

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ЗАДЕЛКИ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КОРМОВЫХ КУЛЬТУР

И.Г. Мельцаев, д.с.-х.н., С.Т. Эседуллаев, к.с.-х.н., Ивановский НИИСХ – филиал ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ»

153506, Ивановская область, Ивановский район, с. Богородское, ул. Центральная, д.2

E-mail: ivniicx@rambler.ru

Изложены результаты многолетних полевых исследований по влиянию различных технологий заделки подстилочного навоза на плодородие серой лесной почвы Владимирского ополья, урожайность и качество кормовых культур. Установлено, что при глубокой заашке навоза ярусным плугом на 25-27 см в исследуемом слое почвы повышается содержание гумуса на 11,9 т/га по сравнению с исходным значением. Это связано с тем, что замедляется минерализация органического вещества в нижней части пахотного слоя при дефиците кислорода, активизируется минерализация льняной ткани и увеличивается численность дождевых червей. Усиление биологической активности почвы происходит из-за улучшения физических свойств почвы, а именно формирования большего количества водопрочных агрегатов, повышения пористости и содержания влаги, уменьшения плотности. Глубокая обработка не только улучшила плодородие почвы, но и повысила продуктивность возделываемых культур в среднем на 0,4 т/га по сравнению с остальными обработками, увеличила сбор переваримого протеина и обменной энергии на 0,48 ГДж. При ярусной глубокой обработке плугом ПЯ-3-35 на 25-27 см увеличилось содержание в урожае сухой массы, сырого протеина, каротина, сахаров и золы, уменьшилось содержание клетчатки в сравнении с обычной заделкой на 20-22 см и дискованием на 15-17 см. При использовании глубокой заашки навоза ярусным плугом средняя урожайность по севообороту составила 5,38 т/га, в то время как по технологии обычного плуга и дискования она была ниже на 0,4 т/га. В этом же варианте обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином, с учетом побочной продукции, составила 88,8 г, без ее учета 103,8 г, тогда как по обычной плужной обработке – 87,4 и 101,5 г, по дисковой обработке – 86,9 и 101,9 г соответственно.

Ключевые слова: органическое удобрение, способ обработки, почва, серая лесная, плодородие, кормовые культуры, бобовые, урожайность, качество продукции, питательность корма.

DOI: 10.25680/S19948603.2021.118.09

В Нечерноземной зоне остро стоит проблема растительного кормового белка, увеличение производства которого является одной из важнейших задач растениеводства. Растительный белок не только необходим для обеспечения научно обоснованного и сбалансированного кормления сельскохозяйственных животных, но и входит в рацион питания человека. Дефицит кормового белка в рационах животных снижает их продуктивность, вызывает значительный перерасход кормов, повышает себестоимость продукции, он не может быть компенсирован за счет других питательных веществ. Вследствие недостатка белка затраты кормов на единицу животноводческой продукции в 1,5 раза превышают физиологически обоснованные нормы. В Нечерноземье дефицит белка особенно резко проявляется в зимний стойловый период, когда на одну кормовую единицу приходится 80-85 г переваримого протеина, вместо 105-110 г по зоотехническим нормам. При таком дефиците недобор животноводческой продукции достигает 35% [1, 2].

Решить проблему растительного белка можно путем расширения посевов высокобелковых кормовых культур и повышения их продуктивности. Для этого необходимо в севообороты вводить кормовые культуры семейства бобовых, как многолетние, так и однолетние, а также бобово-злаковые смеси с преобладанием бобового компонента. Еще в большей степени преимущество бобовых культур проявляется по содержанию незаменимых аминокислот, которых в них в 1,5 раза больше, чем в злаковых.

В любом случае и при любой конъюнктуре рынка структура полевого кормопроизводства должна быть

представлена культурами, обеспечивающими повышение качества кормов. При кормлении КРС по мере увеличения обменной энергии в сухом веществе рациона с 8 до 12 МДж/кг снижается потребность в кормах, в том числе по сухому веществу на 40%, по обменной энергии на 20, по сырому протеину до 18%.

Основой снижения себестоимости животноводческой продукции и повышения рентабельности производства является уменьшение затрат на корма, которые в структуре ее себестоимости занимают 50-60%. Однако осуществить это можно только при условии внедрения в практику хозяйств научно обоснованной системы кормления животных и оценки питательности корма.

Объективными показателями, характеризующими качество корма, являются концентрация обменной энергии в 1 кг сухого вещества и её сбалансированность, особенно по основным питательным веществам. Чем выше качество корма, тем выше продуктивность животных и ниже затраты корма на единицу продукции.

Эта закономерность обуславливается тремя причинами. Во-первых, чем выше концентрация обменной энергии, тем больше ее поступит в распоряжение животного организма в равном количестве съеденного сухого корма. Во-вторых, чем выше концентрация обменной энергии, тем выше и эффективность ее использования на поддержание жизни и производства продукции. В-третьих, чем выше концентрация обменной энергии в сухом веществе корма, тем выше и потребление его животным. Повысить концентрацию обменной энергии в корме можно за счет увеличения в нем удельного веса протеина, жира, безазотистых экстрак-

тивных веществ при одновременном снижении концентрации в сухом веществе сырой клетчатки [2].

Цель исследований – изучить влияние различных приемов заделки навоза на плодородие почвы, урожайность и качество произведенной растениеводческой продукции.

Методика. Опыты проводили на серой лесной почве, в которой содержание гумуса составило 2,80-2,85%, подвижного фосфора – 180, обменного калия – 190 мг/кг, рН_{KCl} 6,0-6,1, степень насыщенности основаниями – 90-91%, поглощенных оснований – 22,6 мг-экв/100 г почвы, мощность пахотного слоя – 22-24 см. Исследования проводили в 2008-2017 гг. в СПК «Новосельское» Суздальского района в 9-польном полевом севообороте со следующим чередованием культур: гороховая смесь, озимая пшеница, картофель, яровая пшеница многолетних трав 1- и 2-го года, озимая пшеница, ячмень, овес. Заделку подстилочного навоза в дозе 100 т/га осуществляли плугами ПН-4-35 на 20-22 см, ПЯ-3-35 на 25-27 и БДТ-3 на 15-17 см. При обработке почвы использовали следующие орудия: КПС-4 с цепкой зубовых борон, КПЭ-3,8, КПП-2,2, БИГ-3. Под предпосевную культивацию ежегодно вносили нитроаммофоску в дозе NPK₆₀ кг д.в./га.

Полевые опыты проводили по методике [3], количество пожнивных-корневых остатков определяли по [4], содержание гумуса – по И.В.Тюнину, в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91), численность дождевых червей – методом раскопок, водопропрочную структуру на приборе И.М. Бакшеева, объемную массу почвы – объемно-весовым методом, пористость – путем насыщения почвы в цилиндрах, влажность – термостатно-весовым методом. Содержание белка определяли по ГОСТу 10896-91, рН солевой вытяжки – потенциометрическим методом в модификации ЦИНАО, сумму поглощенных оснований по общепринятой методике, фосфор и калий по Кирсанову (ГОСТ 26207-84).

Метеоусловия в годы исследований складывались по-разному. Гидротермический коэффициент (ГТК) за вегетацию в 2008 г. составил 1,78, в 2010 г. – 1,9, в 2014 – 1,79, что соответствует влажному вегетационному периоду, в 2009 г. ГТК составил 0,93 – недостаточно увлажненный при норме 1,4. Оптимально увлажненными были 2011 г. – 1,47, 2012 г. – 1,12 и 2017 г. – 1,33. Как очень влажный характеризовался 2013 г. – ГТК – 2,57, засушливыми оказались 2015 и 2016 гг., когда ГТК не превышал, соответственно, 0,75 и 0,72. Следовательно, в большинстве лет погода в периоды вегетации растений была контрастной.

Результаты и их обсуждение. В наших опытах количество пожнивных-корневых остатков по разным системам обработки почвы в среднем составило: по отвальной вспашке – 5,4 т/га севооборотной площади (всего 48,6 т), по ярусной вспашке – 5,8 т/га (52,2 т) и дискованию – 5,3 т/га (52,5 т). Внесение 11,1 т/га навоза за ротацию севооборота и накопленные растительные остатки увеличили содержание гумусовых веществ по обычной вспашке и дискованию, соответственно, на 7,7 и 4,6 т/га от исходного состояния, а по ярусной заделке – на 11,9 т/га (табл.1).

В последующем во всех вариантах растительные остатки заделывали бороной БДТ-3 на 12-14 см. Полагая, что большую роль здесь в повышении гумуса сыграли обеспеченность почвенной фауны органическим веществом и кислородом. В вариантах с глубокой за-

пашкой навоза, с ограниченным поступлением кислорода формирование гумуса происходило более высокими темпами из-за того, что в нижней части пахотного слоя было достаточно органического вещества, но наблюдался дефицит кислорода, который сдерживал темпы минерализации. В этих условиях процесс разложения протекал как в аэробных, так и в анаэробных условиях. В то время как в варианте дискования в верхней части пахотного слоя минерализация органического вещества отмечена только в аэробных условиях и с более высокой интенсивностью, даже чем по отвальной вспашке. В итоге, это привело к нерациональной потере гумуса к концу ротации севооборота. Замедление разложения гумусового вещества в почве – один из факторов, способствующих его накоплению вследствие минерализации органических остатков в анаэробных и аэробных условиях, что подтверждено исследованиями Н.А. Костычева [5].

1. Динамика гумуса и биологическая активность почвы в слое 0-30 см при разных приемах заделки навоза (в среднем за 2008-2017 гг.)

Вариант опыта	Содержание гумуса, т/га			Число дождевых червей на 1 м ²	Разложение льняной ткани, %
	Начало ротации	Конец ротации	Прирост		
ПН-4-35	104,2	111,9	7,7	45,0	27,4
ПЯ-3-35	104,3	119,3	11,9	48,0	25,6
БДТ-3	107,4	112,0	4,6	38,0	25,8

В опытах [6] глубокая послойная заплата навоза ярусным плугом оказывала сильное окультуривающее действие на тот слой и подпочву, куда он был заделан: сдерживалась минерализация органического вещества и снижались потери минеральных форм от вымывания, происходило накопление гумуса. Коэффициент гумификации возрастал до 37%, тогда как по традиционной вспашке он составил около 16%.

При глубокой запатке навоза значительно увеличилась численность дождевых червей в слое почвы 20-30 см (21 экз/м²) по сравнению с обычной вспашкой (7 экз/м²) и дисковой обработкой (2 экз/м²), хотя в целом в слое 0-30 см различия были не столь контрастными.

Минерализация льняной ткани в слое 0-30 см была наибольшей в варианте обычной вспашки. Следует отметить, что в нижнем горизонте при глубокой заделке навоза минерализация ткани в слое 20-30 см составила от 22,9% под многолетними травами до 26,9% под картофелем. В то время как при обычной запатке она равна 11,8 и 15,2%, а по дискованию – 10,1 и 12,7% соответственно.

Глубокая ярусная заплата органического удобрения улучшила такие агрофизические свойства почвы как водопропрочная структура, плотность, пористость, влажность и благотворно повлияла на её биологические показатели. Интенсивность прохождения биологических процессов в почве зависит от наличия органического вещества, кислорода, достаточного количества влаги и оптимальной температуры. Все эти показатели наиболее ярко выражены на участке глубокой запатки навоза ярусным плугом ПЯ-3-35 на 25-27 см. По остальным вариантам данные показатели различались несущественно, кроме плотности, которая была выше по дисковой обработке (табл. 2).

Урожай горохово-овсяной смеси и его качество зависели от обеспеченности почвы питательными веществами и содержания в ней влаги. В варианте ярусной обработ-

ки эти показатели были лучше, чем в остальных. При глубокой запашке навоза выше урожай, сухая масса, содержание обменной энергии, сырого протеина, каротина и меньше нитратов (табл. 3).

2. Агрофизические свойства серой лесной почвы в слое 0-30 см по разным системам заделки навоза (в среднем за 2008-2017 гг.)

Система обработки почвы	Водопрочная структура, %	Объемная масса, г/см ³	Пористость, %	Влажность
ПН-4-35	53,3	1,24	51,0	17,8
ПЯ-3-35	55,9	1,22	51,9	18,6
БДТ-3	52,4	1,27	49,7	17,9

3. Урожайность кормовых культур и их качество в зависимости от технологий заделки навоза

Вариант опыта	Урожайность АСМ, т/га	ОЗ, ГДж/га	Сырой протеин, %	Сахара, %	Клетчатка, %	Каротин, мг/кг	Зола, %	Нитраты, мг/кг
<i>Горохоовсяная смесь (2008 г.)</i>								
ПН-4-35	4,33	4,33	15,2	3,50	24,0	23,0	6,21	350
ПЯ-3-35	4,59	4,59	16,1	3,70	23,5	25,0	6,34	337
БДТ-3	4,39	4,39	15,9	3,21	23,9	23,6	6,22	361
<i>Многолетние травы на сено (2012-2013 гг.)</i>								
ПН-4-35	6,72	6,83	14,9	12,7	29,3	27,1	5,7	90
ПЯ-3-35	7,31	7,31	16,9	13,3	28,3	29,1	6,1	98
БДТ-3	6,32	6,32	14,4	12,6	30,8	26,6	5,5	87
НСР ₀₅	0,19							

Примечание. АСМ – абсолютно-сухая масса.

В целом продуктивность агроценоза больше чем по вспашке обычным плугом на 0,26 т/га, дисковой обработке – на 0,20 т/га, содержание сырого белка выше, соответственно, на 0,9 и 0,2%, каротина на 2 и 1,4%, а нитратов меньше на 13 и 24 мг/кг, чем в других вариантах и они находятся в допустимых пределах.

Что касается продуктивности многолетних бобово-злаковых трав, то картина была аналогичной – наибольшая она по глубокой обработке ярусным плугом ПЯ-3-35 на 25-27 см. По обычной вспашке показатели были чуть ниже. В варианте обычной вспашки качество растительного сырья по некоторым показателям, а именно по содержанию сырой клетчатки и нитратов, уступало дисковой обработке.

Изучаемый полевой севооборот рассчитан на получение максимального количества зерна и полное обеспечение животноводства собственными полноценными кормами как концентрированными, так и объемными, в том числе сбалансированными по переваримому протеину (ПП) (табл. 4). В этом севообороте показатель обеспеченности кормовой единицы переваримым протеином варьирует в зависимости от технологии заделки навоза.

Наилучшая обеспеченность переваримым протеином кормовой единицы отмечена в варианте глубокой заделки навоза ярусным плугом. Чуть ниже показатели при обычной запашке и дисковой обработке.

Низкая обеспеченность протеином кормовой единицы объясняется включением в кормовую массу побочной продукции зерновых культур – соломы, а также наличием в севообороте ячменя и овса. У этих культур даже зерно обеспечено протеином лишь на 81 и 85% соответственно. Однако оно хорошо сбалансировано по другим физиологически необходимым для организма животных веществам. Эти вещества обеспечивают повышение содержания в кормах обменной энергии, что является хорошим показателем качества корма. В ос-

новной продукции без соломы по обычной отвальной вспашке содержание протеина было чуть ниже зоотехнических норм. Для повышения содержания протеина в кормах нужно в севооборот ввести культуру гороха или вики в чистом виде, или в смеси с овсом на зерно, у которых содержание протеина может достигать 160 г в зависимости от их компонентов.

4. Выход кормовых единиц с 1 га севооборотной площади (тыс. к.е.) - числитель и обеспеченность переваримым протеином (кг) – знаменатель (в среднем за 2008-2017 гг.)

Культура севооборота	ПН-4-35	ПЯ-3-35	БДТ-3
Горох с овсом (сено) (АСМ)	4,33 500	4,59 542	4,39 505
Озимая пшеница (за 2 года)	11,6 1094	12,8 1206	11,9 1123
Картофель	6,72 296	7,09 326	5,99 257
Яровая пшеница	4,26 463	4,72 531	4,09 444
Многолетние травы (за 2 года) (АСМ)	6,76 845	7,31 950	6,32 781
Ячмень	5,03 292	5,59 339	4,91 292
Овес	5,46 351	6,34 409	5,84 370
Среднее	4,94 468	5,35 527	4,84 477
Общее количество	44,2 3860	48,4 4302	43,4 3771
Выход на 1 га севооборотной площади с учетом соломы	4,91 429	5,38 478	4,83 419
Приходится ПП на 1 к. е. с учетом соломы, г	87,4	88,8	86,9
Выход к. е. и ПП без учета соломы	37,1 3763	40,6 4214	36,3 3687
Выход на 1 га севооборотной площади с учетом соломы	4,12 418	4,51 468	4,02 410
Приходится ПП на 1 к. е. без учета соломы, г	101,5	103,8	101,9

Выводы. Заделка навоза ярусным плугом на глубину 25-27 см способствовала увеличению содержания гумуса по сравнению с запашкой на 20-22 см обычным плугом в 1,5 раза, а с дискованием на 15-17 см – в 2,5 раза.

При глубокой запашке навоза улучшаются и агрофизические свойства почвы: содержание водопрочных агрегатов возросло на 2,4% в сравнении с обычным плугом и на 3% с дискованием, плотность уменьшилась на 0,02 и 0,05 г/см³, соответственно, выше оказалась пористость и содержание влаги.

Минерализация льняной ткани при глубокой запашке была ниже, чем по обычному плугу на 1,8%, по дискованию на 1,6%, дождевых червей на 1 м² насчитывалось больше на 3 особи, чем по традиционной обработке и на 10 чем по дискованию.

При запашке органического удобрения плугом ПЯ-3-35 на 25-27 см выше было содержание в растительной массе сухого вещества, обменной энергии, сырого протеина, сахара, каротина и золы, меньше – клетчатки в урожае как горохоовсяной смеси, так и многолетних трав.

Средняя урожайность с учетом побочной продукции в варианте обработки ПЯ-3-35 больше по сравнению с ПН-4-35 на 0,47 т/га, с БДТ-3 – на 0,56 т/га, обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином с учетом побочной продукции составила 88,8; 87,4 и 86,9 г, без учета, соответственно, 103,8; 101,1 и 101,9 г.

Таким образом, использование на серых лесных почвах Владимирского ополья двухъярусного плуга ПЯ-3-35 для глубокой заделки на 25-27 см органического

удобрения повышает их плодородие, увеличивает продуктивность севооборота и качество получаемой продукции.

Литература

1. Чухнин Ю.А., Надеждина Н.В., Соколов В.А. [и др.]. Интенсивные технологии возделывания высокобелковых культур в центре Нечерноземья. – Л., 1989. – 64 с.
2. Демин А.Н., Кравцов А.Я., Ушакова Л.И. [и др.]. Прогнозирование продуктивности затрат корма и потребности в кормах КРС исходя из

новой энергетической системы оценки питательности кормов/ Под ред. проф. Б.М.Гута (Рекомендации). – Иваново: Ивановская городская типография. – 116 с.

3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

4. Станков, Н.З. Корневая система полевых культур. – М.: Колос, 1964. – 280 с.

5. Костычев Н.А. Почвоведение. – М.: Сельхозиздат, 1940. – 280 с.

6. Сдобников С.С. Новое в теории и практике земледелия //Земледелие. – 2000. – № 2. – С-12-14.

INFLUENCE OF ORGANIC FERTILIZER APPLICATION METHODS ON SOIL PROPERTIES, YIELD AND QUALITY OF FODDER CROPS

I.G Meltsaev, S.T. Esedullaev

Ivanovo Scientific and Research Institute of Agriculture – branch of "Upper Volga Federal agrarian scientific center", Centralnaya ul. 2, 153506 Bogorodskoye, Russia, e-mail: ivniicx@rambler.ru

The article presents the results of long-term field studies on the influence of different technologies of manure application on the fertility of grey forest soils of Vladimir opolye, yield and quality of fodder crops. It is established that under the manure applying under a longline plow on 25-27 cm in the studied soil increases the humus content of 11.9 t/ha from a reference value. This is associated with slower mineralization of organic matter in lower part of the arable when oxygen deficiency, activated mineralization linen fabric and increases the number of earthworms. Enhancing soil biological activity is due to improvement of soil physical properties, namely the formation of a larger amount of water stable aggregates, increasing porosity and moisture content, reduce the density. Deep processing is not only improved soil fertility but also increased the productivity of crops on average 0.4 t/ha compared to other treatments, increased yield of digestible protein and exchangeable energy by 0.48 GJ. Longline deep plowing with plow PYa-3-35 on 25-27 cm increased the content in dry mass, protein, carotene, sugars and ash and decreased the content of cellulose in comparison with the conventional processing at 20-22 cm and disc harrow machining on 15-17 cm. Under manure plowing with a longline plow the average yield in crop rotation amounted to 5.38 t/ha while under the technology of a conventional plow and disking, it was lower by 0.4 t/ha. In the variant of deep tillage, the protein content in the feed unit, taking into account byproducts, was 88.8 g, without byproducts – 103.8 g, while with conventional plowing it was 87.4 and 101.5 g and when treated with a disk harrow – 86.9 and 101.9 g/kg respectively.

Key words: organic fertilizer, method of cultivation, gray forest soil, fertility, fodder crops, legumes, yield, product quality, nutritional value.

УДК 631.445.24:631.433.3

ИЗМЕНЕНИЕ КАЛИЙНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЫ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ФОНЕ ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ИЗВЕСТКОВАНИЯ

Д.В. Белослудцев, А.Н. Исупов, к.с.-х.н., А. С. Башков, д.с.-х.н., ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, ул. Студенческая, 11, г. Ижевск, Удмуртская Республика, 426069

Email: dmitry.belosludtsev@yandex.ru

Установлено в длительном опыте на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве в условиях Удмуртской Республики, что применение минеральных удобрений способствовало повышению содержания водорастворимого, обменного и необменного калия в почве, степени его подвижности, особенно в пахотном горизонте.

Ключевые слова: калийное состояние, дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая почва, известь, минеральные удобрения.

DOI: 10.25680/S19948603.2021.118.10

По уровню потребления основных питательных элементов большинством сельскохозяйственных культур калию принадлежит первое место. Тем не менее, изучению калийного состояния в профиле дерново-подзолистых почв уделяется незначительное внимание, а применение калийных удобрений находится на минимальном уровне. Обоснованием этого служит тот факт, что основные пахотные почвы содержат довольно высокие запасы валового калия, а его распределение по почвенному профилю, в отличие от азота и фосфора, достаточно равномерное.

Исследованиям изменений содержания форм калия по профилю почв при их сельскохозяйственном использовании посвящен ряд работ [6, 7, 11]. Часто отмечается связь между распределением калия удобрений

по почвенному профилю и гранулометрическим составом почв. Так, на легких почвах миграция калия наблюдается до 100 см, на среднесуглинистых – до 60, на тяжелосуглинистых – до 40 см [8, 11, 12]. Однако, данные о влиянии известкования и систематического применения минеральных удобрений на содержание различных форм калия по профилю дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почвы неоднозначны.

В связи с уменьшением площадей известкования и полным отказом от внесения калийных удобрений в условиях Удмуртской Республики можно прогнозировать снижение всех форм почвенного калия и истощение резерва необменно-фиксированного. Это приведет к значительному снижению оптимизации обеспечения