

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

Сообщение 3. Влияние регулярного применения бесподстилочного навоза на структурное состояние 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
Б.М. Когут, д.с.-х.н., М.А. Яшин, к.с.-х.н., Федеральное государственное бюджетное научное
учреждение Почвенный институт им. В.В. Докучаева
119017, Москва, Пыжевский пер., 7, стр. 2; тел.: (495) 9537628; e-mail: kogutb@mail.ru

Показано, что регулярное применение различных доз бесподстилочного навоза в агроценозах с бессменным 36-летним возделыванием костреца безостого обусловило увеличение содержания органического вещества в дерново-подзолистой почве, улучшило ее агрегатное состояние, повысило долю агрономически наиболее ценных агрегатов, способность почвы к структурообразованию, водопрочность структуры, устойчивость почвенного сложения.

Ключевые слова: бесподстилочный навоз, кострец безостый, бессменные посевы, дерново-подзолистая почва, органическое вещество, структурное состояние.

DOI: 10.25680/S19948603.2019.110.15

В хозяйствах индустриального животноводства бесподстилочный навоз используют в качестве органического удобрения преимущественно под многолетние кормовые травы. По экономическим, организационным причинам жидкий навоз, навозные стоки применяют, как правило, под многолетние травы в высоких дозах, длительное время на одних и тех же полях, бессменно, без обновления травостоя. Последствия данной практики использования бесподстилочного навоза мало изучены. Начиная с 1983 г. на опытном поле ВНИИОУ в долгосрочном опыте (опыт № 088 в «Реестре аттестатов длительных опытов с удобрениями и другими агрохимическими средствами РФ») изучают влияние систематического длительного применения различных доз бесподстилочного навоза в интенсивном режиме на плодородие почв, продуктивность, качество, безопасность зеленой массы костреца безостого. Один из важнейших показателей плодородия почвы – структурное состояние, которое определяет ее водный, воздушный, тепловой режимы. От структуры зависит интенсивность практически всех физико-химических, физических, биологических процессов в почве. Основным количественным показателем структуры почвы является коэффициент ее структурности. Чем больше его значения, тем лучше структурность почвы, выше содержание наиболее ценных для сельскохозяйственных культур агрегатов размером 0,25–10 мм, обладающих высокой водопрочностью, механической прочностью, пористостью [8, 15, 22]. Водопрочность агрегатов почвы – один из важнейших качественных показателей ее структуры, которая оценивается по факторам дисперсности, структурности, критерию АФИ и др. В данном сообщении приведены результаты 36-летних исследований (1983–2018 гг.) по изучению влияния регулярного применения различных доз бесподстилочного навоза на изменение количественных и качественных показателей структур-

ного состояния дерново-подзолистой супесчаной почвы в агроценозе с бессменным возделыванием костреца безостого.

Методика. Схема опыта, условия его проведения представлены в сообщении 1 [20]. Для изучения структурного состояния почвы из пахотного горизонта (0–20 см) каждого варианта опыта отбирали по два ненарушенных монолитных образца размером 25×25×20 см. Отобранные образцы подвергали механической обработке для определения агрегатного состояния почвы. Монолиты с высоты 1,5 м сбрасывали на полиэтиленовую пленку для их разрушения на структурные отдельные части. В лабораторных условиях из массы почвы отбирали крупные растительные остатки, корни. Затем почвенные образцы высушивали до воздушно-сухого состояния [23]. В дальнейшем при сухом просеивании на ситах с диаметром отверстий 0,25–10 мм по методу Н.И. Саввинова определяли агрегатный состав почвенных образцов [3, 18]. Агрегатное состояние почв оценивали по величине коэффициента структурности по шкале А.А. Окопеловой и др. [14].

По результатам гранулометрического анализа [3] рассчитывали значения фактора структурности по А.Ф. Вадюниной [4] для оценки способности почвы к структурообразованию. Из почвенных агрегатов, выделенных сухим просеиванием, отделяли частицы песка с использованием 4%-ного раствора пиррофосфата натрия [1]. Полученную пасту смывали дистиллированной водой через сито с диаметром отверстий 0,05 мм в фарфоровую чашку. Массу песчаных частиц определяли весовым методом. Концентрацию органического углерода ($C_{орг.}$) в агрегатах ненарушенных и свободных от песка определяли по [13]. Микроагрегатный состав почвы для изучения степени оструктуренности почвы устанавливали по методу Н.И. Саввинова [18]. По результатам сухого и мокрого рассева по шкале С.И. Дол-

гова и П.У. Бахтина [16] проводили оценку структурного состояния почвы. По результатам мокрого просеивания, по общему количеству агрегатов более 0,25 мм, с использованием шкалы И.В. Кузнецовой [10] оценивали водопрочность структуры почвы, устойчивость почвенного сложения по ее структуре. Оценку водопрочности агрегатов проводили по шкале А.А. Околовой и др. [14]. Степень разрушения микроагрегатов в воде (фактор дисперсности) рассчитывали по Н.А. Качинскому [3, 8]. Водоустойчивость микроагрегатов (фактор структурности) определяли по П. Фагелеру [3]. Корреляционные зависимости содержания органического вещества почвы, коэффициентов ее структурности, водопрочности, статистическую обработку полученных данных осуществляли методами дисперсионного и регрессионного анализа с помощью программ STATGRAPHICS Centurion XVI. II Microsoft Excel 2003 и пакета программ для анализа полевых экспериментов «Ландшафт». Приведенные уравнения регрессии рассчитаны при 5%-ном уровне значимости [7].

Результаты и их обсуждение. В соответствии с результатами проводимых исследований дерново-подзолистая супесчаная почва (0-20 см) всех вариантов опыта характеризовалась высокой степенью агрегированности. По результатам сухого просеивания доля агрономически ценных агрегатов размером 10-0,25 мм в почве всех вариантов опыта превышала 79% (табл. 1), ее агрегатное состояние по шкале А.А. Околовой оценивалось как «отличное». Значения коэффициентов структурности почвы превышали: в контрольном варианте опыта 3,9, в вариантах с использованием бесподстилочного навоза в дозах N_{300} , N_{700} , соответственно, 4,1 и 5,2; в варианте с применением минеральных удобрений – 3,8. Высокая агрегированность почвы всех вариантов опыта обусловлена, вероятно, положительной ролью многолетних трав в улучшении почвенной структуры [11, 12, 19, 21], а также характером землепользования: отсутствием механической обработки почвы на протяжении всех 36 лет исследований и ежегодным поступлением органического вещества растительного покрова, в вариантах с бесподстилочным навозом – дополнительным поступлением органического вещества данного удобрения. В пересчете на сухое вещество при среднегодовой урожайности трав: в контрольном варианте опыта – 2,1 т/га, в вариантах с применением бесподстилочного навоза в дозах N_{300} и N_{700} – 6,9 и 9,2, минеральных удобрений – 6,8 т/га ежегодно с пожнивными, корневыми остатками, с бесподстилочным навозом в почву поступало, соответственно, 2,9; 19,4; 35,4; 7,3 т/га органического вещества.

Согласно результатам исследований, содержание органического вещества в почвенных агрегатах зависело от количества органического вещества, поступившего в почву с растительными остатками, бесподстилочным навозом. Наибольшему поступлению органического вещества соответствовало наивысшее его содержание в почвенных агрегатах. Данная закономерность наилучшим образом прослеживалась в агрегатах, освобожденных от песка (табл. 1). Средневзвешенное содержание $C_{орг.}$ в агрономически ценных агрегатах почвы (10-0,25 мм) составляло: в контрольном варианте – 1,38 %, вариантах с органическим удобрением в дозах N_{300} , N_{700} , соответственно, 2,5 и 3,38, с применением минеральных удобрений – 1,97%. Во всех вариантах опыта максимальное содержание органического вещества сосре-

доточено в агрегатах размером 3-1 мм – наиболее ценных в формировании структуры почвы [6, 9]. Выход данных агрегатов в почве составил: в контрольном варианте 23,2%, вариантах с органическим удобрением в дозах N_{300} , N_{700} , соответственно, 27,0 и 28,3, с применением минеральных удобрений – 25,8%. Содержание органического вещества ($C_{орг.}$) от массы фракций в агрегатах почвы (3-1 мм) превысило: в контрольном варианте 2,82 %, в вариантах с органическим удобрением в дозах N_{300} , N_{700} , соответственно, 6,28 и 9,79; с применением минеральных удобрений – 4,74%.

1. Влияние длительного применения удобрений на агрегатный состав дерново-подзолистей супесчаной почвы, содержание песчаной фракции, органического вещества в ненарушенных и освобожденных от песка фракциях агрегатов

Вариант опыта	Размер воздушно-сухих агрегатов, мм	Выход агрегатов, %	Доля песчаной фракции	Содержание $C_{орг.}$ в агрегатах, % от массы фракции	
				ненарушенных	свобожденных от песка
Контроль	≥ 10	12,2	0,726	0,379	1,38
	10-7	9,4	0,702	0,359	1,21
	7-5	8,3	0,700	0,409	1,36
	5-3	10,5	0,686	0,411	1,31
	3-2	6,6	0,698	0,439	1,45
	2-1	16,6	0,752	0,339	1,37
	1-0,5	9,2	0,796	0,284	1,39
	0,5-0,25	19,1	0,804	0,314	1,60
	≤ 0,25	8,1	0,698	0,426	1,41
Бесподстилочный навоз, N_{300}	≥ 10	10,2	0,696	0,504	1,75
	10-7	8,4	0,690	0,618	1,67
	7-5	8,6	0,626	0,596	1,51
	5-3	12,2	0,640	0,845	2,14
	3-2	7,8	0,662	1,082	2,86
	2-1	19,2	0,738	1,066	3,42
	1-0,5	4,4	0,780	0,842	2,78
	0,5-0,25	19,6	0,784	0,766	3,09
	≤ 0,25	9,6	0,599	1,345	2,98
Бесподстилочный навоз, N_{700}	≥ 10	6,0	0,678	0,697	2,16
	10-7	7,6	0,674	0,702	2,15
	7-5	9,0	0,538	0,820	1,77
	5-3	14,2	0,616	1,275	3,32
	3-2	8,2	0,626	1,64	4,38
	2-1	21,1	0,702	1,61	5,41
	1-0,5	3,6	0,766	1,06	4,51
	0,5-0,25	20,1	0,738	1,38	5,26
	≤ 0,25	10,2	0,562	2,25	5,14
Минеральные удобрения, $N_{300}PK$ (экв. вар.2)	≥ 10	11,8	0,708	0,442	1,54
	10-7	9,0	0,704	0,527	1,39
	7-5	7,6	0,655	0,462	1,44
	5-3	11,2	0,662	0,628	1,78
	3-2	7,0	0,676	0,616	1,94
	2-1	18,8	0,744	0,588	2,80
	1-0,5	6,2	0,790	0,618	1,92
	0,5-0,25	19,4	0,790	0,522	2,54
	≤ 0,25	9,0	0,643	0,825	1,96

В соответствии с результатами исследований длительное (1983-2018 гг.) регулярное применение бесподстилочного навоза способствовало формированию более мелкокомковатой, зернистой структуры почвы в результате увеличения в ней доли агрегатов размером 10-0,25 мм и особенно доли наиболее ценных в формировании структуры почвы агрегатов 3-1 мм с наибольшим содержанием органического вещества.

Многолетнее систематическое применение различных доз бесподстилочного навоза в агроценозе с бесменным возделыванием кострца безостого обусловило улучшение структурного состояния почвы, которое по результатам сухого и мокрого просеивания оценива-

лось по шкале С.И. Долгова, П.У. Бахтина как «хорошее».

В соответствии с результатами гранулометрического анализа, почва вариантов опыта с длительным использованием бесподстилочного навоза характеризовалась более высокой потенциальной способностью к оструктурированию по сравнению с почвой контрольного варианта и варианта с применением минеральных удобрений. В почве, удобренной бесподстилочным навозом, содержалось наибольшее количество ила, мелкой пыли, которые, благодаря высокому содержанию в них органического вещества, являются «активными» механическими элементами, цементирующими частицы твердой фазы почвы [5, 17]. Согласно литературным данным, частицы размером 0,001 и менее 0,01 мм отвечают за пластичность, липкость, набухание, гигроскопичность почвы, емкость поглощения, высоту капиллярного подъема [3].

Наибольшей способностью к структурообразованию в соответствии с величиной фактора структурности по А.Ф. Вадюниной характеризовалась почва вариантов с применением бесподстилочного навоза (табл. 2).

2. Влияние систематического применения различных доз удобрений на оструктуренность почв, водопрочность почвенных агрегатов (в среднем за 1982-2018 гг.)

Вариант опыта	Результаты сухого просеивания по Саввинову		Коэффициент структурности (K = A/B)	Результаты мокрого просеивания на приборе Бакшеева		
	сумма макроагрегатов > 10 мм и < 0,25 мм, % (Б)	сумма макроагрегатов 0,25-10 мм, % (А)		сумма агрегатов 0,25-5,0 мм	сумма водопрочных агрегатов 0,25-5,0 мм	содержание водопрочных агрегатов 0,25-5,0 мм
Контроль	20,4	79,6	3,9	62,0	33,5	54
Бесподстилочный навоз, N ₃₀₀	19,8	80,2	4,05	63,2	37,3	59
Бесподстилочный навоз, N ₇₀₀	16,2	83,8	5,17	66,9	42,8	64
Минеральные удобрения (экв. N ₃₀₀)	20,8	79,2	3,81	62,6	35,1	56

По результатам мокрого просеивания, по общему количеству агрегатов более 0,25 мм, следует заключить, что длительное регулярное применение бесподстилочного навоза повысило водопрочность структуры почвы, устойчивость почвенного сложения.

По шкале И.В. Кузнецовой [10] водопрочность почвенной структуры варианта опыта с применением бесподстилочного навоза оценивалась как «отличная», «высокоустойчивая».

По результатам мокрого и сухого просеиваний, по соотношению суммы фракций агрегатов размером 1-0,25 мм наибольшие значения водопрочности агрегатов почвы по критерию АФИ установлены для почв вариантов опыта с применением бесподстилочного навоза.

Длительное, регулярное применение бесподстилочного навоза повысило водоустойчивость не только макроагрегатов почвы. Согласно соотношению содержания ила при микроагрегатном анализе к илу, полученному

при гранулометрическом анализе, наименьшие значения фактора дисперсности по Н.А. Качинскому и наибольшие значения фактора структурности по П. Фагелеру [3], отмечены у почв с использованием бесподстилочного навоза (табл. 3).

3. Влияние регулярного применения удобрений на структурное состояние дерново-подзолистой супесчаной почвы в агроценозах с длительным бессменным возделыванием многолетних трав

Показатель структурного состояния почвы	Вариант опыта			
	Контроль	Бесподстилочный навоз		Минеральные удобрения N ₃₀₀ PK
		N ₃₀₀	N ₇₀₀	
Коэффициент структурности	3,93	4,1	5,2	3,81
Фактор структурности (по А.В. Вадюниной)	24,4	29,8	34,8	26,4
Критерий водопрочности агрегатов, %	105,0	153,0	170,0	120,0
Содержание воздушно-сухих агрегатов (10-0,25 мм), %	79,6	80,2	83,8	79,2
Содержание водопрочных агрегатов (10-0,25 мм), %	54,0	60,0	64,0	56,0
Оценка структурного состояния (по шкале Долгова, Бахтина)	Удовлетворительное	Хорошее		
Содержание воздушно-сухих агрегатов (≥0,25 мм), %	91,9	90,4	89,8	91,0
Содержание водопрочных агрегатов (≥0,25 мм), %	81,8	82,4	83,2	82,0
Устойчивость сложения структуры (по Кузнецовой)	Высокоустойчивое			
Водопрочность структуры (по Кузнецовой)	Избыточно высокая			
Фактор дисперсности (по Н.А. Качинскому),%	37,3	37,1	36,8	37,3
Фактор структурности (по П. Фагелеру). %	62,7	62,9	63,2	62,7

При сопоставлении результатов гранулометрического и микроагрегатного анализов наибольшие различия в содержании частиц тонких (область агрегированного ила) и крупных, песчаных (область устойчивых микроагрегатов) отмечены в почве вариантов опыта с использованием бесподстилочного навоза в дозах N₃₀₀, N₇₀₀. Данные различия свидетельствуют, что длительное регулярное применение органических удобрений обусловило наибольшее вовлечение частиц ила в образование устойчивых микроагрегатов почвы, в том числе крупных.

Все позитивные изменения в структуре почвы вариантов с многолетним систематическим применением бесподстилочного навоза в агроценозах с бессменным возделыванием многолетних трав, согласно литературным данным, обусловлены значительным увеличением в самих почвенных агрегатах содержания органического вещества. Коэффициенты корреляции содержания органического вещества с количеством агрономически ценных воздушно-сухих и водопрочных агрегатов составили 0,94-0,97. Корреляционная зависимость (r) между содержанием C_{общ.} и коэффициентом структурности (Kс) в почве вариантов с применением бесподстилочного навоза составила 0,92-0,98.

Выводы. 1. Дерново-подзолистая супесчаная почва (0-20 см) в агроценозе с бессменным 36-летним возделыванием многолетних трав (костреца безостого) ха-

рактиковалась высокой степенью агрегированности. Во всех вариантах опыта агрегатное состояние почвы оценивалось как «отличное», что обусловлено, вероятно, положительной ролью многолетних трав, органических удобрений в качестве основных поставщиков органического вещества в почву, отсутствием механической ее обработки на протяжении всех 36 лет исследований.

2. Регулярное длительное применение бесподстилочного навоза улучшило количественные и качественные характеристики структуры дерново-подзолистой супесчаной почвы в агроценозе с бессменным возделыванием многолетних трав. Почва в вариантах опыта с применением бесподстилочного навоза характеризовалась наибольшими значениями коэффициентов структурности, потенциальной способностью к оструктурированию, водопрочностью агрегатов и самой структуры, устойчивостью сложения.

3. Положительное влияние длительного регулярного применения бесподстилочного навоза на структуру почвы обусловлено, вероятно, повышением содержания органического вещества в составе почвенных агрегатов. Наибольшему поступлению органического вещества в почву соответствовало максимальное его содержание в почвенных агрегатах.

4. Длительное регулярное применение бесподстилочного навоза способствовало формированию наиболее ценных агрегатов размером 3-1 мм, увеличив их долю в структуре почвы до 30%.

5. Систематическое ежегодное применение бесподстилочного навоза в дозах N_{300} , N_{700} увеличило содержание органического вещества в агрегатах 3-1 мм в 2 и 3 раза соответственно в сравнении с его содержанием в контрольном варианте опыта.

Литература

1. *Агрофизические методы исследования почв* / Под ред. С.И. Долгова – М.: Наука, 1966. – 259 с.
2. *Бойцова Л.В.* Структурный состав дерново-подзолистых почв различного землепользования / Л.В. Бойцова // *Агрофизика*. – 2017. – №1. – С.10-19.
3. *Вадюнина А.Ф.* Методы исследования физических свойств почв / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
4. *Вадюнина А.Ф.* Физический режим подзолистой почвы в зависимости от способов ее обработки / А.Ф. Вадюнина // *Ученые записки. Почвоведение*. Кн. 2. – М.: МГУ, 1946. – Вып. 105. – С. 96-115.
5. *Вершинин П.В.* Почвенная структура и условия ее формирования / П.В.Вершинин. – М. – Л.: Изд-во АН СССР (Ленинградское отделение), 1958. – 188 с.

6. *Вильямс В.Р.* Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения / В.Р. Вильямс // *Собр. соч. в 12 т.* – М.: Гос.изд-во с.-х. литературы, 1951. – Т.6. – 576 с.
7. *Вуколов Э.А.* Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL. – 2-е изд. / Э.А. Вуколов. – М.: Изд-во Форум. 2008. – 464 с.
8. *Качинский Н.А.* Физика почвы / Н.А. Качинский. – М.: Высшая школа, 1965. – 324 с.
9. *Когут Б.М.* Водопрочность и лабильные гумусовые вещества типичного чернозема при разном землепользовании / Б.М. Когут, С.А.Сысоев, В.А. Холодов // *Почвоведение*. – 2012. – №5. – С. 555-563.
10. *Кузнецова И.В.* О некоторых критериях оценки физических свойств почв / И.В. Кузнецов // *Почвоведение*. – 1979. – №3. – С. 81-88.
11. *Лошаков В.Г.* Севооборот как агроэкологическая основа систем земледелия / В.Г. Лошаков // *Научные основы систем земледелия и их совершенствование*. – Н.-Новгород: ННХА, 2007. – С. 10-14.
12. *Несмеянова М.А.* Структурно-агрегатный состав и водопрочность почвы под влиянием многолетних бобовых трав / М.А. Несмеянова // *Пермский аграрный вестник*. – 2015. – №1 (9). – С.50-55.
13. *Oik D.C.* Overview of the symposium proceedings “Meaningful pools in determining soil carbon and nitrogen dynamics” / D.C. Oik, E.G. Gregorich // *Soil Sci. Soc. Am. J.* – 2006. – V.70. – P. 967-974.
14. *Окоделова А.А.* Оценка продуктивности почв с помощью регрессивного анализа / А.А. Окоделова, В.Н. Стяжкин, А.С. Касьянова // *Фундаментальные исследования*. – 2012. – №3 (ч.2). – С. 328-332.
15. *Окоделова А.А.* Провинциальные особенности структурной организации почв Волгоградской области / А.А.Окоделова, В.Ф. Желтобрюхов, Г.С. Егорова, А.С. Касьянова // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – №4. – С. 379-383.
16. *Растворова О.Г.* Физика почв (Практическое руководство) / О.Г. Растворова. – Л.: ЛГУ, 1983 – 196 с.
17. *Ревут И.Б.* Физика почв / И.Б.Ревут. – Л.: Колос, 1964. – 320 с.
18. *Саввинов Н.И.* Структура почвы и ее прочность на целине, перелог и на старопахотных участках. / Н.И. Саввинов. – М.: Сельхозгиз, 1931. – 46 с.
19. *Сагалбеков У.М.* Агрофизические показатели черноземов обыкновенных под многолетними травами (Северный Казахстан) / У.М. Сагалбеков, Е.У. Сагалбеков, М.А. Кусаинова // *Почвоведение*. – 2013. – №10. – С. 1234-1238.
20. *Тарасов С.И.* Эффективность длительного применения бесподстилочного навоза в агроценозах с бессменным возделыванием коостреца безостого. 1. Влияние длительного применения бесподстилочного навоза на ботанический состав и урожай коостреца безостого // С.И. Тарасов, М.Е.Кравченко, Т.А. Бужина // *Плодородие*. – 2015. – № 6. – С. 27-30.
21. *Тиво П.Ф.* Накопление корневых и пожнивных остатков на осушенных дерново-глеевых почвах Поозерья / П.Ф. Тиво, А.С. Васько, С.М. Крутько, А.П. Лопух // *Мелиорация переувлажненных земель*. – 2007. – №1 (57). – С.76-83.
22. *Шеин Е.В.* Курс физики почв / Е.В. Шеин. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 430 с.
23. *Яшин М.А.* Агрогенная трансформация лабильных гумусовых веществ и структуры дерново-подзолистой супесчаной почвы / М.А. Яшин [и др.] // *Агрохимия*. – 2015. – №9. – С.3-13.

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

Communication 3. Effect of regular application of liquid manure on the structural state of sod-podzolic soil in agrocnoses with permanent cultivation of perennial grasses

S.I. Tarasov¹, M.E. Kravchenko¹, T.A. Bushina¹, B.M. Kogut², M.A. Yashin²

¹ *All-Russian Scientific Research Institute of Organic Fertilizers – a branch of Upper Volga Federal Agrarian Research Center, Pryanishnikova ul. 2, 601390 p. Vyatkin, Russia, E-mail: tarasov.s.i@mail.ru,*

² *V.V. Dokuchaev Soil Institute, Pyzhevskii pereulok 7, bldg. 2, 119017 Moscow, Russia, E-mail: kogutb@mail.ru*

The regular use of different doses of liquid manure in agrocnoses with permanent 36-year cultivation of awnless brome caused an increase in the organic matter content in the aggregates of sod-podzolic soil, improved its aggregate state, increased the share of agronomically most valuable aggregates (3-1 mm), the ability of the soil to structure formation, water resistance of the structure, stability of soil.

Key words: *liquid manure, permanent crops of smooth brome-grass, s* **Key words:** *digital transformation of the agricultural sector, unmanned technologies, unmanned aerial systems, digital monitoring of agroecosystem indicators, multispectral imaging, vegetation indices, crop structure, grain yield, od-podzolic soil, organic matter, structural condition*