

4. Федина М.А. Методика государственного испытания с.-х. культур.–М.: Колос, 1985. - С. 69-86.

5. Церлинг В.В. Диагностика питания с/х культур М.: ВО Агропромиздат, 1990.-С. 56-57.

УДК 631.58:633.3

## **ПРОДУКТИВНОСТЬ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ БОБОВЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ ПРИ БИОЛОГИЗАЦИИ СЕВООБОРОТОВ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

*А.Л. Тойгильдин - кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент*

*ФГОУ ВПО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия»*

*тел. 8(8422)55-95-75, [atoigildin@yandex.ru](mailto:atoigildin@yandex.ru)*

**Ключевые слова:** бобовые фитоценозы, многолетние травы, биологизация севооборотов, органоминеральные системы удобрений, биоэнергетическая оценка.

*Статья посвящена оценке продуктивности и биоэнергетической эффективности возделывания костреча безостого, люцерны посевной и эспарцета песчаного в зависимости от органоминеральных систем удобрений в зернотравяных севооборотах. Выявлено преимущество многолетних бобовых фитоценозов в сравнении с костречом по урожайности, энергетической и белковой продуктивности и биоэнергетической эффективности возделывания в севооборотах Среднего Поволжья.*

**Введение.** Формирование урожайности связано с использованием энергии солнечной радиации и других различных ее форм на продукционный процесс растений. Значительная доля энергозатрат в агротехнологиях приходится на техногенные ресурсы [1, 2, 3]. Современные системы земледелия предполагают оценку и учет энергетических потоков с целью поиска

путей энергоресурсосбережения, актуальность биоэнергетического подхода не вызывает сомнений.

Биоэнергетический анализ позволяет регулировать потоки вещества и энергии в агроэкосистемах, учитывать окупаемость затрат на формирование урожая и определить пределы производительности агроэкосистемы для данных биоклиматических условий, что исключает бессмысленное увеличение затрат [1, 2, 3, 4, 5, 6].

В связи с этим оценка биоэнергетической продуктивности культур - важный критерий эффективности севооборотов, технологий и системы земледелия в целом. Методологические подходы в оценке эффективности земледелия основаны на сопоставлении энергозатрат и энерговоспроизводства, при этом культуры и технологии их возделывания считаются энергетически эффективными в том случае, если накопленная в урожае энергия превышает совокупные затраты на их возделывание.

**Методика.** На кафедре земледелия Ульяновской ГСХА с 2001 года ведутся исследования эффективности факторов биологизации зернопарового и 3-х зернотравяных севооборотов с коострецом, люцерной и эспарцетом в формировании урожайности полевых культур и воспроизводстве плодородия чернозема выщелоченного (табл. 1).

**Табл. 1**

**Схемы зернотравяных севооборотов в стационарном полевом опыте кафедры земледелия Ульяновской ГСХА**

Культуры по полям					
1	2	3	4	5	6
Горох	Озимая пшеница	Яровая пшеница + коострец	<i>Кострец</i>	<i>Кострец</i>	Яровая пшеница
Вика яровая	Озимая пшеница	Яровая пшеница + люцерна	<i>Люцерна</i>	<i>Люцерна</i>	Яровая пшеница
Вико-овес на сидерат	Озимая пшеница	Яровая пшеница + эспарцет	<i>Эспарцет</i>	<i>Эспарцет</i>	Яровая пшеница

В данной статье рассматриваются особенности формирования урожайности многолетних трав и их биоэнергетическая оценка в зависимости от систем удобрений в севооборотах.

Наиболее рациональной и эффективной системой удобрений является органоминеральная основанная на применении навоза, однако его внесение является дорогостоящим мероприятием, что вызывает необходимость его замены альтернативными источниками органических удобрений, какими выступают солома, сидераты, поэтому в схему опыта был включен фактор В – органоминеральные системы удобрений в двух градациях в севооборотах с кострцом и люцерной 1) навоз + NPK 2) солома + NPK и в севообороте с эспарцетом 3) сидерат + NPK 4) сидерат + солома + NPK.

Навоз вносили в первые поля севооборотов, солому - после ее измельчения при обмолоте зерновых культур и гороха. Удобрения рассчитывались балансовым методом на запланированный урожай гороха – 25 ц/га зерна; вики 15 ц/га зерна; озимой пшеницы 30–35 ц/га зерна; яровой пшеницы 25–30 ц/га; викоовсяной смеси на сидерат 200 ц/га зеленой массы; кострца, люцерны, эспарцета 250 ц/га зеленой массы.

Нормы удобрений под кострец за два года пользования составили, по 1 фону  $N_{132} P_{20}K_{20}$  и по 2 фону  $N_{172} P_{20}K_{20}$ , под люцерну и эспарцет по 1 и 2 фону  $P_{20}K_{20}$  при посеве.

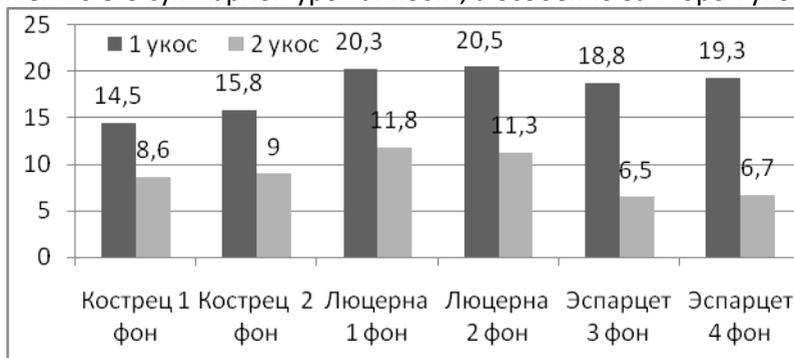
Размер делянок первого порядка 14x40 м, второго - 7x40 м соответственно 560 и 280 м<sup>2</sup> посевной площади. Размещение делянок систематическое, повторность трехкратная. Исследования проводились по общепринятым методикам [5, 6, 7, 8, 9].

**Формирование урожайности многолетних трав.** Урожайность зеленой массы различных видов многолетних трав зависела от систем удобрений в севообороте и изменялась по укосам (рис. 1).

В среднем за 2004-2006 гг. урожайность кострца в первый укос по первому варианту удобрений составила 14,5 т/га зеленой массы, по второму – 15,8 т/га зеленой массы. Люцерна

в первый укос на варианте навоз + NPK формировала 20,3 т/га зеленой массы, а на варианте солома + NPK – 20,5 т/га. Урожайность эспарцета в первый укос на варианте сидерат + NPK находилась на уровне 18,8 т/га зеленой массы, на варианте сидерат + солома + NPK - 19,3 т/га зеленой массы.

При втором укосе урожайность костреца составила по первому фону удобрений 8,6 т/га и 9,0 т/га по второму фону, при укосе люцерны было получено 11,8 и 11,3 т/га, эспарцета соответственно 6,5 и 6,7 т/га зеленой массы. Доля второго укоса в урожайности люцерны и костреца составила – 36-37%, что характеризует их как высокоотавные культуры. Эспарцет характеризуется меньшей отавностью (25-26%), что приводило к снижению его суммарной урожайности, а особенно за второй укос.



**Рис. 1 - Урожайность многолетних трав в зависимости от систем удобрений в севооборотах за 2004-2006 гг., т/га зеленой массы**

Оценка систем удобрений показала, что утилизация соломы зерновых культур в органоминеральной системе удобрений севооборота была по эффективности такой же, как и с применением навоза в сочетании с минеральными удобрениями.

**Энергобелковая продуктивность многолетних трав.** Изучаемые культуры имели разную энергетическую и белковую продуктивность, что определялось биологическими особенностями видов многолетних трав и системами органоминеральных

удобрений. Сбор условных кормовых единиц из урожая люцерны и эспарцета составил соответственно 6,54–6,75 т/га и 5,19–5,35 т/га, тогда как из урожая костреца 4,87–5,21 т/га. Значительное преимущество имели люцерна и эспарцет по сравнению с кострцом по белковой продуктивности где она составила соответственно 1,13–1,15 т/га и 0,88–0,90 т/га против 0,59–0,60 т/га в среднем за годы пользования костреца (табл.2).

На основании оценки культур по содержанию обменной энергии можно выделить люцерну, с урожаем которой было собрано 79,5-80,4 ГДж/га обменной энергии, тогда как, с урожаем костреца и эспарцета – 61,8-66,2 ГДж/га.

Принято считать, что питательная ценность кормов определяется белковой обеспеченностью. Проведенные анализы показали, что в расчете на 1 к. ед. сена люцерны и эспарцета приходилось 158-184 г. переваримого протеина (ПП), а сена костреца 106-124 г., что превосходило требования зоотехнических норм.

Введение бобовых фитоценозов в севообороты способствует максимальному использованию биологических факторов роста продуктивности пашни и качества кормов при рациональном использовании ограниченных материально-технических ресурсов.

**Биоэнергетическая эффективность.** Оценка урожайности и продуктивности культур будет бессмысленна, если она ведется без учета производимых затрат. Возделывание культур эффективно если энергия органического вещества, накопленная в результате реакции фотосинтеза покрывает техногенные затраты на обработку почвы, удобрения, пестициды и другие элементы интенсификации. Это зависит, прежде всего, от продуктивного потенциала сельскохозяйственных культур, применения агротехнических приемов и технологий способствующих более полной реализации биоклиматических ресурсов урожая.

Оценка формируемого урожая многолетними травами с позиции биоэнергетики показала, что культуры по накоплению энергии в основной продукции можно расположить следующий

ряд: люцерна 147-147 > эспарцет 118-122 > кострец 117-125 ГДж/га. По накоплению валовой энергии в общей биомассе отмечалась аналогичная закономерность (табл. 3).

**Таблица 2-Урожайность, энергетическая и белковая продуктивность многолетних трав в севооборотах, 2004-2006 гг.**

Культура	Фон удобрений	Урожайность, т/га	Сбор с 1 га			ПП на 1 к. ед.
			Корм. ед., т	ПП, кг	ОЭ, ГДж	
Кострец на сено 1 г.п.	1	7,48	4,63	0,56	60,6	121
	2	7,69	4,66	0,58	61,7	124
Кострец на сено 2 г. п.	1	7,25	5,10	0,61	63,0	120
	2	8,17	5,76	0,61	70,6	106
<b>За 2 года пользования</b>	<b>1</b>	<b>7,37</b>	<b>4,87</b>	<b>0,59</b>	<b>61,8</b>	<b>120</b>
	<b>2</b>	<b>7,93</b>	<b>5,21</b>	<b>0,60</b>	<b>66,2</b>	<b>114</b>
Люцерна на сено 1 г.п.	1	8,62	6,02	1,10	74,3	183
	2	8,31	5,77	1,06	71,4	184
Люцерна на сено 2 г.п.	1	9,51	7,05	1,15	84,7	163
	2	10,16	7,73	1,24	89,4	160
<b>За 2 года пользования</b>	<b>1</b>	<b>9,07</b>	<b>6,54</b>	<b>1,13</b>	<b>79,5</b>	<b>172</b>
	<b>2</b>	<b>9,24</b>	<b>6,75</b>	<b>1,15</b>	<b>80,4</b>	<b>170</b>
Эспарцет на сено 1 г.п.	3	7,10	4,75	0,86	59,8	181
	4	7,32	4,85	0,86	61,3	177
Эспарцет на сено 2 г.п.	3	7,50	5,63	0,89	67,1	158
	4	7,75	5,84	0,94	69,4	161
<b>За 2 года пользования</b>	<b>3</b>	<b>7,30</b>	<b>5,19</b>	<b>0,88</b>	<b>63,5</b>	<b>169</b>
	<b>4</b>	<b>7,54</b>	<b>5,35</b>	<b>0,90</b>	<b>65,4</b>	<b>168</b>

\*–1 – навоз + NPK; 2- солома + NPK; 3 – сидерат + NPK; 4 – сидерат + солома + NPK

Техногенные затраты на возделывание костреца достигали 16,1-16,3 ГДж/га, при этом 44-45% затрат приходилось на внесение минеральных удобрений. Тогда как энергоёмкость технологии люцерны и эспарцета составила соответственно 9,5

и 11,0-11,2 ГДж/га, где доля затрат на внесение минеральных удобрений не превышала 9,0%.

**Таблица – 3– Биоэнергетическая эффективность возделывания многолетних трав в севооборотах, за 2004 - 2006 гг.**

Показатели		Кострец	Люцерна	Эспарцет	
Урожайность основной продукции, т/га, абсолютно сухого вещества		<u>6,35</u>	<u>7,81</u>	<u>6,29</u>	
		6,84	7,97	6,50	
Накоплено фитомассы, т/га сухого вещества		<u>13,78</u>	<u>14,28</u>	<u>11,43</u>	
		14,62	14,64	11,87	
Накоплено валовой энергии с основной продукцией, ГДж/га		<u>116,9</u>	<u>147,3</u>	<u>118,0</u>	
		125,3	146,9	121,8	
Накоплено энергии в фитомассе (основная продукция +ПКО), ГДж/га		<u>253,7</u>	<u>269,3</u>	<u>214,4</u>	
		267,8	269,8	222,4	
Затраты техногенной энергии, ГДж/га		<u>16,1</u>	<u>9,6</u>	<u>11,0</u>	
		16,3	9,5	11,2	
Затраты энергии с учетом расхода гумуса на формирование биомассы, ГДж/га		<u>16,2</u>	<u>9,6</u>	<u>11,0</u>	
		20,2	9,5	11,2	
Биоэнергетический коэффициент	Без учета расхода гумуса	Основной продукции	<u>7,3</u>	<u>15,3</u>	<u>10,1</u>
		Фитомассы	7,7	15,5	10,9
	С учетом расхода гумуса	Основной продукции	<u>15,8</u>	<u>28,1</u>	<u>19,5</u>
		Фитомассы	16,4	28,4	19,9
	С учетом расхода гумуса	Основной продукции	<u>7,2</u>	<u>15,3</u>	<u>10,1</u>
		Фитомассы	6,2	15,5	10,9
Энергетическая себестоимость 1 т, ГДж	основной продукции	<u>15,7</u>	<u>28,1</u>	<u>19,5</u>	
		13,3	28,4	19,9	
	к.ед.	<u>2,5</u>	<u>1,2</u>	<u>1,8</u>	
		2,4	1,2	1,7	
белка	<u>3,3</u>	<u>1,5</u>	<u>2,1</u>		
	3,1	1,4	2,1		
	<u>27,3</u>	<u>8,4</u>	<u>12,5</u>		
	27,1	8,3	12,4		

над чертой – навоз +NPK (сидерат + NPK), под чертой – солома + NPK (сидерат + солома +NPK)

Учитывая, что формирование урожая растений сложный процесс, который связан с потреблением питательных элемен-

тов из почвы накапливаемых за счет минерализации гумуса, существует необходимость учета и прогноза баланса органического вещества в почве. В наших исследованиях под кострцом складывался дефицитный баланс гумуса, что сопровождалось значительными затратами энергии гумуса и общие затраты энергии возросли до 16,2-20,2 ГДж/га. Под бобовыми травами, по прогнозу складывался бездефицитный баланс гумуса.

Одним из наиболее важных показателей биоэнергетической оценки культур является коэффициент энергетической эффективности, характеризующийся выходом валовой энергии на единицу совокупных энергетических затрат. Коэффициент энергетической эффективности основной продукции люцерны достигал 15,3-15,5, а всей биомассы 28,1-28,4, тогда как при возделывании эспарцета соответственно 10,1-10,9 и 19,5-19,9 и костреца 7,3-7,7 и 15,8-16,4.

С учетом затрат энергии при минерализации гумуса энергетическая эффективность возделывания костреца снижалась. Биоэнергетический коэффициент основной продукции костреца снизился до 7,2-6,2, что характерно и для всей биомассы культуры.

Затраты на производство 1 т сухого вещества костреца достигали 2,5-2,4 ГДж, тогда как энергетическая себестоимость урожая люцерны и эспарцета не превышала 1,8 ГДж.

Низкие затраты на 1 т кормовых единиц и белка наблюдаются при возделывании люцерны соответственно 1,5-1,4 и 8,4-8,3 ГДж/т, тогда как на костреце они достигают 3,3-3,1 и 27,3-27,2 ГДж/т.

**Закключение.** Решение проблемы белка в современном земледелии неразрывно связано с дальнейшим расширением площадей многолетних трав, максимальным вовлечением в земледелие новых ресурсов симбиотического азота и рациональным его использованием в формировании урожая и повышения белковой продуктивности севооборотов. В одинаковых абиотических условиях выращивания многолетние травы – кострец, люцерна и эспарцет различались по урожайности зеле-

ной массы и продуктивности располагались в последовательности – люцерна>эспарцет>кострец. Наибольший сбор переваримого протеина и обменной энергии обеспечили посевы люцерны 1,13-1,15 т/га и 79,5-80,4 ГДж/га, на втором месте по этому показателю эспарцет 0,88-0,9 т/га и 63,5-65,4 ГДж/га, а на третьем кострец 0,59-0,6 т/га и 61,8-66,2 ГДж/га.

Оценка систем удобрений показала что, утилизация соломы зерновых культур в органоминеральной системе удобрений севооборота не уступала, по эффективности навозу.

Оценка биоэнергетической эффективности изучаемых культур показала, что накопление энергии посредством фотосинтеза значительно превышает ее расход на возделывание, уборку и транспортировку продукции. В этом отношении многолетние травы – энергосберегающие культуры. При возделывании культур требующих применение азотных минеральных удобрений, каким является кострец, энергетическая эффективность резко снижается. Данные свидетельствуют о целесообразности совершенствовании структуры посевных площадей за счет оптимального сочетания культур, отличающихся высокой белковой и энергетической продуктивностью, какими из многолетних трав являются бобовые – люцерна и эспарцет. Высокую энергетическую ценность представляет солома зерновых и пожнивно - корневые остатки многолетних трав как ценный источник поддержания энергетики черноземных почв.

#### **Библиографический список**

1. Морозов В.И. Энергетика и агроэкология. Степные просторы №9, 1989. - с.18-20.
2. Володин В.М. Методика определения экологической емкости и биоэнергетического потенциала территорий агроландшафта / В.М. Володин // Курск, 2000. – с. 36.
3. Булаткин Г.А. Эколого-энергетические аспекты продуктивности агроценозов /Г.А. Булаткин// Пушино: ОНТИ НЦБИ АН СССР.1986. - с. 209.
4. Рабочев Г.И. Методические указания к определению эколого-экономической эффективности и энергетической

- оценки агрономических мероприятий / Г.И. Рабочев, А.Л. Рабочев, В.Г. Кутилкин // Кинель, 2005. с. 181
5. Кутузова А.А., Трофимова Л.С. Методическое руководство по оценке потоков энергии в луговых агроэкосистемах. М.: Россельхозакадемия, 2000, 24 с.
  6. Михайличенко Б.П., Кутузова А.А., Новоселов Ю.К. и др. Методическое пособие по агроэнергетической и экономической оценке технологий и систем кормопроизводства. М., 1995. 173 с.
  7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985.- с. 351
  8. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М. Россельхозакадемия, 1997. - с. 156
  9. Базаров Е.И., Глинка Е.В. Методика биоэнергетической оценки технологий производства продукции растениеводства / Е.И. Базаров, Е.В. Глинка // М., 1983. - С. 31.

УДК 632:633.37 К

## **ЗАЩИТА КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО ОТ СОРНЯКОВ**

*Л.А. Трузина, кандидат сельскохозяйственных наук  
ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В.Р.Вильямса, г.Лобня, Россия, 8•(495)•577•73•37,  
vniikormov@nm.ru.*

**Ключевые слова:** козлятник восточный, сорняки, гербициды.

*Статья посвящена проблеме борьбы с сорной растительностью в посевах козлятника восточного, возделываемого на корм при посеве под покров кукурузы.*