

4. При сочетании систем основной обработки в соответствии с требованиями культур в среднем по севообороту в почву поступает большее количество растительных остатков и создаются более благоприятные условия для их гумификации, что обеспечивает почти бездефицитный баланс гумуса. При ежегодном применении плоскорезной системы обработки почвы наблюдается сдвиг почвенно-биохимических процессов в сторону фульватизации гумусовых веществ.

5. В зависимости от систем основной обработки почвы происходит значительная перестройка сорного ценоза как по видовому, так и численному составу. Ежегодное применение плоскорезной обработки почвы, особенно ее минимализация за счет уменьшения глубины, приводит к нарастанию засоренности посевов, прежде всего корнеотпрысковыми сорняками, овсюгом, просовидными, подмаренником цепким и видами смолевков. Задачам борьбы с сорными растениями в наибольшей степени соответствуют отвальная и комбинированная в севообороте системы обработки почвы, которые позволяют поддерживать уровень засоренности посевов в зернопаропропашных севооборотах в пределах 50-70 шт/м<sup>2</sup> без применения химических средств защиты.

6. Установлены регрессионные модели продук-

тивности культур в зависимости от биотических и абиотических факторов. Более значимыми факторами в формировании урожайности озимой ржи являются запасы продуктивной влаги перед посевом; кукурузы на силос – агрофизическое состояние пахотного слоя, запасы продуктивной влаги перед посевом и наличие элементов питания в доступной форме; гороха – запасы продуктивной влаги перед посевом, агрофизические параметры и содержание доступного фосфора в почве; яровой пшеницы – фитосанитарное состояние посевов; овса – наличие подвижных форм элементов питания по всей глубине пахотного слоя.

7. Комбинированная в севообороте система основной обработки почвы является наиболее энергосберегающей, биоэнергетическая эффективность которой более чем в 1,5 раза превышает остальные варианты.

8. Затраты энергии на восстановление почвенного плодородия за счет внесения органических удобрений по отвальной системе обработки почвы составляют 27,9 ГДж/га, по плоскорезной – 22,1, по поверхностной – 18,2 ГДж/га, что сравнимо с совокупными затратами техногенной энергии на возделывание культур. Наиболее полная оценка продуктивности агроэкосистем возможна только на основе учета затрат энергии гумуса на формирование биомассы культур.

### Литература

1. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации.– Л.:Наука, 1980.– 286 с.
2. Булаткин Г.А. Эколого-энергетические аспекты продуктивности агроценозов. Пушино: ОНТИ НЦБН АН СССР. –1986.– 209 с.
3. Володин В.М. Оценка эффективности функционирования агроландшафта на биоэнергетической основе. / Материалы III съезда Докучаевского общества почвоведов. – М., 2000.– С. 136-138.
4. Казаков Г.И. Дифференциация обработки черноземных почв в Среднем Поволжье.– Самара, 1997.– 200 с.
5. Милащенко Н.З., Зерфус В.М. Мобилизационные процессы и пищевой режим выщелоченного чернозема при сокращении числа механических обработок. / Вопросы обработки почвы. – М., 1979. – С 167-174.
6. Салишев Л.И., Бахтизин Н.Р. и др. Минимальная обработка и воспроизводство плодородия типичного чернозема.– Уфа, 1993.– 120 с.

УДК 631.872:631.461:631.559

## ВЛИЯНИЕ СОЛОМЫ НА ОСЕННЕ-ВЕСЕННЮЮ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МИКРОФЛОРЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ЧЕРНОЗЕМА ЛЕСОСТЕПИ ПОВОЛЖЬЯ

*Г.В.Колсанов, к.с.-х.н., Д.А.Васильев, д.б.н., Е.А.Корнеев, ассистент, Ульяновская ГСХА*

Солома подобно пожнивно-корневым остаткам в год внесения вызывает усиление жизнедеятельности микрофлоры, что нередко приводит к снижению урожайности удобряемой сельскохозяйственной культуры (Кольбе Г., Штумпе Г., 1972). Как показали исследования, происходит это по двум причинам. Первая состоит в том, что солома, осо-

бенно злаковых культур, относительно бедна азотом. В результате микроорганизмы, усваивающие органический азот (УОА), при ее разложении используют минеральный азот почвы, отнимая его у культурных растений: Ф.Ю. Муррей, 1921; Х. Хадчинсон, Е. Ричардс, 1921; и др. [цит по Г.Кольбе, Г.Штумпе, 8]. Вторая причина в том, что в соломе

в небольших количествах содержатся фенолкарбоновые кислоты: ванилиновая, р-оксикоричная, р-оксибензойная и др., освобождение которых при минерализации приводит к образованию токсических для растений фенольных соединений: В.Зейфферт, 1957; Ф.Шенбек, 1958; и др. [цит. по 8]. Обе названные причины отрицательного влияния внесимой в почву свежей соломы на первую удобряемую культуру в большей и меньшей степени устраняются внесением с ней дополнительного минерального азота. Он усиливает микробиологическую деятельность, что приводит к ускорению минерализации соломы и углублению степени разложения ее труднораспадающихся органических соединений, включая токсические: Х.Маедер, 1960; В. Зейфферт, 1957; и др. [цит. по 8].

Необходимость и доза внесения азотной добавки к соломе определяется прежде всего биологией культуры, а точнее соотношением в ее составе углерода к азоту (С:N). Оптимальным является соотношение С:N в пределах 10-20:1. При более широком соотношении микрофлора недостающий азот берет из почвы, ухудшая питание культурных растений. При более узком соотношении С:N азот из разлагаемого органического субстрата поступает в почву, что улучшает питание растений: Ф. Шеффер, Б. Ульрих, 1961; Ф. Шеффер, П. Шахштабель, 1966; и др. [цит. по 8]. Наиболее широкое соотношение углерода к азоту в соломе злаковых зерновых, где она может достигать величины 130-100:1. Для доведения его до оптимального дополнительная потребность в азоте достигает 16-20 кг/т соломы. Наименьшее и близкое к оптимуму соотношение С:N находится в соломе зернобобовых культур и колеблется в пределах 25-35:1. Более точно оптимальная величина дополнительного азота в зависимости от биологии соломы и необходимого оптимума рассчитывается по формуле, предложенной М.Н. Новиковым [12].

Потребность в азотной добавке и ее дозе зависит и от почвенно-климатических условий зоны применения соломы. В условиях теплой продолжительной осени или при посеве агрокультур в поздневесенние сроки солома успевает пройти начальный интенсивный период разложения до начала активной вегетации растений. В этом случае азот почвы, ранее использованный микрофлорой в своем питании, вместе с азотом разложившейся части соломы возвращается в питательный раствор и становится доступным агрокультурам. В результате потребность в азотной добавке к соломе либо снижается, либо совсем отпадает: Х.Кикк, 1961-1965; Х. Анзорге, 1967; и др. [цит. по 8].

В изучаемых нами условиях в вегетационных опытах вопросом влияния гороховой соломы на микробиологическую активность чернозема выщелоченного в осенне-весенний период занимался А.В. Малышев [10]. В его исследованиях с раздельным по времени года внесением гороховой соломы под яровую пшеницу было установлено следующее:

– осеннее внесение соломы в дозе 15 г/сосуд (4 т/га) обеспечило более раннее усиление жизнедеятельности микрофлоры, но при весеннем влиянии она протекала более бурно; в обоих случаях солома повышала урожайность зерна яровой пшеницы на 4-5%;

– на фоне фосфорно-калийного (РК) удобрения солома в дозе 45 г/сосуд (12 т/га) в большей степени, чем при внесении дозы 15 г/сосуд, повышала численность микрофлоры, однако увеличение урожайности по сравнению с фоном обеспечила лишь на 0,51 г/сосуд или 5,8 %;

– на фоне NPK с азотом в дозе «20 мг на 1 кг почвы или 1/5 обычно применяемой дозы в вегетационных опытах» (цит. по А.В. Малышеву) внесение 45 г/сосуд соломы вызвала некоторое увеличение численности микрофлоры, но урожайность зерна яровой пшеницы повысилась значительно: в варианте с осенним внесением удобрений на 20%, с весенним – на 57,1%.

Проведенные А.В. Малышевым исследования принципиально не противоречат имеющимся в научной литературе материалам об отсутствии как отрицательного, так и положительного влияния непосредственного внесения соломы зернобобовых на урожайность злаковых [8] и о роли полного минерального удобрения в существенном увеличении урожайности сельскохозяйственных культур.

В опытах А.В. Малышева изучалась лишь эффективность применения одной соломы, под одну культуру и только на одной почве, что для использования в производственных условиях явно недостаточно. Учитывая также, что результаты вегетационных опытов недостаточно адекватны естественным условиям, целью данного исследования явилось изучение в полевом опыте влияния соломы различных культур на осенне-весеннюю жизнедеятельность микрофлоры чернозема типичного, азотное питание и продуктивность возделываемых культур.

### Методика исследования

Полевой стационарный опыт с изучением удобрений проводится с 1993 г. в 5-польном севообороте: горох, озимая рожь, кукуруза на силос, гречиха, ячмень – с последовательным введением полей и агрокультур в программу исследований. Почва – чернозем типичный среднегумусный мощный среднесуглинистый со следующими исходными показателями 0-30 см слоя: рН<sub>сол.</sub> 6,4-6,6, гумус по Тюрину в модификации ЦИНАО 4,5-4,7%, гидролитическая кислотность по Каппену 0,8-1,2 мг-экв/100 г почвы, сумма поглощенных оснований по Каппену-Гильковицу 30,7-32,5 мг-экв/100 г почвы, содержание доступных растениям форм фосфора и калия, по Чирикову, 180-200 мг/кг почвы. Количество вариантов в опыте 9, площадь делянок 20<sup>6</sup>=120 м<sup>2</sup>, учетная 72 м<sup>2</sup>.

Технология агрокультур опыта – общепринятая в условиях Ульяновской области. Под все культуры вносился весь фактический урожай соломы, из-

**Влияние удобрений на микробиологическую жизнедеятельность чернозема  
в осенне-весенний период, азотную обеспеченность и урожайность агрокультур**

№ вар.	Варианты	Грибы, тыс. клеток/г почвы	Бактерии			Азот мг/кг почвы*, 8-13.07	Основная продукция, т/га [5, 6, 7]
			УОА	УМА	всего		
			млн. клеток / г абсолютно сухой почвы				
<b>Поле 3, - 1.10.97, - органический субстрат – озимая рожь</b>							
1.	Пожнивно-корневые остатки (ПКО) 3,9 т/га	9,8	3,2	3,6	6,8	–	–
2.	ПКО 3,9 т/га + солома 4,8 т/га	13,1	4,1	3,6	7,7	–	–
3.	ПКО + (солома + N 20 кг/т)	6,3	7,7	10,6	18,3	–	–
4.	ПКО + (солома + N 20 кг/т) + N <sub>148</sub> P <sub>45</sub> K <sub>148</sub>	12,8	13,0	5,3	18,3	–	–
<b>Поле 3, 1.06.98, субстрат озимая рожь, культура кукуруза/силос</b>							
Ср.4 года							
1.	Пожнивно-корневые остатки (ПКО) 3,9 т/га	–	204	39,2	243	44,3	33,4
2.	ПКО 3,9 т/га+солома 4,8 т/га	–	118	41,9	160	53,3	33,7
3.	ПКО + (солома + N 20 кг/т)	–	168	40,3	208	55,6	34,1
4.	ПКО + (солома + N 20 кг/т) + N <sub>148</sub> P <sub>45</sub> K <sub>148</sub>	–	163	51,4	215	72,2	38,6
5.	ПКО + N <sub>148</sub> P <sub>45</sub> K <sub>148</sub>	–	–	–	–	–	40,3
<b>Поле 1, 19.05.98, субстрат гречишный, культура ячмень</b>							
Ср.5 лет							
1.	Пожнивно-корневые остатки (ПКО) 2,8 т/га	–	78,9	52,1	131,0	68,0	2,28
2.	ПКО 2,8 т/га+солома 3,6 т/га	–	131	30,0	161	60,0	2,29
3.	ПКО + (солома + N 20 кг/т)	–	136	41,0	177	65,0	2,65
4.	ПКО + (солома + N 20 кг/т) + N <sub>98</sub> P <sub>36</sub> K <sub>74</sub>	–	62,0	33,5	95,4	76,7	2,97
5.	ПКО + N <sub>98</sub> P <sub>36</sub> K <sub>74</sub>	–	–	–	–	–	3,09
<b>Поле 4, 19.05.98, субстрат гороховый, культура - озимая рожь</b>							
Ср.3 года							
1.	Пожнивно-корневые остатки (ПКО) 2,2 т/га	–	169	40,5	209	43,5	2,32
2.	ПКО 2,2 т/га+солома 2,5 т/га	–	33,1	48,1	81,3	42,6	2,35
3.	ПКО + (солома + N 20 кг/т)	–	166	52,3	219	49,2	2,37
4.	ПКО + (солома + N 20 кг/т) + N <sub>146</sub> P <sub>46</sub> K <sub>90</sub>	–	131	28,5	161	74,2	2,71
5.	ПКО + N <sub>146</sub> P <sub>46</sub> K <sub>90</sub>	–	–	–	–	–	2,77

\* - доступный растениям азот нитратный и аммонийный в мг/кг абсолютной сухой почвы в слое 0-30 см по состоянию на 8-13 июля 1998 г.

мельченной приставкой к комбайну «Нива» ПУН-5. Внесение соломы проводилось как отдельно, так и в сочетаниях с азотными добавками в дозах 10 и 20 кг/т и полным минеральным удобрением, рассчитанным нормативно-балансовым методом на планируемую урожайность зерна и соломы. Формы минеральных удобрений: нитрофоска, суперфосфат двойной, хлористый калий, мочевины – в осеннее основное, аммиачная селитра – в ранневесеннюю подкормку озимых. Заделка соломы в почву проводилась сначала одинаково: под послеуборочное двухкратное лущение стерни БДТ вместе с минеральными удобрениями с последующим по агрокультурам особенностями технологии: под озимую рожь под предпосевную культивацию, под остальные – под отвальные разглубины вспашки на 22-25 и 25-28 см.

Урожайность зерна учитывалась при сплошной поделаночной уборке прямым комбайнированием,

зеленая масса кукурузы – биологически с площади делянок в 15-16 м<sup>2</sup>. Урожайность соломы определялась по фактическому урожаю зерна и коэффициенту отношения соломы к зерну в сноповом анализе. Урожайность пожнивно-корневых остатков рассчитывалась по Левину [9]. Содержание в почве азота нитратного и аммиачного определялась ионометрически [13]. Численность микроорганизмов почвы определялась следующим образом: микроригибы – на сусло-агаре; бактерии, усваивающие органический азот – на мясо-пептонном агаре; бактерии, усваивающие минеральный азот, на среде Казера [11]. Статистическую обработку урожайных данных проводили дисперсионным методом.

#### Результаты исследований

Как видно из таблицы, в поле 3 на органическом субстрате бедных азотом пожнивно-корневых остатков (ПКО) озимой ржи на 1 октября интен-

сивность развития означенной микрофлоры оказалась невысокой. Достаточно большое развитие получили грибы. Их количество составило 9,8 тыс. клеток/г почвы. Численность бактерий, усваивающих органический азот, – 3,2 млн. клеток/г почвы, – оказалась близкой к численности бактерий, усваивающих минеральный азот, – 3,6 млн. клеток/г почвы. Дополнительное внесение в почву соломы проявилось в существенном на 3,3 тыс. клеток/г почвы увеличении численности грибов и в заметном, – на 0,9 млн. клеток/г почвы, – бактерий УОА. Поскольку солома каждой культуры по сравнению с ее пожнивно-корневыми остатками беднее азотом [2, 4], то усиление грибного типа разложения соломы свидетельствует о том, что грибы для своей жизнедеятельности используют азот почв лучше, чем бактерии. В варианте 3 азотная добавка к соломе озимой ржи в дозе 20 кг/т по сравнению с вариантом 2 почти трехкратно повысила численность бактерий УМА и существенно, – с 4,1 до 7,7 млн./г почвы, – бактерий УОА. Усиление жизнедеятельности бактерий сопровождалось почти двухкратным снижением численности грибов. Таким образом, условия азотного питания микрофлоры почвы определили особенности ее группового состава. При низком содержании в субстрате доступного азота достаточно значимо существовал грибной тип разложения, при высоком наблюдалось абсолютное доминирование бактериального. В почве варианта 4, где вместе с ржаным органическим субстратом и дополнительным азотом было внесено и полное минеральное удобрение в дозе  $N_{148}P_{45}K_{148}$ . Оно сохранило преимущественно бактериальный тип разложения при существенном повышении численности всех трех групп рассматриваемой микрофлоры. Таким образом, в осенний период обнаружена зависимость соотношения изучаемых групп микроорганизмов от величины внесенного в почву органического субстрата, его химического состава и обеспеченности микрофлоры почвы азотным питанием.

В весенний период по сравнению с осенним в поле 3 на субстрате озимой ржи наблюдалось существенное увеличение численности микрофлоры. При этом она на 84 % состояла из бактерий, усваивающих органический азот (см. табл.). Среди причин бурного всплеска жизнедеятельности данной группы бактерий могли быть: повышенная доступность органического субстрата, прошедшего за 7-месячный период процессы не только микробиологического, но и химического гидролиза; наибольшая к концу весеннего периода прогреваемость почвы; усиленная весенним лущением ее аэрация; не последнюю роль могло сыграть и освобождение питательных веществ из массы микрофлоры, отмершей в зимний период. Численность бактерий, усваивающих минеральный азот, в данном варианте оказалась более скромной, не превысила 31 млн. клеток/г почвы и свидетельствовала о явной зависимости от недостатка в весенний период минерального азота почвы.

Внесение соломы в варианте 2 по сравнению с вариантом 1-ПКО проявилось в весеннем снижении численности бактерий УОА. Внесение азотной добавки к соломе в варианте 3 обеспечило ее полукорратное увеличение, что подтвердили ранее отмеченную роль азота в усилении разложения соломы [8]. В варианте 4, где вместе с ржаным субстратом дополнительно был внесен азот на солому и полное минеральное удобрение, вопреки осеннему периоду численность бактерий УОА оказалась несколько пониженной. Причина могла быть одна, в осенний период в данном варианте органический субстрат прошел более интенсивное разложение, чем в других вариантах, и это отразилось на уменьшении его величины к весне. Подобное подтвердилось как численностью бактерий в варианте 4 в других полях и на других субстратах (см. табл.), так и результатами опыта А.В. Малышева, где в осенний период разложение горохового субстрата на фоне NPK оказалось выше, чем в весенний [10].

Роль бактерий и азотного удобрения в разложении субстрата и накоплении в почве минерального азота определялась по сумме нитратного и аммиачного азота в начале июля – к началу интенсивного роста и потреблению кукурузой питательных веществ (см. табл.). Внесение соломы способствовало увеличению содержания доступного растениям азота с 44,3 до 53,3 мг/кг почвы и обеспечило его накопление на уровне варианта 3 ПКО + (солома+N 20 кг/т). Полученный результат свидетельствует о том, что к концу июня даже на бедном азотом субстрате озимой ржи первый этап интенсивного разложения внесенной с осени соломы оказался завершенным. Следовательно, и азот соломы, и азот почвы, ранее иммобилизованный телами микрофлоры, перешли в минеральную доступную растениям форму.

Летние условия 1998 года оказались острозасушливыми, и действие удобрений на урожайность большинства возделываемых в опыте культур по вариантам проявилось слабо или почти не проявилось. В связи с этим для оценки влияния удобрений на продуктивность культур были взяты урожайные данные средние за годы возделывания в первой ротации севооборота [5, 6, 7]. Как видно из таблицы, на величину зеленой массы кукурузы в среднем за 4 года ни внесение одной соломы, ни ее сочетания с азотными добавками не повлияли. По всем трем вариантам урожайность находилась на уровне 33,4-34,1 т/га. В варианте 4 в условиях совместного с соломой внесения полного минерального удобрения содержание доступного растениям азота под кукурузой повысилось до 72,2 мг/кг почвы. Это обеспечило существенное до 38,6 т/га повышение урожайности. Подобное же влияние на урожайность кукурузы получено и при применении соломы с азотной добавкой в 10 кг/т как при отдельном ее внесении, так и при совместном с полным минеральным удобрением [6]. Вместе с тем, сравнение с урожайностью в варианте 5 ПКО +

НРК равный 40,3 т/га показало, что полученное в варианте 4 повышение урожайности связано не с положительным действием соломы с азотной добавкой, а с действием полного минерального удобрения. Выявленное в опыте влияние соломы на урожайность согласуется с исследованиями, проведенными в одиннадцати 8-летних опытах на четырех почвах в условиях Венгрии [1] и 7-летних опытах в трех различных типах севооборотов в условиях Югославии [3]. В них внесение пшеничной соломы под кукурузу на зерно на фонах полного минерального удобрения не требовало азотных добавок и повышало урожайность по сравнению с фонами НРК до 5-7 %.

Весенние изменения численности бактерий УОА в полях 1 и 4 на гречишном и гороховом субстратах по вариантам имели ту же закономерность, что и в поле 3 на субстрате озимой ржи: внесение соломы в варианте 2 снижало численность микрофлоры, азотная добавка к соломе в варианте 3 ее увеличивала (см. табл.). Как отмечалось выше, в варианте 4 с полным минеральным удобрением из-за более интенсивной осенней минерализации в весенний период численность бактерий имела не самые высокие показатели. Общим отличием весенней жизнедеятельности бактерий в полях 1 и 4 от поля 3 является заметно меньшая суммарная численность в вариантах 1 и 2 с внесением соответственно ПКО и ПКО+солома. Здесь проявилось влияние двух причин. Первая – гречишная и гороховая соломы имеют гораздо лучшее соотношение углерода к азоту, – в опытах оно находилось соответственно 41:1 и 28:1, – что должно было ускорить их разложение в осенний период. Вторая, в полях 1 и 4 отбор проб и их анализ проводился на 12 дней раньше, чем в поле 3 (см. табл.), то есть в условиях, когда интенсивность жизнедеятельности микрофлоры сдерживалась недостаточной прогреваемостью почвы. Вместе с тем весной проявились особенности влияния различных видов органического субстрата на жизнедеятельность микрофлоры, которая повлияла и на азотное питание растений, и на продуктивность агрокультур.

Весной в варианте 1 на гречишном субстрате по сравнению с субстратом озимой ржи наблюдалось менее бурное развитие бактерий УОА, но более интенсивное бактерий УМА. Данные различия косвенно свидетельствуют о том, что гречишный субстрат как более богатый азотом разложение проходил преимущественно в осенний период. Внесение соломы, менее обеспеченной азотом, чем ПКО, вызвало рост численности бактерий УОА, но снижение бактерий УМА. Внесение азотной добавки в варианте 3 обеспечило не только выравнивание с вариантом 1 численности бактерий УМА, но и существенный на 0,36 т/га рост урожайности ячменя. Относительно высокое, – в 59,8-68,0 мг/кг почвы, – содержание минерального азота в почве вариантов 1-3 и небольшие различия его по указанным вариантам на начало июля свидетельствовали о том, что в последующий летний

период формирования урожая азотная обеспеченность не могла быть причиной существенных его изменений. Причина в обеспеченности растений азотным питанием в более ранний – весенний период, когда из-за ухудшения азотного питания наблюдалось снижение численности бактерий УМА. Дело в том, что в конце мая в варианте 2 с внесением соломы в данных почвенно-климатических условиях ячмень, как и все ранние злаковые зерновые культуры, проходит фазу кущения, во время которой обеспеченность азотом наряду с фосфором определяет формирование побегов кущения, закладку клеток генеративных органов и в значительной степени судьбу урожая. В варианте 2 относительный недостаток азотного питания не вызвало снижения урожайности, но проявилось в его существенном увеличении в варианте 3 от внесения азотной добавки к соломе. Подобная же прибавка урожая получена и в варианте с азотной добавкой к соломе в дозе 10 кг/т [5].

В варианте 4 – ПКО + (солома + N 20 кг/т) +  $N_{98}P_{36}K_{74}$  внесение полного минерального удобрения, как и в поле 3 с субстратом озимой ржи, при средней численности микрофлоры почвы в весенний период за счет существенного улучшения минерального питания, включая азотное (см. табл.), обеспечило дальнейшее до 2,97 т/га повышение урожайности ячменя. Данная урожайность оказалась на уровне варианта 5 с внесением полного минерального удобрения без соломы. Таким образом, применение полного минерального удобрения, ускорив темпы осеннего разложения свежеснесенной гречишной соломы, устранило ее возможное отрицательное действие на жизнедеятельность микрофлоры и урожайность непосредственно удобряемого ячменя.

В гороховой соломе соотношение углерода к азоту в условиях опыта составило 28:1, что для разложения ее микрофлорой оказалось в пределах оптимума [8]. Это исключило иммобилизацию азота почвы, ускорило ее разложение в осенний период и к весне привело к закономерному снижению численности бактерий УОА и увеличению бактерий УМА (см. табл.). В варианте 3 азотная добавка к соломе, хотя и способствовала увеличению численности бактерий до 218,7 млн. клеток/г почвы и дальнейшему повышению до 49,2 мг/кг почвы минерального азота, но в условиях достаточной обеспеченности озимой ржи азотом даже в варианте 1 с внесением только ПКО оно уже не повлияло на продуктивность агрокультуры. Урожайность зерна озимой ржи по всем трем вариантам без внесения НРК оказалась на одном уровне в 2,32-2,37 т/га. В варианте 4 с дополнительным с соломой внесением полного минерального удобрения в дозе  $N146P46K90$ , как и в ранее рассмотренных случаях, обеспечило такое высокое питание растений, что ни осенние, ни весенние условия разложения гороховой соломы не повлияли на формирование урожая. Он, равный 2,77 т/га, оказался на уровне варианта 5 – без внесения соломы.

### Выводы

1. Внесение в почву бедной азотом соломы озимой ржи в осенний период усилило жизнедеятельность грибов, добавление к соломе минерального азота в дозе 20 кг/т в форме мочевины существенно снизило численность грибов и изменило тип разложения органического субстрата на преимущественно бактериальный.

2. В весенний период на ржаном субстрате по всем вариантам общая численность микрофлоры значительно превосходила их осеннюю численность; подобная же высокая интенсивность весенней жизнедеятельности бактерий наблюдалась и на гречишном, и на гороховом субстрате, что свидетельствовало о более интенсивном весеннем его разложении.

3. В вариантах с внесением в почву фактического урожая соломы предшествующих культур наблюдалось некоторое весеннее снижение жизнедеятельности бактерий, усваивающих либо органический, либо минеральный азот, что затягивало ее минерализацию и ухудшало азотное питание рас-

тений, однако благодаря достаточно высокому уровню минерализации гумуса чернозема типичного оно не приводило к ухудшению содержания минерального азота в летний период и на снижало продуктивности ни кукурузы на силос после озимой ржи, ни ячменя после гречихи, ни озимой ржи после гороха.

4. Азотные добавки к соломам усиливали жизнедеятельность микрофлоры как в осенний, так и в весенний периоды под всеми культурами, однако существенное на 0,36 т/га повышение урожайности наблюдалось лишь на ячмене – культуре, как и все ранние злаковые зерновые чувствительной к недостатку азотного питания в фазу кущения. протекающую в данных почвенно-климатических условиях в конце весеннего периода.

5. Послеуборочное совместное внесение соломы с полным минеральным удобрением усиливало осеннюю жизнедеятельность микрофлоры настолько, что устраняло возможное отрицательное действие соломы на урожайность по всем трем культурам и обеспечивало ее на уровне внесения одного полного минерального удобрения.

### Литература

1. Балла Г., Шаркади Ж. Действие запахивания соломы и стеблей кукурузы на плодородие поч. / Тр. X Международного конгресса почвоведов. Т.IV. М.: Наука, 1974. С.82-89.
2. Динамика продукции биомассы растений и гумуса почв. Отв. ред.: докт. биол. н., В.И. Кефели, докт. биол. н. С.Ситакова. / М.: Наука, 1992. 168 с.
3. Жеравица М., Райкович Ж., Бобович Д. Влияние запахивания пожнивных остатков на урожай главных сельскохозяйственных культур на черноземе. / Тр. X Международного конгресса почвоведов. Т.IV. М.: Наука, 1974. С.76-81.
4. Жуков А.И., Попов П.Д. Регулирование баланса гумуса в почве / М.: Росагропромиздат, 1988. 38 с.
5. Колсанов Г.В. Гречишная солома в удобрении ячменя на типичном черноземе лесостепи Поволжья / Агрохимия, 2005, № 5. С.59-65.
6. Колсанов Г.В., Корнеев Е.А., Хвостов Н.В. Ржаная солома в удобрении кукурузы на типичном черноземе лесостепи Поволжья. / Результаты научных исследований Географической сети опытов с удобрениями и другими средствами. Бюллетень ВИУА № 117. М.: Агроконсалт, 2003. С.200-203.
7. Колсанов Г.В., Куликова А.Х., Корнеев Е.А., Хвостов Н.В. Использование гороховой соломы для удобрения озимой ржи на черноземе типичном. / Агрохимия, 2004. С.47-53.
8. Кольбе Г., Штумпе Г. Солома как удобрение. Перев. с нем. А.Н. Кулюкина / М.: Колос, 1972. 87 с.
9. Левин Ф.И. Количество растительных остатков в посевах культур и его определение по урожаю основной продукции. / Агрохимия, 1977, № 8. С.36-39.
10. Малышев А.В. Влияние сроков внесения гороховой соломы в качестве удобрения на ход микробиологических процессов в почве и урожай яровой пшеницы. / Вопросы агротехники и биологии сельскохозяйственных растений. Ульяновск, УСХИ, 1973. С.59-66.
11. Основы микробиологических и биохимических методов исследования почвы. Методич. пособие. Под общ. ред. Возняковской Ю.М. / Л.: ВНИИ с.-х. микробиологии, 1987. – 47 с.
12. Новиков М.Н. Потребность в азоте при использовании соломы на удобрение. / Химия в сельском хозяйстве, 1990, № 9. С.55-56.
13. Пустовой И.В., Фомин В.И., Корольков А.В. Практикум по агрохимии. Под ред. И.В. Пустового. Изд. 5 / М.: Колос, 1995. 334 с.