

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ И СПОСОБОВ ИХ ЗАДЕЛКИ НА КОРМОВУЮ ЦЕННОСТЬ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР ПРИ ОСВОЕНИИ МАЛОПРОДУКТИВНЫХ ЗЕМЕЛЬ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ

*В.А. Шевченко, ак. РАН, А.М. Соловьёв, д.с.-х.н., Г.И. Бондарева, д.т.н., Н.П. Попова, к.с.-х.н.,
ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова»
127434, Москва, ул. Большая Академическая, 44, корп. 2*

Показано, что при всех способах заделки удобрений решающее значение в увеличении сбора переваримого протеина в расчёте на 1 га посевов, возделываемых на освоенных малопродуктивных землях Верхневолжья, принадлежит внесению расчётных доз NPK под запланированную урожайность или применению органических отходов животноводческих комплексов в экологически безопасных дозах. Установлено, что обеспеченность 1 кормовой единицы переваримым протеином определяется в основном генотипом растений и несущественно зависит как от способов заделки, так и от системы применения удобрений. Поэтому для стабилизации питательной ценности корма до зоотехнической нормы (105-110 г переваримого протеина на 1 к. е.) в севообороты следует обязательно вводить зернобобовые культуры.

Ключевые слова: переваримый протеин, кормовая единица, малопродуктивные земли, севооборот, минеральные удобрения, жидкие стоки, твёрдая фракция навоза, заделка удобрений.

Для цитирования: Шевченко В.А., Соловьёв А.М., Бондарева Г.И., Попова Н.П. Влияние удобрений и способов их заделки на кормовую ценность полевых культур при освоении малопродуктивных земель Верхневолжья // Плодородие. – 2023. – №2. – С. 5-8. DOI: 10.25680/S19948603.2023.131.01.

Первостепенное значение переваримого протеина при производстве продуктов питания, выращивании кормов и растительного сырья для промышленной выработки комбикормов доказано многими исследователями [1-4]. Переваримый протеин является самым необходимым органическим соединением для всех живых существ, обитающих на планете, поскольку именно он определяет форму существования белковых тел и играет решающую роль в синтезе и обмене веществ [5].

По химическому составу переваримый протеин состоит из аминокислот, в которые входят азот (15-18%), углерод (51-55%), кислород (21-23%), водород (6-7%), сера (0,3-0,5%) и фосфор (0,1-1,0%) от сухой массы. Кроме того, в них обнаружены железо, алюминий, кальций, магний и другие важнейшие микроэлементы [6].

Качество протеина растительного происхождения в значительной степени определяется условиями выращивания культуры, среди которых особое значение имеют уровень азотного питания, а также водно-воздушный и тепловой режимы во время вегетационного периода. Технология заготовки продукции растениеводства влияет на растворимость протеина. Так, при силосовании и сенажировании доля растворимых и расщепляемых фракций по сравнению с исходным сырьём увеличивается, в то время как при искусственной сушке, что наблюдается в технологии заготовки сеной муки и комбикормов, сумма таких фракций снижается [7-9].

Корма, сбалансированные по переваримому протеину, обеспечивают высокую продуктивность скота и птицы. Для этого каждая кормовая единица должна содержать не менее: 100 г переваримого протеина при откорме крупного рогатого скота и свиней, 97 г – при кормлении коз и овец и 130 г – при выращивании бройлеров и производстве куриных яиц [6].

Цель наших исследований – изучить сбор переваримого протеина и его содержание в кормовой единице при освоении малопродуктивных земель Верхневолжья в зависимости от системы удобрения и способов заделки в пахотный слой.

Методика. Опыт проводили в 1-й ротации плодосменного зернопропашного севооборота в период с 2015 по 2019 г. на освоенных малопродуктивных землях ООО «Ручьёвское 1» Ржевского района Тверской области, вышедших из оборота в 1994 г. Агрохимическая характеристика почвы: содержание гумуса 1,76-1,78 %, P_2O_5 106-109 мг/кг, K_2O 90-100 мг/кг, pH_{KCl} 4,8-5,0.

Расчёт доз минеральных удобрений под запланированную урожайность (для люпина узколистного на зерно – сорт Белозёрный 110 – 1,8 т/га, кукурузы на зелёную массу – гибрид ПР 39 Б 29 – 40 т/га, озимой пшеницы – сорт Скипетр – 4,5 т/га, рапса ярового – сорт Новосёл – 2,0 т/га и ячменя ярового – сорт Саншайн – 4,0 т/га) выполнен по методике М.К. Каюмова [10], которые вносили дробно: под предпосевную культивацию, при посеве и в подкормки. Жидкие стоки в дозе 80 м³/га заделывали с помощью технологии шланговых систем под предпосевную обработку. Твёрдую фракцию навоза в дозе 40 т/га распределяли по делянкам при помощи прицепа-разбрасывателя ПРТ-10. Все виды удобрений вносили по фону измельчённых солоомисто-познивных остатков предшественника и заделывали в пахотный слой двумя способами: отвальными плугами на глубину 16-18 см и дисковыми лушильниками на 7-10 см.

Жидкие стоки в среднем содержали (%): сухие вещества – 3,0, азот общий – 0,1, фосфор подвижный – 0,03, калий обменный – 0,28; pH 7,4 ед. Твёрдая фракция навоза имела: сухие вещества – 35-40%, азот общий – 0,54, фосфор подвижный – 0,29, калий обменный – 0,60%; pH 7,9 ед.

Протеиновая питательность и сбор кормовых единиц с 1 га посевов определяли по общепринятой методике [1].

Опыт заложен в 4-кратной повторности методом рендомизированных повторений. Площадь посевной делянки – 240 м², учётной – 120 м².

Статистическая обработка полученных данных выполнена методом дисперсионного анализа в изложении Б.А. Доспехова [11].

Результаты и их обсуждения. Изучен сбор переваримого протеина при разных системах и способах заделки удобрений и солоомисто-пожнивных остатков в пахотный слой осваиваемых земель в расчёте на 1 га посевов (табл. 1). Установлено, что в сумме за ротацию севооборота разница в сборе переваримого протеина с 1 га посевов между способами заделки (фактор А) в контрольном варианте не обнаружена (+51,5 кг/га при НСР₀₅ = 66,4 кг), в то время как при внесении всех видов удобрений она была существенной и составила: +102,4 кг/га с использованием расчётных доз NPK на запланированную урожайность, +94,2 кг/га с внесением жидких стоков и +93,3 кг/га с применением твёрдой фракции навоза.

Доказано, что между культурами севооборота, выращенными при разных фонах заделки удобрительных средств (фактор В), в контрольном варианте, достоверных различий по сбору переваримого протеина не установлено, поскольку в среднем за ротацию севооборота разница составила 10,3 кг/га при НСР₀₅ = 15,6 кг. В то же время следует отметить существенную прибавку переваримого протеина в расчёте на 1 га посевов от применения отвальной вспашки при внесении расчётных доз NPK на запланированную урожайность (+20,5 кг/га), а также от заделки жидких стоков (+18,8 кг/га) и твёрдой фракции навоза (+18,7 кг/га).

Согласно результатам анализа полученных данных, можно утверждать, что решающее значение в увеличении сбора переваримого протеина в расчёте на 1 га посевов принадлежит системе удобрения агроценозов при всех способах заделки удобрительных средств (фактор С). Так, прибавка по накоплению переваримого протеина в среднем за ротацию севооборота относительно контроля составила: при внесении расчётных доз NPK с помощью отвальной вспашки 297,5 кг/га, дисковых орудий – 287,3 кг/га при НСР₀₅ = 23,9 кг; внесение жидких животноводческих стоков обеспечивает увеличение сбора переваримого протеина, соответственно, на 257,6 и 249,1 кг/га, а твёрдой фракции навоза – на 234,2 и 225,8 кг/га.

Следовательно, все изученные в опыте виды и дозы удобрений достоверно повышали сбор переваримого протеина по сравнению с контрольным вариантом, однако максимальное его накопление было достигнуто на фоне внесения минеральной системы удобрения при обоих способах его заделки (соответственно, 141,2 и 143,4%). Применение в качестве основного удобрения жидких животноводческих стоков в безопасной дозе также повысило накопление переваримого протеина в составе выращенной продукции в среднем на 122,3% при отвальной вспашке и на 124,3% при минимальной обработке, тогда как превышение над контролем от заделки твёрдой фракции навоза составило, соответственно, по фонам заделки 111,2 и 112,8%.

Важнейший показатель качества выращенной продукции, предназначенной для производства комбикормов – обеспеченность 1 кормовой единицы переваримым протеином.

1. Сбор переваримого протеина (кг/га) при разных системах и способах заделки удобрений и солоомисто-пожнивных остатков в пахотный слой осваиваемых земель (в среднем за ротацию севооборота)

Способ заделки (фактор А)	Культуры севооборота (фактор В)	Система удобрения (фактор С)				
		Контроль (без удобрений)	Расчётные дозы NPK на запланированную урожайность + P ₁₀ при посеве	Жидкие стоки, 80 м ³ /га + P ₁₀ при посеве	Твёрдая фракция навоза, 40 т/га + P ₁₀ при посеве	В среднем
Отвальная вспашка на 16-18 см	Люпин узколистный	208,0	542,9	491,1	471,8	428,5
	Кукуруза, з/м	371,1	614,2	579,8	553,0	529,5
	Озимая пшеница	187,6	571,3	517,8	492,2	442,2
	Яровой рапс	154,2	426,3	389,5	364,0	333,5
	Ячмень	132,3	386,1	363,0	343,2	306,2
	В среднем	210,6	508,2	468,2	444,8	408,0
Минимальная обработка на 7-10 см	Люпин узколистный	198,1	495,7	449,9	428,9	393,2
	Кукуруза, з/м	349,5	590,7	557,7	536,0	508,5
	Озимая пшеница	184,2	562,5	516,0	487,4	437,5
	Яровой рапс	142,4	398,7	365,7	339,0	311,5
	Ячмень	127,5	390,8	357,7	339,6	303,9
	В среднем	200,3	487,7	449,4	426,2	390,9
НСР ₀₅ для культур	для факторов	фактор А	фактор В	фактор С	взаимодействие факторов АВС	в среднем
	Люпин узколистный	12,2	14,3	24,6	29,0	20,0
	Кукуруза, з/м	22,6	25,8	31,1	45,1	31,2
	Озимая пшеница	11,8	13,6	26,4	30,8	20,7
	Яровой рапс	12,0	14,1	19,3	26,3	17,9
	Ячмень	7,8	10,4	18,0	20,5	14,2
	В среднем	13,3	15,6	23,9	30,3	20,8

Кроме количества переваримого протеина, заключённого в 1 кормовой единице, особое значение имеет его качество, то есть содержание в нем необходимых аминокислот, определяющих эффективность использования протеина при организации рационального кормления животных. В нашем опыте обеспеченность 1 кормовой единицы определяется в значительной степени видом полевой культуры и в меньшей мере системой применяемых удобрений и способами их заделки (табл. 2).

Установлено, что наибольшее содержание переваримого протеина заключено в 1 кормовой единице зерна ярового рапса и люпина узколистного, причём наименьшее влияние на его концентрацию оказывает способ заделки удобрений и солоомисто-пожнивных остатков в пахотный слой малопродуктивных земель.

Среди изученных культур минимальное количество переваримого протеина содержится в 1 кормовой единице кукурузы, убранной в фазе молочно-восковой спелости на силос, и у зерна ячменя, что ниже зоотехнической нормы на 35,0-38,6 и 24,2-23,5 г соответственно.

2. Обеспеченность 1 корм. ед. переваримым протеином (г) при разных системах и способах заделки удобрений и соломенно-пожнивных остатков в пахотный слой осваиваемых земель (в среднем за ротацию севооборота)

Способ заделки (фактор А)	Культуры севооборота (фактор В)	Система удобрения (фактор С)				
		Контроль (без удобрений)	Расчётные дозы NPK на запланированную урожайность + P ₁₀ при посеве	Жидкие стоки, 80 м ³ /га + P ₁₀ при посеве	Твёрдая фракция навоза, 40 т/га + P ₁₀ при посеве	В среднем
Отвальная вспашка на 16-18 см	Люпин узколистный	228,8	234,6	233,0	231,8	232,1
	Кукуруза, з/м	70,5	71,4	71,0	70,5	70,9
	Озимая пшеница	104,2	109,3	108,1	107,6	107,3
	Яровой рапс	193,7	198,3	197,4	197,3	196,7
	Ячмень	80,8	86,3	84,0	83,6	83,7
	В среднем	135,6	140,0	138,7	138,2	138,1
Минимальная обработка на 7-10 см	Люпин узколистный	228,2	233,7	230,5	229,6	230,5
	Кукуруза, з/м	70,0	71,0	70,5	70,0	70,4
	Озимая пшеница	105,4	110,4	109,0	108,6	108,4
	Яровой рапс	192,7	197,8	196,8	196,2	195,9
	Ячмень	80,8	86,5	84,6	84,1	84,0
	В среднем	135,4	139,9	138,3	137,7	137,8
НРС ₀₅ для культур	для факторов	фактор А	фактор В	фактор С	взаимодействие факторов ABC	в среднем
	Люпин узколистный	11,8	13,9	14,0	22,8	15,6
	Кукуруза, з/м	1,6	4,3	4,8	6,2	4,2
	Озимая пшеница	4,5	6,6	6,7	9,4	6,8
	Яровой рапс	6,7	11,8	11,9	16,2	11,7
	Ячмень	3,2	5,1	5,2	7,5	5,3
	В среднем	5,6	8,3	8,5	12,4	8,7

В 1 кормовой единице зерна озимой пшеницы содержание переваримого протеина соответствует требованиям, предъявляемым к питательной характеристике кормов. Однако в кормах, приготовленных из зерновых культур, в частности из пшеницы, содержится очень мало лизина, метионина и триптофана, которые называют критическими аминокислотами, крайне необходимыми для кормления всех видов животных, особенно свиней и домашней птицы. Поэтому при изготовлении комбикормов на основе зерновых хлебов в их состав следует включать в качестве протеиновых добавок зернобобовые культуры (люпин, соя и др.), обладающие повышенной концентрацией белка с высокой усвояемостью.

Кроме того, узкое соотношение углерода к азоту в растительных остатках зернобобовых культур (С:N = 20-25:1) позволяет обеспечить их быстрое разложение при заделке в пахотный слой в качестве органических удобрений, поскольку их минерализация не требует дополнительного внесения азотных удобрений. По этой причине уже в первый год запашки соломенно-пожнивных остатков зернобобовых культур на мало-

продуктивных землях Нечернозёмной зоны интенсивность их разложения составляет 35-60%.

Анализ полученных данных по влиянию способов заделки удобрений и соломенно-пожнивных остатков в пахотный слой при освоении малопродуктивных земель с промывным типом водного режима позволяет заключить, что между ними существенных различий по обеспеченности кормовой единицы переваримым протеином у всех культур севооборота не установлено. Тем не менее, прослеживается положительная тенденция к увеличению концентрации протеина в 1 кормовой единице у растений с глубоко проникающей корневой системой (люпин узколистный, кукуруза и рапс яровой) на фоне отвальной вспашки (+0,4-2,5 г), а у растений с поверхностно расположенной мочковатой корневой системой (озимая пшеница и ячмень) — с применением минимальной обработки (+0,2-1,2 г) при НРС₀₅ в среднем за ротацию севооборота = 5,6 г.

В исследованиях установлено, что при изучении влияния различных систем удобрения протеиновая питательность продукции полевых культур определяется в основном скоростью доступности элементов минерального питания. Так, при использовании в качестве основного удобрения расчётных доз NPK на запланированную урожайность, где все питательные вещества находятся в легкоусвояемой форме, в среднем за ротацию севооборота обеспеченность 1 кормовой единицы переваримым протеином повысилась на 4,4 г при заделке удобрений и соломенно-пожнивных остатков отвальными плугами и на 4,5 г при использовании дисковых орудий при НРС₀₅ = 8,5 г.

Внесение жидких животноводческих стоков в безопасной дозе 80 м³/га увеличило содержание переваримого протеина в среднем, соответственно, на 3,1 и 2,9 г, а заделка твёрдой фракции навоза в дозе 40 т/га — на 2,6 и 2,3 г. Это, однако, подтверждает лишь положительную тенденцию влияния систем удобрения на протеиновую питательность 1 кормовой единицы, поскольку все прибавки относительно контрольного варианта от их применения находятся в пределах статистической погрешности опыта.

Следовательно, обеспеченность 1 кормовой единицы переваримым протеином определяется в основном биологическими особенностями растений и несущественно зависит как от способов заделки, так и от системы применения удобрений. Хотя наиболее высокое содержание этого важнейшего органического соединения определяется доступностью минеральных веществ, заключённых в удобрениях. В этом отношении применение удобрений следует рассматривать не только как фактор повышения урожайности сельскохозяйственных культур, но и как средство улучшения качества выращенной продукции.

Для условий Нечернозёмной зоны важнейшее значение в повышении продуктивности посевов сельскохозяйственных культур имеет уровень азотного питания, поскольку данный элемент находится в дефиците на всех типах почв региона. Кроме того, при освоении малопродуктивных легкосуглинистых дерново-подзолистых и торфянистых почв необходимо постоянно уделять внимание внесению калийных удобрений, поскольку в составе корнеобитаемого слоя таких агроландшафтов содержание обменного калия остаётся низким. При этом эффективное использование обоих элементов возможно лишь при их достаточном уровне содержания в почве. В случае, если на освоенных землях

вносят расчётные дозы NPK под запланированную урожайность с использованием больших доз азота требуется опережающая заделка также и увеличенных доз K_2O .

Выводы. 1. Максимальный сбор переваримого протеина в растениеводческой продукции 5-польного плодосменного зернопропашного севооборота на первом этапе освоения легкосуглинистых малопродуктивных дерново-подзолистых почв Верхневолжья обеспечивает внесение расчётных доз минеральных удобрений под запланированную урожайность при обоих способах их заделки (вспашка на 16-18 см, минимальная обработка на 7-10 см) (+141,2-143,4% к контролю). Внесение органических отходов животноводческого комплекса в экологически безопасных дозах также эффективно (+111,2-124,3% к контролю). Однако их положительное влияние пролонгировано и прослеживается в севообороте на легкосуглинистых почвах до трех лет, что существенно сказывается на повышении плодородия таких почв при их освоении.

2. Обеспеченность 1 кормовой единицы переваримым протеином определяется генотипом растений. Тем не менее, при внесении всех видов удобрений отмечена положительная тенденция к увеличению концентрации переваримого протеина в 1 кормовой единице (+2,3-4,5 г к контролю), однако данное превышение при $NCP_{05} = 8,5$ г находится в пределах статистической погрешности опыта.

Литература

1. Петухова Е.В., В.С. Крылова, Н.Т. Емелина и др. Практикум по кормлению сельскохозяйственных животных. — М.: Колос, 1977. — С. 3-57.
2. Попова А.А., Ганина Я.И., Бешкуров В.П. Организация кормопроизводства на промышленной основе. — М.: Россельхозиздат, 1980. — 171 с.
3. Новосёлов Ю.К., Шпаков А.С., Рудоман В.В. Состояние и экономические аспекты развития полевого кормопроизводства в Российской Федерации. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. — 136 с.
4. Посыпанов Г.С. Соя в Подмоскowie. Сорты северного экотипа для Центрального Нечерноземья и технологии их возделывания. — М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2007. — 200 с.
5. Шевченко В.А., Кобозева Т.П., Попова Н.П. Оптимизация кормовой ценности кукурузно-соевого силоса на мелиорированных землях Нечерноземья. — М.: ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», 2018. — 204 с.
6. Тютюнников А.И., Фадеев В.М. Повышение качества кормового белка. — М.: Россельхозиздат, 1984. — С. 4-93.
7. Григорьев Н.И., Волков Н.П., Воробьев Е.С. и др. Биологическая полноценность кормов. — М.: Агропромиздат, 1989. — С. 119-173.
8. Шевченко В.А. Современное состояние выбывших из оборота мелиорированных земель и перспективы их освоения. — М., 2021. — С. 359-379.
9. Афанасьев Р.А. Удобрение орошаемых пастбищ в Нечернозёмной зоне России. — М.: ВНИИА, 2021. — С. 177-227.
10. Каюмов М.К. Справочник по программированию урожаев. — М.: Россельхозиздат, 1977. — 188 с.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 4-е, переработанное и дополненное. — М.: Колос, 1979. — 416 с.

THE INFLUENCE OF FERTILIZERS AND METHODS OF THEIR EMBEDDING ON THE FODDER VALUE OF FIELD CROPS DURING DEVELOPMENT UNPRODUCTIVE LANDS OF THE UPPER VOLGA REGION

V.A. Shevchenko, Academician of the Russian Academy of Sciences, A.M. Soloviev, Doctor of Agricultural Sciences, G.I. Bondareva, Doctor of Technical Sciences, N.P. Popova, Candidate of Agricultural Sciences, A.N. Kostyakov VNIIGiM, 127434, Moscow, Bolshaya Akademicheskaya str., 44, bldg. two

It is shown that with all methods of fertilizing, the crucial importance in increasing the collection of digestible protein per 1 ha of crops cultivated on the developed unproductive lands of the Upper Volga region is the introduction of calculated doses of NPK for the planned yield or the use of organic waste from livestock complexes in environmentally safe doses. It was found that the provision of 1 feed unit with digestible protein is determined mainly by the genotype of plants and does not significantly depend on both the methods of embedding and the system of fertilizer application. Therefore, in order to stabilize the nutritional value of the feed to the zootechnical norm (105-110 g of digestible protein per 1 k. e.), leguminous crops should be introduced into crop rotations.

Keywords: digestible protein, feed unit, unproductive lands, crop rotation, mineral fertilizers, liquid effluents, solid fraction of manure, fertilization.

УДК 631.874 : 631.81 : 635.21

DOI: 10.25680/S19948603.2023.131.02

ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ НА ОСНОВЕ СИДЕРАТОВ, МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПРЕПАРАТОВ

Н.А. Тимошина, к.с.-х.н., Е.В. Князева, Л.С. Федотова, д.с.-х.н.,
С.В. Жевора, д.с.-х.н., ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»

ул. Лорха, 23, литер В, д. п. Красково, г. Люберцы, Московская обл., 140051, Российская Федерация
тел. (498) 645-03-03; E-mail: coordinazia@mail.ru

Представлены результаты полевых опытов (2020-2022 г.) с двумя видами сидератов, расчетными дозами минеральных удобрений, биопрепаратами на основе аминокислот (Агровин) и активных штаммов ризосферных бактерий (Бисолбифит, Бисолбисан) на среднеспелом сорте картофеля Фаворит в условиях дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы Московской области. Целью исследований было изучить продуктивность нового отечественного сорта картофеля, а также динамику плодородия дерново-подзолистой почвы с различной интенсивностью антропогенного воздействия в зависимости от сочетания сидератов, расчетных доз минеральных удобрений и биоактивных препаратов в условиях Нечернозёмной зоны.

Исследования, проходившие в экстремальных климатических условиях (жара и засуха в середине вегетации 2020 и 2021 г.), подтверждают высокую отзывчивость картофеля на запарку капустных и малолетних сорных растений в качестве сидератов в сочетании со сниженными дозами минеральных удобрений и биопрепаратами. Более надежную и высокую урожайность культуры (28 т/га) обеспечивало ее размещение после запарки рапса масличного на фоне половинной дозы NPK ($N_{31}P_{40}K_{81}Mg_{10}$ + биопрепараты), а уровень эффективности от вложенных агрохимикатов в вариантах с комплексным использованием биоактивных препаратов был выше аналогичных вариантов на фоне запарки биомассы сорняков. Однако на фоне запарки малолетних сорных растений