

CAS and biopreparation Zyten resulted in stimulation mineralization possesses in C and N cycles as compared with moldboard plowing. High levels of invertase (cycle C) activity were observed under application of straw with NPK, CAS and biopreparation Zyten. High levels of urease (cycle N) activity was observed under application of litter manure of cattle with NPK. Method of basic tillage more intensive effect on mineralization activity in C and N cycles in Luvisol sandy soil as compared with Luvisol light loamy soil under similar fertilization.

Поступила 21.11.24

УДК 631.8:633.33:631.442

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ КОРМОВЫХ БОБОВ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

**Т. М. Серая, Е. Н. Богатырева, А. Л. Новик, Т. М. Кирдун,
Ю. А. Симанкова, А. М. Устинова, М. М. Торчило**

Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важнейших проблем животноводства Республики Беларусь является дефицит растительного белка в кормовом рационе. В 1 кормовой единице по нормам должно содержаться 105–115 г сырого белка. Фактически содержание белка в кормах, заготавливаемых в Беларуси, составляет 75–80 г/к. е., или около 75 % нормы, что приводит к значительному перерасходу зерновых культур или другого корма с невысоким содержанием белка [1–4].

Большой интерес в качестве источника протеина представляют кормовые бобы с содержанием сырого белка в зерне, в зависимости от сорта, погодных условий и технологии возделывания, от 25 до 35 %. Кормовые бобы относятся к биологически ценным кормам. В 1 кг зерна содержится 1,16–1,29 кормовых единиц и 230–300 г переваримого протеина. В белке семян бобов основную часть (50–78 %) занимает водорастворимая фракция. Переваримость зерна составляет 86 %, зеленой массы – 72 %. В протеине бобов содержатся ценные аминокислоты (тирозин, триптофан, лизин, аргинин, гистидин, метионин), водорастворимые углеводы и сравнительно немного антипитательных веществ (гликозидов, танинов, ингибиторов, протеаз), большое количество минеральных веществ (калий, натрий, кальций, фосфор, магний, железо, сера, марганец, кобальт, медь, цинк). Семена богаты витаминами С, В1, В2, РР, Е, ниацином, рибофлавином, каротином, аскорбиновой кислотой, тиамином [4–6].

Кормовые бобы обладают высоким потенциалом урожайности, характеризуясь довольно большими её колебаниями. Стабильность урожая зависит от биологических особенностей сорта, его адаптации к определенным условиям, технологии возделывания [4, 7].

Также бобы могут сыграть значительную роль не только в укреплении кормовой базы, но и в восстановлении почвенного плодородия. Кормовые бобы, как и другие бобовые культуры, способны усваивать атмосферный азот благодаря симбиозу корневых систем с клубеньковыми бактериями. Уровень симбиотической фиксации атмосферного азота у кормовых бобов при оптимальных условиях составляет 70–80 % от общей потребности их в азоте. По фиксации азота воздуха кормовые бобы занимают второе место после клевера и в среднем оставляют около 200 кг азота на гектар и являются хорошим предшественником [5, 8].

В Государственный реестр сортов Республики Беларусь на 2024 г. включено 10 сортов кормовых бобов. В республике кормовые бобы возделываются на небольших площадях: в 2020 г. под кормовыми бобами было занято всего 1,2 тыс. га. Одной из причин этого является отсутствие адаптированной для условий республики технологии возделывания, позволяющей максимально реализовать генетический потенциал сортов кормовых бобов [9].

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Научные исследования по разработке обоснованных доз и сроков применения удобрений под кормовые бобы в зависимости от способа основной обработки почвы проводили в 2023–2024 гг. на опытных полях РУП «Институт почвоведения и агрохимии», расположенных в ПРУП «Э/б имени Котовского» Узденского района. Почва опытного участка среднекультуренная дерново-подзолистая супесчаная со слабокислой и близкой к нейтральной реакцией почвенной среды, средним и повышенным содержанием гумуса, подвижных форм фосфора и калия.

Опыт проводили в двух полях, на каждом поле в двух блоках: в 1-м блоке в качестве основной обработки почвы применяли вспашку на глубину 20 см, во 2-м блоке – дискование на глубину 10–12 см. Повторность вариантов – 4-кратная, размер делянки – 32 м², учетная – 24 м².

Объект исследования – сорт кормовых бобов Трампет.

Предшественник кормовых бобов – озимая рожь.

После уборки предшественника солому измельчали и равномерно распределяли по делянкам, затем, согласно схеме опыта, вносили микробиологическое удобрение Жыцень в дозе 3 л/га или компенсирующую дозу азота (N₃₁) в виде КАС и задисковывали. Через неделю в 1-м блоке провели вспашку, во 2-м – дискование в один след.

В конце сентября перед зяблевой обработкой почвы внесен подстилочный навоз КРС в дозе 40 т/га, P₆₀K₁₂₀ или K₁₂₀ согласно схеме опыта, после чего в 1-м блоке провели вспашку, во 2-м – дискование в один след. В середине октября была проведена обработка почвы (дискование) с целью уничтожения проростков сорняков.

В ранневесенний период при прогреве почвы до 5 °С производили поделяночный отбор почвенных образцов для определения содержания минерального азота (N-NO₃⁻ и N-NH₄⁺) в почве. А затем осуществляли внесение минеральных удобрений согласно схеме опыта (N₃₀P₆₀K₁₂₀, P₆₀K₁₂₀, P₄₀K₉₀ (по навозу), N₃₀ и N₃₀P₆₀) с последующей заделкой дисками.

Посев кормовых бобов осуществляли 17.04.2023 и 27.03.2024 с нормой высева 650 тыс. всхожих семян на гектар, ширина междурядий – 12 см. Система защиты

кормовых бобов от сорной растительности, вредителей и болезней – общепринятая для Республики Беларусь.

Статистическую обработку результатов осуществляли согласно методике полевого опыта Б. А. Доспехова с использованием MS Excel 2010. Вычисление обобщенного среднесуточного НСР производили по В. И. Короневскому [10, 11].

Метеорологические условия 2023 и 2024 гг. отличались как от среднесуточных, так и между собой, что дало возможность всесторонне оценить эффективность различных удобрений.

Среднемесячная температура апреля в 2023 г. превысила многолетний показатель на 1,8 °С. Температурный фон в мае характеризовался холодными условиями в первой декаде (7,6 °С) и значительным повышением среднесуточных температур во второй и третьей декадах до 14,5–15,4 °С. В июне было тепло и среднемесячная температура превысила норму на 1,7 °С. Июль был близок по тепловому режиму к климатической норме. Температуры августа превышали норму на 3,8 °С.

Обильные осадки в марте 2023 г., составившие 222 % нормы, обеспечили достаточную влагообеспеченность почвы, однако к посеву яровых культур уровень влагозапасов в почве снизился в результате недостатка осадков в апреле (20 мм, 57 % от нормы). В мае ситуация продолжала ухудшаться, в этом месяце выпало всего 3 мм осадков (ГТК 0,2). Со второй половины июня начали проходить дожди, но в целом количество осадков за июнь–сентябрь было ниже среднесуточных значений. Лишь в августе количество осадков приближалось к норме, но необходимо отметить неравномерность их выпадения – 83 % из 77 мм осадков выпали в первой декаде месяца. В целом период с засушливыми условиями, когда отсутствовали эффективные осадки (более 5 мм в сутки) составил 79 дней (с 1 апреля по 18 июня). Дефицит воды вызвал задержку роста и развития растений, нарушение минерального питания, что в значительной степени повлияло на продуктивность кормовых бобов.

В 2024 г. весна началась на 8–12 дней раньше среднесуточных сроков. В марте среднесуточная температура воздуха была на 3,1 °С, в апреле – на 1,6 °С, в мае – на 0,9 °С выше климатической нормы. В целом сумма положительных температур за март–июль составила 2119,4 °С, что на 288 °С выше среднесуточных значений, сумма осадков за этот период составила 314 мм при климатической норме 290 мм.

Отсутствие эффективных осадков в мае 2024 г. способствовало снижению влажности почвы под кормовыми бобами к концу месяца до 14,3 %, т. е. в этот период влажность супесчаной почвы была оптимальной (68 % от ППВ). В начале июня влажность почвы составила 16,5 % или 78 % от ППВ, что свидетельствует об избытке влаги. К концу июня влажность снизилась до 13,2 % (63 % от ППВ), т. е. была близкой к оптимальной. В июле содержание влаги в почве продолжило уменьшаться, и к концу 2-й декады наблюдался сильный дефицит влаги для нормального развития бобов – всего 30 % от ППВ. При таком дефиците влаги на супесчаной почве при высоких температурах воздуха (≥ 30 °С) растения кормовых бобов в течение нескольких дней почернели и прекратили вегетацию, что отрицательно повлияло на массу 1000 зерен и способствовало недобору урожая кормовых бобов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В проведенных нами исследованиях за 2023–2024 гг. установлено, что на дерново-подзолистой супесчаной почве урожайность кормовых бобов по годам, в связи с разными погодными условиями и, в первую очередь, влажностью почвы, значительно отличалась. Установлено, что рост и развитие кормовых бобов в большой степени зависел от режима влагообеспеченности растений в течение вегетации. Для реализации потенциальной продуктивности растений влажность почвы в течение вегетации должна быть в диапазоне 60–100 % ППВ (предельной полевой влагоемкости). При влажности, равной 100 % ППВ, капилляры почвы заполнены водой и соединены, крупные поры, которые составляют более половины всех пор почвы, заняты воздухом. Корни растений при этом не испытывают кислородной недостаточности. Корневой волосок, нашедший капилляр, может брать из него воду в течение всего периода своей жизни (5–20 дней). Влажность выше 100 % ППВ избыточна, так как воздух вытесняется водой, и корни испытывают кислородное голодание.

По мере испарения воды с поверхности почвы и использования ее вегетирующими растениями влажность пахотного слоя почвы постоянно снижается, и на определенном этапе единая водно-капиллярная система разрушается, капилляры почвы разрываются (влажность разрыва капилляров – ниже 60 % ППВ). Когда влажность почвы опускается ниже влажности разрыва капилляров, корневой волосок, нашедший обрывок капилляра, быстро высасывает из него воду и отмирает. Продолжительность функционирования корневых волосков сокращается с 10–15 до 3–4 суток или даже несколько часов. Растение вынуждено образовывать все новые и новые корневые волоски для поиска новых обрывков капилляров с водой. При влажности почвы – 45–50 % ППВ растение тургоресцентно и внешне не обнаруживает признаков водного стресса, однако большая часть фотоассимилятов идет на образование все новых мелких корешков и корневых волосков, уменьшается накопление надземной массы вегетативных и генеративных органов. При дальнейшем снижении влажности почвы до 25–35 % ППВ накопление надземной массы почти прекращается, все ассимиляты направляются на рост мелких корней для поиска воды.

Влажность пахотного слоя в период сева кормовых бобов составляла 18,6 и 19,5 % или 89 и 93 % от полной полевой влагоемкости, что незначительно выше оптимальных параметров (табл. 1). К началу мая влажность практически не изменилась и составила 20,1 и 19,2 % (96 и 91 % от ППВ) и на протяжении всего месяца влажность почвы находилась в оптимальных пределах для нормального развития растений как в 2023 г., так и в 2024 г.

В 2023 г. с середины июня растения начали ощущать недостаток влаги. Наибольший дефицит влаги отмечался в первой половине июня (29–33 % от ППВ), когда значения влажности снизились до уровня влажности завядания.

В 2024 г. в июне влажность почвы была оптимальной. В июле содержание влаги уменьшалось и к середине месяца наблюдался сильный дефицит. При таком дефиците влаги на супесчаной почве и высокими температурами воздуха (≥ 30 °С) растения кормовых бобов в течение нескольких дней почернели и прекратили вегетацию.

В погодных условиях 2023 г. урожайность зерна комовых бобов за счет эффективного плодородия почвы в блоке вспашки составила 16,0 ц/га, в 2024 г. была практически в 2 раза выше – 31,9 ц/га (табл. 2).

Таблица 1

Влажность пахотного слоя (0–20 см) дерново-подзолистой супесчаной почвы

Дата	ППВ, %	2023 г.		2024 г.	
		влажность, %	% от ППВ	влажность, %	% от ППВ
12.04	21	18,6	89	19,5	93
02.05	21	20,1	96	19,2	91
10.05	21	16,6	79	18,0	86
28.05	21	16,4	78	14,3	68
11.06	21	13,8	66	16,5	78
28.06	21	9,2	44	13,2	63
09.07	21	6,0	29	11,4	54
19.07	21	7,0	33	6,3	30
30.07	21	9,7	46	14,5	69
09.08	21	14,8	70	13,9	66

Таблица 2

Влияние удобрений на урожайность зерна кормовых бобов на среднекультуренной дерново-подзолистой супесчаной почве, 2023–2024 гг., ц/га

Вариант	Урожайность зерна, ц/га			Прибавка, ц/га		Содержание белка, % среднее за 2 года	Сбор белка, кг/га
	2023 г.	2024 г.	среднее	к контролю	к вспашке		
Вспашка							
Без удобрений (контроль 1)	16,0	31,9	24,0	–	–	27,1	560
P ₆₀ K ₁₂₀	16,1	40,0	28,1	4,1	–	27,6	666
N ₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	19,8	39,0	29,4	5,4	–	28,7	727
ПН КРС, 40 т/га + P ₄₀ K ₉₀	16,8	40,2	28,5	4,5	–	28,3	694
N ₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + Mo _{0,05} B _{0,05}	20,2	39,4	29,8	5,8	–	28,2	722
Солома + N ₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	18,9	39,1	29,0	5,0	–	27,6	690
Солома + Жыцень, 3 л/га + N ₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	20,2	39,4	29,8	5,8	–	27,7	709
Солома + N _{31(КАС)} * + N ₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	20,9	38,7	29,8	5,8	–	28,1	720
P ₆₀ K ₁₂₀ (осень) + N ₃₀	18,4	39,9	29,2	5,2	–	27,0	677
K ₁₂₀ (осень) + N ₃₀ P ₆₀	18,6	40,0	29,3	5,3	–	27,8	701
Дискование							
Без удобрений (контроль 2)	16,1	30,6	23,4	–	-0,6	26,2	528
N ₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	20,5	38,4	29,5	6,1	0,1	28,0	710
N ₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + Mo _{0,05} B _{0,05}	24,3	39,3	31,8	8,4	2,0	29,1	761
Солома + Жыцень, 3 л/га + N ₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	23,6	42,5	33,1	9,7	3,3	27,5	752
Солома + N _{31(КАС)} * + N ₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	24,5	42,7	33,6	10,2	3,8	28,0	797
P ₆₀ K ₁₂₀ (осень) + N ₃₀	20,6	40,2	30,4	7,0	1,3	26,1	754
НСР ₀₀₅ (удобрения)	1,6	2,6	2,2**			2,1,	
НСР ₀₀₅ (обработка почвы)	1,4	2,4	2,0**			1,8	

* компенсирующая доза азота, среднее за 2023–2024 гг.

** обобщенное среднее многолетнее НСР по Короневскому В. И.

По-разному работали и удобрения: внесение $P_{60}K_{120}$ в 2023 г. было неэффективным, в 2024 г. прибавка составила 8,1 ц/га (+25 % к контролю). Внесение N_{30} на фоне $P_{60}K_{120}$ в вегетационный период с достаточным увлажнением (2024 г.) не оказало существенного влияния на урожайность, в то время как в сильно засушливом 2023 г. прибавка составила 3,7 ц/га (+23 %). Это связано с тем, что при снижении влажности почвы ниже влажности разрыва капилляров растения затрачивают много углеводов на симбиотическую фиксацию азота воздуха, т. е. при низкой влажности почвы необходимость формирования мелких корешков отвлекает углеводы от клубеньков, и из-за недостатка энергии симбиотическая фиксация азота воздуха сначала снижается, а потом прекращается совсем. Начинается отмирание клубеньков и в результате в варианте без внесения азотных удобрений бобовые культуры испытывают недостаток азота и, соответственно, формируется более низкая урожайность. Таким образом, при нормальных условиях увлажнения в 2024 г. растениям кормовых бобов было достаточно симбиотически фиксированного азота, в отличие от 2023 г.

Внесение с осени под вспашку подстилочного навоза КРС в дозе 40 т/га и весной под культивацию $P_{40}K_{90}$ по сравнению с контролем в 2023 г. было неэффективным, в 2024 г. увеличило урожайность зерна на 8,3 ц/га, что было на уровне варианта с внесением $P_{60}K_{120}$.

В вариантах, где была запахана солома предшественника (озимая рожь) урожайность в среднем за 2 года была на уровне варианта с внесением $N_{30}P_{60}K_{120}$, т. е. солома в блоке вспашки не оказала существенного влияния на урожайность зерна кормовых бобов, как в 2023 г. так и в 2024 г. независимо от того, запахивали солому в чистом виде, вносили компенсирующую дозу азота или целлюлозоразлагающее удобрение Жыцень. Не оказало существенного влияния на урожайность осеннее внесение фосфорных и калийных удобрений по сравнению с весенним их внесением (табл. 2).

Некорневая обработка посевов кормовых бобов в фазу бутонизации микроудобрением с биостимулятором МикроСтим-Молибден, Бор ($Mo_{0,05}B_{0,05}$) на фоне $N_{30}P_{60}K_{120}$ не оказало достоверной прибавки урожая.

В блоке дискования в неудобренном варианте в среднем за два года исследованной получено 23,4 ц/га зерна кормовых бобов. Минеральные удобрения ($N_{30}P_{60}K_{120}$) обеспечили рост урожайности на 6,1 ц/га (+26 % к контролю). Существенная прибавка к минеральному фону получена за счет заделки соломы предшественника, обработанной микробным удобрением Жыцень (+3,6 ц/га) и азотным удобрением КАС (+4,1 ц/га).

В среднем за 2023–2024 гг. урожайность зерна кормовых бобов в блоке дискования от урожайности в аналогичных вариантах в блоке вспашки существенно отличалась только в вариантах с заделкой соломы, обработанной препаратом Жыцень или КАС: в блоке дискования была на 3,3 и 3,8 ц/га выше.

Содержание сырого протеина в зерне кормовых бобов в погодных условиях вегетационного периода 2023 г. в вариантах без удобрений составило 26,4–26,5 %, в удобренных вариантах в зависимости от системы удобрения изменялось от 27,4 % до 30,2 % при среднем показателе 29,0 %; в 2024 г. в вариантах без удобрений было 26,2–27,5 %, в удобренных вариантах – от 26,2 % до 28,6 % при среднем показателе 27,1 %. Максимальный сбор белка в среднем за 2 года получен в блоке дискования в вариантах с некорневыми обработками микроудобрениями на фоне

$N_{30}P_{60}K_{120}$ (761 кг/га) и при внесении $N_{30}P_{60}K_{120}$ по фону соломы с компенсирующей дозой азота (797 кг/га) (табл. 2).

Урожайность соломы в среднем за 2 года в блоках дискования и вспашки составила на неудобренных вариантах 9,9 и 10,8 ц/га при соотношении солома/зерно 0,4–0,5. При этом в удобренных вариантах урожайность соломы колебалась от 9,9 до 19,6 ц/га при соотношении солома/зерно 0,4–0,6.

Для расчета доз внесения удобрений под планируемый урожай сельскохозяйственных культур необходимо знать удельный (нормативный) вынос питательных элементов с 1 т основной и соответствующим количеством побочной продукции. Так как кормовые бобы культура новая для республики и ранее нормативы выноса для условий Республики Беларусь не разрабатывались, установление содержания элементов питания в зерне и соломе данной культуры, вынос их с урожаем является весьма актуальным.

Для расчета нормативного выноса выполнен химический анализ образцов зерна и соломы кормовых бобов урожая 2023 и 2024 годов. Установлено, что на дерново-подзолистой супесчаной почве в погодных условиях 2023 г. содержание азота в зерне изменялось: от 4,22 % до 4,83 %, фосфора – от 0,99 % до 1,13 %, калия – от 1,32 % до 1,58 %, кальция – от 0,09 % до 0,15 %, магния – 0,08–0,09 %; в условиях 2024 г.: содержание азота было в пределах 4,14–4,58 %, фосфора – 0,71–1,04 %, калия – 1,59–1,72 %, кальция – 0,09–0,12 %, магния – 0,17–0,19 %.

В соломе кормовых бобов в 2023 г. содержалось: 1,01–1,29 % азота, 0,19–0,25 % фосфора, 1,92–3,26 % калия, 0,48–0,70 % кальция и 0,10–0,16 % магния; в 2024 г.: азота – 0,53–0,72 %, фосфора – 0,16–0,33 %, калия – 1,30–2,37 %, кальция – 0,45–0,74 %, магния – 0,12–0,23 %.

На основании урожайности, химического состава зерна и соломы рассчитан хозяйственный и удельный вынос элементов питания с урожаем кормовых бобов. Установлено, что на среднекультуренной дерново-подзолистой супесчаной почве в 2023 г., с длительным бездождным периодом во время вегетации, урожайность зерна была в пределах 16,0–24,5 ц/га, хозяйственный вынос составил 64–111 кг азота, 16–24 кг фосфора и 29–62 кг калия. В 2024 г. при более благоприятных условиях увлажнения сформирована урожайность зерна 30,6–42,7 ц/га, хозяйственный вынос составил 115–171 кг азота, 26–33 кг фосфора и 58–107 кг калия. Не смотря на большую разницу в данных хозяйственного выноса по годам, удельный вынос был близким (табл. 3). Так, в среднем за 2 года с 1 т зерна кормовых бобов и соответствующим количеством побочной продукции вынесено 42,1 кг азота, 9,0 кг фосфора, 21,8 кг калия.

Из микроэлементов на дерново-подзолистой супесчаной почве в зерне содержится больше всего цинка – 25,98 мг/кг и марганца – 16,81 мг/кг, меди было на уровне 5,98 мг/кг, бора – 4,27 мг/кг, кобальта – 2,28 мг/кг. В соломе кормовых бобов больше всего содержалось марганца 54,38 мг/кг, затем бора – 14,16 мг/кг, цинка – 5,88 мг/кг, меди – 3,00 мг/кг и кобальта – 0,30 мг/кг. Содержание серы в зерне кормовых бобов составило 0,12 %, в соломе – 0,06 %.

**Удельный вынос элементов питания при возделывании кормовых бобов
на среднекультуренной дерново-подзолистой супесчаной почве (кг/т)**

Вариант	N			P ₂ O ₅			K ₂ O		
	2023	2024	сред- нее	2023	2024	сред- нее	2023	2024	сред- нее
Вспашка									
Без удобрений	40,6	40,8	40,7	10,0	8,4	9,2	18,2	19,8	19,0
N ₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	42,7	41,5	42,1	10,0	7,4	8,7	19,8	22,4	21,1
P ₆₀ K ₁₂₀	43,8	43,3	43,6	9,2	8,3	8,8	19,9	22,7	21,3
ПН КРС, 40 т/га	46,9	40,6	43,8	10,9	7,3	9,1	26,8	22,4	24,6
N ₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + Mo _{0,05} B _{0,05}	44,0	40,8	42,4	9,7	7,3	8,5	20,5	20,9	20,7
Солома + N ₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	44,4	39,6	42,0	9,6	7,7	8,7	19,5	20,9	20,2
Солома + Жыцень, 3 л/га + N ₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	42,6	41,1	41,9	10,0	8,5	9,3	21,4	20,6	21,0
Солома + N ₄₆ (КАС) + N ₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	43,5	39,6	41,6	10,2	7,8	9,0	19,2	19,6	19,4
P ₆₀ K ₁₂₀ осенью + N ₃₀	44,9	38,3	41,6	11,0	6,7	8,9	24,2	19,9	22,1
K ₁₂₀ осенью + N ₃₀ P ₆₀	46,5	39,1	42,8	9,9	8,9	9,4	22,1	21,0	21,6
Дискование									
Без удобрений	40,0	38,6	39,3	9,8	10,2	10,0	18,3	18,9	18,6
N ₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	44,0	40,3	42,2	9,4	9,7	9,6	21,6	21,8	21,7
N ₃₀ + P ₆₀ K ₁₂₀ осенью	45,8	39,9	42,9	9,7	7,5	8,6	23,1	26,7	24,9
N ₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + Mo _{0,05} B _{0,05}	43,3	39,0	41,2	10	7,6	8,8	25,5	24,2	24,9
Солома + Жыцень, 3 л/га + N ₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	45,7	40,3	43,0	9,7	6,9	8,3	24,5	24,2	24,4
Солома + N ₄₆ (КАС) + N ₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	44,8	40,1	42,5	9,6	7,9	8,8	24,0	23,6	23,8
Среднее	44,0	40,2	42,1	9,9	8,0	9,0	21,8	21,9	21,8

В среднем по опыту на дерново-подзолистой супесчаной почве удельный вынос микроэлементов с урожаем кормовых бобов составил: Cu – 6,4 г/т, Zn – 24,8 г/т, Mn – 37,6 г/т, B – 9,7 г/т, Co – 2,1 г/т, S – 1,3 кг/т.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований установлено, что на дерново-подзолистой супесчаной почве урожайность зерна кормовых бобов в большей степени зависела от погодных условий в период вегетации, чем от применяемых систем удобрения. Погодные условия вегетационного периода в 2024 г. были более благоприятными для роста и развития растений и в среднем по опыту способствовали формированию урожайности зерна на 97 % выше, чем в 2023 г.

За счет эффективного плодородия почвы в среднем за 2 года по вспашке и дискованию получено 24,0 и 23,4 ц/га зерна соответственно. Благодаря применению удобрений урожайность зерна кормовых бобов по сравнению с контролем возросла в блоке вспашки в среднем на 5,2 ц/га, в блоке дискования – на 8,3 ц/га.

Солома предшественника (озимая рожь) в блоке вспашки не оказала существенного влияния на урожайность зерна кормовых бобов, как в 2023 г. так и в 2024 г. независимо от того, запахивали солому в чистом виде, вносили компенсирующую дозу азота или целлюлозоразлагающее удобрение Жыцень. В блоке дискования за счет заделки соломы предшественника, обработанной микробным удобрением Жыцень и азотным удобрением КАС обеспечена прибавка урожайности к минеральному фону на 3,6 ц/га и 4,1 ц/га соответственно.

Сроки внесения фосфорных и калийных удобрений (осеннее или внесение) не оказали существенного влияния на урожайность кормовых бобов.

В удобренных вариантах с традиционной обработкой почвы урожайность зерна была в среднем на 2,1 ц/га ниже, чем в аналогичных вариантах с поверхностной обработкой почвы.

Максимальный сбор белка получен в блоке дискования в вариантах с некорневой обработкой микроудобрением с биостимулятором МикроСтим-Молибден, Бор на фоне $N_{30}P_{60}K_{120}$ (761 кг/га) и при внесении $N_{30}P_{60}K_{120}$ по фону соломы с компенсирующей дозой азота (797 кг/га).

Разработаны нормативы выноса основных элементов питания урожаем зерна кормовых бобов, которые составили 42,1 кг/т азота, 9,0 кг/т фосфора и 21,8 кг/т калия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Заяц, Л. К. Решение проблем производства кормового белка – важнейший резерв укрепления аграрной экономики / Л. К. Заяц // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 1. – С. 3–5.
2. Привалов, Ф. И. Проблема белка для республики первостепенна и решаема собственными ресурсами / Ф. И. Привалов // Земледелие и растениеводство. – 2022. – № 2(141). – С. 2.
3. Запрудский, А. А. Эффективность возделывания кормовых бобов на зерно и зеленую массу при различных сроках посева в условиях Центральной части Беларуси / А. А. Запрудский // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – №2 (38) – С. 59–65.
4. Шор, В. Ч. Расширение посевных площадей под зернобобовыми культурами – один из факторов решения проблемы дефицита кормового белка в концентрированных и зеленых кормах / В. Ч. Шор, М. Н. Крицкий, М. В. Евсеенко // Земледелие и растениеводство. – 2022. – № 2(141). – С. 5–9.

5. Магомедов, К. Г. Кормовые бобы высокобелковая кормовая культура: монография / К. Г. Магомедов, Ж. М. Вологирова. – Литерс, 2021. – 270 с.

6. Агротехнологические особенности возделывания зернобобовых культур: коллективная монография; под ред. И. Н. Романова. – М. : Издательство «Научный консультант», 2018. – 116 с.

7. Таланов, И. П. Значение кормовых бобов в воспроизводстве почвенного плодородия серых лесных почв / И. П. Таланов, Ф. Ш. Фасхутдинов // Агрохимикаты в XXI веке: теория и практика применения: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Нижний Новгород, 31 мая – 2 июня 2017 г. / Нижегород. гос. с.-х. акад.; под общ. ред. В. И. Титовой. – Н. Новгород: Нижегородская ГСХА, 2017. – С. 198–201.

8. Инокуляция семян кормовых бобов как прием, способствующий улучшению diaзотрофности культуры, повышению продуктивности и качества урожая / В. М. Кухарчик, Л. С. Рутковская, А. Р. Рыбак [и др.] // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – № 4(32) – С. 81–86.

9. Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений [сайт] // Инспекция по охране сортов растений. – 2024. – URL: <http://sorttest.by/registry.php> (дата обращения: 22.10.2024).

10. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

11. Короневский, В. И. К методике статистической обработки данных многолетних полевых опытов / В. И. Короневский // Земледелие. – 1985. – № 11. – С. 56–57.

EFFECTIVENESS OF FERTILIZER SYSTEMS FOR BROAD BEANS ON SODDY-PODZOLIC SANDY LOAM SOIL

**T. M. Seraya, E. N. Bohatyrova, A. L. Novik, T. M. Kirdun,
Yu. A. Simankova, H. M. Ustsinava, M. M. Torchilo**

Summary

The article presents the data on the development of reasonable doses and terms of application of fertilizers for feed beans, depending on the method of basic treatment of soil. The influence of fertilizer systems and weather conditions on grain yield and the removal of nutrients on sod-podzolic sandy loam soil has been established.

The weather conditions of the growing season of forage beans in 2024 were more favorable for the growth and development of plants and contributed to the formation of grain yields on average 97% higher than in 2023. Due to the use of fertilizers, the grain yield of forage beans increased by an average of 5,2 c/ha in the plowing block, in the block disking – by 8,3 c/ha. The standards for the removal of the main elements of nutrition by the grain harvest of feed beans have been developed, which amounted to 42,1 kg/t of nitrogen, 9,0 kg/t of phosphorus and 21,8 kg/t of potassium.

Поступила 29.11.24