

## ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПРИЕМЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ И ПРОДУКТИВНОСТИ ЛУГОВО-СЕРОЗЕМНЫХ ПОЧВ СУХОЙ СУБТРОПИЧЕСКОЙ ЗОНЫ АЗЕРБАЙДЖАНА

**Бабаев М.П., Рамазанова Ф.М., Гусейнова С.М.**

Институт Почвоведения и Агрохимии НАН Азербайджана, г. Баку, Республика Азербайджан, E-mail: firoza.ramazanova@rambler.ru

*In the actual work we offer some energy saving methods of fodder crops cultivation during intermediate sowings, which favours the possibility to save power inputs for the increase in provender milling 3-4 times as much and the rise in the fertility of IrragriGleyicCalsisols in Azerbaijan dry subtropics.*

### **Введение**

В Республике Азербайджан производство сельскохозяйственной продукции связано с большими затратами энергии, т.е. на повышение 1% продукции рост затрат энергии составляет 2–3.5% [5]. Основная доля энергозатрат приходится на орошение, производство и применение удобрений и горючего [1]. В связи с этим государственным направлением в модернизации экономики нашей республики стал поиск путей ресурсо-энергосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственной продукции [5].

Для повышения плодородия и производительной способности орошаемых лугово-сероземных почв (inWRB-IrragriGleyicCalsisols) наиболее энергоемкими из минеральных удобрений являются азотные, где на производство 1 кг азота тратится более 15010 ккал. А на 1 кг фосфора и калия – соответственно 3200 и 2200 ккал [5].

Выгоднее как в энергетическом отношении, так и в благоприятном воздействии на плодородие лугово-сероземной почвы (inWRB-IrragriGleyicCalsisols) применение органических удобрений (навоза), где на производство, транспортировку и внесение на 1 гектар 20 т навоза затрачивается до 1 млн. ккал, также растительных остатков, где на производство 90–110 ц/га (сухая масса) затрачивается еще меньше ккал.

Этот прием особо актуален для сухой субтропической зоны Азербайджана, где благодаря наличию более 288 тыс. га орошаемых лугово-сероземных почв (inWRB-IrragriGleyicCalsisols) и тепловых ресурсов (поступление ФАР составляет 130–133 ккал/см<sup>2</sup>) имеется реальная возможность экономии энергозатрат на увеличение производства кормов (получать дополнительно 280–320 тыс.т. кормовых единиц с 288 тыс. га) и повышения плодородия за счет промежуточных посевов кормовых культур.

**Целью** исследований является изучение энергосберегающих приемов при возделывании промежуточных посевов кормовых культур и комплексной оценки роли стерне-корневых остатков в плодородии и повышении производительной способности орошаемых лугово-сероземных почв (inWRB-IrragriGleyicCalsisols) в сухой субтропической зоне Азербайджана.

**Объект и методы.** Исследования проводились на территории Ширванской степи (Уджар) на орошаемых лугово-сероземных почвах (inWRB-IrragriGleyic Calsisols) сухой субтропической зоны Азербайджана.

Зона характеризуется мягкой зимой (2.6–3.6<sup>0</sup>С) и теплым летом (28–30<sup>0</sup>С), сумма активных температур колеблется в пределах 4200–4800<sup>0</sup>С, строение морфологического профиля: AUa'z-AU'a"-BCA-Cscsca. Почва по механическому – тяжелосуглинистая, малозасоленная, валовое содержание азота в пахотном слое составляет 0.17–0.19%, фосфора – 0.13, калия – 2.5–3.5.

Схема опыта: I. Ячмень на силос > Кукуруза на силос; II. Рожь на силос > Кукуруза на силос; III. Люцерна на з/м, сено; IV. Эспарцетна з/м, сено; V. Кукуруза на силос; VI. Ячмень+вика+рапс на з/м > Кукуруза+соя+сорго+амарант на з/м > ячмень+вика на з/м; VII. Рожь+вика+рапс на з/м > кукуруза + соя + сорго+амарант на з/м > ячмень+вика на з/м. Повторность опытов 4-кратная, площадь 1 повторности – 50м<sup>2</sup>, учетная – 35м<sup>2</sup>.

В опытах велись следующие наблюдения и исследования: определение показателей плодородия почвы: микроагрегатный состав почвы (по методу Н.А.Качинского), гумус – методом Тюрина, нитратный азот (N-NO<sub>3</sub>) – методом фотокolorиметрирования; аммиачный азот (N-NH<sub>4</sub>) – в почвенной вытяжке с реактивом Несслера; подвижные формы фосфора – по методу Мачигина; калий обменный – по Протасову; поглощенный Ca<sup>2+</sup> и Mg<sup>3+</sup> – по Иванову; pH водной вытяжки – по тенциометрическим методом; полная водная вытяжка (сухой остаток, плотный остаток) – по формуле  $x = aV \cdot 100 / bc$  (Александрова Л.Н., Найденова О.А., 1986); температуру почвы – коленчатым термометром Савинова; определение массы корней проводили монолитным методом (площадь сечения 25x25 см., Н.А.Качинский, 1925); - химический состав зеленой массы и растительных остатков (стерневых и корневых) определялся по методике ЦИНАО: абсолютно сухое вещество и влага – методом высушивания при 105<sup>0</sup>С и рассчитывали по формуле –  $e = d - 100 / v$ ; гигровлагу –  $y = 100 - e$ ; сырая зола – путем сжигания в муфельной печи; общий азот – методом Къельдаля; сырой жир – путем экстрагирования этиловым эфиром; БЭВ – методом расчета; сырая клетчатка – по Ганнебергу и Штоману; фосфорная кислота в золе – по методу Денижа в модификации Левина; кальций в золе – трилометрическим методом; калий в золе – по методу И.В.Тананаевой.

Расчеты обменной энергии, накопленной в надземной и подземной массе кормовых культур, проводили по методике РНИИК им. В.Р. Вильямса (1987).

Определение экономической и энергетической эффективности технологий возделывания кормовых культур в промежуточных посевах выполнялось по методике ВАСХНИЛ и Россельхозакадемии [2], где в основу расчета положены технологические карты по возделыванию кормовых культур в озимых, поукосных и пожнивных посевах; математическую обработку экспериментальных данных проводили по методам Б.А. Доспехова (1985) и компьютерных программ Word и Excel. Все анализы проводились в 3-кратной повторности.

### **Обсуждение результатов**

Научные исследования, проведенные на орошаемых лугово-сероземных почвах, свидетельствуют, что необходимым условием получения высоких урожаев на этом типе почвы сухой субтропической зоны и повышения плодородия почвы при экономии энергозатрат является правильное размещение озимых, поукосных и пожнивных посевов с учетом их предшественника, сроков уборки основной культуры.

Важное значение для успешного внедрения промежуточных посевов имеет организация быстрой уборки предшествующей кормовой культуры, подготовка почвы и своевременный посев [3; 4].

Наши исследования показали, что запоздание с севом даже на 7–12 дней (в 2000 и 2004 гг.) приводит к снижению урожайности повторных посевов на 25–35%.

Опыты по выявлению приемов прямого снижения затрат энергии проводили в семи вариантах с чередованием культур в озимых, весенних, поукосных и пожнивных посевах.

Основная подготовка почвы для озимых промежуточных кормовых культур заключала вспашку на глубину 27–28 см с одновременным внесением 15–20 т/га навоза и 1.5–2.0 ц/га суперфосфата, боронование, прикатывание. Посев проводили в первой декаде октября, удобрения вносили из расчета  $N_{90}R_{60}$  дробно: 30 % под предпосевную обработку, 50% – весной в фазе ветвления, кущения и 20 % – в фазе выбрасывания метелки злаков, бутонизации бобовых и крестоцветных культур.

Изучая продуктивность злаковых культур в одновидовых и смешанных озимых посевах, полученные результаты свидетельствуют об эффективности смешанных посевов (VI и VII варианты). Анализ энергетических затрат показывает, что в структуре затрат совокупной энергии при производстве кормовых культур в озимых посевах по биологизированным технологиям наибольшая доля затрат приходится на сельскохозяйственную технику и горючесмазочные материалы.

Учитывая то, что биологизированная технология возделывания I, II, VI и VII вариантов была одинаковой (за исключением несколько больших затрат на транспортировку более влажной ячменно-вико-рапсовой и вико-рапсо-ржаной смесей, убираемых в фазе начало цветения), можно заключить, что на единицу сухого вещества в VI и VII вариантах расходуется энергии на 14–15 % меньше, чем в I и II вариантах. При этом наиболее продуктивной оказался VII вариант, который обеспечил 448 ц/га зеленой массы, или 66.9 ц/га корм. ед. и 14.9 ц/га перев. протеина, тогда как рожь в чистом посеве (II вариант) – 361 ц/га зеленой массы, 61.6 ц/га корм. ед., 9.95 ц/га перев. протеина.

Эти варианты (VI и VII) при расходах горюче-смазочных материалов на подготовку почвы, внесение удобрений и навоза, уборки и транспортировки урожая 2.0–2.2 кг и при уборке на зеленую массу в третьей декаде мая обеспечили наибольшее поступлению в слой почвы 0-50 см воздушно-сухой массы стерне-корневых остатков (2.8-3.00 ц на площадь VI и VII вариантов). Это оказывало положительное влияние на физико-химические и биологические показатели почв под этими вариантами.

После уборки озимых промежуточных культур в конце мая – начале июня проводили поукосный посев кукурузы в чистом виде и в смеси с соей, сорго и амарантом (1:1:1:1) согласно схеме опыта. Подготовка почвы состояла из минимального плоскорезного рыхления на глубину 22 см и посева с одновременным прикатыванием, внесением минеральных удобрений из расчета  $N_{90}R_{60}$  дробно: 30% под предпосевную обработку, 50% – весной в фазе ветвления, кущения и 20% – в фазе выбрасывания метелки злаков, бутонизации бобовых. В течение вегетации проводили 2 культивации на глубину 10–12 и 8–10 см. Кукурузу и её смеси убирали 5–8 августа на зеленую массу.

За 65–68 дней вегетации смешанные посевы кукурузы с соей, соргой и амарантом (VI и VII варианты) по сбору зеленой массы (413 и 431 ц/га) и кормовых единиц (64.9 и 71.5 ц/га) уступали чистым посевам кукурузы (I, II варианты – соответственно : зеленая масса – 456, 469 ц/га и 69.5, 70.8 ц/га корм.ед.), но значительно (VI и VII варианты) превосходили вышеперечисленные варианты по сбору протеина (почти на 5–7 ц/га).

Полученные данные показывают, что возделывание в поукосных посевах при одинаковой агротехнике урожайность смеси кукуруза+соя+сорго+амарант выше послевикио-рапсо-ржаной смеси, чем после ячменно-викио-рапсовой смеси. Однако это превышение значительно меньше (на 5.9 ц/га сухой массы) по отношению к посеву кукурузы основного посева (весеннего).

Вместе с тем приемы косвенного снижения энергозатрат можно проследить при возделывании кормовых культур в поукосных посевах по разным предшественникам, т.е. вариант кукуруза+соя+сорго+амарант поукосного посева после викио-рапсо-ржаной смеси на формирование единицы сухого вещества расходует энергии на 12 % меньше, чем в остальных вариантах.

После уборки поукосных посевов (2-го урожая, первая декада августа), согласно методике, в фазе выбрасывания метелки кукурузы на зеленую массу остается 70–80 дней теплого периода. И для получения третьего урожая зеленой массы в первой декаде августа проводили посев ячменя в смеси с викой. Подготовка почвы – плоскорезное рыхление пласта на 15-18 см. За период вегетации проводили 4 полива. К 3–7 октября при затратах на 1 корм. единицу 2.8 \$ и чистом доходе 152.9 \$/га было получено 210–217 ц/га зеленой массы, 39.1–41.0 ц/га корм. ед. и 6.1–6.5 ц/га перевариваемого протеина.

Многолетние данные показали, что продуктивность пашни значительно повышается при использовании злаковых культур в чистом виде и в смеси с викой и рапсом в качестве озимых промежуточных культур, кукурузы в смеси с соей, сорго и амарантом – в качестве поукосных культур и ячменя с викой – в качестве поукосных культур (в сумме за три урожая получено 1032-1096 ц зеленой массы, 168.7-179.4 ц корм. ед., 32.6-34.9 ц перев. протеина 27827 обменной энергии кДж/кг сух.в-ва с 1 га в год) промежуточных посевов в сравнении с основным посевом кукурузы (V вариант – 650-676 ц зеленой массы, 75.7-89.7 ц корм.ед., 8.7-9.2 ц перев. протеина и 6702 кДж/кг сух.в-ва обменной энергии с 1 га) и посевах многолетних трав (III и IV варианты – 825 и 810 ц зеленой массы, 122 и 117 ц корм.ед., 25.9 и 23.9 ц перев. протеина и 21420 и 21316 кДж/кг сух.в-ва обменной энергии с 1 га) (таблица 1).

При этом наибольшее количество воздушно-сухих корней в слое 0-50 см и стерне-корневых остатков в сумме за три урожая сформировал уплотненный посев (VII вариант) – 117.1.ц/га (из этой массы доля травосмеси рожь+вика+рапс составляет - 47. ц/га, кукуруза+соя+сорго+амарант- 39.8ц/га, ячмень+вика – 31.6 ц/га). Важно отметить, что возврат со стерне-корневыми остатками в почву элементов питания в уплотненном варианте (VII) был выше по азоту в 3.3, по фосфору в 1.60 и по калию в 2.29 раза, чем в неуплотненных вариантах.

Запасы гумуса изменялись в пределах от 69.0-73.9 т/га в почве под люцерной и эспарцетом, а в почве под VI и VII вариантами запас гумуса составил 72.1 и 75 т/га.

Соответственно изменялись также запасы азота (от 5.65 и 5.42 до 5.83–5.87 т/га). Почва под вариантами I, II, V, где агроценоз состоял только из злаковых культур, имели почти одинаковый запас гумуса – 62–64 т/га и азота - 4.37-5.01 т/га.

Уплотненные посевы оказали значительное действие на агрофизические и химические свойства орошаемых лугово-сероземных почв. Наименьшая плотность в пахотном слое почвы отмечена под травосмесями и злаковыми травами - 1.10-1.14 г/см<sup>3</sup>, наибольшая – под люцерной и эспарцетом-1.19-1.20 г/см<sup>3</sup>.

Сравнивая результаты химического состава водной вытяжки почвы исследуемых вариантов 2012 года с 2006 годом можно отметить, что содержание солей по горизонтам 0-27, 27-50, 50-75 и 75-105 см уменьшилось больше всего в VI и VII вариантах (с 0.198 до 0.177%), содержание HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> – с 0.037 до 0.024%; Cl<sup>-</sup> – с 0.043 до 0.039%; SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> – увеличилось с 0.073 до 0.099 %.

Корреляционный анализ показал тесную взаимосвязь между массой сухих корней и содержанием основных питательных веществ по слоям почвы (K=79.5%). Из изученных элементов питания наибольшее действие на массу сухих корней оказывает содержание обменного калия (r=0.85), затем следует азот (r=0.40) и замыкает этот ряд подвижный фосфор (r=0.39).

### Заключение

Применение энергосберегающих технологий возделывания промежуточных посевов позволяет сократить энергозатраты до 25–37 %, увеличить продуктивность 1 гектара в год на 35–50 %, снизить расход горючего в 1,5 раза.

Биоэнергетическая оценка технологий возделывания изучаемых кормовых культур в промежуточных посевах с целью получения 2–3 урожаев в год с 1 гектара показала, что при энергосберегающей технологии возделывания количество сокупной энергии, накопленной урожаем, а также по силе своего воздействия на почвенные процессы орошаемой лугово-сероземной почвы расположились в ряду в убывающей последовательности: VII > VI > I > II > III > IV > V.

**Таблица 1 - Продуктивность промежуточных посевов кормовых культур**

Культура	Сбор, ц/га			Обменная энергия, кДж/кг сухого вещества
	Зеленой массы	Кормовых единиц	Перевариваемого протеина	
Рожь+вика+рапс	448	66.9	14.9	11109
Кукуруза+соя+сорго+амарант	431	71.5	13.5	10709
Ячмень+вика	217	41.0	6.5	6009
В сумме за три урожая	1096	179.4	34.9	27827
Кукуруза (основной посев)	676	89.7	9.2	6702
Люцерна	825	122	25.9	21420
Эспарцет	810	117	23.9	21316

НСР<sub>0.95</sub> = 1.5 - 1.7 ц/га

### Список литературы

1. Маслов, А. Н., Энергосберегающая система обработки почвы в севооборотах / А. Н. Маслов, П. Д. Шевченко // Земледелие. – 1995. – № 5. – С. 2
2. Методика биоэнергетической оценки эффективности технологий в орошаемом земледелии // ВАСХНИЛ. – М. – 1989. – С. 80.
3. Михайлин, А.С. Рекомендации по выращиванию многокомпонентных смесей и новых кормовых культур в основных и промежуточных посевах на орошаемых землях Ростовской области / А.С Михайлин и др. // ЮжНИИГиМ. – Новочеркасск. – 1986. – 23 с.

4. Новоселов, Ю.К. Промежуточные посевы капустных культур на сидерат / Ю.К. Новоселов, В.В. Рудоман, Т.С. Бражнокова // Земледелие. – М. – 1998. – № 2. – С. 20.

5. Ramazanova, F.M. The Role of the Uninterrupted Sowings of Fodder Crops in the Current Process of Soil Formation / F.M. Ramazanova, M.P. Babayev // Special Issue for AGRICASIA, "1<sup>st</sup> Central Asia Congress on Modern Agricultural Techniques and Plant Nutrition". – Soil-Water Journal. – Bishkek. Kyrgyzstan. – 2013., Vol 2. – Number 2 (1). – S. 943–950.

УДК 628.336.6

## ПУТИ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОГАЗА ИЗ СМЕСИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

**Бахов Ж.К., Коразбекова К.У., Райымбеков Б.А.**

Южно-Казахстанский государственный университет им.М.Ауэзова, г.Шымкент, Республика Казахстан, zhbakhov@mail.ru

*Potential of fermentation of the mixed substrata of various organic wastes is investigated. The specific exit of biogas from the mixed waste is studied. Results showed that depending on structure and properties of waste process of biogas production can change significantly. Addition of waste with the high content of proteins increases percent of an exit of methane in biogas.*

Биомасса – самая дешевая и крупномасштабная форма аккумулируемой и возобновляемой энергии. Ежегодный прирост биомассы на Земле составляет более 200 млрд. т, что эквивалентно  $3 \times 10^{21}$  Дж энергии. Системы преобразования энергии биомассы для получения топлива, пригодного для простого преобразования в электрическую, тепловую энергию, достаточно разнообразны. К биомассе относятся все виды сырья растительного и животного происхождения, в том числе экскременты и биологические отходы в домашних хозяйствах, животноводстве, птицеводстве, в других отраслях аграрной промышленности также являются биомассой [1].

Метановое брожение является сложным микробиологическим и биохимическим процессом, который осуществляется четырьмя группами микроорганизмов – гидролизных, ацидогенных, ацетогенных и метаногенных, создающих синтрофную взаимосвязь. В ходе биохимических реакций микроорганизмы действуют на определенные компоненты субстрата избирательно, осуществляя их трансформацию только при наличии определенных условий [2]. Процесс метаногенеза катализируется консорциумом микроорганизмов, преобразующим макромолекулы в низкомолекулярные соединения (метан, диоксид углерода, воду и аммиак) [3].

Несмотря на непрерывное развитие биогазовых технологий резервов для усовершенствования способов переработки биомассы и конструкций биореакторов для увеличения выхода метана еще много. На практике часто возникает необходимость одновременной переработки различных по составу и свойствам отходов. В таких случаях процесс метаногенеза значительно усложняется [4].