

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА В АГРОЦЕНОЗАХ С БЕССМЕННЫМ ВОЗДЕЛЫВАНИЕМ КОСТРЕЦА БЕЗОСТОГО

Сообщение 6. Влияние регулярного применения бесподстилочного навоза на микробиологические характеристики дерново-подзолистой почвы в агроценозах с бессменным возделыванием многолетних трав

С.И. Тарасов, к.б.н., М.Е. Кравченко, к.б.н., Т.А. Бужина,

*Всероссийский научно-исследовательский институт органических удобрений и торфа – филиал ФГБНУ «Верхневолжский Федеральный аграрный научный центр»
601390, Владимирская область, Судогодский район, п. Вяткино, ул. Прянишникова, 2; тел.: (4922) 426035; факс: (4922) 426010, e-mail: tarasov.s.i@mail.ru*

*И.А. Архипченко, д.биол.н., Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии
196608, Санкт-Петербург, Пушкин - 8, шоссе Подбельского, 3
тел.: (812) 4763017; e-mail: arkhipchenkoirina@mail.ru*

Определены положительные и негативные влияния длительного 37-летнего регулярного применения различных доз бесподстилочного навоза на численность основных физиологических групп микроорганизмов, биологическую активность дерново-подзолистой супесчаной почвы в агроценозах с бессменным возделыванием костреца безостого. Установлены вероятные причины высокой биогености почвы вариантов с применением жидкого навоза, животноводческих стоков. Длительное систематическое применение бесподстилочного навоза рассматривается в качестве фактора подавления процессов, обуславливающих почвоутомление при бессменном возделывании монокультуры.

Ключевые слова: бесподстилочный навоз, минеральные удобрения, длительное, ежегодное применение, дерново-подзолистая почва, кострец безостый, микроорганизмы, биологическая активность, почвоутомление.

DOI: 10.25680/S19948603.2019.111.10

Бессменное возделывание монокультуры на одном и том же поле приводит к истощению земель, развитию в них процессов, обуславливающих почвоутомление [12]. Наибольшей устойчивостью к длительному произрастанию на одних и тех же полях отличаются многолетние злаковые травы. Однако, как это отмечалось в сообщении 1 [22], при их возделывании на дерново-подзолистой почве, уже на 5-й год наблюдается их массовое выпадение из травостоя. В соответствии с существующей практикой, для злаковых травостоев с преобладанием долголетних видов (ежа, кострец, лисохвост, мятлик луговой и др.) сроки перезалужения на нормально увлажненных плодородных почвах составляют 8-10 лет, на сухих бедных – 5 лет [1]. Почвоутомление идентифицируют по комплексу показателей. Согласно литературным данным, почвоутомление связано, прежде всего, с развитием депрессивных процессов в микробиоте почвы, приводящих к нарушениям в трансформации органического вещества почвы, накоплению в ней токсичных соединений [5, 10, 17]. В ряде работ установлено положительное влияние умеренных доз ($\leq N_{300}$) бесподстилочного навоза и минеральных удобрений на численность и биологическую активность микроорганизмов, в целом на плодородие почвы [2, 15]. Однако влияние длительного применения повышенных доз (более N_{300}) бесподстилочного навоза на биогеность почвы, увеличение устойчивости агроценозов с бессменным возделыванием монокультуры до сих пор не изучено [16]. Проведение данных исследований актуально прежде всего для хозяйств индустриального животноводства, в которых бесподстилочный навоз применяют, как правило, под монокультуру в дозах, намного превышающих рекомендуемые [8, 24], на од-

них и тех же полях, ежегодно, длительно, практически на протяжении всего периода эксплуатации комплекса, мегафермы.

В длительном стационарном опыте, выполняемом совместно специалистами ВНИИОУ и ВНИИСХМ, изучают влияние минеральных удобрений, различных доз бесподстилочного навоза на изменение биологических свойств дерново-подзолистой супесчаной почвы, роль органических удобрений в устранении почвоутомления в агроценозах с бессменным, более чем 37-летним, возделыванием костреца безостого, определяют причины его высокой продуктивности на протяжении всего периода использования.

Методика. Исследования проводятся в рамках «Программы длительных опытов Географической сети по комплексному применению удобрений и других средств химизации» на опытном поле ВНИИОУ в долгосрочном опыте № 088 в «Реестре аттестатов длительных опытов с удобрениями и другими агрохимическими средствами РФ» [20], начиная с 1983 г. Изучаются агроэкологические последствия систематического длительного применения различных доз бесподстилочного навоза в интенсивном режиме на одном и том же поле с бессменным травостоем. Условия проведения исследований были указаны в сообщении 1 [22]. Биологическое состояние почвы оценивали по комплексу показателей: численность микроорганизмов устанавливали методом учета на плотных и жидких питательных средах [25, 26]; ферментную и потенциальную активность почв определяли по [19]. Для общей оценки биологического состояния почвы рассчитывали интегральный показатель суммарной биологической активности с использованием метода относительных величин [9]. Содержание

в почве щелочногидролизующего азота определяли по Корнфильду [14], общего углерода – по Тюрину [19], запасов углерода и азота общей микробной биомассы – регидратационным (углерод биомассы) и инкубационным (азот) методами [6], активной биомассы микробной – методом субстратиндуцированного дыхания [13], количество доступного для микроорганизмов органического углерода – кинетическим методом [14].

Результаты и их обсуждение. Согласно результатам исследований, наименьшую численность основных физиологических групп микроорганизмов ежегодно отмечали в почве контрольного варианта опыта, в котором удобрения не применяли. Незначительная микробная обсемененность почвы данного варианта опыта обусловлена, вероятно, низким содержанием в ней органического вещества, питательных элементов. Численность микроорганизмов в почве контрольного варианта по результатам 37-летних исследований зависела в основном от погодных условий вегетационного периода и количества биомассы, поступающей в нее с пожнивными остатками.

Как следует из результатов исследований, микрофлора дерново-подзолистой супесчаной почвы оказалась чрезвычайно чувствительной к применению бесподстильного навоза и минеральных удобрений. Резкие изменения численности, биологической активности почвенной микрофлоры наблюдали уже в первый год использования удобрений и наиболее очевидно они проявлялись при увеличении длительности исследований, повышении плодородия почв, при этом уменьшалась зависимость ее биогенности от погодных условий вегетационного периода.

Регулярное длительное применение удобрений под многолетние травы (37 лет) значительно повышало в почве численность сапрофитной микрофлоры, изменяло ее видовой состав. В сравнении с неудобренной почвой ежегодное применение бесподстильного навоза (N_{300}) обусловило рост численности микроорганизмов: участвующих в разложении органических и минеральных форм азота в 2,5-3,4 раза, нитрифицирующих бактерий, окисляющих аммонийные соединения до нитратных, - в 7,5-14,9 раз, денитрифицирующих, восстанавливающих нитратный азот до молекулярного, - в 100 раз. Систематическое применение бесподстильного навоза сопровождалось ростом численности целлюлозоразрушающих микроорганизмов в 4,3-6,4 раз, микромицетов в 1,7-2,2 раза, актиномицетов в 2,8-3,3 раза, активно участвующих в разложении органического вещества и пожнивных-корневых остатков. Использование бесподстильного навоза повышало в 2,5-3 раза обсемененность почвы олигонитрофилами и олигокарбофилами, которые на конечной стадии разложения органических веществ способны из почвенного раствора усваивать малые количества азотистых соединений, ассимилировать углеродсодержащие вещества [26]. Бесподстильный навоз, как не парадоксально, стимулировал рост численности свободноживущих азотфиксирующих микроорганизмов, в основном *Clostridium pasteurianum* и *Azotobacter chroococcum*.

С увеличением дозы бесподстильного навоза с N_{300} до N_{700} численность всех указанных физиологических групп микроорганизмов возрастала еще больше.

В соответствии с результатами исследований длительное ежегодное применение минеральных удобрений (N_{300PK}) также повышало микробную обсеменен-

ность почвы. В сравнении с почвой контрольного варианта опыта в ней численность аммонификаторов, микроорганизмов, использующих минеральные формы азота, микромицетов увеличивалась в 2 раза, целлюлозоразрушающих и нитрифицирующих микроорганизмов - в 3, денитрификаторов - в 10 раз. В сравнении с бесподстильным навозом (N_{300}) применение минеральных удобрений меньше влияло на рост численности в почве нитрификаторов, денитрификаторов, олигонитрофилов, олигокарбофилов, однако, обуславливало значительно большее содержание в ней микромицетов, в основном рода *Penicillium*.

Увеличение обсемененности почвы нитрифицирующими и денитрифицирующими микроорганизмами при использовании удобрений обусловлено, вероятно, наличием в них легкодоступного аммонийного и нитратного азота. Увеличение численности грибов, актиномицетов, целлюлозоразрушающих микроорганизмов свидетельствовало о более интенсивной минерализации органического вещества в почве под влиянием бесподстильного навоза и минеральных удобрений. Известно, что на начальном этапе минерализации органического вещества почвы принимают участие преимущественно грибы и целлюлозоразрушающие микроорганизмы, на окончательном - актиномицеты [16]. Указанные изменения почвенного микробиоценоза под влиянием бесподстильного навоза и минеральных удобрений отмечали как в пахотном, так и в нижележащих горизонтах.

Согласно литературным данным, рост численности микроорганизмов в почве при внесении удобрений может оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на состояние агрофитоценоза, плодородие почвы. В условиях, благоприятствующих активизации обменных процессов, синтезу физиологически активных и гумусообразующих соединений, увеличение численности микроорганизмов способствует росту плодородия почв, урожайности и качества продукции растениеводства. Вместе с тем, чрезвычайно высокое содержание в почве денитрификаторов повышает непроизводительные потери азота - важнейшего биогенного элемента, которые могут превысить 20% от его общего содержания в удобрениях [16]. Рост численности нитрифицирующих бактерий, согласно результатам многочисленных исследований, приводит к накоплению нитратов в почве, продукции растениеводства, повышает риск загрязнения грунтовых вод [4]. Высокая обсемененность актиномицетами, грибами, бактериями, способными синтезировать токсичные соединения, в основном фенольной природы, обуславливает, как правило, снижение интенсивности обменных процессов в почве, ее энергетического потенциала [7, 11, 12, 16]. Согласно результатам проводимых исследований, высокая численность нитрификаторов, денитрификаторов в почве вариантов опыта с использованием минеральных удобрений и бесподстильного навоза в дозе N_{700} является, вероятно, причиной снижения эффективности их применения в результате непроизводительных потерь азота, сверхнормативного содержания в растительной продукции нитратов, их активной миграции по профилю почвы [15,19,24]. Интенсивная обсемененность почвы актиномицетами, микромицетами данных вариантов опыта обусловила рост ее токсичности (табл. 1).

1. Влияние систематического применения удобрений на биологическую активность и токсичность почвы

Вариант опыта	Степень разложения, %		Интенсивность дыхания почвы (выделение CO ₂), мг/(м ² ·час)	Подавление роста корней горчицы, %
	полотна (целлюлозоразрушающая активность почвы)	фотопленки (протеазная активность почвы)		
Контроль (б/у)	26,4	24,0	40,25	7,2
Бесподстильный навоз, N ₃₀₀	39,8	38,8	51,93	10,3
Бесподстильный навоз, N ₇₀₀	52,6	57,0	57,47	21,2
Минеральные удобрения, N ₃₀₀ PK	36,4	29,4	46,21	12,3

Помимо численности микроорганизмов важным показателем биогенности почвы является ее актуальная (полевая, естественная) и потенциальная (искусственная) биологическая активность. По результатам проводимых исследований (табл. 2) наименьшая биологическая активность почвенных микроорганизмов отмечалась в неудобренной почве, что обусловлено крайне низким уровнем обмена веществ и энергии, что закономерно для устойчивых, климаксовых формаций [11, 12]. Помимо пожнивно-корневых остатков в почву вариантов опыта с применением бесподстильного навоза поступало значительное количество дополнительного энергетического материала в виде органического вещества, биогенных элементов в составе данного удобрения. Это, вероятно, явилось причиной роста численности микроорганизмов, их биологической активности в почве вариантов опыта с применением жидкого навоза, животноводческих стоков. С увеличением дозы бесподстильного навоза степень разложения полотна, желатина фотопленки, интенсивность дыхания почвы возрастали, достигая максимума при N₇₀₀ (см. табл. 1). Наибольшей дозе бесподстильного навоза соответствовала максимальная активность ферментов (уреазы, инвертазы, фосфатазы, каталазы, полифенолоксидазы), принимающих участие в реакциях гидролитического распада высокомолекулярных органических соединений, синтезе нового органического вещества (активизация азотфиксации), обогащающих почву, подвижными и доступными растениям и микроорганизмам питательными веществами. Данное обстоятельство имеет чрезвычайно важное значение для ускорения обменных процессов в системе «почва – растения - микробиота» (см. табл. 2). В исследованиях выявлена низкая активность почвенных ферментов в варианте с минеральными удобрениями, что обусловлено, возможно, неблагоприятным изменением кислотности почвенного раствора под их влиянием [21].

Каждый из определяемых показателей не может в полной мере характеризовать состояние биоценоза почвы. В целях репрезентативности оценки его состояния использовали расчетный показатель суммарной относительной биологической активности. Он позволяет более достоверно и объективно оценить биологическое состояние почвы и степень воздействия изучаемых факторов [9]. Как следует из данных таблиц 3, 4 максимальная биологическая активность, индексы чувствительности микробиоты почвы к воздействию удобрений, рассчитанные за два последних года (2017, 2018 гг.), относились к варианту с применением дозы бесподстильного

2. Влияние удобрений на потенциальную и ферментативную активность почвы

Вариант опыта	Контроль	Бесподстильный навоз		N ₃₀₀ PK
		N ₃₀₀	N ₇₀₀	
<i>Ферментативная активность</i>				
Уреаза, мг NH ₃ /100 г·сут	0	369	576	32
Инвертаза, мг глюкозы/100 г·сут	15,7	20,9	28,7	7,8
Фосфатаза, мг P ₂ O ₅ /10 г·ч	0,62	0,83	0,94	0,8
Каталаза, мл O ₂ /г	1,42	1,74	1,82	1,45
Полифенолоксидаза, мг пурпура/100 г·30 мин	6,53	-	7,4	5,0
<i>Потенциальная активность</i>				
Азотфиксация, мкмоль C ₂ H ₂ /100 г·сут	0,25	16,6	36,5	6,95
Денитрификация, мг N- N ₂ O/100 г·сут	5,4	10,3	13,3	8,2

3. Относительная оценка биологического состояния дерново-подзолистой почвы (среднее за 2016-2017 гг.)

Показатель	Контроль	Бесподстильный навоз		Минеральные удобрения, N ₃₀₀ PK
		N ₃₀₀	N ₇₀₀	
Аммонификаторы	31	79	100	52
Микроорганизмы, использующие минеральные формы азота	36	96	100	46
Актиномицеты	36	95	91	41
Целлюлозоразлагающие	25	81	100	47
Микромицеты	28	42	45	100
Нитрификаторы	19	79	100	32
Денитрификаторы	2	74	100	12
Cl.pasteurianum	22	54	100	30
Олигонитрофилы	47	84	100	64
Олигокарбофилы	54	92	100	60
Выделение C-CO ₂	75	89	100	54
Разложение: хлопчатобумажного полотна желатина	25	40	100	28
Сумма показателей, %	427	943	1145	607
Оценка показателей биологической активности, %	34	76	100	49

Примечание. Относительный метод оценки [3, 9] предусматривает принятие за 100% наибольшего значения каждого из биологических показателей. По отношению к наибольшему значению выражают в процентах остальные значения данного показателя в различных вариантах.

4. Индекс чувствительности биологических показателей биогенности дерново-подзолистой почвы, (среднее за 2017-2018 гг.) к длительному внесению удобрений

Показатель	Бесподстильный навоз		Минеральные удобрения, N ₃₀₀ PK
	N ₃₀₀	N ₇₀₀	
Аммонификаторы	1,68	2,73	0,73
Микроорганизмы, использующие минеральные формы азота	1,45	1,84	0,56
Актиномицеты	1,12	1,82	0,46
Целлюлозоразлагающие	3,37	4,43	0,89
Микромицеты	0,49	0,86	1,49
Нитрификаторы	6,41	13,99	2,15
Олигонитрофилы	1,53	2,01	0,34
Олигокарбофилы	1,18	1,51	0,04
Денитрификаторы	49,0	49,0	1,75
Cl.pasteurianum	1,55	4,09	0,72
Выделение CO ₂	0,12	0,15	0,10
Разложение: хлопчатобумажного полотна желатина	0,41	1,53	0,08
	0,13	0,64	0,03

Примечание. Индекс чувствительности [9] количественно выражает реакцию биоценоза почвы на внесение удобрений и рассчитывается по формуле: ИЧ = (X_{вар.} - X_{контр.}) : X_{контр.}, где X_{вар.} – величина показателя биогенности почвы в варианте с удобрением; X_{контр.} – величина показателя биогенности почвы в контрольном варианте (без удобрения).

навоза N₇₀₀, затем дозы N₃₀₀. Вариант с применением минеральных удобрений оценивался по всем показателям выше контроля, но ниже вариантов с бесподстилочным навозом.

По каждому варианту по горизонтали суммируют относительные показатели. За 100% вновь принимают наибольшую сумму показателей и рассчитывают относительные показатели биологической активности почвы в процентах по каждому из вариантов опыта.

Согласно результатам биохимических исследований, высокая биологическая активность микроорга-

низмов почвы вариантов опыта с применением бесподстилочного навоза обусловлена, вероятно, резким увеличением в ней содержания наиболее доступного для микроорганизмов легкогидролизуемого азота, подвижного органического вещества, а также большим содержанием азота в самих почвенных микроорганизмах. В почве при внесении органических удобрений снижалось соотношение C:N и повышалась суммарная активная биомасса почвенных микроорганизмов (табл. 5).

5. Влияние длительного внесения удобрений на содержание подвижных форм азота, углерода в почве, размеры общей микробной и активной микробной биомассы

Вариант опыта	Содержание щелочногидролизуемого азота по Корнфильду, мг/кг	Содержание подвижного углерода (C _{орг.}) в K ₂ SO ₄ вытяжке (наиболее доступного для почвенных микроорганизмов), мг/кг	Содержание С в Напирофосфатной вытяжке (рН 7,0), мг/кг	Запас углерода в общей микробной биомассе, С-биомассы, мг/кг	Запас азота в общей микробной биомассе, N-биомассы, мг/кг	С:N в биомассе	Суммарная активная биомасса (бактериальная + грибная, Σ), мгС/кг	Грибная активная биомасса (разложение труднодоступной органики)	
								мгС/кг	% от Σ биомассы
Контроль	90,1	59,1	477	715,9	79,3	9,0	238	19	8,0
Минеральные удобрения, N ₃₀₀	105,0	76,7	807	986,9	66,4	14,9	315	19	6,0
Бесподстилочный навоз, N ₃₀₀	146,3	83,9	454,1	878,0	172,2	5,1	173	74	42,8
Бесподстилочный навоз, N ₇₀₀	155,9	159,7	480,0	751,7	231,8	3,2	605	220	36,3

Выводы. 1. Дерново-подзолистая почва контрольного варианта опыта в котором удобрения не применяли характеризовалась наименьшей численностью микроорганизмов основных физиологических групп, их биологической активностью. Биогенность почвы данного варианта опыта зависела от погодных условий вегетационного периода и величины биомассы пожнивнокорневых остатков, ежегодно поступающих в нее.

2. Применение бесподстилочного навоза значительно повышало численность и биологическую активность почвенных микроорганизмов. С увеличением дозы бесподстилочного навоза биогенность почвы возрастала.

3. Согласно результатам микробиологических исследований, использование бесподстилочного навоза на удобрение должно быть строго регламентировано, соответствовать требованиям рекомендаций высокоэффективного, экологически безопасного его применения [8, 13]. Ненормированное, сверхинтенсивное применение бесподстилочного навоза в дозах более N₃₀₀ резко повышало численность аммонифицирующих, нитрифицирующих, денитрифицирующих микроорганизмов, актиномицетов, микромицетов. Это потенциально может увеличить непроизводительные потери азота удобрений, загрязнение почвы, растительной продукции, грунтовых вод нитритами, нитратами, стимулировать рост токсичности почвы, снижать урожайность растительной продукции, оказывать негативное влияние на ее качество.

4. Минеральные удобрения (N₃₀₀PK) по своему влиянию на биогенность дерново-подзолистой почвы уступали действию бесподстилочного навоза (N₃₀₀). Повышение кислотности почвы при использовании данных удобрений, вероятно, явилось причиной снижения ее ферментативной активности, резкого увеличения численности микромицетов – основных продуцентов токсичных соединений.

5. Согласно результатам биохимических исследований, высокая биологическая активность почвы в вариантах с применением бесподстилочного навоза обусловлена заметным увеличением в ней содержания доступного для микроорганизмов легкогидролизуемого азота, подвижного органического вещества, повышением энергетического потенциала самих почвенных микроорганизмов в результате увеличения в их биомассе содержания активного азота, сужением соотношения C:N.

Литература

1. Андреев Н.Г. Кострец безостый/ Н.Г.Андреев, В.А.Савицкая.- М.: ВО Агрпромпиздат, 1988. - 185 с.
2. Асарова М.Х. Микробиологическая активность дерново-подзолистой почвы при внесении высоких доз жидкого навоза/М.Х.Асарова// Известия ТСХА. – 1982. - №. 3. – С. 189-191.
3. Ацци Ж. Сельскохозяйственная экология //Ж.Ацци. – М.: Изд. иностр. лит.-ры, 1959. –480 с.
4. Баранников В.Д. Охрана окружающей среды в зоне промышленного животноводства // В.Д.Баранников.- М.: Россельхозиздат, 1985.- 118 с.
5. Берестецкий О.А. Микробиологическое почвоутомление под пшеницей и пути его устранения/ О.А. Берестецкий, Ю.М. Возняковская, Ж.И. Попова и др. // Вестник сельскохозяйственной науки.- 1984. - № 10. – С. 117 – 121.
6. Благодатский С.А. Регидратационный метод определения биомассы микроорганизмов в почве / С. А. Благодатский, Е. В. Благодатская, А. Ю. Горбенко, Н.С.Паников // Почвоведение. – 1987. - № 4. - С.64-72.
7. West A.W. Modification to the substrate-induced respiration method to permit measurement of microbial biomass in soils of different water contents / A.W.West, G.P.Sparling // Journal of Microbiological Methods- 1986. - № 5.-P. 177-189.
8. Дозы и сроки внесения бесподстилочного навоза: методические рекомендации / ВАСХНИЛ, ВИУА; сост. Г.Е.Мерзлая, С.Ф. Полуниин, В.А.Васильев. – М., 1990. – 24 с.
9. Карягина Л.А. Микробиологические основы повышения плодородия почв/Л.А. Карягина. - Минск: Наука и техника, 1989. – 230 с.
10. Красильников Н.А. Микроорганизмы почвы и высшие растения/ Н.А.Красильников. - М.: Изд-во АН СССР, 1958. – 462 с.

11. Лобков В.Т. Биоразнообразие в агроэкосистемах как фактор оптимизации биологической активности почвы /В.Т. Лобков // Почвоведение. -1999. - № 6. – С. 732-737.
12. Лобков В.Т. Почвоутомление при выращивании полевых культур // В.Т. Лобков. – М.: Колос, 1994. – 112 с.
13. РД-АПК 1.10.15.02-17 Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета / МСХ РФ; сост. Федоренко В.Ф., Н.П. Мишурун и др.- М., 2017. – 167 с.
14. Методические указания по определению щелочногидролизующего азота в почве по методу Корнфильда / МСХ СССР, Утв. 11.04.1985 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// www.document415948450.htm](http://www.document415948450.htm), свободный.
15. Мерзлая Г.Е. Агроэкологические основы и технологии использования бесподстилочного навоза/ Г.Е. Мерзлая [и др.] -М.: Россельхозакадемия – ГНУ ВНИПТИОУ, 2006. – 463 с.
16. Минеев В.Г. Агрохимия, биология и экология почвы/ В.Г. Минеев, Е.Х.Ремпе. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 206 с.
17. Мишустин Е.Н. Ассоциации почвенных микроорганизмов// Е.Н. Мишустин. – М.:Наука, 1975. – 114 с.
18. Практикум по агрохимии: учеб.пособие / Под ред. В.Г. .Минеева.- М.: Изд-во МГУ, 2001. - 689 с.
19. Реестр аттестатов длительных опытов с удобрениями и другими агрохимическими средствами Российской Федерации. Изд. 2-е /Под ред. В.Г. Сычева - М.: ВНИИА, 2009.-196 с.
20. Саегалиева Г.Э. Ферментативная активность почвы как показатель плодородия почв/Г.Э. Саегалиева//Молодой ученый.-2014.- №2.- С.277-278.
21. Тарасов С.И. Эффективность длительного применения бесподстилочного навоза в агроценозах с бессменным возделыванием костреца безостого. Сообщение 1. Влияние длительного применения бесподстилочного навоза на ботанический состав и урожай костреца безостого /С.И. Тарасов, М.Е. Кравченко, Т.А. Бужина// Плодородие. - 2015.-№6. - С.27 - 30 .
22. Тарасов С.И. Эффективность длительного применения бесподстилочного навоза в агроценозах с бессменным возделыванием костреца безостого. Сообщение 2. Влияние длительного применения бесподстилочного навоза на качество урожая зеленой массы костреца безостого. Соответствие нормативным требованиям/С.И. Тарасов, М.Е. Кравченко, Т.А. Бужина// Плодородие. – 2016. - №6. - С.50 - 53 .
23. Теппер Е.З. Практикум по микробиологии/ Е.З. Теппер, В.К. Шильникова – М.:Дрофа, 2004. – 175 с.
24. Титова В.И. Методы оценки функционирования микробоценоза почвы, участвующего в трансформации органического вещества/ В.И.Титова, А.В. Козлов. - Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2012. – 64 с.

EFFICIENCY OF THE LONG-TERM USE OF LIQUID MANURE IN AGRO-ECOSYSTEMS WITH CONTINUOUS CULTIVATION OF BROMEGRASS:

6. The effect of regular applications of liquid manure on the microbiological characteristics of sod-podzolic soils in agrocenoses with the permanent cultivation of perennial grasses

S.I. Tarasov, M.E. Kravchenko, T.A. Bushina,

All-Russian Scientific Research Institute of Organic Fertilizers and Peat – a Branch of the Federal Budget Scientific Institution "Verkhnevolzhsky Federal Agrarian Scientific Centre" (VNIIO – branch of FGBNU "Verkhnevolzhsky FANS»)

St.Pryanishnikova 2, Vyatkino, Vladimir Region 601390, Russia, e-mail: tarasov.s.i@mail.ru

I.A. Arkhipchenko, Federal Budget Scientific Institution All-Russian Scientific Research Institute for Agricultural Microbiology Podbelsky chausse 3, Saint-Petersburg, Pushkin 8, 196608, Russia e-mail: arkhipchenkoirina@mail.ru

The positive and negative consequences of long-term 37 - year, regular use of different doses of unshielded manure on the number of major physiological groups of microorganisms, the biological activity of sod-podzolic sandy soil in agrocenoses with permanent cultivation of boneless. The probable reasons of high soil biogenicity of variants with application of liquid manure, livestock drains are established. Long-term, systematic use of unshielded manure is considered as a factor in the suppression of processes that cause soil fatigue in the permanent cultivation of monoculture. Key words. unshielded manure, fertilizers, long-term, regular use, sod-podzolic soil, boneless, microorganisms, biological activity, soil fatigue.