

Влияние соломы в севообороте на численность микроорганизмов и биологическую активность почвы

А.Г. Дзюин

Проведены исследования по изучению интенсивности разложения соломы в севообороте с использованием минеральных, органических удобрений и без них, ее влияние на численность микроорганизмов в дерново-подзолистой почве. Результаты исследований обобщены по данным двух длительных стационарных полевых опытов, проведенных в разное время. Установлено, что процесс разложения соломы в почве растянут во времени и развивается поэтапно. В год ее внесения наибольшее развитие получили бактерии, использующие органический азот. По первому последействию соломы наряду с увеличением численности бактерий, использующих органический азот, в процесс ее разложения включались актиномицеты, грибы и целлюлозолитические бактерии. На третий год увеличилась численность целлюлозолитических бактерий и грибов. Твердый навоз и сидераты в совокупности сдерживали процесс минерализации соломы. Микроорганизмы первоначально включались в переработку легкоразлагаемых сидератов и навоза и не реагировали на трудноразлагаемый субстрат – солому, минерализация ее отодвигалась на последний этап. Бесподстилочный навоз при совместном внесении с соломой был, в основном, равнозначен азотным удобрениям. Он способствовал развитию большего числа грибов и целлюлозолитических бактерий. Бактерии, потребляющие органический азот под первой культурой (горохом), лучше развивались при заделке соломы на глубину 20-22 см по сравнению с поверхностной заделкой на глубину 14-16 см. Количество грибов и целлюлозолитических бактерий при этом не изменялось. На второй год под озимой рожью численность актиномицетов возросла при заделке соломы на глубину 14-16 см. На третий год под ячменем заделка соломы на 20-22 см положительно сказалась на развитии актиномицетов и целлюлозолитических бактерий. Таким образом, заделка соломы на традиционную глубину пахотного слоя 20-22 см отрицательного влияния на развитие аэробных бактерий (актиномицетов и целлюлозолитических бактерий) не оказала.

Ключевые слова: севооборот, солома, навоз, сидераты, глубина заделки, микроорганизмы, биологическая активность

Существенным резервом стабилизации почвенного плодородия является солома зерновых культур. Она считается одним из средств, оказывающих влияние на запасы органического вещества в почве [1, 2]. Установлено, что после уборки ячменя растительные остатки труднодоступны для микроорганизмов. С целью повышения эффективности использования растительных остатков и соломы рекомендуется заделывать их вначале под поверхностную обработку на 8-10 см и выдерживать в этом слое в течение 3-4 и более недель [3, 4]. Затем почва обрабатывается на требуемую глубину. Предпочтение отдается вспашке с оборотом пласта. Глубокая заделка любого вида органического вещества снижает темпы его минерализации по сравнению с поверхностной заделкой дисковыми или другими орудиями [5, 6]. При этом увеличивается содержание гумусового вещества на 17-18%, подвижного фосфора, обменного калия и нитратного азота, величина pH и степень насыщенности основаниями почвы. Подобную закономерность отмечал в своей работе и Ш.И. Литvak [7]. Как показали наши исследования [8], которыми были подтверждены результаты, полученные С.С. Сдобниковым [5], наиболее эффективна заделка органических удобрений на глубину 25-27 см. Применение

минеральных удобрений совместно с соломой в опытах Т.В. Павленкова [9] повышало биологическую активность почвы с 37 до 44-51%, что обеспечивало рост продуктивности севооборота с 3,4 до 4,2-4,3 тыс. корм. ед. В вегетационном опыте, проведенном с дерново-подзолистой легкосуглинистой почвой, Л.Г. Комаревцева [10] выяснила наилучшие условия для минерализации соломы. Они создавались на глубине 5-7 см и влажности почвы 60% полной ее влагоемкости на фоне минеральных удобрений. В конце процесса обильно размножаются актиномицеты, которые способны использовать трудноразлагаемые компоненты растительных тканей, а также новообразованные гумусовые вещества. В последнее время солома в качестве органического удобрения, наряду с другими биоресурсами, находит все большее применение. Она должна решать задачу повышения запасов гумуса в почве, прежде всего, в условиях Нечерноземья. Однако на практике, в целях экономии затрат на обработку почвы, солому заделывают на глубину не более 12-15 см, что приводит к быстрому ее разложению. Изучение процесса разложения соломы в сочетании с другими удобрительными средствами и в зависимости от глубины ее заделки в почву позволит скорректировать сложившуюся

на практике технологию ее использования в качестве удобрения.

Цель исследований – изучить интенсивность разложения соломы под культурами севооборота, ее влияние на численность микроорганизмов в сочетании с использованием минеральных и органических удобрений и в этой связи на биологическую активность почвы.

Материал и методы. Исследования проводили в двух опытах. В опыте 1 (1976-1980 гг.) измельченную солому в количестве 5,5 т/га заделывали под лемешное лущение на глубину 14-16 см и под вспашку – 20-22 см. Действие соломы изучали в звене севооборота: горох, озимая рожь, ячмень. Общим фоном вносили минеральные удобрения в дозе Р120К90. Под озимую рожь осенью использовали аммиачную селитру в дозе N60 и бесподстилочный навоз, эквивалентный дозе азота N60. Весной во всех вариантах применяли N60. Почва – дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая с агрохимическими показателями до закладки опыта: pH_{KCl} – 5,0-5,1, Нг – 3,2-4,0 и S – 12,5-13,4 мг-экв/100 г почвы, P₂O₅ – 25-68, K₂O – 60-128 мг/кг, гумус – 2,1-2,9%.

Опыт 2 (2001-2008 гг.) состоял из трех факторов. Фактор А – севообороты с видами пара и сидеральными культурами: 1 – с чёрным паром и двумя годами пользования клевера; 2 – с занятым паром (вико-овес) и двумя годами клевера; 3 – с сидеральным паром (вико-овес и повторно озимая рожь) и одним годом клевера; 4 – с сидеральным паром (клевер 1 г.п.) и одним годом клевера. Чередование культур в севооборотах 1 и 2 – пар, озимая рожь, ячмень + клевер, клевер 1 г.п., клевер 2 г.п., озимая рожь, ячмень, овёс. В севооборотах 3 и 4 – пар, озимая рожь, ячмень, яровая пшеница + клевер, клевер 1 г.п., озимая рожь, ячмень и пожнивно озимая рожь на сидерат, овёс. В почву запахали зеленую массу викоовсяной смеси 29,8 т/га и клевера 1 г.п. – 30,0 т/га. Фактор В – фонны: 1 – без навоза, 2 – навоз 40 т/га. Фактор С – удобрения: 1 – без удобрений и соломы; 2 – NPK; 3 – солома; 4 – солома + NPK. Солому озимой ржи в дозе 5,5 т/га и ячменя заделывали в почву в объеме выращенного урожая. Осеню под рожь внесли сложные удобрения с расчетом Р40К60, весной под ячмень и овёс – Р40К40, яровую пшеницу – Р60К60. Азот под рожь применяли в дозе N30 до посева, остальные N45 – весной в подкормку, под яровые культуры – N60. При заделке соломы добавили азот в дозе 10 кг/т соломы. Под клевер удобрения не вно-

сили. Почва – дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая с агрохимической характеристикой: pH_{KCl} – 5,9, Нг – 1,38-1,56 и S – 12,7-14,6 мг-экв/100 г почвы, P₂O₅ – 152-280 и K₂O – 113-116 мг/кг почвы, гумус – 2,3-2,4%. Для определения групп микроорганизмов (бактерий, актиномицетов, грибов) использовали почвенные образцы, отобранные с глубины 0-16 и 0-20 см перед уборкой выращиваемых культур. Посев почвенной суспензии проводили на твердые питательные среды. Аэробные бактерии, использующие в основном органический азот почвы, учитывали на мясопептонном агаре (МПА), актиномицеты – на крахмало-аммиачном агаре (КАА), целлюлозоразлагающие бактерии – на среде Гетчинсона, грибы – на сусло-агаре (СА). Статистическую обработку данных провели дисперсионным методом. В опыте 2 биологическую активность почвы определяли методом «аппликаций» [12].

Результаты и их обсуждение. Внесение соломы оказывало положительное влияние на развитие микрофлоры в почве (табл. 1). Как правило, возрастало количество бактерий, актиномицетов, и особенно целлюлозоразлагающих бактерий. На фоне минеральных удобрений внесение соломы привело к существенному изменению численности микроорганизмов по годам. Уже под первой культурой – горохом количество бактерий, использующих органический азот, увеличилось в 1,4 раза по отношению к контролю без удобрений.

Под второй культурой – озимой рожью по первому последействию соломы их количество возросло еще в 1,4 раза к предыдущему году. Резко возросла (в 11,5 раза) численность актиномицетов под второй и третьей культурами – в 11,5 и 7,7 раза соответственно, что объясняется их способностью использовать питательные вещества из слабо разложившейся органической массы. В процесс разложения соломы включились также грибы и целлюлозолитические бактерии, их количество под второй культурой возросло в 5,0 и 4,7 раза соответственно по сравнению с численностью под первой культурой. На третий год под ячменем по второму последействию соломы отмечалось дальнейшее увеличение численности целлюлозолитических бактерий – в 2,3, грибов – 1,4 раза по отношению к численности предыдущего года под озимой рожью. В то же время численность актиномицетов уменьшилась в 1,5 раза, а количество бактерий, потребляющих органический азот, снизилось в 4,6 раза по сравнению с пре-

дыущим годом. Как видно, микробиологические процессы при внесении соломы развивались поэтапно. Вначале процесса разложения соломы более активно размножались бактерии, использующие органический азот. Затем, в процесс ее разложения включались актиномицеты, грибы и целлюлозолитические бактерии.

Таблица 1

Численность микроорганизмов в звене севооборота с внесением соломы (среднее по 2-м закладкам опыта)

Культура	Бактерии на МПА	Актиномицеты	Грибы	Целлюлозолитические бактерии
	млн/ г абс. сух. почвы		тыс. / г абс. сух. почвы	
Без соломы	12,0	2,6	44,1	6,4
Горох	16,6	3,3	5,6	5,8
Озимая рожь	24,2	38,0	27,9	27,2
Ячмень	5,3	25,4	39,8	63,3
HCP ₀₅	3,3	8,0	7,7	12,3

Использование соломы совместно с бесподстиloчным навозом является равнозначным субстратом в сравнении с внесением NPK (табл. 2). Данные свидетельствуют лишь о тен-

денции увеличения численности грибов и целлюлозолитических бактерий при внесении жидкого навоза. Количество бактерий, определяемых на МПА, и актиномицетов осталось неизменным.

Таблица 2

Влияние удобрений на численность микроорганизмов в звене севооборота с внесением соломы

Удобрения	Бактерии на МПА	Актиномицеты	Грибы	Целлюлозолитические бактерии
	млн/ г абс. сух. почвы		тыс. / г абс. сух. почвы	
NPK	15,8	22,1	23,0	31,3
Б/п* + РК	14,9	22,4	25,9	32,8
Среднее	15,4	22,2	24,4	32,0
HCP ₀₅	2,4	4,0	7,3	7,7

Примечание: Б/п* – бесподстилочный навоз

Применение соломы создает благоприятные условия для размножения микроорганизмов, в результате чего происходит активная минерализация органического вещества, поступающего в почву. Однако при использовании соломы на удобренном минеральными удобрениями и бесподстилочным навозом фоне биологические процессы в первый год шли медленно. Так, под горохом количество бактерий на МПА, целлюлозолитических бактерий и актиномицетов увеличилось всего на уровне тенденции, а грибов уменьшилось по сравнению с вариантом без соломы (табл. 3).

Активность микроорганизмов возрастила в последующие два года, за исключением бактерий на МПА под ячменем. Но существенной

разницы между вариантами солома – без соломы под второй культурой звена севооборота (озимой рожью) также, как под первой культурой не наблюдалось.

При втором последействии под третьей культурой (ячменем) численность актиномицетов и целлюлозолитических бактерий в варианте с соломой увеличилась в 1,4 и 1,3 раза соответственно по сравнению с вариантом без соломы. Численность грибов по сравнению с предыдущим годом увеличилась, но между вариантами без существенной разницы.

В связи с явным преимуществом целлюлозолитических бактерий и грибов, численность бактерий, потребляющих органический азот, и актиномицетов уменьшилась в 4,2 и 2,5 раза по сравнению с предыдущим годом.

Таблица 3

Влияние соломы на удобренном фоне на численность микроорганизмов в звене севооборота

Культура	Вариант	Бактерии на МПА		Актиномицеты		Грибы		Целлюлозолитические бактерии	
		1	2	1	2	1	2	1	2
		млн/г абс. сух. почвы				тыс./г абс. сух. почвы			
Горох	Без соломы	15,8	2,3	3,2	1,2	6,2	1,8	5,6	3,5
	Солома	17,4		3,3		5,0		6,0	
Озимая рожь	Без соломы	23,8	6,7	35,6	15,5	27,0	10,0	23,0	16,6
	Солома	24,7		40,5		28,9		31,2	
Ячмень	Без соломы	4,4	0,9	21,2	7,3	44,3	11,4	54,1	16,8
	Солома	6,2		29,6		35,3		72,5	
Среднее	Без соломы	14,7	3,3	20,0	8,0	25,8	7,7	27,6	12,3
	Солома	16,1		24,5		23,1		36,6	

Примечания: 1 – количество микроорганизмов; 2 – НСР₀₅

На численность микроорганизмов оказывала влияние глубина заделки соломы. Бактерии, потребляющие органический азот, в период своего интенсивного развития под первой культурой (горохом) лучше развивались при заделке соломы на глубину 20-22 см. По сравнению с поверхностной заделкой на глубину 14-16 см численность их возросла на 3,3 при НСР₀₅ – 3,0 млн/г абс. сухой почвы (табл. 4). Численность актиномицетов

в этот период уменьшилась на 1,4 при НСР₀₅ – 1,2 млн/г абс. сухой почвы. Количество грибов и целлюлозолитических бактерий не изменилось. На второй год под озимой рожью численность всех микроорганизмов возросла, но существенная разница в зависимости от глубины заделки соломы была только по численности актиномицетов. Их насчитывалось на 9,7 (НСР₀₅ – 8,2) млн/г абс. сухой почвы больше при заделке соломы на глубину 14-16 см.

Таблица 4

Численность микроорганизмов при разной глубине заделки соломы

Культура	Вариант (глубина обработки, см)	Бактерии на МПА		Актиномицеты		Грибы		Целлюлозолитические бактерии	
		1	2	1	2	1	2	1	2
		млн/г абс. сух. почвы				тыс./г абс. сух. почвы			
Горох	14-16	26,6	3,0	4,8	1,2	4,9	1,3	9,4	2,7
	20-22	29,9		3,4		5,1		9,0	
Озимая рожь	14-16	35,7	2,9	93,0	8,2	47,4	10,8	59,8	12,2
	20-22	35,6		83,3		48,6		54,4	
Ячмень	14-16	3,8	1,3	40,8	2,5	63,6	9,8	104,6	8,2
	20-22	3,6		45,2		60,4		115,5	
Среднее	14-16	22,0	2,4	46,2	4,0	38,6	7,3	57,9	7,7
	20-22	23,0		44,0		38,0		59,6	

Примечания: 1 – количество микроорганизмов; 2 – НСР₀₅

На третий год под ячменем заделка соломы на 20-22 см положительно сказалась на развитии актиномицетов и целлюлозолитических бактерий. Их численность была выше по сравнению с заделкой на меньшую глубину. Следует отметить, что слои почвы, уложенные при отвальном способе заделки соломы на глу-

бину 20-22 см под первую культуру, на последующих культурах не нарушились. Под озимую рожь и ячмень проводились только поверхностные обработки. Условия влагообеспеченности в первые два года были благоприятные. На третий год с конца мая-начала июня установилась сухая погода. Осадки выпали только в конце

июня и июле. Таким образом, заделка соломы на традиционную глубину пахотного слоя 20-22 см отрицательного влияния на развитие аэробных бактерий (актиномицетов и целлюлозолитических бактерий) не оказала, они недостатка кислорода не испытывали. Поэтап-

ное развитие групп микроорганизмов также сохранялось.

О том, что растительные остатки, солома злаковых культур являются энергетическим материалом для микроорганизмов, свидетельствуют и данные, полученные в опыте 2 (табл. 5)

Таблица 5

Влияние соломы на разложение хлопчатобумажной ткани в звене севооборота клевер 1 г.п. и клевер 2 г.п. – озимая рожь – ячмень, %

Фон	Вариант	Севооборот				Среднее	Отклонение
		C.1	C.2	C.3	C.4		
Без удобрений	Без удобрений	10,2	14,0	15,5	18,4	14,5	-
	N41P28K32	11,6	13,9	12,7	14,6	13,2	-1,3
	Солома (С)	12,2	17,0	16,4	14,6	15,0	0,5
	C + N41P28K32	21,4	22,9	13,6	17,5	18,8	4,3
	Среднее	13,8	17,0	14,6	16,3	15,4	-
Навоз 40 т/га	Без удобрений	14,9	15,6	14,1	17,4	15,5	-
	N41P28K32	16,8	20,4	21,8	16,8	19,0	3,5
	Солома (С)	13,2	18,6	12,3	11,9	14,0	-1,5
	C + N41P28K32	17,2	26,3	11,8	13,5	17,2	1,7
	Среднее	15,5	20,2	15,0	14,5	16,4	-
	± от навоза	+1,7	+3,2	+0,4	-1,8	+1,0	-

HCP₀₅ для вариантов – 0,23; фонов – 0,32; частных различий – 0,46

Внесение соломы злаковых культур (озимой ржи и ячменя) на фоне без органических удобрений способствовало повышению биологической активности почвы в звене севооборота клевер 1 г.п. и клевер 2 г.п. – озимая рожь – ячмень. В севооборотах с черным (С.1) и занятым (С.2) парами, в вариантах с соломой разложение ткани шло лучше, чем без соломы. В севооборотах с сидеральными парами (викоовсяная смесь + зеленая масса озимой ржи и с использованием клевера на сидерат) активность биологических процессов в вариантах с соломой была ниже, чем в аналогичных вариантах севооборотов с черным и занятым парами. Очевидно, что на развитие микробиологических процессов изначально, со времени внесения, оказали влияние сидераты, как легкоразлагаемые субстраты, с меньшей численностью целлюлозолитических бактерий.

На унавоженном фоне процесс минерализации соломы замедлялся, а минеральные удобрения способствовали повышению минерализации соломы в севооборотах с чёрным и занятым парами (С.1 и С.2) по сравнению с вариантами без удобрений (контроль). В то же время в севооборотах с сидеральными парами (С3 и С.4) на фоне навоза также просматрива-

ется снижение показателя минерализации хлопчатобумажной ткани. Сидераты – викоовсяная смесь + озимая рожь и клевер 1 г.п., внесённые в паровом поле, сдерживали процесс минерализации соломы зерновых культур по сравнению без их внесения. Микроорганизмы не реагировали на трудноразлагаемый субстрат – солому, первоначально включившись в переработку сидератов и навоза.

Заключение. 1. На дерново-подзолистой суглинистой почве процесс разложения соломы был拉тянут во времени и развивался поэтапно. В год внесения соломы наибольшее развитие под горохом получили бактерии, использующие органический азот. По первому последействию соломы под озимой рожью, наряду с увеличением численности бактерий, использующих органический азот, в процесс разложения соломы включились актиномицеты, грибы и целлюлозолитические бактерии. На третий год (второе последействие соломы) в почве образовалась целлюлозоразлагающая микрофлора – увеличилась численность целлюлозолитических бактерий и грибов. Одновременно уменьшилось количество актиномицетов и больше всего бактерий, использующих органический азот.

2. Бесподстиочный навоз при совместном внесении его с соломой был, в основном, равноценен азотным удобрениям. Он способствовал развитию большего числа грибов и целлюлозолитических бактерий.

3. Биологическая активность почвы в первый год внесения соломы практически была идентичной с фоновым уровнем до закладки опыта. Существенного повышения численности целлюлозолитических бактерий, бактерий, использующих органический азот, и актиномицетов не наблюдалось по сравнению с вариантом без соломы. При первом последействии соломы также отмечена только тенденция увеличения их численности.

4. Численность целлюлозолитических бактерий и грибов достоверно увеличилась во втором последействии соломы в 2,3 и 1,4 раза соответственно к предыдущему году. Бактерий, потребляющих органический азот, уменьшилось в 4,2 раза, актиномицетов – 2,5 раза по сравнению с предыдущим годом. Актиномицеты, целлюлозолитические бактерии – типичные аэробы при заделке соломы на глубину 20-22 см недостатка кислорода не испытывали.

5. В севооборотах с использованием черного и занятого паров разложение хлопчатобумажной ткани в варианте с соломой шло лучше, чем без соломы. Сидеральные пары (викоовсяная смесь – зеленая масса озимой ржи, клевер 1 г.п.) и навоз снижали активность биологических процессов в вариантах с соломой, вследствие слабого развития целлюлозолитических бактерий. При внесении легкоразлагаемых удобрительных материалов (сидераты, навоз) развивались бактерии, использующие органический азот, актиномицеты. Минерализация соломы отодвигалась на последний этап.

6. Таким образом, в севооборотах с сидеральными парами с использованием навоза или без него солому озимой ржи целесообразно вносить под глубокую вспашку – 20-22 см. Это позволит снизить темпы ее минерализации, обеспечит накопление органического вещества в почве. Эффективное действие соломы на почву и урожайность культур будет повышаться постепенно по истечении времени.

Список литературы

- Попов А.В., Аврова Н.П. Биологизация земледелия в Северо-Западной зоне // Земледелие. 2001. № 3. С. 16-17.
- Еськов А.И., Новиков М.Н., Мёрзлая Г.Е. Состояние и перспективы исследований по повышению плодородия почв и эффективному использованию органических удобрений // Бюллетень ВИУА. 2001. № 114. С.7-10.
- Ерёмина Р.Ф., Чуян. Н.А. Использование растительных остатков на удобрение в условиях лесостепи Центральной Черноземной зоны // Технологии использования соломы и растительных остатков агроценозов на удобрение. Владимир, 2008. С. 83-97.
- Русакова И.В. Теоретические основы и технологии использования соломы на удобрение // Технологии использования соломы и растительных остатков агроценозов на удобрение. Владимир, 2008. С. 6-82.
- Сдобников С.С., Мельцаев И.Г. Влияние органического удобрения и способов его заделки на плодородие дерново-подзолистой почвы и урожай культур // Агрохимия. 1998. № 2. С. 27-30.
- Тарарико Н.Н. Эффективность применения навоза в зависимости от глубины и способов заделки в почву // Агрохимия. 1989. № 8. С. 64-69.
- Литvak Ш.И. Фосфор на службе урожая. М.: Просвещение, 1979. 136 с.
- Дзюин А.Г., Горчев А.А., Дзюин Г.П. Влияние торфонавозного компоста на продуктивность севооборота и содержание гумуса в почве // Современному земледелию – адаптивные технологии: тр. науч.-практ. конф. Ижевск, 2001. С. 57-58.
- Павленкова Т.В. Изменение количества нитратного, аммиачного азота, биологической активности почвы при использовании удобрений // Аграрный вестник Урала. 2008. №3 (45). С. 68-69.
- Комаревцева Л.Г. Процессы минерализации и гумификации соломы в почве // Эффективность удобрений и окультуривание почв Северо-Востока Нечерноземной зоны РСФСР: труды НИИСХ Северо-Востока. Киров, 1984. С. 154-157.
- Верниченко Л.Ю., Мишустин Е.Н. Влияние соломы на почвенные процессы и урожай сельскохозяйственных культур // Использование соломы как органического удобрения. М.: Наука, 1980. С. 3-33.
- Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями (Программа и методы исследования почв). Под общей редакцией академика ВАСХНИЛ. В.Д. Паникова. Часть II. М., 1983. 171 с.

Удмуртский НИИСХ – филиал ФГБУН Удмуртский ФИЦ УроСАН, г. Ижевск, Россия,
e-mail: ugnish-nauka@yandex.ru

Сведения об авторах:

Дзюин Александр Герценович, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник

Effect of straw on the number of microorganisms and biological activity of soil in crop rotation

A.G. Dzyuin

doi: 10.30766/2072-9081.2018.62.1.58-64

The intensity of straw decomposition in crop rotation with and without the use of mineral and organic fertilizers and the effect of straw on the number of microorganisms in sod-podzolic soil were studied. The results of the studies were summarized according to the data of two long lasting stationary field experiments conducted at different time. It was established that the process of straw decomposition in the soil is extended in time and develops in stages. In the year of its application the greatest development was obtained by bacteria which used organic nitrogen. On the first aftereffect of straw, along with the increase in the number of bacteria using organic nitrogen, the process of its decomposition included actinomycetes, fungi and cellulose bacteria. In the third year the number of cellulolytic bacteria and fungi increased. Solid manure and green manure together inhibited the process of straw mineralization. Microorganisms were originally included in the processing of easily degradable green manure and manure and did not react to a hardly decomposable substratum, the straw, its mineralization was moved to the last stage. Liquid manure when mixed with straw was, in general, equal to nitrogen fertilizers. It provided the development of more fungi and cellulolytic bacteria. Bacteria that consume organic nitrogen under the first crop (peas) developed better when the straw was buried at a depth of 20-22 cm compared to surface deposition to a depth of 14-16 cm. The number of fungi and cellulolytic bacteria did not change at the same time. In the second year under the winter rye, the number of actinomycetes increased with incorporation of straw to a depth of 14-16 cm. In the third year, under barley, the straw embedded into 20-22 cm depth positively affected the development of actinomycetes and cellulolytic bacteria. Thus, the incorporation of straw into the traditional depth of the arable layer of 20-22 cm had no negative effect on the development of aerobic bacteria (actinomycetes and cellulolytic bacteria).

Key words: *crop rotation, straw, manure, green manure, incorporation depth, microorganisms, biological activity*

References

1. Popov A.V., Avrova N.P. *Biologizatsiya zemledeliya v Severo-Zapadnoy zone*. [Biologization of agriculture in the North-West zone]. Zemledelie. 2001. no. 3. pp. 16-17.
2. Es'kov A.I., Novikov M.N., Merzlaya G.E. *Sostoyanie i perspektivy issledovaniy po povysheniyu plodorodiya pochvi i effektivnomu ispol'zovaniyu organicheskikh udobreniy*. [State and prospects of research on increasing soil fertility and efficient use of organic fertilizers]. Byulleten' VNIUA. 2001. no. 114. pp. 7-10.
3. Eremina R.F., Chuyan. N.A. *Ispol'zovanie rastitel'nykh ostatkov na udobrenie v usloviyah lesostepi Tsentral'noy Chernozemnoy zony*. [The use of plant residues for fertilization in the conditions of the forest-steppe of the Central Black Earth zone]. Tekhnologii ispol'zovaniya solomy i rastitel'nykh ostatkov agrotsenozov na udobrenie. [Technologies of using straw and plant residues of agrocoenosis for fertilization]. Vladimir, 2008. pp. 83-97.
4. Rusakova I.V. *Teoreticheskie osnovy i tekhnologii ispol'zovaniya solomy na udobrenie*. [Theoretical basis and technologies of using straw for fertilization]. Tekhnologii ispol'zovaniya solomy i rastitel'nykh ostatkov agrotsenozov na udobrenie. [Technologies of using straw and plant residues of agrocoenosis for fertilization]. Vladimir, 2008. pp. 6-82.
5. Sdobnikov S.S., Mel'tsaev I.G. *Vliyanie organicheskogo udobreniya i sposobov ego zadelki na plodorodie derno-v-podzolistoy pochvy i urozhay kul'tur*. [Influence of organic fertilizer and its embedding methods on the fertility of sod-podzolic soil and crop yields]. Agrokhimiya. 1998. no.2. pp. 27-30.
6. Tarariko N.N. *Effektivnost' primeneniya navoza v zavisimosti ot glubiny i sposobov zadelki v pochvu*. [Efficiency of manure application depending on the depth and methods of embedding in soil]. Agrokhimiya. 1989. no.8. pp. 64- 69.
7. Litvak Sh.I. *Fosfor na sluzhbe urozhaya*. [Phosphorus use for harvest]. Moscow: Prosvetshenie, 1979. 136 p.
8. Dzyuin A.G., Gorchev A.A., Dzyuin G.P. *Vliyanie torfonavoznogo komposta na produktivnost' sevooborota i soderzhanie gumusa v pochve*. [Influence of peat-manure compost on productivity of crop rotation and humus content in soil]. Sovremennomu zemledeliyu – adaptivnye tekhnologii: tr: nauch.-prakt. konf. [Adaptive technologies for modern agriculture: Proceedings of scientific and practical Conference]. Izhevsk, 2001. pp. 57 – 58.
9. Pavlenkova T.V. *Izmenenie kolichestva nitratnogo, ammiachnogo azota, biologicheskoy aktivnosti pochvy pri ispol'zovanii udobreniy*. [The change in the amount of nitrate, ammonia nitrogen, biological activity of the soil when using fertilizers]. Agrarnyy vestnik Urala. 2008. no.3 (45). pp. 68-69.
10. Komarevtseva L.G. *Protsessy mineralizatsii i gumifikatsii solomy v pochve*. [The processes of mineralization and humification of straw in soil]. Effektivnost' udobreniy i okul'turivanie pochv Severo-Vostoka Nechernozemnoy zony RSFSR: trudy NIISKh Severo-Vostoka. [Efficiency of fertilizers and cultivation of soils of the North East of the Non-Black Soil zone of the RSFSR: the works of the Research Institute of Agriculture of the Northeast]. Kirov, 1984. pp. 154-157.
11. Vernichenko L.Yu., Mishustin E.N. *Vliyanie solomy na pochvenye protsessy i urozhay sel'skohozyaystvennykh kul'tur*. [Effect of straw on soil processes and crop yields]. Ispol'zovanie solomy kak organicheskogo udobreniya. [Use of straw as organic fertilizer]. Moscow: Nauka, 1980. pp. 3-33.
12. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu issledovaniy v dlitel'nykh optytakh s udobreniyami (Programma i metody issledovaniya pochv). [Methodical instructions for carrying out studies in long-term experiments with fertilizers (Program and methods for studying soils)]. pod obshchey redaktsiei akademika VASKhNIL V.D. Pannikova. Part II. Moscow, 1983. 171 p.

Udmurt Research Institute of Agriculture – branch of the Federal State Budgetary Institution of Science Udmurt Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Izhevsk, Russia,
e-mail: ugnish-nauka@yandex.ru

Dzyuin A.G., PhD in Agricultural sciences, leading researcher