

Опыт применения стоков и навоза КРС в Белгородской области

Екатерина Геннадьевна Котлярова, Елена Владимировна Ковалева, Ольга Сергеевна Кузьмина

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», г. Белгород, Россия

e-mail: kotlyarovaeg@mail.ru

Аннотация. В реальных условиях хозяйствования юго-запада Центрального Черноземья (Белгородская область) установлено, что применение местных органических удобрений – стоков и подстилочного навоза КРС, отличающихся по агрохимическому составу, степени доступности элементов питания, имеет неодинаковое влияние на плодородие почв и продуктивность сельскохозяйственных культур. Применение подстилочного навоза КРС способствовало достоверному улучшению показателей плодородия почв, таких как содержание органического вещества (на 0,4%_{абс.}), степени кислотности (на 0,4 ед.) и гидролитической кислотности (на 1,32 ммоль/100 г почвы). Применение стоков КРС приводило к значительному превышению продуктивности агроценозов (на 1,2 тыс. ЗЕ/га, или 30,4 %) по сравнению с внесением навоза КРС. Наиболее отзывчивыми культурами на внесение стоков были подсолнечник, кукуруза, многолетние и однолетние травы, обеспечившие прибавку продукции от 23 до 113 %. Применение стоков экономически эффективнее по сравнению с использованием навоза КРС: прибыль и уровень рентабельности выше в 2,9 и 3,1 раза соответственно, себестоимость ниже в 1,4 раза.

Ключевые слова: навоз; стоки КРС; органические удобрения; урожайность; гумус; плодородие; эффективность.

Для цитирования: Котлярова Е. Г., Ковалева Е. В., Кузьмина О. С. Опыт применения стоков и навоза КРС в Белгородской области // Аграрный научный журнал. 2023. № 3. С. 35–43. [http: 10.28983/asj.y2023i3pp35-43](http://10.28983/asj.y2023i3pp35-43).

AGRONOMY

Original article

Use experience of cattle effluents and manure in the Belgorod region

Ekaterina G. Kotlyarova, Elena V. Kovalyova, Olga S. Kuzmina

Belgorod State Agricultural University named after V.Ya. Gorin, Belgorod, Russia

e-mail: kotlyarovaeg@mail.ru

Abstract. In the real farming conditions of the south-west of the Central Chernozem region (Belgorod oblast), it was found that the using local organic fertilizers – cattle effluents and manure, which differ in agrochemical composition and the degree of availability of nutrients, has an unequal effect on soil fertility and crop productivity. The use of cattle litter manure contributed to a significant improvement in soil fertility indicators such as organic matter content (by 0.4 %_{abs.}), degree of acidity (by 0.4 units.) and hydrolytic acidity (by 1.32 mmol/100 g of soil). Using of cattle effluents led to a significant excess of the agroecosystems productivity (by 1.2 thousand GU/ha, or 30.4 %) compared to the application of cattle manure. The most responsive crops for the cattle effluents application were sunflower, corn, perennial and annual grasses, which provided the harvest increasing by 23–113 %. The use of cattle effluents was more economic effective compared to the application of cattle manure: profit and profitability were 2.9 and 3.1 times higher, respectively, and the cost price was 1.4 times lower.

Keywords: manure; cattle effluents; organic fertilizers; yield; humus; fertility; efficiency.

For citation: Kotlyarova E. G., Kovalyova E. V., Kuzmina O. S. Use experience of cattle effluents and manure in the Belgorod region. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2023;(3):35–43. (In Russ.). [http: 10.28983/asj.y2023i3pp35-43](http://10.28983/asj.y2023i3pp35-43).

Введение. По экспертным оценкам, ежегодное производство органических удобрений в России составляет 300 млн т [8], в том числе твердых – 200 млн т [6], в почву сельскохозяйственных предприятий, по данным Росстата [9], вносится только 71 млн т. Остальное скапливается, теряя свое качество, являясь при этом значительным источником загрязнения окружающей среды.





При должной подготовке органические удобрения – мощный резерв органического вещества и макро- и микроэлементов для наших агроландшафтов, особенно учитывая скорость постоянно дорожающих минеральных удобрений.

Наибольшее количество органических удобрений применяется в Центральном Федеральном округе – 37 % от общероссийских объемов. Белгородская область занимает первое место в стране, ее доля по вносимым органическим удобрениям достигает 14 % [5]. Объем внесения органических удобрений в Белгородской области в последние годы весьма значительный – до 11 млн т/год, это обусловило насыщенность пашни на уровне 9,3 т/га, что почти в 6 раз превышает средний показатель по России [9, 10]. Очевидно, что во многом результатом такой деятельности является рост продуктивности сельскохозяйственных культур и агроландшафтов в целом. Средняя урожайность зерновых и зернобобовых за последние пять лет в Белгородской области составляет 4,9 т/га, тогда как в среднем по стране (2,7 т/га) она меньше в 1,8 раза. Аналогичная тенденция отмечается и по другим культурам.

Анализ результатов исследований, опубликованных в многочисленных работах, свидетельствует исключительно о положительном влиянии стоков и навоза крупного рогатого скота на показатели плодородия независимо от природно-климатической зоны, типа почв, доз, продолжительности и способов применения удобрений [2, 7, 12]. Во многом неодинаковое воздействие на показатели почвенного плодородия органических удобрений зависит от их химического состава и отзывчивости на них культур [1, 3, 4, 11].

Сфера деятельности ООО «Кормовая компания «Зеленая Долина» охватывает производство кормов для молочного животноводства, выращивание продукции растениеводства на продажу, при этом широко используются стоки и навоз КРС. Весьма актуальным является вопрос влияния жидких и твердых органических удобрений на параметры плодородия почв и урожайность возделываемых культур, эффективности их применения.

Цель исследования: сравнительная оценка агроэкологической и экономической эффективности применения органических удобрений на основе стоков и навоза КРС в реальных условиях хозяйствования.

Методика исследований. Район землепользования ООО «Кормовая компания «Зеленая Долина» (Белгородская область, ЦЧЗ) характеризуется умеренно континентальным климатом: жарким летом и сравнительно холодной зимой. Среднегодовая температура воздуха составляет 6,4 °С, среднегодовое количество осадков 537 мм в год, сумма температур за период активной вегетации растений 2600 °С, гидротермический коэффициент (ГТК) находится на уровне 1,2.

Почвенный покров опытных участков в основном черноземы типичные и выщелоченные, на их долю приходится 99 %. Содержание гумуса незеродированных черноземов типичных составляет 5,2–6,6 %. Гидролитическая кислотность колеблется в среднем от 2,0 до 3,0 ммоль/100 г почвы, а pH около 5,6–5,9 ед. Обеспеченность подвижным фосфором и обменным калием повышенная, реже высокая 114–138 мг/кг почвы. Черноземы выщелоченные незеродированные и слабосмытые имеют на больших площадях повышенную кислотность почвы (pH ниже 5,5; гидролитическая кислотность 3–5 ммоль/100 г), высокое содержание фосфора и повышенное калия. По гранулометрическому составу почвы в основном тяжелосуглинистые.

В исследовании использовались фактические данные по урожайности сельскохозяйственных культур на полях с внесением органических удобрений с 2016 по 2020 г. и результаты двух последних туров агрохимического обследования тех же полей за 2015 и 2019 гг. Статистическую обработку данных проводили с помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel 2010.

Дозы удобрений в хозяйстве рассчитывали исходя из агрохимического состава (табл. 1), биологических особенностей культуры, ее предшественника, планируемой урожайности, состояния почвенного покрова и с учетом рекомендуемых доз внесения органических удобрений по общему азоту в соответствии с ГОСТ 33830-2016.

Жидкие органические удобрения вносили на поля, непосредственно прилегающие к животноводческим комплексам, тогда как твердые органические удобрения – на отдаленные от комплексов поля. Поскольку внесение стоков и навоза КРС приурочено к различным полям, это обеспечило возможность исследовать влияние систематического применения ЖОУ и ТОУ на основные показатели плодородия почв и урожайность сельскохозяйственных культур.

Агрохимический состав органических удобрений

Показатель	Стоки КРС	Навоз подстилочный КРС
pH, ед.	8,0	8,0
Массовая доля сухого вещества, %	2,74	28,7
Массовая доля органического вещества, на сухое вещество, %	39,16	34,4
Массовая доля золы, на сухое вещество, %	21,68	31,1
Массовая доля питательных веществ с исходной влажностью, %:		
общего азота	0,15	0,74
общего фосфора (P_2O_5)	0,11	0,96
общего калия (K_2O)	0,17	0,70

Результаты исследований. Влияние стоков и навоза КРС на показатели плодородия почв. Изменения основных показателей плодородия почв под влиянием стоков КРС статистически незначимы на 5%-м уровне точности (табл. 2). Тем не менее, в качестве положительной тенденции можно отметить увеличение содержания в почве органического вещества с 6,2 до 6,4 %_{абс.}, а также снижение гидролитической кислотности с 5,85 до 4,43 ммоль/100 г почвы. Наблюдается стабилизация степени кислотности (pH), содержания подвижных форм фосфора и калия (в области очень высокой обеспеченности).

Таблица 2

Изменение показателей плодородия почв под влиянием стоков

Номер поля	Гумус, %		Р		К		pH		Н _г	
	2015	2019	2015	2019	2015	2019	2015	2019	2015	2019
1-3	6,1	5,8	220	126	226	102	5,2	5,33	2015	2019
1-4	6	6,8	136	122	168	107	5,2	5,33	4,66	5,07
1-5	5,4	6,4	201	139	193	129	5,1	5,21	5,08	4,17
1-6	6,5	5,70	240	149	211	133	5,3	5,30	5,62	4,75
1-7	5,8	6,1	217	112	271	109	5,3	5,36	4,28	4,33
1-8	6,9	6,1	176	79	171	127	4,8	5,04	5	4,32
1-9	7,3	7,5	619	578	865	535	5,9	5,78	7,16	5,44
1-10	6	6,4	142	660	420	380	6,8	6,55	2,79	2,77
1-11	6	7,2	527	703	628	533	6,3	6,7	0,96	1,12
3-7	5,5	5,7	267	241	372	310	5,6	5,67	1,5	0,95
3-8	5,8	5,8	182	159	323	161	6,2	5,3	3,47	3,47
3-9	6,4	6,1	110	66	191	110	5	4,8	2,17	4,56
3-11	6,2	6,6	242	325	211	440	5	5,3	6,19	6,81
3-12	6,6	7	244	383	234	518	4,90	5,6	5,75	4,33
3-13	5,9	5,9	180	124	166	138	4,9	4,8	6,13	3,16
3-15	5,9	6,1	141	77	125	105	5	4,87	6,32	6,94
3-16	5,9	5,8	118	144	295	146	6,2	5,7	6,12	6,37
3-34	6	6,1	272	178	288	262	6,2	6,18	2,03	3,3
3-35	7	6,2	369	250	367	282	6,3	5,68	1,76	1,66
3-36	6,9	7,6	494	720	491	505	6,2	6,3	1,88	3,14
3-37	6,2	6,9	215	248	148	344	5	5,15	2,51	1,6
Среднее	6,2	6,4	253,0	265,9	303,0	260,8	5,5	5,5	5,85	4,43
НСР ₀₅	$F_f < F_t$		$F_f < F_t$		$F_f < F_t$		$F_f < F_t$		$F_f < F_t$	





В отличие от ЖОУ применение твердых органических удобрений приводило к существенному улучшению показателей плодородия почв. Содержание органического вещества увеличилось на 0,4%_{абс.}, pH – на 0,4 ед., что способствовало переходу из области слабокислых в группу близких к нейтральным (табл. 3). Значительно – на 1,32 ммоль/100 г почвы – снизилась гидролитическая кислотность. Уменьшение содержания подвижного фосфора на 18 мг/кг почвы недостоверно и сохраняется в области высокой обеспеченности, так же как и снижение содержания подвижного калия до границы высокой и очень высокой обеспеченности.

Таблица 3

Изменение показателей плодородия почв под влиянием навоза

Номер поля	Гумус, %		Р		К		pH		Н _г	
	2015	2019	2015	2019	2015	2019	2015	2019	2015	2019
1-12	6,6	6,6	289	249	199	208	5,6	5,5	3,65	3,5
1-13	6,3	6,2	139	121	178	162	5,4	5,23	3,91	4,53
1-14	6	6,8	197	199	251	213	5,3	5,55	4,51	3,49
1-15	5,9	6,2	167	138	214	173	5,2	5,43	4,99	3,66
1-16	6,6	6,3	194	175	197	212	5,4	5,78	4,05	2,73
1-17	5,5	6,2	161	93	204	161	5,2	5,67	5,04	2,73
1-18	5,6	6	211	227	176	82	4,9	6,57	6,62	1,08
1-19	6,1	7,3	367	405	554	347	5,4	6,6	4,05	1,05
1-20	5,8	6,4	221	244	223	243	5,6	6,02	3,33	2,06
1-21	6,4	6,1	353	98	429	597	6,4	6,88	1,31	0,69
1-28	5,2	5,5	173	131	164	135	5,1	6,25	5,11	1,9
1-30	6	5,8	200	185	164	94	6	6,16	2,28	1,94
1-40	5,6	6,2	143	151	181	143	5,3	6,22	4,66	1,83
1-42	6,5	6,4	84	213	164	224	4,9	6,47	6,75	1,41
1-43	5,6	6,4	278	148	250	113	5	5,69	6,21	3,34
1-45	5,4	6,2	107	126	163	172	5,2	5,18	5,02	4,9
1-46	6	6,6	205	153	237	167	5,2	5,2	4,82	4,63
3-1	5	5,4	113	102	189	123	4,9	4,93	6,27	6,25
3-2	5,1	5,4	202	222	167	120	5,1	5,30	5,38	4,2
3-5	5,6	5,5	256	143	316	204	5,8	5,4	2,9	4,2
3-6	4,7	5,4	169	117	277	165	5,3	5	4,93	5,73
3-32	5,7	6	240	103	197	113	5,9	5,25	2,69	4,69
3-33	5,2	5,5	102	97	129	84	4,7	6,23	6,78	1,75
3-40	5,2	5,6	125	152	94	157	5,4	5,83	3,91	2,65
3-43	3,7	4,8	86	114	99	153	5,5	5,64	3,56	3,33
3-50	4,90	5	145	226	83	156	5	5,43	5,39	3,97
3-51	4,2	4,5	225	220	118	158	5,7	5,6	3,22	3,36
3-53	5,7	5,7	183	180	111	180	5,4	5,24	3,74	5,12
3-60	4,8	5,1	198	279	127	153	5,4	6,52	5,25	1,25
Среднее	5,5	5,9	190,8	172,8	201,9	179,7	5,4	5,8	4,49	3,17
НСП ₀₅	0,36		F _f < F _t		F _f < F _t		0,25		0,77	



Очевидно, что выявленные особенности изменчивости показателей плодородия почв под воздействием различных марок органических удобрений являются следствием их агрохимического состава. Прежде всего, в содержании сухого вещества. Щелочная среда применяемых удобрений (рН 8) благоприятно сказывается на уменьшении кислотности почвенного раствора.

Очевидно, что улучшение показателей плодородия почв могло оказать положительное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур. При этом представляет интерес вопрос о степени такого влияния, учитывая различия в агрохимической характеристике применяемых удобрений.

Влияние жидких и твердых органических удобрений на продуктивность агроценоза. Поскольку в изучаемый период на полях возделывались различные культуры, то для оценки продуктивности агроценозов урожайность отдельных культур переводилась в зерновые единицы и учитывалась суммарно по всем полям внесения жидких или твердых органических удобрений. В табл. 4 представлены обобщенные данные по продуктивности агроценозов за период с 2016 по 2020 г.

Анализ данных свидетельствует, что во все годы периода исследований продуктивность агроценозов при применении стоков КРС выше, чем при внесении подстилочного навоза. Различия по годам изменялись от 0,71 до 1,89 тыс. зерновых единиц с единицы площади и достигали 15,6–70,5 %. В среднем за 5 лет продуктивность полей на фоне жидких органических удобрений выше на 1,2 тыс. ЗЕ/га, или 30,4 %. Такая значительная разница, очевидно, связана со степенью доступности элементов питания в данных удобрениях, которая намного выше в стоках КРС.

При этом, безусловно, представляет интерес отзывчивость отдельных культур на применяемые органические удобрения. Представленные результаты анализа урожайности по культурам свидетельствуют, что эффективность применения органических удобрений зависит от биологических особенностей сельскохозяйственных культур и видов производимой продукции (табл. 5).

Таблица 4

Продуктивность агроценоза в зависимости от применяемых органических удобрений, тыс. ЗЕ/га

Год	Стоки	Навоз	±	%
2016	5,47	4,73	0,75	15,8
2017	5,70	4,16	1,54	36,9
2018	5,26	4,56	0,71	15,6
2019	4,56	2,68	1,89	70,5
2020	4,60	3,50	1,10	31,3
Среднее	5,12	3,92	1,19	30,4
НСР ₀₅	1,02		-	-

Таблица 5

Урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от применяемых органических удобрений (в среднем за 2016–2020 гг.), т/га

Культура	Стоки	Навоз	±	%
Озимая пшеница	5,71	5,52	0,19	3,4
Яровые зерновые	3,64	3,83	-0,19	-5,0
Кукуруза на зерно	8,69	6,57	2,12	32,3
Подсолнечник	2,91	2,31	0,6	25,9
Кукуруза на силос	31,60	25,67	5,93	23,1
Многолетние травы	16,96	11,21	5,74	51,2
Однолетние травы	28,07	13,21	14,86	112,5



В отличие от всех остальных культур урожайность яровых зерновых (ячмень, яровая пшеница) в среднем ниже при внесении стоков, чем при применении навоза. Следует также отметить, что урожайность зерновых культур и озимых, и ранних яровых изменялась в пределах статистической ошибки ($-5 \dots 3,4 \%$). Мы можем предположить, что для этих культур не имеет значения какая марка органического удобрения – ЖОУ или ТОУ – используется при их выращивании.

Отзывчивыми на применение жидких органических удобрений были такие культуры, как подсолнечник и кукуруза на зерно и силос. Прибавка урожайности по сравнению с применением подстилочного навоза составила на этих культурах 23–32 %.

Особенно эффект от стоков КРС по сравнению твердыми органическими удобрениями отмечался при производстве зеленых кормов. Многолетние травы обеспечили прибавку 5,74 т/га, или 51 %. Дополнительная продукция однолетних трав при внесении стоков превысила урожайность, полученную при применении подстилочного навоза КРС, на 1,65 т/га и составила 14,86 т/га, или 113 %.

Балансы элементов питания и гумуса в почве. Для обоснования выявленной динамики показателей плодородия были рассчитаны балансы элементов питания и гумуса под кукурузой на силос (рис. 1) в качестве примера и в целом в агроценозе (рис. 2). В последнем случае, поскольку вся продукция с изучаемых полей пересчитывалась в зерновые единицы, все расчеты проводились с использованием коэффициентов для озимой пшеницы. Следует также отметить, что дозы органических удобрений изменялись с учетом предшественника, поэтому под кукурузу рассчитывалась средняя доза по культуре, а при оценке агроценоза использовалась средневзвешенная доза удобрений за 4 года. В результате в расчетах использовались следующие дозы: стоков 174 и 147 м³/га, навоза 23 и 37 т/га соответственно под кукурузу на силос и в агроценозе в целом.

Сравнительный анализ балансов элементов питания под кукурузой на силос, выращиваемой на фоне ЖОУ и ТОУ показал, что при внесении стоков баланс по азоту на 73 кг/га больше, чем при внесении навоза, также и по калию – выше на 112 кг/га. По фосфору положительная разница между поступлением и выносом элементов питания больше при внесении ТОУ – на 38 кг/га.

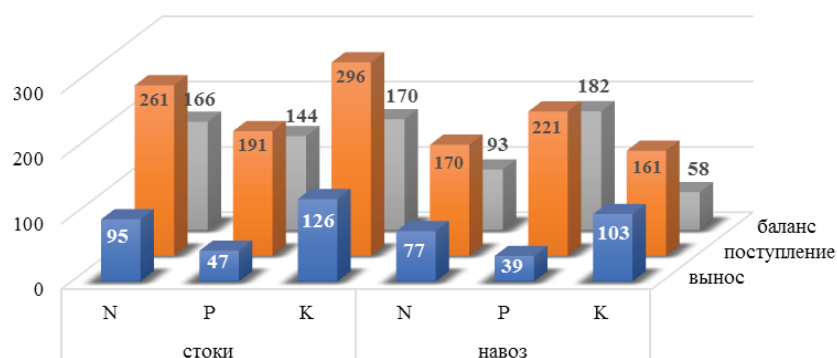


Рис. 1. Статьи баланса питательных веществ под кукурузой на силос, кг/га д.в.

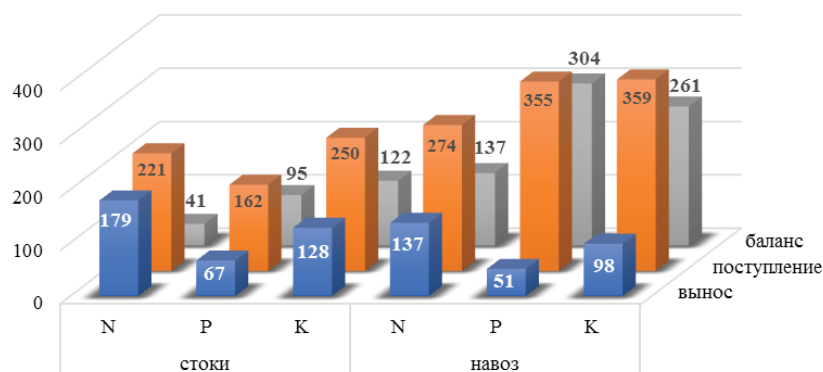


Рис. 2. Статьи баланса питательных веществ в агроценозе, кг/га д.в.



Такие значительные превышения по азоту, на который данная культура весьма отзывчива, сказались на увеличении урожайности (см. табл. 5).

Однако баланс гумуса под кукурузой на силос при внесении и ЖОУ, и ТОУ отрицательный, что характерно для пропашной культуры. В севооборотах хозяйства возделываются культуры, имеющие прямо противоположное влияние на содержание в почве органического вещества. Динамика данного показателя в целом в агроценозе свидетельствует о преобладании положительного влияния культур на фоне применяемых органических удобрений (рис. 3).

В целом для всего агроценоза изучаемых полей за пятилетний период поступление элементов питания при внесении ТОУ выше, чем при внесении ЖОУ и с учетом более низкой урожайности на фоне подстилочного навоза в почву поступает больше элементов питания. Но поскольку эти элементы питания в менее доступной органической форме, они способствуют повышению потенциального плодородия и не отражаются на изменчивости содержания подвижных форм фосфора и калия (см. табл. 3).

Баланс гумуса в агроценозе в целом и при внесении стоков КРС (+0,39 т/га), и при внесении подстилочного навоза (+1,23 т/га) положительный, а разница в его величине подчеркивает достоверность увеличения его содержания в почве под влиянием навоза (см. табл. 3), тогда как при применении стоков такое увеличение не существенно (см. табл. 2).

Для расчета показателей экономической эффективности производства продукции растениеводства в зависимости от марки применяемого органического удобрения использовались фактические данные на производство, подготовку и внесение ЖОУ и ТОУ в хозяйстве, совокупные технологические затраты при производстве зерна озимой пшеницы и цены реализации, сложившиеся на рынке к концу 2022 г.

Затраты на применение средневзвешенных за исследуемый период доз навоза выше на 2979 руб./га, или на 36 % по сравнению с затратами на внесение стоков КРС (табл. 6). Это в основном обусловило и превышение суммарных затрат на 5,3 %. С учетом более низкой

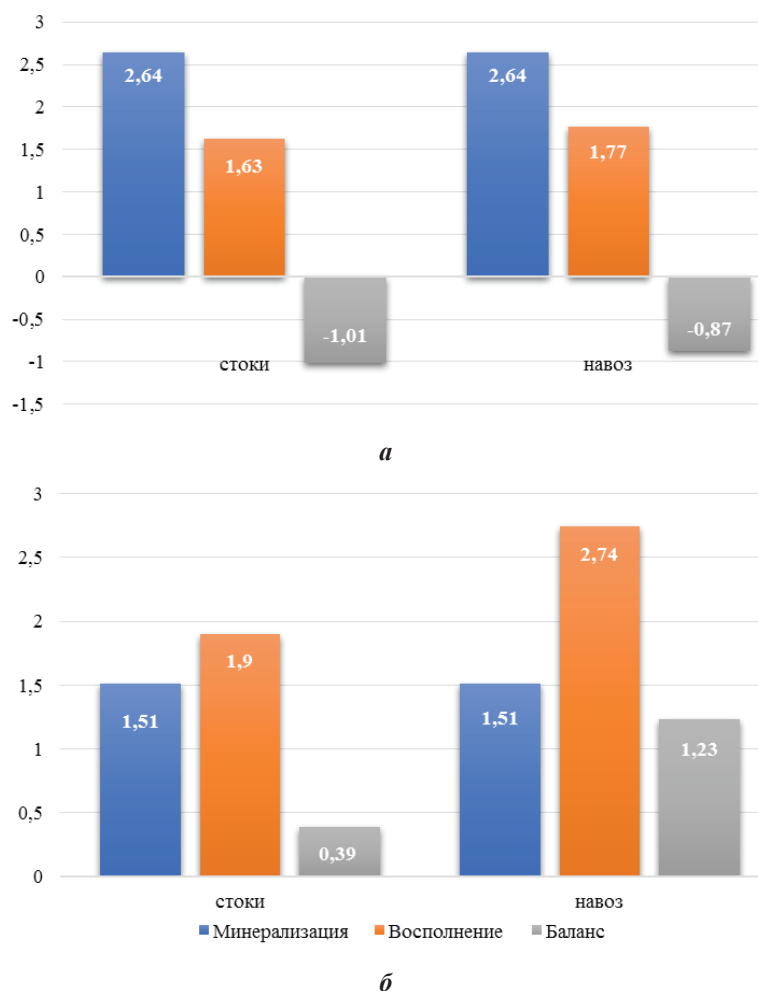


Рис. 3. Баланс гумуса под кукурузой на силос (а) и в агроценозе (б), т/га

Экономическая эффективность применения органических удобрений в агроценозе

Показатель	Стоки	Навоз
Урожайность, тыс. ЗЕ/га	5,12	3,92
Цена, руб./т	13500	13500
Стоимость продукции, руб./га	69120	52920
Затраты на внесение ОУ, руб./га	8267	11246
Затраты прочие, руб./га	33000	32200
Всего затрат, руб./га	41267	43446
Прибыль, руб./га	27853	9474
Уровень рентабельности, %	67,5	21,8
Себестоимость, руб./т	8060	11083

стоимости (меньше на 16,2 тыс. руб.) полученной продукции прибыль составила 9474 руб./га и уровень рентабельности – 21,8 %.

Показатели экономической эффективности применения стоков КРС значительно выше: прибыль – в 2,9 раза, уровень рентабельности – в 3,1 раза. Себестоимость полученной продукции в среднем по агроценозу в пересчете на зерно ниже в 1,4 раза.

Заключение. В реальных условиях хозяйствования юго-запада Центрального Черноземья (Белгородская область) установлено, что применение местных органических удобрений – стоков и подстилочного навоза КРС, отличающихся по агрохимическому составу, степени доступности элементов питания, имеет неодинаковое влияние на плодородие почв и продуктивность сельскохозяйственных культур.

Применение подстилочного навоза КРС способствовало достоверному улучшению показателей плодородия почв, таких как содержание органического вещества (на 0,4 %_{абс.}), степени кислотности (на 0,4 ед.) и гидролитической кислотности (на 1,32 ммоль/100 г почвы).

Применение стоков КРС приводило к значительному превышению продуктивности агроценозов (на 1,2 тыс. ЗЕ/га, или 30,4 %) по сравнению с внесением навоза КРС. Наиболее отзывчивыми культурами на внесение стоков были подсолнечник, кукуруза, многолетние и однолетние травы, обеспечившие прибавку продукции от 23 до 113 %.

Применение стоков экономически эффективнее по сравнению с использованием навоза КРС (без учета стоимости последствий навоза): прибыль и уровень рентабельности выше в 2,9 и 3,1 раза соответственно, себестоимость ниже в 1,4 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богатырева Е.Н., Серая Т.М., Юхновец А.В., Кирдун Т.М., Торчило М.М. Агроэкологическая оценка нагрузок жидкого навоза КРС и свиных навозных стоков на содержание тяжелых металлов в дерново-подзолистых почвах в зоне влияния животноводческих комплексов // Почвоведение и агрохимия. 2018. № 1(60). С. 126–142.
2. Дудкина Т.А., Дудкин И.В. Влияние органических и органо-минеральных удобрений на содержание органического вещества в чернозёмной почве // Наука в современном мире: приоритеты развития. 2016. № 1 (2). С. 46–48.
3. Ермилов А.В., Каменев Р.А., Солодовников А.П., Максимчук В.Н. Совместное применение органо-минеральных и минеральных удобрений в системе удобрения озимой пшеницы на черноземе южном Нижнего Дона // Аграрный научный журнал. 2021. № 2. С. 20–24.
4. Клостер Н.И., Азаров В.Б. Повышение продуктивности зерновых культур при использовании органических удобрений в биологическом земледелии ЦЧЗ // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. № 4(32). С. 141–148.
5. Маркетинговое исследование: Рынок органо-минеральных (органических) удобрений за 2013–2017 гг. // ОГАУ «Инновационно-консультационный центр АПК». Белгород, 2017. 21 с.



6. Навоз превращают в побочный продукт [Электронный ресурс]. Режим доступа.: https://www.vedomosti.ru/ecology/protection_nature/articles/2022/04/21/919149-navoz-prevraschayut-v-pobochnii-produkt (дата обращения 18.01.2023).

7. Пивень Е.А., Пронин Е.В. Влияние животноводческих стоков на биологическую активность почв и урожайность многолетних трав // *Агрохимический вестник*. 2006. № 1. С. 30–31.

8. Производство органических удобрений – одна из недооцененных и перспективных отраслей современного АПК в России [Электронный ресурс]. Режим доступа.: <https://soz.bio/proizvodstvo-organicheskikh-udobreniy/> (дата обращения 18.01.2023).

9. Сельское хозяйство в России. 2021: Стат. сб. / Росстат. М., 2021. 100 с.

10. Статистический ежегодник. Белгородская область. 2021: Стат. сб. / Белгородстат. Белгород, 2021. 508 с.

11. Степанова Л.П., Цыганок Е.Н., Коренькова Е.А. Экологическая оценка влияния использования навозных стоков КРС на состояние окружающей среды // *Вестник РУДН, серия Экология и безопасность жизнедеятельности*. 2012. № 2. С. 79–86.

12. Kamenev R.A., Solodovnikov A.P., Letuchiy A.V., Gudova L.A., Lekarev A.V. Efficiency of application of compost of liquid poultry manure under sunflower in southern chernozem // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2022. 1045. 012084.

REFERENCES

1. Bogatyrova E.N., Seraya T.M., Yukhnovets A.V., Kirdun T.M., Torchilo M.M. Agroecological estimation of loads of liquid manure of cattle and pig manure runoff on the content of heavy metals in sod-podzolic soils in the zone of influence of livestock complexes. *Soil science and agrochemistry*. 2018; (1): 126–142. (In Russ.).

2. Dudkina T.A., Dudkin I.V. The influence of organic and organomineral fertilizers on the content of organic matter in chernozem soil. *Science in the modern world: priorities of development*. 2016; (1): 46–48. (In Russ.).

3. Ermilov A.V., Kamenev R.A., Solodovnikov A.P., Maksimchuk V.N. Combined application of organomineral and mineral fertilizers in the fertilization system of winter wheat on the southern black soil of the Lower Don. *The Agrarian Scientific Journal*. 2021; (2): 20–24. doi:10.28983/asj.y2021i2pp20-24. (In Russ.).

4. Kloster N.I., Azarov V. B. Increasing the productivity of grain crops with the use of organic fertilizers in biological agriculture of the central agricultural district. *Innovations in agriculture: problems and prospects*. 2021; (4): 141–148. (In Russ.).

5. Marketing research: The market of organomineral (organic) fertilizers for 2013–2017. *OGAU “Innovation and consulting center of Agroindustrial complex”*. Belgorod, 2017. 21 p. (In Russ.).

6. Manure is turned into a by-product. Access mode.: https://www.vedomosti.ru/ecology/protection_nature/articles/2022/04/21/919149-navoz-prevraschayut-v-pobochnii-produkt (date of access: 18.01.2023). (In Russ.).

7. Piven E.A., Pronin E.V. The influence of livestock runoff on the biological activity of soils and the yield of perennial grasses. *Agrochemical Vestnik*. 2006; (1): 30–31. (In Russ.).

8. The production of organic fertilizers is one of the underestimated and promising branches of modern agriculture in Russia. Access mode: <https://soz.bio/proizvodstvo-organicheskikh-udobreniy/> (date of access: 18.01.2023). (In Russ.).

9. Agriculture in Russia. 2021: Stat.sat. / Rosstat. Moscow, 2021. 100 p. (In Russ.).

10. Statistical Yearbook. Belgorod region. 2021: Stat. sat. / Belgorodstat. Belgorod, 2021. 508 p. (In Russ.).

11. Stepanova L.P., Ziganok E.N., Korenkova E.A. Ecological assessment of influence of use of manure drains of cattle on a state of environment. *Bulletin of the RUDN, Ecology and Life Safety series*. 2012; (2): 79–86. (In Russ.).

12. Kamenev R.A., Solodovnikov A.P., Letuchiy A.V., Gudova L.A., Lekarev A.V. Efficiency of application of compost of liquid poultry manure under sunflower in southern chernozem // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2022; 1045: 012084.

Статья поступила в редакцию 29.11.2022; одобрена после рецензирования 12.12.2022; принята к публикации 28.12.2022.

The article was submitted 29.11.2022; approved after reviewing 12.12.2022; accepted for publication 28.12.2022.

