА); 3) микроскопические грибы — на подкисленном сусло-агаре (рН 4,5); 4) анаэробные азотфиксаторы *Cl. pasteurianum* — на среде В. Т. Емцева [3] и *Cl. acetobutylicum* — на кукурузном заторе; 5) аэробные целлюлозоразлагающие — на гелевых пластинках с бумажным фильтром, смоченным средой Гетчинсона.

Влияние соломы на рост, развитие и урожай зерновых культур

В вегетационных опытах заделка соломы в почву (из расчета 15 т/га) за один месяц до посева в первый год исследований вызвала депрессию развития всех растений и снижение их урожая в вариантах без азотных удобрений. Особенно сильно тормозилось развитие проса, льна и гречихи. Это, по-видимому, связано с тем, что к моменту посева солома не разложилась в достаточной степени и в почве доминировали процессы иммобилизации азота. Наиболее сильное депрессирующее действие соломы на развитие растений наблюдалось при ее внесении в слой почвы 0—20 см. При внесении соломы в слой 0—6 см депрессия развития ослаблялась (табл. 1, 2). Так, сухая масса растений ячменя в варианте с соломой в слое 0—20 см снизилась на 68 %, масса зерна — на 77 % по сравнению с контролем, а при заделке ее в слой 0—6 см — соответственно на 48 и 52 %.

По фону НРК отрицательное действие соломы на развитие растений значительно уменьшилось. Вероятно, внесение азота в почву компенсирует его дефицит, обусловленный процессом иммобилизации. В вариантах с азотным удобрением депрессия развития ячменя при поверхностной заделке соломы (табл. 2) была меньшей (0—6 см), чем при глубокой (до 20 см). Однако даже полуторная доза азотных удобрений не снимала полностью ее депрессирующий эффект (табл. 1). Это указывает не только на наличие иммобилизации азота при разложении соломы в почве, но и на образование фитотоксических веществ.

Таблица 1

Изменение массы растений при внесении соломы в почву в 1973 г.
(г/сосуд, среднее из 3 повторностей)

| Вариант опыта | Яр. пшеница | Ячмень | Овес | Кукуруза | Просо | Гречиха | Лен |
|---|----------------|--------|------|----------|-------|---------|-----|
| РК | 5,8 | 7,1 | 9,6 | 53 | 9,3 | 7,9 | 5,4 |
| Солома по РК в слое, см: | | | | | | | |
| 0—20 | 2,1 | 1,8 | 1,4 | 27 | 0,7 | 1,1 | 0,5 |
| 0—6 | 5,3 | 4,0 | 3,2 | 35 | 3,7 | 3,3 | 3,1 |
| N ₁ РК | 9,7 | 8,6 | 13,5 | 119 | 17,9 | 18,3 | 4,1 |
| Солома по N ₁ РК в слое, см: | | | | | | | |
| 0—20 | 8,1 | 12,6 | 12,6 | 115 | 16,9 | 17,0 | 5,3 |
| 0—6 | 9,4 | 11,8 | 12,0 | 106 | 17,0 | 15,7 | 3,7 |
| Солома по N _{1,5} РК в слое, см: | | | | | | | |
| 0—20 | 9,1 | 12,9 | 12,3 | 113 | 17,1 | 17,0 | 4,0 |
| 0—6 | 9,8 | 12,7 | 12,0 | 120 | 21,5 | 15,4 | 4,8 |

Таблица 2

Урожай ячменя в 1974 г.

| Вариант опыта | Сухая масса растений, г/сосуд | Масса зерна, г/сосуд |
|---------------------------|----------------------------------|----------------------|
| РК | 11,1 | 4,4 |
| Солома по РК в слое, см: | | |
| 0—20 | 3,6 | 1,0 |
| 0—6 | 5,8 | 2,1 |
| НРК | 19,3 | 7,7 |
| Солома по НРК в слое, см: | | |
| 0—20 | 16,6 | 6,9 |
| 0—6 | 17,8 | 7,5 |

Увеличенная доза соломы (2 %) обуславливает более сильное ингибирующее действие ее на овес (как на фоне без азота, так и с азотом), особенно при внесении на глубину 0—20 см (табл. 3).

Таблица 3

Сухая масса овса при различной влажности почвы в 1975 г.
(г/сосуд, среднее из 3 повторностей)

| Вариант опыта | 60% ПВ | 85% ПВ |
|-------------------------------|--------|--------|
| НРК | 24,9 | 26,0 |
| Солома по НРК в слое 0—20 см: | | |
| 0,5 % | 26,9 | 26,2 |
| 2 % | 8,9 | 12,7 |
| Солома по НРК в слое 0—6 см: | | |
| 0,5 % | 27,3 | 28,2 |
| 2 % | 19,3 | 22,1 |

Повышенная влажность почвы (85 %) уменьшает депрессию развития овса при дозе соломы 2 %, а при дозе 0,5 % обуславливает некоторое повышение урожайности культуры.

Как показал проведенный опыт, по-видимому, можно найти условия, при которых ингибирующее действие соломы на рост и развитие растений существенно снизится и даже полностью снимется. Этот вопрос будет более подробно рассматриваться далее.

Последствие соломы на рост, развитие и урожайность зерновых культур

В вегетационных опытах, поставленных на второй год после внесения соломы в почву, не было выявлено ее депрессирующего воздействия на развитие растений, которое наблюдалось в первый год внесения (табл. 4). Во всех вариантах с соломой урожайность яровой пшеницы повысилась. Интересно отметить, что солома улучшала развитие яровой пшеницы при любой глубине заделки (табл. 5). Поражение

Т а б л и ц а 4

Последствие соломы на урожай яровой пшеницы в 1974 г. (г/сосуд, среднее из 3 повторностей)

| Вариант опыта | Год после внесения соломы в почву | |
|---------------------------|-----------------------------------|-------|
| | 2-й | 3-й |
| НПК | 7,02 | 6,80 |
| Солома по РК в слое, см: | | |
| 0—20 | 9,95 | 10,80 |
| 0—6 | 8,67 | 10,50 |
| НПК | 10,05 | 10,06 |
| Солома по НПК в слое, см: | | |
| 0—20 | 13,75 | 11,80 |
| 0—6 | 11,66 | 11,60 |

Т а б л и ц а 5

Последствие соломы (второй год) на урожай овса в 1976 г. (г/сосуд, среднее из 3 повторностей)

| Вариант опыта | 60% ПВ | 85% ПВ |
|-------------------------------|--------|--------|
| НПК | 12,2 | 12,6 |
| Солома по НПК в слое 0—20 см: | | |
| 0,5 % | 16,4 | 15,3 |
| 2 % | 14,4 | 13,6 |
| Солома по НПК в слое 0—6 см: | | |
| 0,5 % | 12,7 | 14,4 |
| 2 % | 15,6 | 14,5 |

растений тлей вызвало снижение урожайности растений во всех вариантах.

Положительное действие соломы на рост и развитие яровой пшеницы наблюдалось и на третий год после ее внесения в почву (табл. 4). В этом году разница между урожаями яровой пшеницы, полученными на фоне РК и НПК, была менее значительной, чем на второй год после действия соломы.

Следовательно, солома оказывает положительное влияние на общий урожай злаковых культур на второй и третий год после ее внесения в почву и, видимо, способствует увеличению потенциального плодородия почвы.

Интенсивность микробиологических процессов в почве при внесении в нее соломы

В наших опытах (табл. 6 и 7) внесенная в почву солома в первый период своего разложения вызывала существенное увеличение численности бактерий и анаэробных азотфиксаторов, использующих легко-растворимые соединения соломы, которые являются доступными источниками энергии и углерода. Численность микроорганизмов значительно возрастала и при внесении в почву пектина и глюкозы, слабее влияли клетчатка и крахмал, совсем слабо — лигнин.

Использование органических веществ бактериями во многом зависит от уровня почвенной влажности. Анаэробные азотфиксирующие

Динамика численности микроорганизмов, выявляемых на КАА
(млн. на 1 г абсолютно сухой почвы)

| Вариант опыта* | 15 дней | | 30 дней | | 60 дней | |
|---------------------|--------------------------|------|---------|------|---------|------|
| | влажность почвы, % от ПВ | | | | | |
| | 60 | 100 | 60 | 100 | 60 | 100 |
| Бактерии | | | | | | |
| Контроль | 10,8 | 16,8 | 16,2 | 8,1 | 16,1 | 9,0 |
| Солома крупная | 65,5 | 21,2 | 65,5 | 7,6 | 45,5 | 15,6 |
| Солома мелкая | 38,7 | 42,9 | 26,0 | 35,1 | 22,4 | 7,8 |
| Лигнин | 11,6 | 9,6 | 12,0 | 8,4 | 14,3 | 8,1 |
| Клетчатка | 17,1 | 16,2 | 17,7 | 17,1 | 20,2 | 9,6 |
| Пектин | 87,8 | 13,5 | 72,5 | 17,5 | 55,6 | 9,0 |
| Крахмал | 17,3 | 16,0 | 27,8 | 5,1 | 19,2 | 2,1 |
| Глюкоза | 51,7 | 17,1 | 63,8 | 9,0 | 56,0 | 4,0 |
| Актиномицеты | | | | | | |
| Контроль | 4,3 | 2,1 | 3,2 | 0,9 | 2,8 | 1,8 |
| Солома крупная | 2,3 | 1,9 | 3,4 | 0,9 | 6,0 | 2,1 |
| Солома мелкая | 2,9 | 3,2 | 4,6 | 3,6 | 5,0 | 2,1 |
| Лигнин | 4,4 | 2,4 | 2,6 | 2,1 | 3,4 | 1,8 |
| Клетчатка | 2,1 | 1,8 | 2,6 | 2,5 | 2,0 | 1,8 |
| Пектин | 1,2 | 1,5 | 1,0 | 1,0 | 1,4 | 1,9 |
| Крахмал | 1,9 | 2,5 | 3,2 | 1,2 | 2,6 | 0,2 |
| Глюкоза | 1,3 | 2,8 | 1,7 | 1,3 | 2,6 | 0,9 |

* Органические вещества вносили в количестве 1 % от массы почвы.

Таблица 7

Количество анаэробных бактерий (тыс. на 1 г абсолютно сухой почвы)

| Вариант опыта | Cl. pasteurianum | | | Cl. acetobutylicum | | | Cl. butyricum | | |
|----------------------------------|----------------------|------|-----|--------------------|------|------|---------------|-----|-----|
| | сроки анализов, мес. | | | | | | | | |
| | 0,5 | 1 | 2 | 0,5 | 1 | 2 | 0,5 | 1 | 2 |
| При 60 % влажности от ПВ | | | | | | | | | |
| Контроль | 30 | 16 | 7 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 8 |
| Солома крупная | 3250 | 78 | 50 | 3 250 | 780 | 720 | 780 | 78 | 32 |
| Солома мелкая | 3250 | 60 | 30 | 7 800 | 1560 | 780 | 325 | 60 | 30 |
| Лигнин | 8 | 32 | 8 | 32 | 32 | 30 | 17 | 8 | 16 |
| Клетчатка | 17 | 32 | 16 | 30 | 32 | 30 | 8 | 6 | 30 |
| Пектин | 72 | 72 | 32 | 156 | 300 | 72 | 72 | 60 | 80 |
| Крахмал | 72 | 78 | 32 | 156 | 78 | 72 | 78 | 32 | 72 |
| Глюкоза | 3250 | 1560 | 156 | 780 | 780 | 300 | 300 | 300 | 78 |
| При 100 % влажности от ПВ | | | | | | | | | |
| Контроль | 37 | 9 | 7 | 90 | 37 | 37 | 37 | 37 | 7 |
| Солома крупная | 375 | 375 | 375 | 9 600 | 3670 | 3760 | 195 | 375 | 90 |
| Солома мелкая | 960 | 205 | 195 | 22 000 | 3750 | 3750 | 195 | 375 | 90 |
| Лигнин | 37 | 9 | 19 | 37 | 37 | 90 | 20 | 37 | 9 |
| Клетчатка | 9 | 37 | 9 | 32 | 37 | 90 | 37 | 37 | 4 |
| Пектин | 90 | 20 | 195 | 37 000 | 3750 | 3750 | 75 | 90 | 90 |
| Крахмал | 90 | 900 | 300 | 90 | 375 | 300 | 90 | 74 | 374 |
| Глюкоза | 190 | 900 | 375 | 2 080 | 900 | 1950 | 300 | 300 | 375 |
| Содержалось в исходной почве | 27 | | | 27 | | | 7 | | |

Динамика численности микроорганизмов на КАА в 1973 г.
(млн. на 1 г абсолютно сухой почвы; пар)

| Вариант опыта | Время от начала опыта, дни | | | | |
|----------------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 7 | 15 | 30 | 60 | 75 |
| Бактерии | | | | | |
| РК | $\frac{9,2}{8,0}$ | $\frac{6,6}{5,5}$ | $\frac{8,0}{4,4}$ | $\frac{7,0}{5,6}$ | $\frac{1,0}{1,8}$ |
| Солома по РК в слое, см: | | | | | |
| 0—20 | $\frac{80,4}{67,4}$ | $\frac{32,9}{25,1}$ | $\frac{18,0}{21,4}$ | $\frac{13,0}{15,4}$ | $\frac{5,8}{6,4}$ |
| 0—6 | $\frac{74,6}{10,4}$ | $\frac{106,3}{4,1}$ | $\frac{68,0}{6,0}$ | $\frac{18,4}{1,4}$ | $\frac{12,1}{1,4}$ |
| НРК | $\frac{7,0}{1,4}$ | $\frac{5,8}{5,5}$ | $\frac{8,6}{8,0}$ | $\frac{3,6}{3,2}$ | $\frac{1,0}{2,0}$ |
| Солома по НРК в слое, см: | | | | | |
| 0—20 | $\frac{82,6}{57,4}$ | $\frac{66,4}{56,6}$ | $\frac{44,2}{11,8}$ | $\frac{15,2}{16,6}$ | $\frac{10,6}{9,0}$ |
| 0—6 | $\frac{78,8}{5,6}$ | $\frac{90,0}{10,3}$ | $\frac{29,0}{9,0}$ | $\frac{23,2}{3,8}$ | $\frac{27,8}{5,2}$ |
| Солома по НРК + N в слое, см: | | | | | |
| 0—20 | $\frac{80,2}{177,6}$ | $\frac{98,6}{91,0}$ | $\frac{88,0}{68,0}$ | $\frac{27,2}{14,4}$ | $\frac{12,4}{11,4}$ |
| 0—6 | $\frac{78,2}{11,8}$ | $\frac{96,0}{11,9}$ | $\frac{72,0}{7,2}$ | $\frac{33,0}{4,0}$ | — |
| Актиномицеты | | | | | |
| РК | $\frac{1,4}{1,0}$ | $\frac{0,7}{0,8}$ | $\frac{0,6}{0,2}$ | $\frac{0,4}{0,2}$ | $\frac{0,2}{0,8}$ |
| Солома по РК в слое, см: | | | | | |
| 0—20 | $\frac{5,4}{4,9}$ | $\frac{4,4}{1,9}$ | $\frac{2,4}{1,2}$ | $\frac{1,2}{1,2}$ | $\frac{1,4}{2,0}$ |
| 0—6 | $\frac{6,5}{0,8}$ | $\frac{5,8}{0,9}$ | $\frac{6,0}{0,6}$ | $\frac{5,8}{0,2}$ | $\frac{2,8}{0,3}$ |
| НРК | $\frac{1,1}{0,9}$ | $\frac{0,7}{0,9}$ | $\frac{0,4}{0,4}$ | $\frac{0,2}{0,1}$ | $\frac{0,4}{0,8}$ |
| Солома по НРК в слое, см: | | | | | |
| 0—20 | $\frac{4,7}{5,0}$ | $\frac{3,6}{4,4}$ | $\frac{1,4}{1,4}$ | $\frac{1,6}{2,0}$ | $\frac{1,4}{1,0}$ |
| 0—6 | $\frac{7,5}{0,7}$ | $\frac{8,0}{0,4}$ | $\frac{2,0}{0,3}$ | $\frac{1,8}{0,4}$ | $\frac{3,6}{0,4}$ |
| Солома по НРК + N в слое, см: | | | | | |
| 0—20 | $\frac{6,4}{5,7}$ | $\frac{6,4}{2,0}$ | $\frac{2,0}{2,0}$ | $\frac{1,4}{1,2}$ | $\frac{2,8}{1,4}$ |
| 0—6 | $\frac{7,3}{1,5}$ | $\frac{16,0}{0,5}$ | $\frac{2,0}{1,0}$ | $\frac{5,8}{0,4}$ | — |

Примечание. В числителе — верхний слой почвы (0—10 см), в знаменателе — нижний слой (10—20 см).

бактерии хорошо развиваются и при внесении в почву глюкозы (60 % влажность), крахмала и пектина (100 % влажность).

Численность актиномицетов в вариантах с соломой с течением времени возрастала. Внесение других органических материалов не оказало существенного влияния на их развитие.

В условиях вегетационных опытов были подтверждены результаты, полученные в модельных экспериментах: солома стимулировала развитие почвенной микрофлоры, особенно в том слое почвы, в который она была внесена. Из табл. 8 видно, что при поверхностной заделке соломы микроорганизмы развивались наиболее активно в слое 0—10 см. При внесении соломы в слой 0—20 см микробиологическая активность усиливалась и в более глубоких слоях (10—20 см). Распределение соломы равномерно по всей толщине почвы создает более благоприятные условия для жизнедеятельности почвенных микроорганизмов. Как отмечалось выше, почвенные микробы наиболее интенсивно развивались в первые периоды разложения соломы. Это связано с экстракцией в почвенный раствор водорастворимых соединений, входящих в состав соломы и являющихся легкодоступными питательными веществами для многих микроорганизмов.

Микробиологический анализ показал также, что в верхнем горизонте почвы преобладают представители рода *Pseudomonas*, *Bacterium*, *Vacillus* и др. В более глубоких слоях почвы активно развиваются бактерии рода *Cocciseae*. Эта группа бактерий играет важную роль в превращении промежуточных продуктов разложения соломы, особенно органических кислот [12].

Увеличение количества вносимой в почву соломы обуславливает усиленное развитие почвенных микроорганизмов. Наиболее значительно возрастает численность актиномицетов (табл. 9), причем в течение длительного периода времени.

Внесение соломы на глубину 0—6 см способствовало интенсивному развитию актиномицетов в этом слое, и их численность к концу опыта

Т а б л и ц а 9

Влияние различных доз соломы на численность микроорганизмов, выявляемых на КАА в условиях различной влажности почвы в 1975 г. (млн. на 1 г абсолютно сухой почвы; овес)

| Вариант опыта | Бактерии | | | Актиномицеты | | |
|----------------------------------|----------------------------|----------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | время от начала опыта, дни | | | | | |
| | 10 | 25 | 75 | 10 | 25 | 75 |
| НРК | $\frac{7,1}{6,8}$ | $\frac{6,6}{6,3}$ | $\frac{6,3}{5,1}$ | $\frac{0,8}{1,2}$ | $\frac{0,8}{1,1}$ | $\frac{1,4}{1,3}$ |
| НРК + солома на весь со- суд: | | | | | | |
| 0,5 % | $\frac{78,7}{74,6}$ | $\frac{63,2}{64,8}$ | $\frac{46,0}{36,7}$ | $\frac{3,0}{4,4}$ | $\frac{4,2}{5,2}$ | $\frac{6,6}{6,4}$ |
| 2 % | $\frac{82,1}{85,4}$ | $\frac{72,8}{63,8}$ | $\frac{49,3}{40,2}$ | $\frac{4,1}{7,3}$ | $\frac{4,7}{6,1}$ | $\frac{6,9}{7,3}$ |
| НРК + солома в слое 0— 6 см | | | | | | |
| 0,5 % | $\frac{88,6}{93,6}$ | $\frac{91,3}{82,6}$ | $\frac{66,3}{47,7}$ | $\frac{2,5}{4,6}$ | $\frac{2,4}{6,8}$ | $\frac{3,3}{6,6}$ |
| 2 % | $\frac{95,4}{96,3}$ | $\frac{32,3}{101,3}$ | $\frac{67,7}{70,5}$ | $\frac{5,0}{4,9}$ | $\frac{5,5}{8,1}$ | $\frac{7,1}{9,0}$ |

Пр и м е ч а н и е. В числителе — 60 % ПВ, в знаменателе — 85 % ПВ.

Динамика численности анаэробных азотфиксирующих бактерий рода *Clostridium*
в 1973 г. (тыс. на 1 г абсолютно сухой почвы)

| Вариант опыта | Время от начала опыта, дни | | | | |
|--------------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|
| | 7 | 15 | 30 | 60 | 105 |
| <i>Cl. pasteurianum</i> | | | | | |
| РК | $\frac{6,0}{25,0}$ | $\frac{13,0}{25,0}$ | $\frac{25,0}{13,0}$ | $\frac{6,0}{6,0}$ | $\frac{2,5}{2,5}$ |
| Солома по РК в слое, см: | | | | | |
| 0—20 | $\frac{250,0}{250,0}$ | $\frac{250,0}{130,0}$ | $\frac{250,0}{250,0}$ | $\frac{130,0}{60,0}$ | $\frac{6,0}{6,0}$ |
| 0—6 | $\frac{600,0}{25,0}$ | $\frac{650,0}{6,0}$ | $\frac{250,0}{25,0}$ | $\frac{130,0}{6,0}$ | $\frac{60,0}{2,5}$ |
| НРК | $\frac{2,5}{6,0}$ | $\frac{25,0}{6,0}$ | $\frac{13,0}{2,5}$ | $\frac{6,0}{6,0}$ | $\frac{2,5}{2,5}$ |
| Солома по НРК в слое, см: | | | | | |
| 0—20 | $\frac{250,0}{250,0}$ | $\frac{130,0}{130,0}$ | $\frac{130,0}{60,0}$ | $\frac{25,0}{60,0}$ | $\frac{25,0}{13,0}$ |
| 0—6 | $\frac{600,0}{60,0}$ | $\frac{250,0}{60,0}$ | $\frac{250,0}{13,0}$ | $\frac{25,0}{6,0}$ | $\frac{60,0}{6,0}$ |
| Солома по НРК+N в слое, см: | | | | | |
| 0—20 | $\frac{600,0}{250,0}$ | $\frac{250,0}{250,0}$ | $\frac{60,0}{250,0}$ | $\frac{25,0}{25,0}$ | $\frac{6,0}{6,0}$ |
| 0—6 | $\frac{600,0}{25,0}$ | $\frac{250,0}{13,0}$ | $\frac{250,0}{2,5}$ | $\frac{130,0}{6,0}$ | — |
| <i>Cl. acetobutylicum</i> | | | | | |
| РК | $\frac{25,0}{25,0}$ | $\frac{2,5}{2,5}$ | $\frac{2,5}{2,5}$ | $\frac{6,0}{6,0}$ | $\frac{6,0}{2,0}$ |
| Солома по РК в слое, см: | | | | | |
| 0—20 | $\frac{60,0}{60,0}$ | $\frac{60,0}{25,0}$ | $\frac{25,0}{25,0}$ | $\frac{13,0}{13,0}$ | $\frac{25,0}{2,5}$ |
| 0—6 | $\frac{250,0}{25,0}$ | $\frac{60,0}{6,0}$ | $\frac{60,0}{6,0}$ | $\frac{25,0}{6,0}$ | $\frac{25,0}{2,5}$ |
| НРК | $\frac{6,0}{2,5}$ | $\frac{2,5}{6,0}$ | $\frac{6,0}{2,5}$ | $\frac{6,0}{6,0}$ | $\frac{2,5}{2,5}$ |
| Солома по НРК в слое, см: | | | | | |
| 0—20 | $\frac{600,0}{50,0}$ | $\frac{25,0}{25,0}$ | $\frac{25,0}{25,0}$ | $\frac{13,0}{2,5}$ | $\frac{25,0}{25,0}$ |
| 0—6 | $\frac{250,0}{2,5}$ | $\frac{25,0}{13,0}$ | $\frac{60,0}{2,5}$ | $\frac{25,0}{6,0}$ | $\frac{130,0}{2,5}$ |
| Солома по НРК+N в слое, см: | | | | | |
| 0—20 | $\frac{250,0}{250,0}$ | $\frac{25,0}{25,0}$ | $\frac{25,0}{25,0}$ | $\frac{6,0}{6,0}$ | $\frac{25,0}{13,0}$ |
| 0—6 | $\frac{250,0}{6,0}$ | $\frac{25,0}{13,0}$ | $\frac{60,0}{6,0}$ | $\frac{25,0}{5,0}$ | — |

Примечание. В числителе — слой почвы 0—10 см; в знаменателе — 10—20 см.

возрастала примерно в 2—3 раза. Это связано с тем, что актиномицеты усваивают органические соединения, не доступные другим микроорганизмам, и поэтому они появляются на разлагающихся органических веществах в более поздние сроки минерализации. При внесении соломы по всей толще почвы развитие этой группы микроорганизмов активизировалось также и в более глубоких слоях (15—20 см). В верхнем слое почвы в большом количестве представлены пигментированные формы актиномицетов, относящиеся к группе *Ruber*, *Violaceus*, *Chromogenes*, *Augeus* и др. В нижних горизонтах почвы снижается количество пигментированных форм актиномицетов. Здесь хорошо развиваются представители групп *Albus*, *Griseus* и др.

Под влиянием соломы сильно активизируется размножение анаэробных азотфиксирующих бактерий рода *Clostridium*, особенно при внесении ее в верхний слой почвы (табл. 10). По-видимому, при наличии доступных органических веществ и интенсивном росте аэробной микрофлоры при внесении соломы в верхний слой создаются благоприятные условия для развития анаэробных азотфиксаторов.

Минеральный азот не оказывал стимулирующего действия на развитие анаэробных азотфиксаторов при отсутствии в почве органического вещества и лишь незначительно активизировал их деятельность при внесении соломы.

Увеличение количества соломы в почве способствовало значительному усилению роста и развития анаэробных азотфиксаторов, особенно *Cl. pasteurianum* (табл. 11). Положительный эффект повышенной дозы

Т а б л и ц а 11

Влияние различных доз соломы на численность анаэробных азотфиксаторов в почве в 1975 г. (тыс. на 1 г абсолютно сухой почвы; овес)

| Вариант опыта | Время от начала опыта, дни | | |
|------------------------------|----------------------------|-------|-------|
| | 10 | 25 | 75 |
| НРК | 34,5 | 34,5 | 34,5 |
| НРК + солома в слое 0—20 см: | | | |
| 0,5 % | 179,4 | 34,5 | 17,9 |
| 2 % | 828,0 | 82,8 | 82,8 |
| НРК + солома в слое 0—6 см: | | | |
| 0,5 % | 1,794 | 345,0 | 34,5 |
| 2 % | 3.450,0 | 828,0 | 828,0 |

соломы на размножение *Cl. acetobutylicum* в первые 10 дней отсутствовал, однако он появлялся по истечении 25 дней и сохранялся до конца опыта (75 дней).

Положительное действие повышенного количества вносимой в почву соломы на развитие почвенных микроорганизмов обусловлено рядом факторов. В частности, солома, попадая в почву, входит в трофическую систему, которая обеспечивает более интенсивное протекание микробиологических процессов, а также повышает потенциальную возможность трофической основы почвы.

При внесении соломы в почву возрастало количество аэробных целлюлозоразлагающих микроорганизмов (табл. 12). Численность этой группы микроорганизмов достигала максимума через 2,5 мес с момента ее внесения в почву, особенно в вариантах с одновременным внесением соломы и минерального азота.

В вариантах с соломой преимущественно развивались представители родов *Cellvibrio*, *Polyangium* и *Sporocytophaga*, в то время как в вариантах с НРК преобладали представители рода *Cellvibrio*. Наличие соломы способствовало развитию разнообразной целлюлозоразлагаю-

Влияние соломы на количество целлюлозоразлагающих микроорганизмов
(количество почвенных комочков, давших зоны разложения фильтровальной бумаги)
в 1974 г. (ячмень)

| Вариант опыта | Время от начала опыта, дни | | | |
|---------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 15 | 30 | 75 | 150 |
| РК | $\frac{50}{54}$ | $\frac{52}{49}$ | $\frac{59}{60}$ | $\frac{55}{51}$ |
| Солома по РК в слое, см: | | | | |
| 0—20 | $\frac{46}{47}$ | $\frac{60}{55}$ | $\frac{88}{79}$ | $\frac{83}{80}$ |
| 0—6 | $\frac{67}{52}$ | $\frac{84}{63}$ | $\frac{89}{61}$ | $\frac{85}{71}$ |
| НРК | $\frac{60}{63}$ | $\frac{62}{58}$ | $\frac{61}{67}$ | $\frac{60}{70}$ |
| Солома по НРК в слое, см: | | | | |
| 0—20 | $\frac{73}{65}$ | $\frac{82}{78}$ | $\frac{93}{81}$ | $\frac{89}{84}$ |
| 0—6 | $\frac{74}{56}$ | $\frac{87}{58}$ | $\frac{96}{63}$ | $\frac{92}{50}$ |

Примечание. В числителе — верхний слой почвы (0—10 см), в знаменателе — нижний слой (10—20 см).

шей микрофлоры. Внесение ее в почву обуславливало не только интенсивное развитие микроскопических грибов (табл. 13), но и способствовало расширению качественного состава грибной микрофлоры. На начальных этапах разложения соломы во всех вариантах преобладали грибы *Penicillium*, *Stachybotris* и *Mucor*, на более поздних стадиях появлялись *Aspergillus*, *Fusarium*, *Stysanus*, *Alternaria*. Представители рода *Trichoderma* были выявлены лишь при совместном внесении соломы и азота, а представители родов *Stachybotris* и *Stysanus* — только в варианте с соломой.

Таблица 13

Динамика численности микроскопических грибов при внесении в почву соломы
в 1973 г. (тыс. на 1 г абсолютно сухой почвы; пар)

| Вариант опыта | Время от начала опыта, дни | | | |
|---------------------------|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 15 | 30 | 75 | 150 |
| РК | $\frac{170}{170}$ | $\frac{130}{100}$ | $\frac{90}{50}$ | $\frac{70}{55}$ |
| Солома по РК в слое, см: | | | | |
| 0—20 | $\frac{400}{320}$ | $\frac{900}{555}$ | $\frac{340}{125}$ | $\frac{300}{105}$ |
| 0—6 | $\frac{700}{160}$ | $\frac{790}{155}$ | $\frac{300}{75}$ | $\frac{350}{60}$ |
| НРК | $\frac{170}{160}$ | $\frac{145}{105}$ | $\frac{70}{85}$ | $\frac{85}{45}$ |
| Солома по НРК в слое, см: | | | | |
| 0—20 | $\frac{610}{250}$ | $\frac{770}{320}$ | $\frac{250}{120}$ | $\frac{360}{170}$ |
| 0—6 | $\frac{910}{130}$ | $\frac{800}{170}$ | $\frac{40}{90}$ | $\frac{310}{60}$ |

Примечание. В числителе — слой 0—10 см, в знаменателе — 10—20 см.

На второй год после внесения соломы наблюдалось положительное действие ее на размножение почвенных бактерий и актиномицетов. Максимум этих микроорганизмов обнаружен на фоне NPK+солома. Среди бактерий преобладали представители рода *Mycobacterium* (*Myc. micosum*, *Myc. filiforme* и др.), а среди актиномицетов — пигментированные формы (*Chromogenes*, *Violaceus*, *Ruber*).

Выводы

1. Внесение в почву соломы в качестве удобрения под зерновые культуры (яровая пшеница, ячмень, овес, кукуруза, просо, гречиха и др.) в отсутствие азота (по фону РК) вызывает сильную депрессию роста и снижение их урожайности в первый год заделки. При наличии азота в почве (фон NPK) солома не оказывает существенного отрицательного влияния на развитие растений. При внесении соломы на фоне полуторной дозы азота повысилась урожайность яровой пшеницы, ячменя, кукурузы и проса.

2. Последствие соломы (на второй и третий год) выражается в положительном ее влиянии на развитие всех испытывавшихся зерновых культур.

3. При внесении соломы в почву существенно усиливаются микробиологические процессы в ней. В вариантах с соломой по сравнению с контролем численность микроорганизмов увеличивается в 10 и 100 раз. Особенно значительно активизируется размножение анаэробных азотфиксаторов рода *Clostridium*. Стимулирующее действие соломы проявляется главным образом в начальный период ее разложения (7—10 дней). Микроорганизмы наиболее активны при поверхностной заделке соломы (0—6 см). Степень воздействия соломы на микробиологические процессы в почве обуславливается не только ее дозой, но и температурой, влажностью почвы и другими факторами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Востров Н. С. Влияние соломистых остатков на урожай растений. — Изв. АН СССР, 1963, № 6, с. 906—912. — 2. Доспехов Б. А., Кузякина Т. И., Лапыгина В. А. Действие соломы на урожай зерновых культур и картофеля при разных системах обработки почвы в севообороте. — Изв. ТСХА, 1975, вып. 3, с. 33—40. — 3. Емцев В. Т. Методы количественного учета различных видов маслянокислых и ацетобутиловых бактерий в почве. — Докл. ТСХА, 1965, вып. 109, с. 123—130. — 4. Ерофеев Н. С. Влияние соломы на микробиологические процессы в почве. — Автореф. канд. дис. М., 1964. — 5. Иванов П. К., Аношин Е. И. Использование соломы в качестве органических удобрений. — Агрохимия, 1977, № 7, с. 91—96. — 6. Канивец И. И., Фомин В. А. Использование соломы в земледелии сухостепной зоны Северного Казахстана. — Изв. АН СССР, 1977, № 4, с. 534—540. — 7. Карелина Г. П., Володарская Н. И., Миненко А. К., Седова М. Ф. Влияние соломы на урожай ячменя. Изменение подвижных форм азота и микробиологическая активность дерново-подзолистой почвы. — Агрохимия, 1974, № 5, с. 95—102. — 8. Каширский И. — Применение соломы как удобрительного средства. — Сельск. хоз-во, 1901, № 1, с. 54—56. — 9. Мерхалев

Е. С., Самойлов Т. И., Костин В. Н., Юшков Е. С., Жданов С. Г. Влияние соломы на питательный режим почвы, подверженной ветровой эрозии (по данным лабораторных и полевых опытов). — Агрохимия, 1977, № 9, с. 72—78. — 10. Мишустин Е. Н. Растительные остатки как фактор формирования потенциального и эффективного плодородия почвы. — В сб.: Органические удобрения. (Материалы научн.-метод. совещ. стран — участниц СЭВ, Москва, 1—6 июля, 1970 г.). М., 1972, с. 135—150. — 11. Мишустин Е. Н. Использование соломы в качестве удобрения. — Агрохимия, 1971, № 8, с. 49—54. — 12. Мишустин Е. Н., Перцовская М. И. Микроорганизмы и самоочищение почвы. М.: Изд-во АН СССР, 1954. — 13. Мишустин Е. Н., Ерофеев Н. С. Устранение азотного дефицита в почве при использовании соломы в качестве органических удобрений. — Микробиология, 1965, т. 34, с. 1056—1062. — 14. Мишустин Е. Н., Верниченко Л. Ю., Миллер Ю. М. Влияние соломы на источники азотного питания сельскохозяйственных культур. — Изв. АН СССР, 1977, № 2, с. 176—185. — 15. Смирнов П. М., Шилова Е. Н., Хан Н. И. О биологическом закреплении азота удобрений в почве. — Почвоведение, 1974, № 5, с. 69—76. — 16. Bartholo-

mew W. V. — In: W. V. Bartholomew and F. E. Clarc (ed) Soil nitrogen Agronomy. 1965, vol. 10, p. 285—306. — 17. Broad-bent F. E. — Isotopes and radiation in Some organic matter studies, Vienna, 1968.— 18. Pittman K., Horrick J. — Can. J. P. C. Sci., 1972, vol. 52, p. 463—472.

Статья поступила 21 февраля 1979 г.

SUMMARY

Investigations conducted for many years have shown that application of straw under grain crops (spring wheat, barley, oats, corn, millet, buckwheat, flax) on the PK background results in suppression of growth and lower yield of the crops in the first year. On the NPK background straw does not produce any significant undesirable effect, but it does not increase the yield of the grain crops either.

Straw produces beneficial residual effect on plant development in the second year and in the third year.

Application of straw into the soil intensifies microbiological and biochemical processes in it, the development of anaerobic nitrogen fixers of Clostridium genus becoming especially active. It was found by means of acetylene method that straw stimulates nitrogen fixing activity of the soil.

МОЖНО ПОДПИСАТЬСЯ НА КНИГИ:

Лурье А. Б. Статистическая динамика сельскохозяйственных агрегатов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Колос, 1981 (II кв.). — 20 л. — В пер.: 1 р. 60 к. 5000 экз. 40202. 3802040400

В книге изложены методы выбора и расчета вероятностных оценок эффективности функционирования сельскохозяйственных агрегатов и их рабочих процессов. Во втором издании (первое вышло в 1970 году) значительно расширен и обновлен материал по общей и статистической динамике сельскохозяйственных агрегатов, приведены алгоритмы вычисления на ЭВМ вероятностных характеристик процессов при работе сельскохозяйственных машин.

Книга рассчитана на научных работников, преподавателей высших учебных заведений, аспирантов. Может быть использована инженерно-техническими работниками сельского хозяйства.

Федорин Ю. В., Егоренков Л. И., Сотников В. П. Почвы сельскохозяйственных угодий СССР. — М.: Колос, 1981 (III кв.). — 15 л. — В пер.: 1 р. 10 к. 3000 экз. 40304. 3802020000

В монографии обобщен и систематизирован материал по изучению почв и качественному состоянию сельскохозяйственных угодий основных природных зон нашей страны. Приведены данные о вовлечении под пашню наиболее ценных почв, освещены главные направления в улучшении, использовании, охране земель. Рассмотрены вопросы целесообразной трансформации угодий, уже используемых в сельском хозяйстве. Приведены основные положения классификации земель СССР и улучшения государственного учета их качества.

Рассчитана на научных работников, мелиораторов, руководителей хозяйств.

Борьба с засолением земель/Под ред. чл.-кор. АН СССР Ковды В. А. — М.: Колос, 1981 (IV кв.). — 20 л. — В пер.: 1 р. 60 к. 5000 экз. 40305. 3802030000

В книге освещена проблема борьбы с засолением земель в странах — членах СЭВ. Даны прогноз мелиоративного состояния орошаемых земель и основы предупреждения процессов вторичного засоления. Рассмотрены дренаж на орошаемых землях и методы расчета его параметров. Приведены агро-мелиоративные требования к рассолению почвогрунтов, способы промывки засоленных земель, промывные нормы и их расчеты. Показаны примеры успешной борьбы с засолением и изложены перспективы дальнейшего развития мероприятий по борьбе с засолением орошаемых земель.

Рассчитана на научных работников научно-исследовательских и проектных институтов.