

## ЭНЕРГОСОДЕРЖАНИЕ И ЭНЕРГОПРОДУКТИВНОСТЬ КОРМОВ ИЗ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

**Л. П. Байкалова**, доктор сельскохозяйственных наук  
**А. Б. Карвель**

*ФГБОУ ВО «Красноярский ГАУ», г. Красноярск, Россия,  
kos.69@mail.ru*

*На основе данных полевых опытов и лабораторных анализов сделана оценка энергосодержания и энергопродуктивности кормов из ярового ячменя при одноукосном и двуукосном использовании в Красноярском крае. Энергосодержание зерна в зависимости от способа использования отличается незначительно. Лучшим по энергосодержанию является сорт Оленек: при одном укосе в его зерне содержалось 14,02 МДж/кг, при двух укосах в сухом веществе зеленой массы — 12,37 МДж/кг, в зерне — 13,66 МДж/кг. Обнаружен значительный вклад двуукосного использования в рост энергопродуктивности ячменя. Выявлены сорта ячменя, превышающие при двух укосах по энергопродуктивности один укос: Сымбат (71,64 ГДж/га), Такмак (63,72 ГДж/га) и Емеля (59,71 ГДж/га). Энергопродуктивность этих сортов составляла 125,6, 158,6 и 126,3 % к одному укосу соответственно. Установлено влияние сорта, года и способа использования на энергопродуктивность ячменя. Большой вклад в рост энергопродуктивности оказал укос — 32,6 %, сорт — 19,9 % и взаимодействие факторов «сорт × год» — 15,3 %.*

**Ключевые слова:** сорта ячменя, энергосодержание, энергопродуктивность, один укос, два укоса.

Состояние кормопроизводства определяет эффективность производства животноводческой продукции. В структуре затрат на производство животноводческой продукции расходы на корма составляют до двух третей от общего объема. Сокращение затрат на корма в 2 раза повысит рентабельность молочного скотоводства и в 1,5 раза — мясного скотоводства. Основой рациона животных являются растительные корма. Важная роль в структуре кормового рациона принадлежит ячменю [2].

Зеленую массу ячменя используют на корм, сено, сенаж, травяную муку, для приготовления концентратов в виде брикетов и гранул. В 1 кг зеленой массы содержится 0,17–0,18 корм. ед., 20–22 г переваримого протеина, 30–40 мг каротина. Белок зерна ячменя сбалансирован по лизину, метионину и триптофану. По полноценности протеина, поедаемости, продуктивному действию на организм животного зерно ячменя превосходит зерно пшеницы. Зерно ячменя является прекрасным кон-

центрированным кормом, отличающимся повышенной энергетической ценностью [1].

В России на долю ячменя приходится четверть от валового сбора зерна [4]. В Сибири 60 % пашни занято под кормовыми культурами, 2/3 собираемого зерна идет на кормовые цели [5; 7]. В этой связи мы считаем, что резервом увеличения продуктивности ярового ячменя является двуукосное использование [3]. Двуукосное использование сортов ячменя в Сибири остается не изученным.

**Цель исследования** — оценить энергосодержание и энергопродуктивность кормов из ярового ячменя при различных способах использования.

Исследования проводились в 2020 и 2021 гг. на опытном поле кафедры растениеводства в УНПЦ «Борский» Сухобузимского района Красноярского края. Почва опытного участка представлена выщелоченным черноземом. Площадь каждого варианта опыта — 56–112 м<sup>2</sup>, способ посева рядовой, сеялкой ССНП-1,6.

Технология возделывания в опыте — зональная, общепринятая. Предшественником служил занятый пар. Коэффициент высева — 5,0 млн всхожих зерен/га. Двуукосное использование представляет собой скашивание зеленой массы ячменя в фазу выхода в трубку, а после их отрастания и формирования урожая зерна — его уборку. Урожайность зеленой массы определяли сплошным способом, взвешиванием всей массы с учетной площади делянки. Учет урожая зерна проводили прямым комбайнированием в фазу восковой – полной спелости. Повторность четырехкратная. Одноукосное использование — это технология возделывания ячменя на зерно. Учеты, наблюдения, расчет продуктивности проводились согласно методике ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса [9]. Статистическая обработка результатов проведена по методике Б. А. Доспехова [6] методом однофакторного и двухфакторного дисперсионного анализа. Качественный анализ зерна проводился в научно-исследовательском испытательном центре по контролю качества сельскохозяйственного сырья Красноярского ГАУ по общепринятым методикам зоотехнического анализа кормов.

Исследовали сорта ячменя, включенные в перечень селекционных достижений, допущенных к использованию по Красноярскому краю и перспективные для использования: Биом, Уватский, Жихарь, Емеля, Красноярский 91, Ача, Такмак, Оленек, Соболек, Сымбат (Казахский НИИ земледелия и растениеводства), Жан (Казахский НИИ земледелия и растениеводства) и НИНС-1 или Славный (НИИСХ Северного Зауралья). В качестве контроля брали одноукосное использование и сорт Биом.

Погодные условия вегетационных периодов в годы проведения исследований характеризовались повышенными температурами, значительными колебаниями относительной влажности воздуха и неравномерностью распределения осадков. Оценка погодных условий по гидро-термическому коэффициенту показала, что избыточно увлажненным был 2020 г., недостаточно увлажненным — 2021 г. Сумма температур воздуха периода вегетации в 2020 г. составляла 2299 °С, в 2021 г. — 2232 °С при норме 1998 °С. Сумма осадков вегетационного периода 2020 г. была 378 мм, 2021 г. — 228 мм, при среднем многолетнем значении 247 мм.

Энергосодержание зависело от числа укосов, погодных условий периода вегетации, сорта и вида корма. Более высокое энергосодержание было в зерне, отличаясь незначительно в зависимости от способа использования. Так, в среднем по сортам при одноукосном использовании оно составляло 13,94 МДж/кг, при двуукосном — 13,57 МДж/кг. В сухом веществе зеленой массы среднее содержание энергии было ниже и составляло 12,17 МДж/кг (табл. 1).

**1. Содержание обменной энергии в зеленой массе и зерне сортов ярового ячменя при различных способах использования, МДж/кг, 2020, 2021 гг.**

Сорт	Один укос	Два укоса	
	зерно	зеленая масса	зерно
Биом, контроль	14,09	12,36	13,61
Уватский	13,90	12,12	13,38
Жихарь	13,91	12,08	13,63
Емеля	13,95	12,31	13,48
Красноярский 91	13,82	12,04	13,51
Ача	14,10	12,40	13,57
Такмак	13,89	11,74	13,56
Оленек	14,02	12,37	13,66
Сымбат	13,82	12,17	13,55
Жан	14,02	12,28	13,55
НИНС-1	13,79	12,04	13,83
Соболек	13,97	12,08	13,47

Высоким содержанием энергии в зерне и зеленой массе при обоих способах использования отличались сорта Оленек и Биом. Выделился по этому показателю сорт Ача — 14,1 МДж/кг зерна при одноукосном использовании, 12,4 МДж/кг сухого вещества зеленой массы при двуукосном использовании. При двуукосном использовании высоким энергосодержанием зерна обладали НИНС-1 — 13,83 МДж/кг и Жихарь — 13,63 МДж/кг. Для обеспечения полноценного кормления объемистые корма должны иметь энергетическую питательность не менее

10 МДж/кг (Косолапов В. М., Трофимов И. А., 2013). Все варианты нашего опыта имели более высокую энергетическую питательность от 11,74 МДж/кг в зеленой массе сорта Такмак до 14,1 МДж/кг в зерне сорта Ача при одноукосном использовании (табл. 1).

Энергопродуктивность зависела от урожайности зерна, сбора сухого вещества с зеленой массы, сорта и способа использования. При одноукосном использовании достоверно превосходили контроль сорт Биом по энергопродуктивности сорта Уватский, Красноярский 91, Ача, Жан и НИНС-1.

Более высокую в сравнении с контролем энергопродуктивность зеленой массы показали сорта Красноярский 91, Такмак и Сымбат. Энергопродуктивность зеленой массы у этих сортов превышала контроль на 1,03 ГДж/га, 1,13 и 0,66 ГДж/га. Сорта ячменя показали различную реакцию на формирование урожайности зерна после скашивания зеленой массы, что отразилось на энергопродуктивности. При двуукосном использовании превосходили контроль по рассматриваемому показателю шесть сортов: Емеля, Красноярский 91, Ача, Такмак, Сымбат и Жан (табл. 2).

## 2. Энергопродуктивность сортов ярового ячменя при различных способах использования, ГДж/га, 2020, 2021 гг.

Сорт	Один укос, зерно	Два укоса		
		зеленая масса	зерно	сумма
Биом, контроль	57,09	9,13	42,15	51,28
Уватский	75,42	7,77	37,21	44,98
Жихарь	43,52	6,98	28,32	35,3
Емеля	47,28	7,77	51,94	59,71
Красноярский 91	64,81	10,16	50,36	60,52
Ача	96,39	7,67	58,55	66,22
Такмак	40,17	10,26	53,46	63,72
Оленек	44,16	7,39	35,08	42,47
Сымбат	57,06	9,79	61,85	71,64
Жан	64,14	5,82	44,65	50,47
НИНС-1	75,51	6,50	36,11	42,61
Соболек	58,25	9,30	23,38	32,68
НСР <sub>05</sub> А сорт	2,18	0,50	1,58	1,58
НСР <sub>05</sub> Б год	0,89	0,20	0,65	0,64
НСР <sub>05</sub> А × Б	3,08	0,71	0,24	2,23

Все исследуемые сорта формировали второй урожай в виде зерна при двуукосном использовании, однако в среднем энергопродуктивность при двух укосах была ниже, чем при одном. Энергопродуктивность при двух укосах характеризует способность растений к регенера-

ции, дальнейшему росту и формированию урожайности. По сумме зеленой массы и зерна энергопродуктивность сортов Емеля, Такмак и Сымбат превосходила энергопродуктивность зерна одного укоса на 12,43 ГДж/га, 23,55 и 14,58 ГДж/га.

### 3. Результаты дисперсионного анализа энергопродуктивности сортов ячменя в многофакторном опыте

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F(ф)	F <sub>05</sub>	Доля фактора, %
Общая	69177,5	191	362,2	—	—	—
Фактор А (сорт)	17155,8	11	1559,6	25,6	1,92	19,9
Фактор В (год)	99,13	1	99,1	1,6	3,94	0,5
Фактор С (укос)	2675,9	1	2675,9	44,0	3,94	32,6
Взаимодействие:						
(А × В)	14457,6	11	1314,3	21,6	1,92	15,3
(А × С)	14123,1	11	1283,9	21,1	1,92	14,9
(В × С)	390,3	1	390,3	6,4	3,94	4,0
(А × В × С)	11516,2	11	1046,9	17,2	1,92	12
Остаток (случайные факторы)	8759,4	144	60,8	—	—	0,8

Многофакторный дисперсионный анализ позволил установить, что основное влияние на энергопродуктивность оказывал фактор «укос» — 32,6 %, далее следует фактор «сорт» — 19,9 % и взаимодействие факторов «сорт × год» — 15,4 %, «сорт × укос» — 14,9 %, «сорт × год × укос» — 12 %. Доля влияния фактора «год × укос» составила 4 % (табл. 3).

Оценка сортов энергопродуктивности ярового ячменя в среднем по двум укосам показала, что контроль Биом превосходили сорта Ача (на 20,8 ГДж/га), Сымбат (на 10,2), Красноярский 91 (на 8,5) и Уватский (на 6,0 ГДж/га). Достоверных различий энергопродуктивности по фактору «год» не выявлено, по фактору «укос» в среднем по исследуемым сортам энергопродуктивность при двуукосном использовании была ниже, чем при одноукосном на 7,5 ГДж/га (табл. 4).

**Заключение.** Таким образом, энергетическая питательность кормов из ярового ячменя при одноукосном и двуукосном использовании превышает 10 МДж/кг, что позволяет обеспечить физиологически и экономически обоснованное питание животных. Лучшим по энергосодержанию был сорт Оленек: при одном укосе в его зерне было 14,02 МДж/кг, при двух укосах в сухом веществе зеленой массы — 12,37 МДж/кг, в зерне — 13,66 МДж/кг. Энергосодержание зерна в зависимости от способа использования отличалось незначительно.

**4. Анализ средних величин энергопродуктивности ячменя по результатам многофакторного дисперсионного анализа, ГДж/га**

Вариант	Число дат	Энергопродуктивность	Разница	Достоверность НСР <sub>05</sub>
<b>Фактор А (сорт)</b>				
Биом, контроль	16	54,2	контроль	5,5
Уватский	16	60,2	6,0	да
Жихарь	16	39,4	-14,8	да
Емеля	16	53,5	-0,7	нет
Красноярский 91	16	62,7	8,5	да
Ача	16	75,0	20,8	да
Такмак	16	51,9	-2,2	нет
Оленек	16	43,3	-10,9	да
Сымбат	16	64,4	10,2	да
Жан	16	57,3	3,1	нет
НИНС-1	16	59,1	4,9	нет
Соболек	16	45,5	-8,7	да
<b>Фактор Б (год)</b>				
2020 г	96	54,8	контроль	2,2
2021 г	96	56,2	1,4	нет
<b>Фактор С (способ использования)</b>				
Один укос	96	59,3	контроль	2,2
Два укоса	96	51,8	-7,5	да

Обнаружен значительный вклад двуукосного использования в рост энергопродуктивности ячменя. Выявлены сорта ячменя, превышающие при двух укосах по энергопродуктивности один укос: Сымбат (71,64 ГДж/га), Такмак (63,72) и Емеля (59,71 ГДж/га). Энергопродуктивность этих сортов составляла 125,6, 158,6 и 126,3 % к одному укосу соответственно. Энергопродуктивность при двуукосном использовании была от 56,1 % у сорта Соболек до 158,6 % у сорта Такмак к одноукосному использованию.

Получены данные, подтверждающие значительное влияние сорта, года и способа использования на энергопродуктивность ячменя. Многофакторный дисперсионный анализ позволил установить, что больший вклад в рост энергопродуктивности оказали укос — 32,6 %, сорт — 19,9 % и взаимодействие факторов «сорт × год» — 15,3 %. В среднем по двум укосам максимальную энергопродуктивность показали сорта Ача — 75 ГДж/га, Сымбат — 64,4 ГДж/га и Красноярский 91 — 62,7 ГДж/га.

## Литература

1. Байкалова Л. П., Серебренников Ю. И., Янова М. А. Яровой ячмень в Восточной Сибири : монография. – Красноярск, 2014. – 372 с.
2. Пути интенсификации кормопроизводства в Красноярском крае / Л. П. Байкалова, Ю. Ф. Едимейчев, В. А. Колесников, А. И. Машанов // Вестник КрасГАУ. – 2018. – № 5. – С. 102–108.
3. Байкалова Л. П., Карвель А. Б. Влияние способа использования на урожайность и элементы структуры урожая овса в Красноярском крае // Вестник ИрГСХА. – 2021. – № 5(106). – С. 17–28.
4. Бугаев П. Д., Абдельхамид С. Э. Агротехнические приемы повышения урожайности и качества зерна ярового ячменя // Кормопроизводство. – 2019. – № 7. – С. 28–33.
5. Дмитриев В. И., Костомаров В. Н. Влияние сортов кормового направления на продуктивность и питательность агроценозов при возделывании на сенаж // Кормопроизводство. – 2019. – № 1. – С. 31–33.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 6-е, перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 2011. – 351 с.
7. Кашеваров Н. И., Резников В. Ф. Сибирское кормопроизводство в цифрах. – Новосибирск, 2004. – 140 с.
8. Косолапов В. М., Трофимов И. А. Состояние и перспективы развития кормопроизводства России в XXI веке // Современное состояние и стратегия развития кормопроизводства в XXI веке : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2013. – С. 14–25.
9. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / Ю. К. Новоселов [и др.]. / ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса. – М., 1987. – 197 с.

### ENERGY CONTENT AND ENERGY PRODUCTIVITY OF SPRING BARLEY FEED IN VARIOUS WAYS OF USE

L. P. Baykalova, A. B. Karvel

*Based on the data of field experiments and laboratory analyses, an assessment of the energy content and energy productivity of spring barley feed for single- and double-axis use in the Krasnoyarsk Territory was made. The energy content of grain does not differ significantly depending on the method of use. The best in terms of energy content is the Olenek variety: with one mowing in its grain it was 14.02 MJ/kg, with two mowing in dry matter of green mass 12.37 MJ/kg, in grain — 13.66 MJ/kg. A significant contribution of two-axis use to the growth of energy productivity of barley was found. Barley varieties were identified that exceed one mowing in terms of energy productivity with two mowing: Symbat 71.64 GJ/ha, Takmak 63.72 GJ/ha and Emelya 59.71 GJ/ha. The energy productivity of these varieties was 125.6%, 158.6% and 126.3% per mowing, respectively. The influence of the variety, year and method of use on the energy productivity of barley has been established. A greater contribution to the growth of energy productivity was provided by a slope of 32.6%, a variety of 19.9% and the interaction of factors "grade × year" of 15.3%.*

**Keywords:** *barley varieties, energy content, energy productivity, one slope, two mowing.*