

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДОБРЕНИЯ ОДНОЛЕТНИХ ТРАВ Biological efficiency of fertilizers annual grasses

Каренгина Л. Б., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
Уральский государственный аграрный университет

Байкин Ю. Л., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой,
Уральский государственный аграрный университет
(Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42)

Рецензент: Зезин Н. Н., д.с.-х.н., профессор, Уральский НИИСХ

Аннотация

Микрополевым опытом закладывали с чернозёмом оподзоленным тяжелосуглинистым. Определяли продуктивность однолетних трав и биологическую эффективность удобрений в зависимости от разных фонов питания с применением биопрепарата и без него. Внесение удобрений повышает урожайность зелёной массы трав на 83 (минеральный фон) и 121 ц/га (органоминеральный) по сравнению с экстенсивным фоном питания. Внекорневая подкормка трав гуматом калия усиливает действие удобрений: прибавка возрастает до 109 – 165 ц/га соответственно. Окупаемость единицы удобрения на минеральном фоне составляет: азота 92 кг/кг действующего вещества, фосфора и калия -139, на органоминеральном фоне – азота 134, фосфора и калия – 201 кг/кг действующего вещества. Внекорневая подкормка трав гуматом калия увеличивает окупаемость элементов питания удобрений. Биологическая эффективность удобрения однолетних трав (ФЭ, КЭП, КБН) выше с применением биопрепарата по сравнению с однотипными вариантами, но без внекорневой подкормки. Самая высокая продуктивность и биологическая эффективность удобрения однолетних трав отмечена на органоминеральном фоне питания.

Ключевые слова: чернозём оподзоленный, однолетние травы, продуктивность, биологическая эффективность, гумат калия.

Summary

Microfield experience laid with black earth podzolized loam. Op-mined productivity of annual grasses and biological effectiveness of fertilizers, depending on the different food backgrounds with a biological product without it. Fertilization increases the yield of green mass of grass 83 (mineral background) and 121 kg/ha (organomineral) compared with the extensive supply background. Foliar additional forage grasses Single humate potassium fertilizers increases the effects of: gain increases to 109 - 165 kg/ha, respectively. Fertilizers unit payback on mineral background is: N 92 kg/kg of active compound, phosphorus and potassium - 139. on organomineral background - 134 nitrogen, phosphorus and potassium - 201 kg/kg of active compound. Foliar feeding grass mat gu-potassium fertilizers increases the return elements supply. The biological effectiveness of fertilizer of annual grasses (PE, CEP, KBN) above using a biological product in comparison with the same type of options, but without foliar feeding. The highest pro-inductance and biological effectiveness of fertilizers annual grasses marked organomineral background food.

Keywords: chernozem podzolized, annual grasses, productivity, biologists cal efficiency, potassium humate.

Биологическое (альтернативное) земледелие направлено на поддержание основной экологической функции почв – способности обеспечивать стабильные, устойчивые и полноценные урожаи полевых культур, а благодаря жизнедеятельности естественной и культурной расти-

тельности поддерживать уровень кислорода в приземном слое атмосферы. Биологическое земледелие предполагает активацию механизма саморегулирования агроэкосистем, замкнутость в них круговорота веществ и потоков энергии [1,4]. Формирование стабильных урожаев, поддержание и увеличение плодородия почвы возможно только на фоне гармоничного сочетания всех факторов, обеспечивающих рост и развитие растений, позволяющих оптимизировать процессы превращения энергии и обмена веществ в растительном организме

В севооборотах однолетние травы чаще всего возделывают на зеленую массу, реже – на зерно. В состав многокомпонентной смеси однолетних трав могут входить зерновые культуры (овес, ячмень, пшеница) и зернобобовые (горох, вика) [7]. Иногда смесь состоит из двух компонентов: горох – овес, вика – овес. Соотношение компонентов зерновых и бобовых 1:1 (по массе), т.е. на одно бобовое растение приходится 2–3 растения зерновых. Такое соотношение между зерновыми и бобовыми культурами исключает полегание травостоя и улучшает условия скашивания. Культуры, входящие в состав однолетних трав, очень требовательны к плодородию почвы и дают хорошие урожаи только при внесении органических и минеральных удобрений [3, 4, 5] На зеленую массу однолетние травы следует убирать в стадии бутонизации бобовых. Бобовые растения в этой фазе развития содержат 3,2–3,8 % азота, до 0,35 % фосфора и до 3,0 % калия в расчете на сухое вещество (максимум содержания азота, фосфора, калия приходится на фазу 5–6 листьев).

Горох и ячмень, входящие в состав однолетних трав, способны использовать фосфор из труднорастворимых соединений. Поэтому в качестве источника фосфорного питания под них можно вносить более дешевое, чем суперфосфат, фосфорное удобрение – суперфос. Суперфос содержит фосфор в водорастворимой, цитратнорастворимой и труднорастворимой формах. Растения в начале вегетации используют водорастворимую часть удобрения, а затем извлекают фосфор из цитратно – и труднорастворимой части. Благодаря постоянному переходу фосфора в доступное для питания растений состояние в течение вегетации складываются самые благоприятные условия обеспечения растений усвояемыми формами фосфора. Эффективность суперфоса под эти культуры близка к действию двойного суперфосфата, а иногда и превосходит его [8, 9, 10].

Современное интенсивное растениеводство немислимо без использования удобрений, регуляторов роста, контроля за численностью вредителей и полезных микро и мезоорганизмов. Преимущества органических веществ, метаболитов живых существ перед синтезированными искусственно пестицидами и химическими удобрениями – это их позитивное комплексное действие и высокая эффективность, что позволяет вносить биопрепараты в минимальных дозах. Являясь природными веществами, они не накапливаются в окружающей среде и легко утилизируются в ней. Применение биопрепаратов способствует быстрой минерализации органических удобрений с образованием большей массы активных органических веществ, чем при внесении минеральных удобрений. В то же время эти препараты увеличивают окупаемость минеральных удобрений, значительно снижают токсичность тяжёлых металлов [2, 13].

Экологизация агропроизводства состоит в реализации потенциальной продуктивности растений за счет проявления новых адаптивных свойств. Эти свойства проявляются и используются в полной мере, если растения обрабатываются биопрепаратами на основе гуминовых кислот (гуматы). Эта группа естественных высокомолекулярных веществ, которые характеризуются высокой физиологической активностью. Они не токсичны, не канцерогенны, не мутагенны и не обладают эмбриологической активностью. Гуматы оказывают разностороннее действие на растение: активизируют биоэнергетические процессы, стимулируют обмен веществ, улучшают проникновение минеральных веществ через поры, усиливают адаптационные свойства. Они изменяют проницаемость клеточных мембран, повышают активность ферментов, стимулируют процессы дыхания, синтеза белков и углеводов, увеличивают содержание хлорофилла и продуктивность фотосинтеза, создают предпосылки для получения экологически чистой продукции.

Общие биохимические и экологические функции гуминовых кислот:

- аккумулятивная – способность гуминовых веществ накапливать долгосрочные запасы всех элементов питания, углеводов, аминокислот в различных средах;
- транспортная – способность образовывать комплексные органоминеральные соединения металлов, микроэлементов, которые тактично мигрируют в растения;
- регуляторная – гуминовые кислоты формируют окраску почвы, регулируют минеральное питание, катионный обмен, буферность, окислительно-восстановительные процессы;
- протекторная – гуминовые вещества сорбируют токсические вещества и радионуклиды предотвращают их поступления в растения.

Особенно важен положительный эффект гуматов при неблагоприятных условиях воздействия внешней среды: низкие и высокие температуры, засуха, засоление, скопление ядохимикатов и т.д.

В учхозе УрГАУ проведены микрополевые опыты, целью которых являлось изучение влияния различных фонов питания на биологическую эффективность применения удобрений под однолетние травы

Задачи опыта:

- определить влияние фона питания на продуктивность растений, вынос элементов питания,
- изучить изменение биологической эффективности применения удобрений

Методика исследований.

Микрополевой опыт по изучению влияния фонов питания на продуктивность культур закладывали в сосудах без дна (20x30 см), вмещающих 5 кг воздушно - сухой почвы. Опыт с однолетними травами вели на чернозёме оподзоленном. Почва по гранулометрическому составу тяжелосуглинистая. Почва относится к группе окультуренных, но требует проведения некоторых элементов КАХОП: известкования, пополнения содержания фосфора и калия, обеспечения бездефицитного баланса гумуса [6,10].

В сосуд высеивали 25 зёрен (по 6 зёрен ячменя, пшеницы, овса и 7 зёрен гороха), глубина заделки 6 см.

Учёт урожая производили по 20 растениям фазе бутонизации бобовых. Химический анализ почв вели методами, рекомендованными для условий Среднего Урала: обменная кислотность – рН солевой вытяжки, гидролитическая кислотность по методу Каппена, сумма обменных оснований по методу Каппена - Гильковица, гумус по методу Тюрина.

Содержание легкогидролизуемого (щелочерастворимого) азота определяли по методу Корнфилда, фосфора и калия по методу Кирсанова, с последующим определением фосфора - колориметрически, калия - фотометрически.

Химический состав растений определяли после мокрого озоления смесью серной и хлорной кислот по методике Гинзбург-Щегловой.

Определение общего азота вели колориметрически с реактивом Несслера, фосфора - колориметрически, калия - на пламенном фотометре.

Опыт по изучению влияния различных фонов питания на биологическую эффективность удобрения однолетних трав закладывали по схеме:

1.Фон питания экстенсивный (без удобрений)

2.Фон питания минеральный

3.Фон питания органоминеральный

В дальнейшем изложении схема представлена в следующем виде:

1.Экстенсивный

2.Минеральный

3.Органоминеральный

Повторность в опыте пятикратная. Варианты опыта с удобрениями (2 и 3) равны по содержанию элементов питания.

Дозы удобрений под однолетние травы азот 90, фосфор и калий по 60 кг д.в. на га. Органические удобрения (полуперепревший навоз) вносили в дозе 10 т/га.

Опыт с однолетними травами вели в двух вариантах: с внекорневой подкормкой гуматом калия (0,1% раствор) и без неё. Подкормку гуматом калия проводили в фазе развития зерновых, входящих в состав смеси трав: всходы, кущение, трубкование.

Агрономическую и биологическую эффективность применения удобрений рассчитывали по методике, описанной в работах В.М. Семёнова [10,11].

Состояние минерального питания растений и эффективность удобрений оценивали следующими параметрами:

- степень потребления растениями элементов (коэффициент эффективности потребления – **КЭП**);

- окупаемость внесённого (агрономическая эффективность - **АЭ**);

- потреблённого растениями (физиологическая эффективность - **ФЭ**);

- коэффициент биологического накопления - **КБН**.

Расчёты вели по формулам:

$$\text{КЭП} = [(V_{\text{вар}} - V_{\text{контр}}) : D] * 100, (1),$$

где КЭП - коэффициент эффективности поглощения питательного вещества удобрениями растениями, % к дозе;

$V_{\text{вар}}$ и $V_{\text{конт}}$ - вынос элемента питания в варианте с удобрениями и в контроле;

D - доза питательного вещества, внесённого с удобрениями.

$$\text{АЭ} = (Y_{\text{вар}} - Y_{\text{контр}}) : D, (2)$$

где АЭ- агрономическая эффективность; $Y_{\text{вар}}$ и $Y_{\text{контр}}$ - урожай основной продукции в варианте с удобрениями и в контроле;

D - доза действующего вещества удобрений.

$$\text{ФЭ} = (Y_{\text{вар}} - Y_{\text{контр}}) : (V_{\text{вар}} - V_{\text{контр}}), (3)$$

где ФЭ – физиологическая эффективность; остальные обозначения те же, что в формулах 1 и 2.

$$\text{КБН} = (B : C), (4)$$

где КБН - коэффициент биологического накопления; B – вынос питательного элемента, кг/га; C - запасы подвижной формы элемента, кг/га.

Внесение удобрений положительно сказывается на урожайности зелёной массы однолетних трав (табл. 1).

Таблица 1

Зависимость урожайности и выноса элементов питания однолетними травами от фона питания (зелёная масса)

Фон питания	Урожайность, ц/га	Вынос, кг/га		
		азот	фосфор	калий
экстенсивный	122,5	61,0	13,3	88,0
минеральный	205,7	111,0	26,6	138,0
органоминеральный	243,5	150,0	32,6	149,0

Прибавка урожайности зелёной массы на минеральном фоне питания составляет 83,2 ц/га, а на органоминеральном – 121 ц/га по отношению к экстенсивному фону питания. Однолетние травы на органоминеральном фоне питания наращивали больше массы по сравнению с минеральным фоном: прирост составляет 37,8 ц/га, поэтому на этом фоне питания более высокий вынос азота, фосфора и калия с урожаем, чем на минеральном и экстенсивном фонах.

Агрономическая эффективность макроэлементов неодинаково проявляется при разных фонах питания однолетних трав (табл. 2).

На органоминеральном фоне питания этот показатель на 42 кг по азоту и на 62 кг по фосфору и калию выше по сравнению с минеральным фоном. В данном варианте лучшие показатели по физиологической эффективности, коэффициентам эффективности поглощения и биологического накопления по всем трём элементам питания. По калию КЭП достигает 100%, т.е. применяемая доза калийных удобрений был полностью использована растениями.

Таблица 2

Эффективность применения удобрений под однолетние травы

Элемент питания	Минеральный				Органоминеральный			
	АЭ кг/кг д.в	ФЭ	КЭП, %	КБН	АЭ кг/кг д.в	ФЭ	КЭП, %	КБН
Азот	92,0	1,66	56,0	0,22	134,0	1,24	98,0	0,30
Фосфор	139,0	6,25	22,0	0,08	201,0	6,33	32,0	0,11
Калий	139,0	1,19	83,0	0,33	201,0	1,13	100,0	0,36

Препараты гуминовых кислот, в частности гумат калия, оказывают влияние не только на использование элементов питания из удобрений, но и на биохимические процессы в самом растении [2]. Внекорневая подкормка гуматом калия однолетних трав способствовала лучшему росту и развитию растений. На экстенсивном фоне питания (без удобрений) прибавка зелёной массы составила 16,5 ц/га по отношению к аналогичному варианту, но без применения биопрепарата (табл. 3). Внесение минеральных удобрений увеличило урожайность зелёной массы однолетних трав на 109 ц/га, а совместное применение минеральных удобрений с органическими - на 165 ц/га. С повышением урожайности увеличился вынос азота, фосфора и калия растениями.

Таблица 3

Влияние фона питания и внекорневой подкормки гуматом калия на урожайность и вынос элементов питания однолетними травами

Фон питания	Урожайность, ц/га	Вынос, кг/га		
		азот	фосфор	калий
экстенсивный	139,0	70,0	16,1	107,0
минеральный	247,7	142,2	33,8	157,0
органо минеральный	304,2	160,0	42,5	167,0

Увеличение выноса азота при внесении минеральных удобрений составило 31, фосфора - 7, калия - 19 кг/га, органо минеральном - 10,10,18 кг/га соответственно по отношению к подобным фонам питания, но без внекорневой подкормки.

Внекорневая подкормка биопрепаратом однолетних трав повышает агрономическую и биологическую эффективность вносимых удобрений (табл. 4).

Таблица 4

Эффективность удобрений и внекорневой подкормки гуматом калия однолетних трав

Элемент питания	Минеральный				Органоминеральный			
	АЭ кг/кг д.в	ФЭ	КЭП, %	КБН	АЭ кг/кг д.в	ФЭ	КЭП, %	КБН
Азот	121,0	1,50	80,0	0,28	183,0	1,18	100,0	0,32
Фосфор	181,0	6,14	29,0	0,11	275,0	6,25	44,0	0,14
Калий	181,0	1,32	83,0	0,38	275,0	1,09	100,0	0,40

При внесении минеральных удобрений каждый килограмм азота окупается 121 кг зелёной массы однолетних трав, а фосфора и калия - 181 кг. На органо минеральном фоне питания окупаемость элементов питания выше, чем на минеральном: 183 и 275 кг соответственно. Растения лучше использовали элементы питания при совместном внесении минеральных и органических удобрений. Коэффициент эффективного поглощения азота и калия достиг максимума (100 %) и почти половины дозы фосфора (44 %). Следует заметить, что физиологическая эффективность азота и калия выше на фоне минерального питания.

Выводы

1. Внесение удобрений увеличивает урожайность зелёной массы однолетних трав по сравнению с неудобренным фоном: прибавка 83 кг/га на минеральном фоне и 121 – на органоминеральном, Внекорневая подкормка однолетних трав гуматом калия усиливает действие удобрений: прирост зелёной массы 109 и 165 кг/га соответственно.

2. Внекорневая подкормка однолетних трав биопрепаратом увеличивает окупаемость элементов питания удобрений - агрономическую эффективность (АЭ) и все показатели биологической эффективности (ФЭ, КЭП, КБН).

Библиографический список

1. *Постников П. А., Огородников Л. П., Павленкова Т. В., Бызов И. С., Намятов М. А., Савин Ю. А., Колотов А. П., Сунцов А. В., Шорохова А. И., Комельских Н. П., Воробьев В. А., Колобков Е. В., Колотов Ф. А., Мингалев С. К., Байкин Ю. Л., Лантев В. Р., Шестаков П. А., Фруммин И. Л., Тощев В. В.* Адаптивное земледелие на Среднем Урале. Состояние, проблемы и пути их решения. Монография: Екатеринбург, 2010. 338с.

2. *Байкенова Ю. Г., Байкин Ю. Л.* Эффективность технологий экогеохимической рекультивации почв (ТЭРП), загрязненных тяжелыми металлами (ТМ)// *Аграрный вестник Урала.* 2015. № 4 (134). С. 10-14.

3. *Белимов А. А.* Воздействие ассоциативных бактерий и растений в зависимости от биологических и анбиотических факторов// *Автореф. диссерт. д. б. н. – Санкт-Петербург: 2008. – 33с.*

4. *Володина Т. И., Макарова А. И.* Влияние систем удобрения на содержание подвижного фосфора и обменного калия в дерново-подзолистых почвах// *Агрохимия.* 2010. № 9. С.31-35

5. *Володина Т. И., Корякина А. И.* Влияние органических систем удобрения на азотный режим дерново-подзолистой почвы и продуктивность севооборота в условиях Северо-Запада// *Агрохимия.* 2010.-№ 8.-С. 24-34.

6. *Иванов Н. А., Байкин Ю. Л.* Известкование почв и внесение фосфора в запас как путь оптимизации минерального питания растений// *Агрохимия.* 1988. №10. С. 52-58.

7. *Зезин Н. Н., Намятов М. А.* Пути инновационного развития растениеводства// *Аграрный вестник Урала.* – 2009. - №5. – с. 54.

8. *Каренгина Л. Б., Байкин Ю. Л., Байкенова Ю. Г.* Эффективность новых форм удобрений на лугово-черноземных почвах Среднего Урала. // *Инновационные агроэкологические технологии возделывания с.-х. культур. Материалы международной научно-практической конференции.* – Екатеринбург. – 2012. – с. 69-73.

9. *Каренгина Л. Б.* Влияние суперфоса на урожайность культур при основном внесении// *Аграрный вестник Урала.* 2016. № 7(149). С.16-21.

10. *Каренгина Л. Б., Байкенова Ю. Г.* К методике расчёта комплексного агрохимического окультуривания полей// *Аграрный вестник Урала.* 2016. №8(150). С.31-37.

11. *Лебедева Т. Н., Семёнов В. М.* эффективность применения минеральных удобрений под картофель при обычных и экстремальных гидротермических условиях вегетационного периода // *Агрохимия.* 2016. № 2. С.51 – 59.

12. *Семёнов В. М.* Слагаемые эффективности азотных удобрений в системе почва – растение и критерии их количественной оценки// *Агрохимия.* 1999. №5. С.25.

13. *Соколова М. Г., Белоголова Г. А., Гордеева О. Н., Акимова Г. П.* // *Влияние ризосферных бактерий на рост растений и накопление ими тяжёлых металлов на техногенно загрязнённых почвах.* *Агрохимия.* 2014. № 2. С.73-80.