

**ПРОСО В АДАПТИВНОМ КОРМОВОМ СЕВООБОРОТЕ В  
УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ**  
MILLET IN ADAPTIVE FEED CROP ROTATION IN CENTRAL YAKUTIA  
CONDITIONS



УДК 631.582.(571.56)

DOI:10.24411/2588-0209-2020-10188

**Максимова Харитина Ивановна**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории кормопроизводства ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова, (677010, Республика Саха (Якутия) г. Якутск Россия, Бестужева-Марлинского 23/1).

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1640-5531>, [tinamaksimova56@mail.ru](mailto:tinamaksimova56@mail.ru)

**Николаева Валентина Семеновна**, младший научный сотрудник лаборатории кормопроизводства ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова, (677010, Республика Саха (Якутия) г. Якутск Россия, Бестужева-Марлинского 23/1). ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7799-8652>

**Maksimova Kharitina Ivanovna**

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Feed Production at Ministry of Education of Russia, Yakut Scientific Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov (677010, Russia, Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Bestuzheva-Marlinskovo, Str. 23/1).

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1640-5531>, [tinamaksimova56@mail.ru](mailto:tinamaksimova56@mail.ru)

**Nikolaeva Valentina Semenovna**, Junior Researcher of the Laboratory of Fodder Production of Ministry of Education and Science of Russia, "Yakut Scientific Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov" (677010, Russia, the Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Bestuzheva-Marlinskovo, Str., 23/1).

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7799-8652>

**Аннотация.** Приведены данные по урожайности, питательности и продуктивности просо посевное сорт «Баганское 88» в звене кормового севооборота. Исследования по продуктивности просо в кормовом севообороте проводились в Приленском агроландшафте на второй надпойменной террасе р. Лена. Центральная Якутия имеет суровый климат, но по запасам тепла, обилию малооблачных солнечных дней, быстрым нарастанием среднесуточных температур весной, высокой активностью солнечной радиации за вегетационный период вполне пригодна для успешного возделывания кормовых культур с относительно короткими вегетационными периодами. Одним из перспективных культур для возделывания на силос является просо посевное. Установлена возможность возделывания новой культуры просо на силос в условиях криолитозоны. По данным исследований продуктивности, выход сухой массы у проса за годы исследований составил в варианте контроля 3,26 т/га, в варианте  $(NPK)_{60}$  – 4,86 т/га и в варианте расчетной дозы удобрения  $(NPK)_{160}$  – 6,10 т/га. Выход обменной энергии 27,42 - 50,94 ГДж/га, кормовых единиц 1,82 - 3,42 т/га, сбор переваримого протеина – 0,35 - 0,75 т/га. Питательность проса отмечается в 1 кг сухого вещества 0,56 кормовых единиц, переваримого протеина 107,17-126,23 г, обменной энергии 8,3-8,4 МДж, валовой энергии 17,5 -17,6 МДж. Обеспеченность 1 кормовой единицы переваримым протеином составляет 189–227г. Применение минеральных удобрений повышает качество кормовой культуры на 15-20%. В силосе из проса содержится в 1 кг сухого вещества – кормовых единиц 0,55; переваримого протеина 39,9 г; обменной энергии -8,21 МДж; валовой энергии 17,3 МДж и переваримого протеина в 1 кормовой единице 72,5 г.

**Abstract.** In this article, the results on yield, nutritional value and productivity studies of sowing millet variety “Baganskoye 88” are provided. This study took place in Prilenskoye agrolandscape, located in the second floodplain terrace in the Lena river. Central Yakutia’s climate is considerably harsh. However, by total of heat storages, abundancy of low overcast days, the rapid increase of temperature during spring and in overall high solar radiation activity during the vegetation period, it is safe to argue that this territory is suitable for the successful cultivation of forage crops with relatively short growing period.

One of the promising crops for silage production is millet cultivation. Prospect of cultivating a new millet culture for silage under the permafrost conditions have been launched. According to productivity studies, the yield of dry weight in millet over the years of research was 3,26 t/ha in the control variant, - 4,86t/ha in the  $(NPK)_{60}$  variant and 6,10t/ha in the estimated fertilizer dose  $(NPK)_{160}$  variant. The yield of exchange energy was 27,42 – 50,94 GJ/ha, feeding units 1,82 – 3,42t/ha, collection of digestible protein – 0,35-0,75t/ha. Nutrition of millet was noted in 1 kg of dry matter 0,56 feed units, digestible protein 107,17-126,23 g, metabolic energy 8,3-8,4 MJ, gross energy 17,5

-17,6 MJ. The supply of 1 feed unit with digestible protein was 189–227g. The usage of mineral fertilizers improved the quality of the feed crop by 15-20%. The silage from millet contained 1 kg of dry matter - feeding units 0.55; digestible protein 39.9 g; exchange energy -8.21 MJ; gross energy 17.3 MJ and digestible protein in 1 feed unit 72.5 g.

**Ключевые слова:** просо посевное, норма высева, минеральное удобрение, зеленая масса, урожайность, продуктивность, питательность, силос.

**Key words:** sowing millet, seeding norm, mineral fertilizer, green mass, yield, productivity, nutritional value, silage.

### Введение

Одной из важнейших проблем агропромышленного комплекса является увеличение производства кормов, улучшение их качества и энергонасыщенности. В решении данной проблемы основным направлением является возделывание нетрадиционных культур, обладающих высокой кормовой продуктивностью, адаптивностью к конкретным природно - климатическим условиям.

В настоящее время из силосных культур основные площади занимают овес и их смеси. В этих условиях включение новых перспективных кормовых культур в звенья кормового севооборота является одним из эффективных средств повышения продуктивности гектара пашни и повышения качества корма.

В условиях севера переход температуры воздуха через 5<sup>0</sup>С (вегетативная весна) начинается в середине мая и заканчивается в середине сентября, редкие заморозки могут отмечаться до половины июня и в конце августа. Продолжительность безморозного периода в долине среднего течения р. Лена составляет 65-100 дней. Средняя температура самого теплого месяца – июля равняется 18-19<sup>0</sup>С, общая сумма активных температур выше 10<sup>0</sup>С в земледельческих районах Центральной Якутии 1400–1600<sup>0</sup>С [1].

Центральная Якутия имеет суровый климат, но по запасам тепла, обилию малооблачных солнечных дней, быстрым нарастанием среднесуточных температур весной, высокой активностью солнечной радиации за вегетационный период вполне пригодна для успешного возделывания кормовых культур с относительно короткими вегетационными периодами [2]. Одним из перспективных культур для возделывания на силос является просо посевное.

Просо (*Panicum miliaceum L.*) – культура универсальная, биологически приспособленная к местным климатическим условиям, теплолюбивое, растение короткого дня. Вегетационный период от 60-70 до 100-120 дней. Характеризуется повышенной сопротивляемостью к засухам. Засухоустойчивость проса определяется не только малым расходом воды, но также и тем, что просо хорошо использует поздние дожди и продолжает ассимилировать при высоких температурах. Отсутствие ранних дождей просо выносит как бы в состоянии анабиоза [3].

Возделывание свето- и теплолюбивых растений в условиях Центральной Якутии обеспечивает рациональное использование почвенно-климатических ресурсов континентального климата Центральной Якутии. При соблюдении агротехнических мероприятий просо обеспечивает высокую урожайность и качество зеленой массы для производства силоса [4].

Таким образом, введение в звенья кормо

### Методика проведения исследований

Опыты по изучению кормовых севооборотов (2015-2018гг.) с использованием районированных и перспективных однолетних кормовых культур на среднесоленых землях с недостаточным увлажнением в Приленском агроландшафте [5] проводились на орошаемом участке «Мойдох» агрофирмы «Немюгю» на второй надпойменной террасе р. Лена.

Схема пятипольного кормового севооборота включает местных, районированных и адаптированных кормовых культур: овес, озимая рожь- озимая рожь, овес 2 срока – викоовсяная смесь – просо – люцерна+пырейник.

Почва исследуемого участка мерзлотная лугово-черноземная солончаковая. Реакция среды щелочная, рН водный - 7,6-8,4; содержание гумуса (по Тюрину) в верхнем горизонте 3,14%, содержание подвижных форм азота (по ионно-селективным методом)  $N_{нитр.}$  - 0,38; подвижных форм фосфора  $P_2O_5$  – 13,4; калия  $K_2O$  высокое – 22,1 мг/100 г (по Эгнеру-Риму).

Варианты минерального удобрения следующие: контроль,  $(NPK)_{60}$  кг/га, расчетная доза-  $(NPK)_{160}$  кг/га. Посев кормовых культур проводился в первой половине июня сеялкой ССНП -16 с междурядьем у проса 30 см, норма высева просо посевное «Баганское 88» – 35 кг/га. Полив проведен дождевальным агрегатом КИ-5 с нормой 250 м<sup>3</sup>/га. Площадь делянок 25 м<sup>2</sup>, повторность трехкратная.

Полевые исследования и агроэнергетические и экономические оценки технологий проведены по методике ВНИИ кормов [6,7]. Расчет доз удобрений на планируемый урожай (200 ц/га) проведен по методике Ф.А.Юдина [8]. Агротехника возделывания кормовых культур общепринятая по Республики Саха (Якутия) [9]. Биохимические анализы проведены на инфракрасном анализаторе SpectraStar модель 2200. Математическая обработка экспериментального материала проводилась по Б.Н. Доспехову [10], на программе SNEDECOR.

#### Результаты и обсуждение

Метеоусловия 2015 г. были засушливыми. За вегетационный период осадков выпало меньше нормы в 2 раза (89,9 мм при норме 159,5 мм), гидротермический коэффициент (ГТК) с мая по август составил 0,51. В 2016 – 2017 г. первая половина вегетационного периода была засушливой, но осадки во второй половине лета отмечались выше нормы, что способствовали формированию урожайности кормовых культур до 7,0- 15,0 т/га. Вегетационный период 2018 г. был благоприятным для роста и развития растений, что способствовали формированию урожая зеленой массы в севообороте до 4,0 -24,5 т/га.

Период всходы – укосная спелость у просо отмечался от 64 – 70 дней. В укосной спелости высота растений у проса посевного «Баганское 88» составляла от 65,8 до 78,0 см (табл.1).

Таблица 1

Динамика нарастания высоты растений, см (2015-2018 гг.).

По- ле	Культура	Вариант удобрений	Кущение- трубкавание		Трубкавание- выметывание		Выметыван. цветение		
			Высота растен	Суточ при- рост	Высота растен.	Суточ при- рост	Высота растен	Суточ при- рост	Высота при уборке
4	Просо	Контр.	31,0	1,9	50,2	0,9	62,5	0,3	65,8
		$(NPK)_{60}$	33,5	2,5	63,2	1,3	71,4	0,2	73,4
		$(NPK)_{160}$	36,6	2,6	67,0	1,5	77,9	0,3	78,0

В среднем за годы исследований урожайность просо составила в варианте контроля – 12,8; в варианте (NPK)<sub>60</sub> – 16,3; (NPK)<sub>160</sub> – 19,5 т/га. Прибавка при внесении минеральных удобрений составила 3,5 – 6,7 т/га зеленой массы (табл. 2).

Таблица 2

## Урожайность просо в севообороте, т/га

Вариант удобрений	Урожайность, т/га				Средняя, т/га	Прибавка, т/га
	2015	2016	2017	2018		
Контроль	15,3	15,0	7,9	13,1	12,8	-
NPK <sub>60</sub>	20,0	17,4	8,3	19,5	16,3	3,5
NPK <sub>160</sub>	19,2	25,2	9,2	24,5	19,5	6,7

 НСР<sub>05</sub> 2,90

По данным зоотехнического анализа питательность проса составляет в 1 кг сухого вещества кормовых единиц 0,56, переваримого протеина 107,17-126,23 г, обменной энергии 8,33-8,41 МДж, валовой энергии 17,55 -17,65 МДж. Обеспеченность 1 кормовой единицы переваримым протеином 189,44 – 227,29 г. (табл. 3). Применение минеральных удобрений повышает качество кормовой культуры на 15-20%.

Таблица 3

## Питательность просо в севообороте

Вариант удобрений	В 1 кг сухого вещества				Обеспеченность 1 к.е. ПП, г
	Корм.ед.	ПП, г.	ОЭ, МДж.	ВЭ, МДж.	
Контроль	0,56	107,17	8,41	17,55	189,44
NPK <sub>60</sub>	0,56	126,23	8,33	17,65	227,29
NPK <sub>160</sub>	0,56	122,60	8,35	17,63	219,56

По данным исследований продуктивности, выход сухой массы у проса за годы исследований составил в варианте контроля 3,26 т/га, в варианте (NPK)<sub>60</sub> – 4,86 т/га и в варианте расчетной дозы удобрения (NPK)<sub>160</sub> – 6,10 т/га. Выход обменной энергии 27,42; 40,48 и 50,94 ГДж/га, кормовых единиц 1,82; 2,72 и 3,42 т/га, сбор переваримого протеина – 0,35; 0,61 и 0,75 т/га соответственно (табл. 4).

Таблица 4

## Продуктивность просо в севообороте, т/га

Вариант удобрений	Зеленая масса	Сухая масса,	Кормовые единицы, тыс./га	Переваримый протеин	Обменная энергия, ГДж/га
Контроль	12,8	3,26	1,82	0,35	27,42
(NPK) <sub>60</sub>	16,3	4,86	2,72	0,61	40,48
(NPK) <sub>160</sub>	19,5	6,10	3,42	0,75	50,94

 НСР<sub>05</sub> 2,90 0,85-1,47 0,67-1,16 1,92-3,32

В силосе из проса содержится в 1 кг сухого вещества – кормовых единиц 0,55; переваримого протеина 39,9 г; обменной энергии -8,21 МДж; валовой энергии 17,3 МДж и переваримого протеина в 1 кормовой единице 72,5 г.

При визуальном определении силос имеет цвет оливковый, запах - слабокислый фруктовый. Структура стеблей, листьев, метелок полностью сохранена. Влажность силоса составляет от 45,2 до 66,6%. По микробиологическим исследованиям силос содержит от 600 до 2000 колоний лактобактерий, отсутствуют условно-патогенные бактерии. В силосе отсутствует масляная кислота, соотношение кислот (уксусная - масляная – молочная) составляет 38-0-62 соответственно, рН -5,0

В севообороте за ротацию у просо вынос основных питательных элементов составляет по азоту – 55,5 – 83,1; по фосфору – 17,8 – 26,7; по калию – 41,4 – 61,6 кг/га (табл.5).

Таблица 5

Вынос питательных веществ (кг/га) в севообороте

Вариант удобрений	Сухое вещество, т/га	Вынос питательных веществ		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль	3,26	55,5	17,8	41,4
(NPK) <sub>60</sub>	4,86	70,2	22,5	50,3
(NPK) <sub>160</sub>	6,10	83,1	26,7	61,6

### Выводы

Таким образом, в условиях Центральной Якутии новую кормовую культуру - просо посевное «Баганское 88» можно включить в звенья кормового севооборота для производства зеленой массы на силос.

### Библиографический список

1. Шашко Д.И. Климатические условия земледелия Центральной Якутии. М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 264 с.
2. Максимова Х.И., Николаева В.С., Сивцева А.Н. Продуктивность новых кормовых культур в условиях Центральной Якутии. – М.: Кормопроизводство, №9, 2014– С. 34-38.
3. Керемов К.Н. Биологические основы растениеводства. М., 1975 – 420
4. Система ведения сельского хозяйства в Республике Саха (Якутия) на период 2016-2020 годы. // Методическое пособие. - Якутский НИИСХ. – Якутск, 2016. – С-186.
5. Иванова, Л.С. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Лено-Амгинского междуречья [Текст] / Л.С. Иванова. – РАСХН Сиб. отд-ние Якут. НИИСХ. - Новосибирск: 2004.- С- 114-115..
6. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами./Россельхозакадемия. – М., 1997. – 154 с.
7. Методическое пособие по агроэнергетической и экономической оценке технологий и систем кормопроизводства. – М., 1995. – 173 с.
8. Юдин Ф.А. Методика агрохимических исследований.- 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1980. – 366 с.
9. Система ведения сельского хозяйства в Республике Саха (Якутия) на период 2016- 2020 годы.// Методическое пособие. – Якутский НИИСХ. – Якутск, 2016.- 415 с.
10. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта/ Б.А. Доспехов, 5 изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

### Bibliograficheski spisok

1. Shashko D.I. Klimaticheskie usloviya zemledeliya Tsentral'noi Yakutii. M.: Izd-vo AN SSSR, 1961. – 264 s.
2. Maksimova Kh.I., Nikolaeva V.S., Sivtseva A.N. Produktivnost' novykh kormovykh kul'tur v usloviyakh Tsentral'noi Yakutii. – M.: Kormoproizvodstvo, №9, 2014. – S. 34-38.
3. Kerefov K.N. Biologicheskie osnovy rastenievodstva. M., 1975 – 420
4. Sistema vedeniya sel'skogo khozyaistva v Respublike Sakha (Yakutiya) na period 2016-2020 gody. // Metodicheskoe posobie. - Yakutskii NIISKh. – Yakutsk, 2016. – S-186.
5. Ivanova, L.S. Adaptivno-landshaftnye sistemy zemledeliya Leno-Amginskogo mezhdurech'ya [Tekst] / L.S. Ivanova. – RASKHN Sib. otd-nie Yakut. NIISKh. - Novosibirsk: 2004.- S- 114-115..
6. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami./Rossel'khozakademiya. – M., 1997. – 154 s.
7. Metodicheskoe posobie po agroehnergeticheskoi i ehkonomicheskoi otsenke tekhnologii i sistem kormoproizvodstva. – M., 1995. – 173 s.
8. Yudin F.A. Metodika agrokhimicheskikh issledovaniy.- 2-e izd., pererab. i dop. – M.: Kolos, 1980. – 366 s.
9. Sistema vedeniya sel'skogo khozyaistva v Respublike Sakha (Yakutiya) na period 2016- 2020 gody.// Metodicheskoe posobie. – Yakutskii NIISKh. – Yakutsk, 2016.- 415 s.
10. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta/ B.A. Dospekhov, 5 izd., pererab. i dop. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.