

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ МЯСНОГО СКОТОВОДСТВА**

**Утямишев И. И.
Левахин Г.И.
Резниченко В.Г.**

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ ЗЛАКОВЫХ
КУЛЬТУР В СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЕ
ЮЖНОГО УРАЛА
(рекомендации)**

Оренбург – 2005

УДК 636.085

ББК 42.2.

П 92

Рецензенты:

Ю.И. Левахин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,

В.А. Сечин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

У 33 Утямишев И.И., Левахин Г.И., Резниченко В.Г. Энергетическая ценность многолетних злаковых культур в сухостепной зоне Южного Урала (рекомендации) / Оренбург: Изд-во ВНИИМС, 2005. – 32 с. (Утверждено на научно-методической комиссией ВНИИМС).

В рекомендациях обобщены материалы по Агроэнергетической оценке производства кормов из люцерны и эспарцета.

Расчитана на специалистов агропромышленных формирований, научных сотрудников, преподавателей, аспирантов и студентов сельскохозяйственных вузов и НИИ.

Сравнительный анализ урожайности и состава растений по фазам вегетации

Использование в составе рационов многолетних злаковых трав, при кормлении сельскохозяйственных животных, не всегда сопровождается увеличением ожидаемой продуктивности. Недооценка качественной стороны кормов, является одной из главных причин такого положения.

На качество кормов оказывают влияние следующие факторы: подбор кормовых культур и сортов в структуре посевных площадей; применение системы удобрений; соблюдение технологии возделывания кормовых культур; определение оптимальных сроков уборки и т.д.

Для обеспечения максимального выхода сухого вещества, кормовые культуры желателно убирать в более поздние фазы вегетации, однако это не является основным фактором повышения выхода продукции. Многолетними исследованиями установлено, у всех кормовых культур по мере их старения содержание, например клетчатки, увеличивается, а протеина – уменьшается.

Б.Т.Кушенов (2000) пишет, питательность растений изменяется не только по мере прохождения фенологических фаз растения, но и в пределах каждой из них. Зная закономерности таких изменений, можно более правильно определять эффективные сроки уборки растения на сено, производства травяной муки, гранул и т.д.

Поэтому качественная характеристика урожайности должна занимать определяющую роль в заготовке кормов.

Данное положение учитывалось нами при проведении исследований.

Комплексная сравнительная оценка растений житняка ширококолосого, костреца безостого и пырей сизого проводилась в основном в фазе колошения – начало цветения. В этот же период заготавливались из них корма.

Вместе с тем в процессе проведения исследований сравнительный анализ качественных показателей был сделан и в более поздние фазы вегетации.

При проведении полевых опытов перед нами стояла задача сравнить три злаковые многолетние культуры – житняк, кострец и пырей, выявить их положительные и отрицательные стороны и определить их кормовой потенциал при возделывании в равных условиях сухостепной зоны Южного Урала.

Исследования показали, по мере развития растений формирование урожая зеленой массы не одинаково (табл.1).

Таблица 1

Урожайность зеленой массы сравниваемых культур по фазам вегетации, ц/га

Фаза вегетации	Культура		
	житняк	кострец	пырей
Колошение	46,7	60,9	73,4
Конец цветения	48,2	67,0	81,5
Образование семян	50,0	72,9	85,0

Более высоким он был у пырея. В период колошения выход зеленой массы этой культуры составил – 73,4 ц, а в период цветения и образования семян увеличился на 11,0 и 15,8%.

Как показали исследования, во все периоды развития кострец и пырей по урожайности превосходили житняк на 30,4; 39,0; 45,8% и 57,2; 69,1; 70,0% соответственно. В среднем же разница по выходу зеленой массы между кострцом и житняком, пыреем и житняком составила 38,4 и 65,4% в пользу кострца и пырея, а коstrom и пыреем – 19,5%.

Кроме учета урожайности в задачу исследований входило изучение динамики структуры вегетации органов испытываемых многолетних злаковых трав (табл.2).

Таблица 2

Динамика структуры вегетативных частей зеленой массы, житняка, кострца и пырея, %

Фаза вегетации	Житняк			Кострец			Пырей		
	стебли	листья	генерат. часть	стебли	листья	генерат. часть	стебли	листья	генерат. часть
Колошение	50,0 ±1,12	26,0 ±0,24	24,0 ±0,59	45,0 ±0,18	35,0 ±0,19	20,0 ±1,18	58,0* ±0,41	40,0 ±0,24	2,0 ±0,06
Цветение	66,0 ±0,71	12,0 ±0,35	22,0 ±0,59	58,0 ±1,36	30,0** ±1,06	12,0 ±1,12	60,0 ±1,36	32,0 ±0,77	8,0 ±0,35
Начало образования семян	80,0 ±4,3	2,0 ±0,18	18,0 ±0,53	60,0 ±2,4	21,7 ±1,6	18,3 ±0,24	65,0 ±2,4	26,0 ±0,92	9,0 ±1,12

Примечание: * - $P < 0,05$; ** - $P < 0,01$

Установлено, что наибольшая часть урожая зеленой массы злаковых многолетних культур во все фазы вегетации представлена стеблями - наименее ценной в кормовом отношении частью растения. Так, стебли составляли от 45 до 80% общего выхода биомассы данных культур, причем их доля достоверно повышалась у житняка в фазу колошения + с 50 и образования семян – до 80%, кострца и пырея соответственно от 45-60% и 58-65%.

Наиболее ценной части корма листьев, было зафиксировано больше у пырея и составило в фазу колошения 40,0%, а цветения и образования семян 32,0 и 26,0%, что соответственно выше, чем у житняка – на + 14,0; 20,0; 24,0% и коstrom – на 5,0; 2,0; 4,3%.

В накоплении массы метелок в совокупном урожае житняка, мы регистрировали понижение между каждой фазой на 2,0 и 4,0%.

В результате, в период цветения и образования семян их удельный вес в общей структуре зеленой массы составил в среднем 20,0% и превзошел долю листьев на 13,0%. Этот показатель у кострца от фазы колошения до цветения уменьшался на 8,0%, с увеличением в более поздней фазе вегетации – на 6,3%. Накопление генеративных частей в совокупном урожае пырея имело выраженный поступательный характер от 2,0 до 9,0%.

Сравнение испытуемых культур по развитию структурных частей, в зависимости от фазы вегетации, позволило подчеркнуть преимущественные их стороны. Из выше изложенного следует, стеблевая часть, имеющая более низкую кормовую ценность, особенно это, касается таких высокорослых растений, как житняк, по мере его старения имела самый большой удельный вес в своей биомассе. У костреца и пырея соотношение структурных частей было более благоприятным в кормовом отношении во все фазы развития.

Динамика химического состава и качества протеина зеленой массы культур

Наиболее полно определить динамику питательности, изменяющуюся в процессе вегетации, позволяет изучение химического состава растений.

Результаты исследований показали, что динамика химического состава в сравниваемых культурах была не одинаковой и это, прежде всего, относилось к содержанию сухого вещества (табл.3).

Таблица 3

Динамика содержания сухого вещества в растениях сравниваемых культур, %

Вегетативная часть	Фаза вегетации		
	колошения	цветения	начало образования семян
Житняк			
Целое растение	30,64	47,18	51,39
Стебли	32,89	43,49	47,53
Листья	29,98	49,23	66,06
Генеративные органы	32,49	43,90	52,17
Кострец безостый			
Целое растение	28,89	36,66	40,68
Стебли	30,14	42,42	45,38
Листья	28,13	34,14	38,78
Генеративные органы	29,61	34,65	42,71
Пырей			
Целое растение	24,76	30,61	39,52
Стебли	30,31	31,77	39,01
Листья	23,50	28,25	45,39
Генеративные органы	35,03	37,82	39,01

Из таблицы следует, что количество сухого вещества целого растения, от фазы колошения до начала образования семян увеличилось в житняке на 20,8%, костреце - на 11,8 и пырее - на 14,8%.

Накопление сухого вещества в житняке идет быстрее всего в листовой части, если в фазу колошения его содержалось до 30,0%, то к началу образования семян этот показатель увеличился в 2,2 раза. В стеблях от фазы колошения до

цветения и до начала образования семян увеличение составило 10,6 и 14,6%, а генеративных органов – 11,4 и 19,7%.

Увеличение накопления сухого вещества у костреца шло не столь интенсивно, так листья погрубели от фазы колошения до цветения на 6,0%, до начала образования семян - на 10,6%, стеблевая часть - на 12,3, 15,2%, а генеративные органы на - 5,0; 13,1% соответственно.

У пырея в листьях содержалось меньше всего сухого вещества в фазу колошения и цветения – 23,5-28,3%, в фазе образования семян этот показатель увеличился и составил 45,4%. Содержание сухого вещества в стеблевой и генеративных частях с возрастом выравнивалось до 39,0%.

Итак, у всех рассматриваемых многолетних злаков прослеживается закономерность увеличения сухого вещества по мере развития вегетативных фаз, однако, этот показатель у костреца и пырея в фазу колошения и цветения имеет более оптимальное соотношение в вегетативных частях, при оценке их кормового достоинства. Особенно это касается пырея, так разница в накоплении сухого вещества в фазу колошения и цветения составила в стеблях и листьях – 6,8 и 3,5% соответственно.

По мере развития вегетативных фаз наблюдались характерные изменения и в химическом составе сухого вещества растений, которые, прежде всего, выражались в снижении количества протеина и жира и увеличении доли клетчатки (табл.4, прил.1).

Таблица 4

Динамика химического состава кормовых культур
в сухом веществе, %

Показатель	Житняк			Костер			Пырей		
	колошение	цветение	начало образования семян	колошение	цветение	начало образования семян	колошение	цветение	начало образования семян
Органическое вещество	93,70	94,31	88,75	92,80	94,47	93,40	91,94	93,09	92,18
Сырой протеин	14,52	8,35	8,52	15,16	7,42	7,89	16,69	9,76	6,88
Сырой жир	2,59	1,90	2,19	2,49	1,67	1,77	3,70	2,44	2,11
Сырая клетчатка	28,47	34,64	32,60	28,88	30,63	34,81	26,41	34,95	34,09
Б Э В	48,12	49,42	54,56	46,27	54,75	48,89	45,17	45,94	49,70

Сравнительная оценка химического состава злаковых культур показала, что в фазе колошения пырей содержит больше сырого протеина в сравнении с

житняком на 2,2%, а кострецом – на 1,5%. По содержанию сырого жира пырей выше на 1,1% житняка и на 1,2% костреца, а сырой клетчатки соответственно меньше на 2,1; 2,5%.

В период цветения содержание протеина и жира по отношению к житняку и кострецу было выше так же у пырея на 1,4; 2,3%; 0,54; 0,77%.

В сухом веществе растений БЭВ больше всего накапливалось у костреца в период цветения, так разница его с житняком составила 5,3 и пыреем – 8,8%. Клетчатки в этот период меньше всего содержалось у костреца – 30,6%, в то время как у житняка и пырея этот показатель составлял около 35,0%.

В фазе начала образования семян процесс синтеза БЭВ в растениях житняка шёл более интенсивно, что привело к увеличению разницы по этому питательному веществу в сравнении с кострецом на 5,7 и пыреем на 4,9%. При этом различия по содержанию протеина и жира между испытываемыми культурами несколько снижаются, а по количеству клетчатки преимущество переходит к костру.

Изменение содержания питательных веществ в сухом веществе злаковых многолетних трав характеризовалось не только динамикой отдельных питательных веществ, но и их перераспределением между вегетативными частями растений (табл.5, прил.2, 3, 4).

Из данных таблицы следует, массовая доля азотсодержащих веществ во все периоды развития растений приходилась на листья и генеративные органы, самое высокое содержание протеина от 18,0-20,7 и 15,7-17,4% накапливалось в фазу колошения.

В частности, по содержанию протеина в листьях житняка и пырея, в среднем, превосходили кострец на 2,7%, в стеблях его накапливалось больше у пырея на 1,3-2,0%, а в генеративных органах меньше - на 1,8 у житняка и 2,0% костреца.

Более высокое содержание клетчатки в фазу колошения было в стеблях и листьях костреца, так разница этого питательного вещества с житняком составляла 3,4; 8,6 и пыреем - 8,4; 8,5%.

В то же время БЭВ накапливалось в стеблях пырея на 3,5% больше, чем в житняке и на 3,0% - костреце. Листовая часть по содержанию БЭВ в житняке и пырее была равноценной, при меньшем накоплении - на 5,7% в костреце.

В фазу цветения и образования семян, наряду с увеличением количества клетчатки, в надземных частях растений увеличилось процентное содержание БЭВ, при одновременном снижении жира и протеина. При этом следует отметить, что по уровню клетчатки во всех вегетативных частях в фазу цветения преобладает пырей, житняк – на 0,6; 1,1; 1,7%, костер – на 3,4; 4,8; 7,7% соответственно.

Таблица 5

Динамика химического состава сухого вещества вегетативных частей многолетних злаковых трав в сухом веществе, %

Вегетативная часть	Житняк				Костер				Пырей			
	сырой протеин	сырой жир	сырая клетчатка	сырые БЭВ	сырой протеин	сырой жир	сырая клетчатка	сырые БЭВ	сырой протеин	сырой жир	сырая клетчатка	сырые БЭВ
Колошение												
Стебли	9,02	2,19	32,32	49,27	8,38	1,0	35,68	49,81	10,34	2,10	27,32	52,79
Листья	20,58	4,90	18,57	45,66	18,02	3,78	27,15	39,96	20,70	4,58	18,69	45,68
Генеративные органы	17,44	2,49	26,60	47,85	17,67	1,59	26,83	52,17	15,66	2,68	24,23	51,47
Цветение												
Стебли	6,37	1,21	35,3	52,84	6,36	0,53	32,51	57,1	6,35	1,55	35,94	50,03
Листья	10,43	3,69	31,57	42,28	12,42	3,62	27,82	45,87	12,04	4,05	32,62	59,9
Генеративные органы	12,29	2,11	32,36	53,38	12,79	2,44	26,37	52,07	10,91	2,52	34,08	46,78
Образование семян												
Стебли	5,49	1,04	37,16	51,54	6,48	0,58	39,28	49,29	5,23	1,23	35,11	52,97
Листья	10,27	2,63	39,38	34,12	13,07	3,81	31,41	38,78	9,48	3,50	31,86	42,53
Генеративные органы	9,86	2,16	32,68	47,78	14,38	1,80	30,08	52,37	10,5	2,31	33,83	44,60

Уровень БЭВ в стеблях костреца повысился от 50,0 до 57,0%, в житняке – от 49,0 до 53,0%, а в пырее произошло снижение этого питательного вещества почти на 3,0%.

Самое высокое содержание БЭВ в это время было в листьях пырея до 60,0%, или выше чем в житняке и костре – на 17,6-14,0%.

К фазе образования семян достаточно четко прослеживается тенденция к более интенсивному накоплению клетчатки, содержание которой в стеблях костра было на 2,1% выше, чем у житняка и на 4,2%, чем у пырея, а в листьях костреца, напротив, меньше на 8,0%, чем у житняка с пыреем эта разница была незначительной.

В свою очередь стебли и листья пырея преобладали по содержанию БЭВ житняк на 1,4; 3,2% и кострец – на 3,7; 3,8% соответственно.

Рассматривая вопрос о синтезе углеводов, к которым, как известно, относится и клетчатка, следует отметить, что растения житняка, костреца и пырея, содержали незначительное количество легкогидролизуемых углеводов, хотя и здесь наблюдались некоторые различия (табл.6).

Таблица 6

Динамика содержания сахара и крахмала в различных частях растений, %

Вегетативная часть	Колошение		Цветение		Начало образования семян	
	сахар	крахмал	сахар	крахмал	сахар	крахмал
Житняк						
Целое растение	1,90	1,02	4,34	6,0	5,14	3,55
Стебли	2,48	1,34	5,34	6,79	6,07	3,35
Листья	1,26	0,57	2,66	7,81	5,60	4,68
Генеративные органы	1,98	0,97	3,50	1,52	4,29	3,81
Кострец						
Целое растение	1,95	1,12	4,01	4,80	3,71	2,27
Стебли	2,04	0,93	6,69	2,63	3,93	1,36
Листья	1,98	0,69	1,87	4,91	0,98	8,56
Генеративные органы	0,82	1,17	2,53	1,26	4,45	3,02
Пырей						
Целое растение	1,94	1,03	2,17	1,18	3,58	1,95
Стебли	3,07	1,66	2,64	1,02	4,41	1,77
Листья	1,32	1,08	1,05	0,58	1,97	1,83
Генеративные органы	2,20	1,08	2,75	1,67	3,29	1,80

Так, содержание сахара и крахмала в фазу колошения исследуемых целых растений злаков было практически одинаковое и колебалось от 1,90-1,95% и 1,02-1,12% соответственно.

По мере роста и развития исследуемых культур в фазе цветения, накопление сахара и крахмала в житняке увеличилось на 2,44 и 4,98%, в костреце – на 2,06 и 3,68%, а пырее сахара стало больше только на 0,23%, крахмала наоборот уменьшилось - на 0,15%.

В фазу начала образования семян тенденция по повышению сахара в житняке сохранялась (0,8%), в костреце его содержание осталось почти на том же уровне, с понижением лишь на 0,3%. Удельная доля крахмала в этих злаках уменьшилась почти в 2 раза.

Анализ химического состава вегетативных частей испытуемых растений показывает, что сахар локализовался в основном в стеблях, а крахмал – в листовой части.

Самое высокое содержание сахара, в фазу колошения накапливалось в стеблях пырея, где его содержание было выше, чем у житняка и костреца на 0,60-1,30%, при практически одинаковом количестве крахмала.

В период цветения культур содержание сахаристых веществ в стеблевой части увеличилось у житняка в 2 и костра 3 раза. В то время, в пырее этот показатель повысился всего лишь на 0,43% при уменьшении накопления крахмала.

По количеству накопления крахмала в этот период роста как в стеблевой, так и в листовой частях житняк превосходил костреца на 4,16-2,90%, а пырей – на 5,80-7,23% соответственно.

В генеративных органах испытуемых культур от фазы колошения до фазы начала образования семян отмечалась общая тенденция к увеличению накопления сахара у житняка - на 2,31%, костреца – на 3,63 и пырея – на 1,09%. То же самое прослеживается и в отношении накопления крахмала: в житняке его увеличилось на 2,84%, костреце – на 1,85 и пырее – на 0,72%. Следует отметить, что содержание легкогидролизуемых углеводов в генеративных органах, было наибольшим в фазе начала образования семян, за исключением содержания крахмала у пырея, которого было меньше, чем у житняка на 2,01 и костреца – на 1,22%.

Как показали наши исследования (табл.7), переваримость сухого вещества целых растений костреца и пырея, в фазу колошения, была практически одинаковой и в среднем составила 59,65%, это выше чем у житняка на 8,25%. Однако, при сравнении этого показателя вегетативных частей растений житняка, костреца и пырея наблюдались некоторые отличия, так наиболее высокая переваримость была присуща листовой части житняка и костреца, тогда как у пырея лучше переваривались стебли. В фазу цветения переваримость сухого вещества пырея уменьшалась всего на 1,0%, в то время у житняка и костреца эти снижение составило 9,2 и 4,5%.

В процессе физиологического созревания, от фазы колошения до образования семян, переваримость сухого вещества житняка снизилась на 11,0%, а у костреца и пырея на 8,7; 11,6% соответственно.

Одним из важнейших показателей характеризующих кормовую ценность культур является качество протеина, определяемое по его растворимости и расщепляемости.

Наши исследования показали, что растворимость сырого протеина целого растения пырея по сравнению с житняком и кострецом на протяжении всей вегетации была ниже, а её разница соответственно в период колошения составила: 1,7; 5,3%, цветения – 2,0; 5,5%, образования семян – 2,0; 3,5%.

Таблица 7

Переваримость сухого вещества (in vitro) и качественная характеристика протеина житняка, костреца и пырея, %

Вегетативная часть	Колошение			Цветение			Образование семян		
	переваримость сухого вещества	качество протеина		переваримость сухого вещества	качество протеина		переваримость сухого вещества	качество протеина	
		растворимость	расщепляемость		растворимость	расщепляемость		растворимость	расщепляемость
Житняк									
Целое растение	51,4±0,29	28,16±0,63	55,77	42,2±0,70	25,18±0,79	53,51	40,4±0,31	23,64±0,58	52,34
Стебли	51,2±0,26	26,17±0,54	54,26	36,5±0,20	23,1±0,581	51,93	35,8±0,19	20,6±0,607	50,08
Листья	56,2±0,18	30,14±0,43	57,28	47,3±0,40	28,03±0,71	55,67	46,4±0,22	27,94±0,62	55,27
Генеративные органы	49,4±0,30	21,08±1,02	50,39	36,6±0,52	20,03±1,16	49,59	36,0±0,28	19,86±1,00	49,46
Кострец									
Целое растение	59,7±0,46	31,70±0,84	58,46	55,2±0,29	28,64±0,33	56,14	51,0±0,38	25,14±0,30	53,48
Стебли	52,6±0,19	30,50±0,73	63,39	50,2±0,36	24,80±0,74	53,22	49,0±0,20	22,70±0,53	51,62
Листья	60,0±0,14	38,18±0,60	57,6	58,1±0,37	31,70±0,51	58,46	52,8±0,10	27,50±0,48	55,60
Генеративные органы	55,4±0,18	23,14±1,10	50,39	50,0±0,51	20,86±1,01	50,22	38,6±0,20	20,14±1,20	49,68
Пырей									
Целое растение	59,6±0,18	26,44±0,80	54,46	58,6±0,55	23,15±0,50	51,96	48,0±0,30	21,64±0,48	50,82
Стебли	58,6±0,26	24,53±0,49	53,01	50,6±0,28	20,50±0,39	49,95	49,2±0,28	19,86±0,40	49,46
Листья	51,2±0,19	29,87±0,65	57,07	50,5±0,20	26,17±0,50	54,13	44,8±0,21	26,00±0,34	54,26
Генеративные органы	55,2±0,31	23,46±1,12	52,20	50,0±0,33	19,40±1,00	49,11	39,3±0,35	16,70±1,22	47,06

Наибольшее количество легкорастворимых фракций было зафиксировано в листьях и стеблях костреца в период колошения, где они на 8,0; 4,3% и 8,3; 6,1% превосходили соответствующие части житняка и пырея. По мере созревания растений житняка, костреца и пырея количество легкорастворимых фракций в целых растениях уменьшилось соответственно на 2,98; 1,54; 3,06; 3,50 и 3,29; 1,51%. В вегетативных частях житняка – на 3,06; 2,44% (стебли), 2,11; 0,09 (листья) и 1,05; 0,17% (генеративные органы), костреца – на 5,70; 2,10; 6,48; 4,20; 2,28; 0,72% и пырея – на 4,03; 0,64% 3,87; 0,17; 4,06; 2,70% соответственно.

Из этого следует, количество легкорастворимых фракций, больше всего уменьшалось в костреце, следующий идет пырей, а потом житняк, что касается вегетативных частей, то последовательность по этому показателю остается та же, а самый высокий процент снижения составили стебли, в частности, костреца.

Следует отметить, что высокая концентрация растворимых протеинов в листьях растений характерна для всех испытываемых культур во все фазы вегетации. Вероятно, это объясняется интенсивным течением синтеза в процессе которого в значительном количестве используются подвижные формы азотсодержащих веществ.

Расщепляемость, представляющая собой способность протеина корма под действием протеолитических ферментов микроорганизмов рубца распадаться до более простых форм, характеризует с одной стороны, доступность азота корма для микроорганизмов, а с другой - количество протеина который минуя рубец может быть использован в кишечнике. В новой системе оценки протеина для жвачных животных расщепляемость является одним из наиболее важных показателей его качества.

Результаты исследований показали, что расщепляемость сырого протеина целого растения житняка снижалась на 2,26% в фазу цветения и на 3,43% образования семян, а стеблей, листьев и генеративных органов соответственно – на 2,33; 4,18; 1,67; 1,68 и 0,80; 0,93%. Аналогичная закономерность характерна и для целого растения костреца и пырея, однако следует отметить, что процент расщепляемости протеина костреца во все фазы вегетации был несколько выше, чем у житняка и пырея. Так, его расщепляемость в фазу колошения составила 58,46, житняка – 55,77 и пырея – 54,46%. В фазу цветения и образования семян расщепляемость протеина костреца была выше чем у житняка на 2,63; 1,14% и пырея на 4,18; 2,66%. Преимущество по расщепляемости протеина костреца, в фазу колошения, наблюдалось в основном за счет его стеблевой части, этот показатель был выше житняка на 9,13% и пырея – на 10,38%.

С ростом и развитием растений более высокая расщепляемость сырого протеина наблюдалась в листовой части, с некоторым преимуществом у костреца.

Из выше изложенного следует, что степень распадаемости протеина зеленой массы житняка, костреца и пырея зависит от фазы их вегетации, чем старше растение, тем меньше растворимость и расщепляемость. А степень растворимости и расщепляемости протеина среди изучаемых культур была более высокой у костреца.

Динамика изменений содержания структурных углеводов зеленой массы многолетних злаковых культур

Негативной стороной показателя уровня сырой клетчатки является, то что с его увеличением происходит снижение переваримости, значит энергетической ценности корма. Жвачные животные в состоянии переваривать большее количество клетчатки кормов и возможность их ограничивается только объемом желудочно-кишечного тракта и содержанием лигнина. Таким образом, сырая клетчатка дает лишь приблизительное представление о переваримости кормов.

В процессе химического анализа корма под действием кислот и щелочей часть гемицеллюлоз, целлюлозы и лигнина растворяются, фильтруются и при подсчете учитывается БЭВ, искажая общую картину содержания углеводов.

Эти недостатки послужили толчком для разработки новых методов. Один из них это метод определения нейтрально-детергентной и кислотной-детергентной клетчатки.

Который основан на разделении корма на две фракции: растворимую в нейтральном детергенте представляющую наиболее переваримую часть корма, состоящую из белков, жиров, легкогидролизуемых углеводов; и нерастворимую в нейтральном детергенте и представляющую плохо переваримую часть корма клеточных стенок.

В связи с этим, совершенно очевидно, что в зоотехническом анализе, определение содержания структурных углеводов необходимо, особенно это касается НДК и лигнина.

Установлена динамика изменения содержания детергентных фракций структурных углеводов в зеленой массе злаковых трав (табл.8).

Нами обнаружены значительные колебания в содержании нейтральнодетергентной клетчатки (НДК) – 13-33% и кислотнойдетергентной клетчатки (КДК) – 9-26% в натуральном веществе зеленой массы многолетних злаков в зависимости от вида и фазы вегетации.

При сравнении растений между собой, в различные фазы их развития, мы отмечаем, что по уровню содержания структурных углеводов житняк в основном превосходит костер и пырей.

Результаты исследований показали, что содержание НДК по мере вегетации трав увеличивается у житняка с 15,92 в фазу колошения до 27,99 в фазу цветения и 32,95% образования семян, у костра с 14,28 в фазу колошения до 20,52 в фазу цветения и 25,21% образования семян, пырея соответственно 12,63; 17,41; 24,60%. Содержание КДК так же закономерно повышалось у житняка с 11,69 в фазу колошения до 20,28 в фазу цветения и 25,49% образования семян, у костра и пырея соответственно 10,08; 14,55; 17,49% и 8,91; 12,55; 17,95%.

При минимальном значении НДК и КДК в фазу колошения, житняк в стеблевой части накапливал их больше чем костер – на 2,59; 1,73% и на 2,0; 1,14%, чем пырей, а против пырея, в костреце содержалось – на 0,59% меньше.

В листьях эти показатели были так же выше у житняка на 1,87; 1,56% костреца на 3,29; 2,46% пырея, что касается генеративных органов, то по содержанию значений НДК и КДК житняк и пырей были почти на одном уровне

и составляли в среднем 16,68 и 10,82%, в костреце их было меньше на 3,35 и 1,92% соответственно.

Таблица 8

Динамика содержания НДК и КДК растений сравниваемых культур по фазам вегетации, %

Показатель	Житняк		Кострец		Пырей	
	НДК	КДК	НДК	КДК	НДК	КДК
Колошение						
Целое растение	15,92	11,69	14,28	10,08	12,63	8,91
Листья	14,12	9,60	12,25	8,04	10,83	7,14
Стебли	17,14	11,14	14,55	9,41	15,14	10,00
Генеративные части	16,55	10,72	13,33	8,9	16,81	10,91
Цветение						
Целое растение	27,98	20,28	20,52	14,35	17,41	12,55
Листья	25,99	19,21	15,71	11,29	14,38	10,61
Стебли	25,62	18,64	23,84	18,20	17,47	12,70
Генеративные части	20,09	18,12	17,43	12,43	20,07	14,75
Образование семян						
Целое растение	32,95	25,49	25,21	17,49	24,60	17,95
Листья	38,69	30,00	20,81	15,80	25,87	20,32
Стебли	29,94	23,42	25,40	19,52	24,53	18,72
Генеративные части	30,84	24,00	22,64	17,15	22,18	17,06

В фазе цветения и образования семян у житняка наблюдается закономерное повышение значений НДК и КДК, исключительно во всех вегетативных частях, при этом костер в основном занимает промежуточное положение, между житняком и пыреем.

Результаты исследований показали, что содержание значений НДК и КДК в растениях многолетних злаковых трав по мере их роста и развития коррелирует с содержанием сырой клетчатки и питательностью корма ($r=0,90$).

Известно, что основной функцией микробиального пищеварения является разрушение соединений недоступных для переваривания собственными ферментами организма, к таким соединениям принадлежит целлюлоза клетчатки, стоящая из глюкозных молекул. Гемицеллюлоза так же принадлежит к растительным полимерам и в некоторых видах сена занимает 20% сухой массы.

По химическому строению – это полимеры пентоз (ксилоза, арабиноза) и гексоз (манана, галоктаны) как и целлюлоза, гемицеллюлоза не переваривается собственными ферментами животных, но легко расщепляется рубцовыми микроорганизмами. Степень ее переваримости зависит от лигнификации растений. Если в обычных кормах переваримость целлюлозы, гемицеллюлозы 40-60 и 45-70%, то в молодой траве она доходит до 80%.

Целлюлоза и гемицеллюлоза, пептины и почти непереваримый лигнин входят в группу соединений образующих оболочку растительных клеток, кроме

использования как энергетического субстрата, их переваривание необходимо для доступа к клеточному содержимому, богатому крахмалом, белком, сахарами.

В связи с этим нами была изучена динамика доли структурных углеводов злаковых многолетних трав, в зависимости от фазы вегетации (табл.9).

Таблица 9

**Динамика накопления структурных углеводов в растениях
по фазам вегетации, %**

Показатели	Житняк			Кострец			Пырей		
	лигнин	целлюлоза	гемицеллюлоза	лигнин	целлюлоза	гемицеллюлоза	лигнин	целлюлоза	гемицеллюлоза
Колошение									
Целое растение	1,83	9,86	4,23	1,31	8,76	4,21	1,04	7,67	3,72
Листья	0,90	8,71	4,51	0,39	7,65	4,21	0,24	6,91	3,69
Стебли	1,60	9,53	6,00	0,90	8,50	5,14	1,16	8,83	5,15
Генеративные части	1,07	9,64	5,84	0,60	8,29	4,45	0,53	10,39	5,90
Цветение									
Целое растение	4,23	16,06	7,70	2,71	11,62	6,18	2,51	10,04	4,86
Листья	3,61	15,60	6,78	2,04	9,25	4,42	1,77	8,84	3,77
Стебли	3,92	14,72	6,98	3,63	14,57	5,64	2,34	10,36	4,77
Генеративные части	3,51	14,61	6,97	2,43	10,00	4,99	2,65	12,10	5,33
Образование семян									
Целое растение	6,75	18,74	7,46	4,11	13,38	7,72	4,55	13,40	6,65
Листья	6,62	23,38	8,69	3,48	12,32	5,01	4,53	15,79	5,55
Стебли	6,10	17,52	6,52	4,90	14,62	5,88	4,76	13,97	5,80
Генеративные части	5,91	18,09	6,84	4,00	13,15	5,49	4,23	12,82	5,13

Данные таблицы показывают, что по мере старения растений группа соединений образующих оболочку растительных клеток представленная лигнином, целлюлозой и гемицеллюлозой увеличивается.

Сравнивая между собой растения в фазу колошения, мы видим, что содержание лигнина было более высоким в житняке и составляло 1,83%, или больше – на 0,52% костра и 0,79% пырея, который накапливается в основном за счет стеблей и генеративных органов, меньше листьев. Меньше всего его накапливалось в стеблях костреца – 0,90%, пырее – 1,16 и больше всего в житняке – 1,60%.

Генеративные органы по содержанию лигнина в житняке, превосходили кострец и пырей на 0,5%.

В фазе цветения интенсивно лигнифицировались листья житняка и стебли костра с 0,90% до 3,61 и 3,63% соответственно. В стеблях житняка этот показатель был выше – на 0,29%, чем у костра и на 1,58%, чем у пырея.

В фазе образования семян содержание лигнина во всех генеративных органах житняка увеличилось почти в 1,5-2 раза, при сравнении его с костром и пыреем, можно констатировать то же самое. В стеблях и генеративных органах костреца и пырея разница его была незначительной, за исключением листьев пырея, в которых накапливалось больше лигнина – на 1,53%.

Что касается содержания целлюлозы и гемицеллюлозы, то в фазу колошения, в житняке накапливалось целлюлоз выше, чем в костреце – на 1,1%, при одинаковом содержании гемицеллюлоз, а пырей по этим значениям был меньше житняка – на 1,99; 0,51% и костра – на 0,89; 0,49% соответственно.

Доля накопления этих показателей, в фазу колошения, идет в основном за счет стеблей и листьев, учитывая то что, удельный вес их в это время был самым высоким.

Зная структуру изучаемых растений, мы не можем это утверждать в отношении житняка, в последующие две фазы, так как удельная доля листьев в общей его биомассе с возрастом становится незначительной. Поэтому высокое содержание доли структурных углеводов в листьях не играет решающей роли, и накопление идет в основном за счет стеблей и генеративных органов.

Напомним, что содержание листьев у костра и пырея в фазе цветения составляло 30 и 32%, а в фазе образования семян 22 и 26%, генеративных органов у костра 12-18% и пырея 8 и 9% соответственно.

Это значит, что в это время, у костреца накопление целлюлоз и гемицеллюлоз шло в основном за счет стеблей и листьев, меньше генеративных органов, аналогичная картина прослеживается и у пырея.

Доля содержания целлюлозы в фазу цветения и образования семян в житняке увеличилась до 16,06 и 18,74%, костреце до 8,76 и 13,38%, пырее до 7,87 и 13,40% соответственно. Гемицеллюлоз в фазе цветения в житняке было больше чем в костреце – на 1,52 и на 2,84%. В фазу образования семян доля гемицеллюлоз у житняка и костреца была практически одинаковой и составляла в среднем 7,59%, что выше, чем в пырее – на 0,94%.

Статистические исследования позволили установить обратную, существенную регрессионную зависимость между содержанием целлюлозы и питательностью корма ($r = - 0,81$), гемицеллюлозой и питательностью корма ($r = - 0,80$), лигнином и питательностью ($r = - 0,67$).

Энергетическая питательность зеленой массы

В связи с этим, наиболее питательными и ценными в кормовом отношении являются культуры, имеющие высокую концентрацию обменной энергии (КОЭ).

Поэтому изучение энергетической ценности зеленой массы житняка, костреца и пырея представляет определённый интерес.

Результаты исследований показали, что в сухом веществе целых растений житняка и пырея в фазу колошения накапливалось примерно одинаковое

количество валовой энергии – 18,62-18,65 МДж, у костреца этот показатель составил 18,50 МДж или на 0,8% меньше (табл.10).

Таблица 10

Динамика содержания валовой энергии в растениях
житняка, костра и пырея, МДж/СВ

Вегетативная часть	Фаза вегетации		
	колошение	цветение	начало образования семян
Житняк			
Целое растение	18,62	18,32	18,12
Стебли	18,11	18,11	18,11
Листья	18,54	17,68	17,96
Генеративные органы	18,55	18,78	19,58
Кострец			
Целое растение	18,50	18,14	18,11
Стебли	18,26	18,25	18,24
Листья	18,23	18,20	17,71
Генеративные органы	19,26	19,29	19,32
Пырей			
Целое растение	18,65	18,13	18,08
Стебли	18,01	18,07	18,02
Листья	18,51	18,40	17,48
Генеративные органы	18,66	18,60	19,00

По мере смены фенологических фаз ее концентрация несколько снижалась, так у житняка в фазу цветения и образования семян произошло уменьшение на 1,6 и 2,79%, что касается костра и пырея, то оно составило 1,15; 2,11% и 2,79; 3,06% соответственно.

Из этого следует, что концентрация валовой энергии у рассматриваемых многолетних злаков была более высокой в фазу колошения. Причем следует отметить, что ее концентрация в отдельных вегетативных частях была практически равномерной на протяжении всего периода с некоторым увеличением в генеративных частях в фазе образования семян и уменьшением в листовой части житняка по мере старения. Энергия листовой части костра и пырея значительно уменьшилась только к фазе образования семян.

Однако содержание в испытуемых культурах доступной для обмена энергии имело некоторые особенности, нежели концентрация валовой энергии (табл.11).

Если содержание валовой энергии в фазу колошения было больше в житняке и пырее, то доступность ее для обмена была более высокой у пырея. Причем если к фазе цветения потери энергии составили у костра и пырея 3,39 и 5,15%, то у житняка они были около 10,0%, а к образованию семян – 5,41; 7,22 и 10,0% соответственно. Это говорит о быстрой потере обменной энергии у

житняка по мере его старения, что касается костра и пырея, то их потери были не столь значительными.

Таблица 11

Динамика содержания обменной энергии в растениях житняка, костреца и пырея, МДж (в абсолютно сухом веществе)

Вегетативная часть	Фаза вегетации		
	колошение	цветение	начало образования семян
Житняк			
Целое растение	9,43	8,55	8,49
Стебли	8,87	8,45	8,19
Листья	10,81	8,98	7,88
Генеративные органы	9,68	8,87	8,82
Кострец			
Целое растение	9,43	9,11	8,92
Стебли	8,43	8,85	7,89
Листья	9,60	9,51	9,05
Генеративные органы	9,65	9,71	9,20
Пырей			
Целое растение	9,70	9,20	8,90
Стебли	9,58	9,06	8,48
Листья	10,79	9,83	8,94
Генеративные органы	10,01	8,83	8,66

В целом, в фазе колошения все растения обладали высокой концентрацией обменной энергии, являясь весьма ценными кормовыми культурами. В фазу цветения растений энергетическая ценность изучаемых культур остается довольно высокой, за исключением житняка. При этом житняк содержал несколько большее количество валовой энергии, но доступность для обмена была несколько ниже, чем у костреца и пырея.

Из таблицы следует, что потеря обменной энергии у житняка происходила в основном за счет листовой части, так если в них ее было в фазе колошения 10,81 МДж, то в фазе цветения она снизилась на 17,0%, а к образованию семян – на 27,1%.

Более высокая урожайность пырея и костра обусловила увеличение выхода обменной энергии с одного гектара посевной площади по сравнению с житняком (табл.12). Известно, что в процессе вегетации растений их питательная ценность меняется: снижается содержание протеина, каротина и повышается клетчатка, вследствие чего снижается энергетическая ценность. Из данных таблицы 13 следует, по выходу обменной энергии в фазу колошения костер и пырей между собой имели не столь значительную разницу (1,0 ГДж/га) при этом превосходя житняк – на 23,0 и 30,7%. Более высокая урожайность зеленой массы и выход сухого вещества обусловили увеличение выход обменной энергии с одного

гектара посевной площади костра и пырея по сравнению с житняком и в последующие две фазы. При некотором выравнивании этого показателя в фазу цветения, к фазе образования семян пырей превзошел житняк и костер на 37,0 и 13,0%.

Таблица 12

Динамика выхода обменной энергии при уборке
многолетних злаковых трав на зеленый корм, ГДж/га

Культура	Фаза вегетации		
	колошение	цветение	начало образования семян
Житняк	13,49	19,45	21,82
Костер	16,59	22,38	26,45
Пырей	17,63	22,95	29,89

Энергетическая ценность и качество сена заготовленного в оптимальные фазы вегетации

Важнейшая роль в организации полноценного кормления жвачных животных в зимний период отводится селу, которое в большинстве случаев является основным источником протеина, витаминов и минеральных веществ. Особое место в общем балансе производимых кормов принадлежит селу приготовленному из многолетних злаковых трав, которые имеют наибольшее распространение в естественных и создаваемых человеком травостоях.

С учетом почвенно-климатических условий в каждой зоне можно подобрать наиболее урожайные виды и сорта многолетних злаковых трав.

По данным С.Н.Коноваловой (2000) сенокошение усиливает злаки, после одного - двух сенокошений хорошо себя чувствуют корневищные верховые злаки: кострец безостый, пырей ползучий.

В нашем эксперименте используемое сено многолетних злаковых культур житняка, костра и пырея, приготовленное в фазу колошения - начало цветения имело различный химический состав по некоторым основным питательным веществам (табл.13).

Так, по содержанию сырого протеина преимущество кострецового и пырейного сена над житняковым составило 1,0 и 1,2%, а по БЭВ – на 3,1 и 1,3%.

Более высоким содержанием жира отличалось пырейное сено (2,7%) или выше житнякового на 0,5% и кострецового – на 0,8%. При этом, по содержанию сухого вещества, имелось преимущество кострецового и пырейного сена над житняковым на 5,7; 4,2%.

Разница по содержанию органического вещества была незначительной и составила в среднем 0,29% в пользу житняка и костра, а по уровню клетчатки кострецовое и пырейное сено по сравнению с житняковым было выше на 4,0 и 2,2%.

Имея более высокое содержание протеина и других питательных веществ, кострецовое и пырейное сено было более энергонасыщенным. Концентрация обменной энергии в их сухом веществе превышала житняковое на 2,4 и 4,8%, а

энергопротеиновое отношение соответственно – на 20,0 и 10,0%. Содержание переваримого протеина в кострецовом и пырейном сене было выше, чем в житняковом в среднем на 23,0%, а общая интенсивность выраженная в кормовых единицах на 2,0% превышали аналогичный показатель.

Таблица 13

Химический состав и энергетическая ценность сена

Показатель	Сено		
	житняковое	кострецовое	пырейное
Сухое вещество	81,4	87,10	85,60
Органическое вещество	94,17	94,32	93,96
Сырой протеин	7,40	8,4	8,6
Сырой жир	2,8	1,9	2,7
Сырая клетчатка	26,0	30,0	28,2
Б Э В	41,8	44,9	45,3
В 1 кг содержится:			
обменной энергии	6,80	7,52	7,50
кормовых единиц	0,49	0,50	0,50
переваримого протеина	0,040	0,052	0,046
Концентрация обменной энергии, МДж/кг СВ	8,4	8,6	8,8
Энергопротеиновое отношение	0,10	0,12	0,11

Известно, что углеводы являются главной составной частью сухого вещества растительных кормов, однако избыточное содержание клетчатки снижает переваримость питательных веществ, хотя в определенном ее количестве нормализуется пищеварение в рубце. Безазотистые экстрактивные вещества в особенности сахар и крахмал, имеют наибольшее значение в питании жвачных, так как они являются питательными веществами для животного и служат пищей для населяющих преджелудки жвачных микроорганизмов и используются ими для синтеза бактериального белка.

В связи с этим, некоторое преимущество по содержанию клетчатки и БЭВ в кострецовом и пырейном сене может влиять на более высокую сбалансированность рациона и режима кормления.

Более высокая урожайность зеленой массы и лучшая ее сохранность при заготовке и хранении обеспечивали посевам костра и пырея больший выход питательных веществ с единицы площади при уборке на сено.

Так по выходу готового сена и сухого вещества с одного гектара костер и пырей превосходили житняка на 4,5; 8,7 и 4,8; 8,1% (табл.14). Выход кормовых единиц, сырого и переваримого протеина был выше соответственно на 2,5; 4,6; 0,54; 0,94 и 0,43; 0,50 ц.

Посевы костра и пырея при уборке на сено обеспечили и больший выход обменной энергии с 1 га на 4521,6 и 7631,0 МДж, нежели посевы житняка.

Выход питательных веществ и обменной энергии с 1 га посева житняка, ковра и пырея при уборке на сено, ц

Показатель	Корма		
	житняк	коострец	пырей
Выход корма	15,8	20,3	24,5
Сухое вещество	12,86	17,68	20,97
Сырой протеин	1,17	1,71	2,11
Переваримый протеин	0,63	1,06	1,13
Сырой жир	0,35	0,39	0,69
Сырая клетчатка	4,11	6,09	6,91
Б Э В	6,6	9,1	11,1
Кормовые единицы	7,7	10,15	12,25
Обменная энергия, МДж	10744,0	15265,6	18375,0

Агроэнергетическая оценка испытываемых культур

Эффективность производственных процессов принято выражать в основном, в денежных показателях, из-за чего невозможно зачастую сделать объективные выводы. Трудности возникают при сравнении технологических операций, примененных в разное время: в периоды нестабильности денежной единицы или искусственно созданного различия цен на товары, материалы в процессе производства и на получаемую продукцию. Последнее характерно для теперешнего состояния сельскохозяйственного производства.

Избежать подобные затруднения можно путем выражения всех затрат на производство и полученную продукцию в одних показателях – единицах энергии. Интерес к подобной оценке технологических процессов в сельскохозяйственном производстве не случаен, поскольку с ее помощью можно объективно определить затраты энергии при любой агротехнике и наметить пути разработки энергосберегающих технологий (В.Н.Федарищев и др., 1999; М.Х.Ханиев, Т.Р.Кумаков, 1999).

Используя данный метод на стадии исследований, можно проводить сравнение разнообразных технологий, культур и систем кормопроизводства при различных уровнях антропогенных вложений по совокупным энергозатратам на 1 гектар или на единицу корма. Кроме того, этот метод позволяет раскрыть научно-обоснованные подходы к совершенствованию технологий и систем кормопроизводства с целью изыскания способов энерго- и ресурсосбережения (Г.А.Булаткин, 1991; Г.А.Булаткин, В.В.Ларионов, 1992).

Механизм вычисления агроэнергетического коэффициента полезного действия предельно прост – необходимо суммировать все затраты энергии на производство культур и соотнести их с энергетической ценностью урожая.

Агроэнергетическая оценка производства зеленой массы

Основанием для проведения агроэнергетической оценки явились технологические карты производства зеленой массы испытываемых культур, на

основе которых рассчитывали структурные затраты совокупной энергии в расчете на 1 га посевной площади в год посева (табл.16).

Затраты совокупной энергии определяли по следующим статьям: машины и двигатели, семена, горюче-смазочные материалы и живой труд.

Сходная агротехника выращивания житняка, костра и пырея, а также одинаковый набор сельскохозяйственных машин и оборудования предопределили одинаковые затраты энергии на посев и производство зеленой массы в первый и последующие годы исследования.

Как показывают данные расчета биоэнергетической эффективности, в год посева культур, общие затраты были самыми высокими, в связи с основной обработкой почвы и затратами на семена, которые составили у житняка – 4886,3, костра – 6937,3, пырея – 5822,3 МДж.

Наибольший удельный вес в структуре энергозатрат при посеве занимали горюче-смазочные материалы, на которые приходилось 59,7% у житняка, 42,0% у костра и 50,1% у пырея. Доля затрат энергии на машины и оборудование составляли соответственно 16,8; 11,9; 14,1%, а на живой труд не превышала 3,0%.

Таблица 16

Структура затрат совокупной энергии, МДж/га (в год посева)

№	Обозначения	Статьи затрат совокупной энергии	Расход энергии, МДж	Удельный вес, %
Житняк				
1	Q суш.	Машины и оборудование	821,7	16,8
2	Q тр.	Живой труд механизаторов	142,1	2,9
3	Q сем.	Семена	1008,0	20,6
4	Q Сум.	Топливо и электроэнергия	2914,5	59,7
5		Итого	4886,3	100,0
Кострец				
1	Q суш.	Машины и оборудование	821,7	11,9
2	Q тр.	Живой труд механизаторов	142,1	2,0
3	Q сем.	Семена	3059,0	44,1
4	Q Сум.	Топливо и электроэнергия	2914,5	42,0
5		Итого	6937,3	100,0
Пырей				
1	Q суш.	Машины и оборудование	821,7	14,1
2	Q тр.	Живой труд механизаторов	142,1	2,4
3	Q сем.	Семена	1944,0	33,4
4	Q Сум.	Топливо и электроэнергия	2914,5	50,1
5		Итого	5822,3	100,0

Где Q – затраты совокупной энергии, переносимой на продукцию машинами и орудиями.

Использование семенного материала, имеющего разные нормы высева и энергетические эквиваленты, способствовало разным затратам энергии на посев. Многолетние исследования, проведенные во ВНИИМСе, показали, что на 1 га площади посева затрачивается 10-12 кг семян житняка, 22-25 кг костра и 18-20 кг пырея. Если учесть, что энергоёмкость семян житняка составляет 84 МДж, костра безостого 133 МДж и пырея 108 МДж (ОГАУ, 1998), то общие затраты энергии на семена в условиях засушливой зоны Южного Урала составляют для житняка – 1008,0 МДж/га, костра безостого – 3059,0 МДж/га и пырея сизого – 1944,0 МДж/га.

Таблица 17

Затраты совокупной энергии при уборке зеленой массы, МДж/га

Период работы	С/х машины и оборудование	Г С М	Живой труд	Итого	
				МДж/га	%
Житняк					
Основная обработка почвы	268,0	955,6	68,5	1292,1	53,6
Кошение	478,1	364,3	42,6	885,0	36,7
Транспортировка	108,4	105,1	21,7	235,2	9,7
Итого: МДж/га	854,5	1425,0	132,8	2412,3	-
%	35,4	59,1	5,5	-	100
Кострец					
Основная обработка почвы	268,0	955,6	68,5	1292,1	49,92
Кошение	478,1	475,6	42,6	996,3	38,49
Транспортировка	136,9	141,5	21,7	300,1	11,39
Итого: МДж/га	883,0	1572,7	132,8	2588,5	-
%	34,1	60,8	5,1	-	100
Пырей					
Основная обработка почвы	268,0	955,6	68,5	1292,1	47,1
Кошение	478,1	572,6	42,6	1093,3	39,9
Транспортировка	165,0	170,5	21,7	357,2	13,0
Итого: МДж/га	911,1	1698,7	132,8	2742,6	-
%	33,2	61,9	4,9	-	100

Затраты энергии при уборке зеленой массы испытуемых культур представлены в табл. 17. Учет, которых обуславливается и технологическими операциями возделывания культур. Мы видим, что основная доля энергетических затрат ложится на обработку почвы, у житняка в совокупности затрачивалось 1292,1 МДж/га или 53,6% антропогенной энергии, а на уборочный цикл 1120,2 МДж/га или 46,4% из них 36,7% на кошение и 9,7% транспортировку. У костра и пырея затраты энергии на основную обработку почвы были такими же как у житняка, однако в связи с более высокой урожайностью этих культур, этот показатель в совокупности составил – 49,9 и

47,1%. В связи с этим, на уборочный цикл костра и пырея затрачивалось – 1296,4 и 1450,5 МДж/га, где 38,5 и 39,9% составляло кошение и 11,6; 13,0% транспортировка.

В целом затраты совокупной энергии на уборку зеленой массы костра составили – 2588 МДж/га и пырея – 2742,6 МДж/га или выше, чем у житняка – на 7,3 и 13,7%. Что касается распределения энергозатрат на технику и горюче-смазочные материалы из таблицы 18 следует, что урожайность культур, оказывает влияние на удельный вес по их распределению.

Так, при меньшем выходе зеленой массы с единицы площади, меньше тратилось энергии на горюче-смазочные материалы и соответственно на технику и наоборот.

При уборке зеленой массы житняка эти показатели составили 35,4 и 59,1%, костра – 33,0 и 61,8% и пырея – 32,2 и 62,9%.

Затраты труда по сравнению с посевом повысились до 4,9-5,5% в пользу более урожайных культур.

Имея различную урожайность, неодинаковые затраты на производство и различную энергетическую ценность урожая, испытываемые культуры обладали различными коэффициентами.

Различный выход сухого вещества и содержание обменной энергии в нем (9,43 и 9,70 МДж) повлияли на энергетическую ценность урожая, который был выше у костра и пырея в сравнении с житняком – на 23,0 и 30,7%.

Наиболее важные показатели при расчете биоэнергетической эффективности – приращение энергии на 1 га посева и биоэнергетический коэффициент. В наших результатах получено приращение энергии равное у житняка – 9890,0; костра – 12090,0 и пырея – 13330 МДж/га, а энергетический коэффициент составил 3,75; 3,68; 4,10% соответственно (табл.32).

Полученные цифры показывают эффективность выращивания многолетних злаковых трав в условиях Южного Урала. Их небольшая относительная величина свидетельствует о резервах за счет роста урожайности и сокращения затрат совокупной энергии на возделывание.

Таблица 18

Оценка агроэнергетической эффективности выращивания зеленой массы
(на 3 год произрастания)

Показатель	Житняк	Костер	Пырей
Урожайность, кг/га: сухого вещества	1430,9	1759,0	1817,4
Энергетическая ценность 1 кг СВ, МДж	9,43	9,45	9,70
Затраты энергии на производство, ГДж/га	3,6	4,5	4,3
Энергетическая ценность урожая, ГДж/га	13,49	16,59	17,63
Агроэнергетический коэффициент, %	3,75	3,68	4,10

При анализе полученных результатов по технологическим операциям и статьям расхода ресурсов, выявлены наиболее энергоемкие элементы (ГСМ,

машины и оборудования, семена), что позволяет более целенаправленно разрабатывать пути их снижения.

Для этого можно использовать комплексные энергонасыщенные почвообрабатывающие и посевные агрегаты, применять более эффективные почвенные гербициды и т.д.

Агроэнергетическая оценка производства сена

Для технического оснащения процессов заготовки сена необходимо совершенствовать технологию его приготовления с целью повышения качества, снижения потерь и затрат труда. Успешное проведение сеноуборочных работ зависит от рационального использования техники в хозяйствах, которые определяются своевременным и правильным решением организационных вопросов (М.А.Смурыгин и др., 1986; В.Р.Лесницкий, 1988).

Оценка сравниваемых культур при заготовке из них сена проводилась на основании расчетов затрат на производство и выхода сухого вещества.

В данном случае затраты энергии на заготовку сена складывались из затрат энергии на посев и обработку почвы на второй год жизни растений и собственно заготовки.

Технология приготовления сена несколько отличалась от уборки культур на зеленый корм, хотя затраты на посев и выращивание оставались неизменными (табл.19, прил. 5).

Таблица 19

Затраты совокупной энергии на заготовку сена из многолетних злаковых трав, МДж/га

Период работы	С/х машины и оборудование	Г С М	Живой труд	Итого	
				МДж/га	%
Житняк					
Основная обработка почвы	268,0	955,6	68,5	1292,1	37,5
Уборка	1100,1	891,6	159,5	2151,2	62,5
Итого: МДж/га	1368,1	1847,2	228,0	3443,3	-
%	39,7	53,6	6,6	-	100
Кострец					
Основная обработка почвы	301,8	1103,4	80,4	1485,6	38,4
Уборка	1250,1	946,3	190,0	2386,4	61,6
Итого: МДж/га	1551,9	2049,7	270,4	3872,0	-
%	40,1	52,9	7,0	-	100
Пырей					
Основная обработка почвы	301,8	1103,4	80,4	1485,6	36,3
Уборка	1343,1	1050,1	214,7	2607,9	63,7
Итого: МДж/га	1644,9	2153,5	295,1	4093,5	-
%	40,2	52,6	7,2	-	100

Так, в сеноуборочные работы входило: кошение в валки (37,1-45,0%), подбор валков (15,8-16,9%), отвоз сена (32,9-36,0%) и скирдование (6,3-7,3%). Общие затраты на заготовку сена (без учета посева) составили у житняка – 3443,3; костреца – 3872,0 и пырея – 4093,5 МДж/га, что соответственно на 1031,0; 1090,0 и 1157,4 МДж, или почти на 25,0% больше, чем при заготовке зеленой массы.

Анализ данных табл. 33 показывает, что наибольший удельный вес в структуре энергозатрат при производстве сена испытываемых культур занимали, как и при заготовке зеленой массы, горюче-смазочные материалы (52,6-53,6%) и машины с оборудованием (39,7-40,2%), на долю затрат труда приходилось в среднем 7,0%.

Таким образом, в целом, на производство сена затрачивается на 25,0% больше, чем при заготовке зеленой массы из этих культур, это связано с увеличением количества технологических операций.

В год проведения исследований затраты на весь цикл работ составили для житняка, костреца и пырея 4,6; 5,8 и 5,6 ГДж соответственно (табл. 20).

Таблица 20

Оценка агроэнергетической эффективности полевой сушки злаковых трав

Показатель	Житняк	Кострец	Пырей
Урожайность сухого вещества (кг/га)	1215,0	1707,8	2009,0
Энергетическая ценность 1 кг СВ (МДж)	67,67	8,03	8,01
Затраты энергии на производство (ГДж/га)	4,6	5,8	5,6
Энергетическая ценность урожая (ГДж/га)	9,6	13,7	16,1
Агроэнергетический коэффициент (%)	2,1	2,4	2,9

Исходя из выхода обменной энергии, нами был определен коэффициент возврата затрат энергии. Он был максимальным у сена пырейного, убранный в оптимальную фазу – 2,9%, что на 0,8 и 0,5% больше, чем у житняка и костреца в аналогичную фазу их развития.

Таким образом, в условиях Оренбургской области, сено пырейное является менее энергоемким, чем аналогичный корм из житняка и костреца.

Приложение 1

Расчет затрат совокупной энергии на производство зеленой массы многолетних злаковых трав

Технологическая операция	Ед. измер.	Объем работ	Состав агрегата	Норма выработки	Кол-во норм смен в объеме работы	Затраты ГСМ		Электророзне ргия	Затраты труда, МДж/га	Затраты на механизмы и орудия, МДж/кг		Всего, МДж/га
						кг/га	МДж/га			С/х машины	тракторы	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Житняк												
1. Осенние работы												
Лушение стерни	га	100	ДТ-75 ЛДГ-10	42,3	2,4	2,8	147,8	-	10,2	24,9	79,0	261,9
Вспашка зяби	га	100	ДТ-75 ППН-4-35	7,3	13,7	15,3	807,8	-	58,3	142,3	21,8	1030,2
2. Предпосевная обработка почвы												
Снегозадержание	га	100	СВУ-2,5 Дт-75	14,0	7,1	5,0	264,0	-	30,2	73,8	57,2	425,1
Боронование в 2 следа	га	200	Дт-75, БЗСС-1	50,0	4,0	1,1	58,1	-	8,5	20,8	1,5	88,9
Прикатывание до и после	га	200	ДТ-75, ЗКК-6	70,0	2,8	1,0	52,8	-	6,0	14,5	110,0	183,3
3. Посев семян												
Смешивание семян	т	44	ЗП-40	27,0	1,6	-	-	11,52	7,9	-	6,8	26,2
Погрузка семян	т	11	ЗП-40	27,0	0,4	-	-	2,88	2,0	-	17,0	6,6
Подвоз семян на 15 км	т	11	ГАЗ-53				180,0	1569,6	4,3	-	-	1574,0

Продолжение приложения 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Загрузка семян	т	11	вручную									
Посев	га	100	ДТ-75	35	2,8	3,0	158,4		14,7	29,1	267,4	6,3
4. Кошение и транспортировка												
Кошение зеленой массы житняка	га	100	КПР-1,5	26,0	0,77	6,9	364,3		42,6	478,1	-	885,0
Транспортировка зеленой массы житняка	ц	467,0	МТЗ-80, 1ПТС-9	9,8	1,0	4,4	108,4		21,7	28,7	76,4	235,2
Костер												
1. Осенние работы												
Дискование зер. в 2 раза	га	200	ДТ-75, БЗТС-1	36,0	5,6	2,8	147,8	-	11,9	29,0	0,8	189,6
Безотвальное рыхление	га	100	ДТ-75, ПН-4-35	7,3	13,7	15,3	807,8	-	58,3	142,3	21,8	1030,2
Дискование зяби от сорняков	га	100	ДТ-75, ВД-10	42,3	2,4	2,8	147,8	-	10,2	58,2	49,7	265,9
2. Предпосевная обработка почвы												
Снегозадержание	га	100	СВУ-2,5 Дт-75	14,0	7,1	5,0	264,0	-	30,2	73,8	57,2	425,2
Боронование в 2 следа	га	200	Дт-75, БЗСС-1	50,0	4,0	1,1	58,1	-	8,5	20,8	1,5	88,9
Прикатывание до и после	га	200	ДТ-75	70,0	2,8	1,0	52,8	-	6,0	14,5	110,0	183,3
3. Посев семян												
Смешивание семян	т	36	ЗП-40	27,0	1,3			11,52	11,1		5,5	28,1
Погрузка семян	т	9	ЗП-40	27,0	0,3			2,88	2,6		1,3	6,8
Подвоз семян на 15 км	т	9	ГАЗ-53				1569,6		4,22			1573,8

Продолжение приложения 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Загрузка семян	т	9	вручную									5,3
Посев	га	100	ДТ-75 СЗ-36	35,0	2,8	3,0	158,4		14,7	29,1	267,4	472,6
4. Кошение и транспортировка												
Кошение зеленой массы ковра	га	100	КПР-1,5	26,0	0,77	6,9	475,0		42,6	478,1	-	995,7
Транспортировка зеленой массы ковра	ц	609,0	МТЗ-80, 1ПТС-9	9,8	1,0	4,4	141,5		21,7	37,4	99,5	300,1
Пырей												
1. Осенние работы												
Лушение стерни	га	100	ДТ-75 ЛДГ-10	42,3	2,4	2,8	147,8		10,2	24,9	79,0	261,9
Вспашка зяби	га	100	ДТ-75 ППН-4-35	7,3	13,7	15,3	807,8		58,3	142,3	21,8	1030,2
2. Предпосевная обработка почвы												
Снегозадержание	га	100	СВУ-2,5 Дт-75	14,0	7,1	5,0	264,0	-	30,2	73,8	57,2	425,2
Боронование в 2 следа	га	200	Дт-75, БЗСС-1	50,0	4,0	1,1	58,1	-	8,5	20,8	1,5	88,9
Прикатывание до и после	га	200	ДТ-75	70,0	2,8	1,0	52,8	-	6,0	14,5	110,0	183,3
3. Посев семян												
Смешивание семян	т	36	ЗП-40	27,0					11,52	11,1	5,5	28,1
Погрузка семян	т	9	ЗП-40	27,0					2,88	2,6	1,3	6,8
Подвоз семян на 15 км	т	9	ГАЗ-53									

Продолжение приложения 13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Загрузка семян	т	9	вручную									5,3
Посев	га	100	ДТ-75 СЗ-36	35,0	2,8	3,0	3,0	158,4	14,7	29,1	267,4	472,6
4. Кошение и транспортировка												
Кошение зеленой массы пырея	га	100	КПР-1,5	26,0	0,77	6,9	572,6		42,6	478,1	-	1093,0
Транспортировка зеленой массы пырея	ц	4,0	МТЗ-80, 1ПТС-9	9,8	1,0	4,4	170,5		21,7	45,0	120,0	357,0

Технологическая операция	Ед. измер.	Объем работ	Состав агрегата	Норма выработки	Кол-во часов на 1 га	Затраты ГСМ		Затраты труда, МДж/га	Затраты на механизмы и орудия, МДж/кг		Всего, МДж/га
						кг/га	МДж/га		тракторы	с/х машины	
Житняк											
Кошение в валки	га	1	СК-5, ЖВН-0	2,71	0,37	2,8	200,6	26,4	660,8	80,3	968,1
Подбор валков	кг	1580	СК-5 «Ветерок»	18,6	0,05	4,7	248,0	3,1	90,0	-	341,1
Отвод сена	кг	1580	2ПТС-4М, МТЗ-80	0,64	1,56	7,3	385,0	95,0	134,0	53,1	707,0
Скирдование	кг	1580	МТЗ-80, ПУ-0,5	371	0,27	1,1	58,0	95,0	23,2	18,65	135,0
Итого:							891,6	159,5	908,0	192,05	2151,2
Кострец											
Кошение в валки	га	1	СК-5, ЖВН-0	2,71	0,37	2,8	200,6	26,4	660,8	80,3	968,1
Подбор валков	кг	2030	СК-5 «Ветерок»	15,30	0,07	5,2	255,0	4,3	125,1	-	404,4
Отвод сена	кг	2030	2ПТС-4М, МТЗ-80	0,43	2,33	8,0	410,6	141,7	200,4	137,5	901,6
Скирдование	кг	2030	МТЗ-80, ПУ-0,5	3,49	0,30	1,9	801,0	17,6	25,0	21,0	173,6
Итого:							946,3	190,0	1011,3	238,8	2336,4
Пырей											
Кошение в валки	га	1	СК-5, ЖВН-0	2,71	0,37	2,8	200,6	26,4	660,8	80,3	968,1
Подбор валков	кг	2450	СК-5 «Ветерок»	18,6	0,05	4,7	280,5	5,3	158,1	-	412,7
Отвод сена	кг	2450	2ПТС-4М, МТЗ-80	0,64	1,56	7,3	450,0	151,0	260,4	137,5	339,2
Скирдование	кг	2450	МТЗ-80, ПУ-0,5	3,5	0,29	1,9	119,0	32,0	25,0	21,0	184,6
Итого:							1050,1	214,7	1104,3	238,8	2607,9

**Утямишев И. И.
Левахин Г.И.
Резниченко В.Г.**

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ ЗЛАКОВЫХ
КУЛЬТУР В СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЕ
ЮЖНОГО УРАЛА
(рекомендации)**

Компьютерный набор осуществлён с помощью текстового
процессора Microsoft Word 2003 for Windows.
Формат бумаги 60x84/16. Бумага типографская.
Печать офсетная. Гарнитура Times New Roman.
Усл. печ. л. 2,1. Тираж 100 экз. Заказ № 1.
Подписано в печать 07.02.2005 г. Дата выхода в свет 18.02.2005 г.

**Редакция, издатель, типография – ВНИИМС
г. Оренбург, ул. 9-го Января, д. 29**