

Научная статья

Original article

УДК 636.085.52

DOI 10.55186/25876740_2023_7_6_7

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КОРМОВЫЕ КУЛЬТУРЫ В УСЛОВИЯХ
ИЗМЕНЯЮЩЕГО КЛИМАТА КРАЙНЕГО СЕВЕРА**

**PROMISING FODDER CROPS IN THE CHANGING CLIMATE OF THE FAR
NORTH**



Максимова Харитина Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории кормопроизводства и ягодных культур Якутского НИИСХ им. Сафронова - обособленное подразделение Федерального исследовательского центра Сибирского отделения РАН, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1640-5531>, tinamaksimova251156@gmail.com

Сметанина Анна Николаевна, учитель биологии Муниципального агротехнологического образовательного учреждения «Тулагинская средняя школа имени П.И. Кочнева» ОО «Город Якутск», anna1n2maximova@gmail.com

Колесников Николай Васильевич, аспирант, лаборант-исследователь лаборатории кормопроизводства и ягодных культур Якутского НИИСХ им. Сафронова - обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ СО РАН ОРЦИД: <http://orcid.org/0000-0002-5278-3591>, kolesnikov.nikolay24@gmail.com

Maksimova Kharitina Ivanovna, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Forage Production and Berry Crops of the Yakutsk Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov - a separate subdivision

of the Federal Research Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,

ORCID:<http://orcid.org/0000-0003-1640-5531>,

tinamaksimova251156@gmail.com

Smetanina Anna Nikolaevna, biology teacher of the Municipal Agrotechnological Educational Institution "Tulaginskaya Secondary School named after P.I. Kochnev" of the NGO "City of Yakutsk", anna1n2maximova@gmail.com

Kolesnikov Nikolay Vasilievich, postgraduate student, laboratory assistant-researcher of the laboratory of fodder production and berry crops of the Yakut Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov - a separate subdivision of the Federal State Budgetary Scientific Institution FRC SB RAS ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5278-3591>, kolesnikov.nikolay24@gmail.com

Аннотация: Приведены результаты исследования продуктивности и внедрения перспективных сортов кормовых культур в условиях Приленского и Привилукойского агроландшафтов - подсолнечник «Кулундинец», кукуруза «РИК-340», амарант метельчатый «Багряный», просо посевное «Баганская 88», рапс «СибНИИСХ 21», сорго зерновое «Перспективное 51», суданская трава, викоовсяная, горохоовсяная смеси. Полевые опыты проводились в 2009-2014 гг. во второй надпойменной террасе Приленского агроландшафта на уч. «Мойдох» агрофирмы «Немюгю». Технологические мероприятия возделывания кормовых культур проведены по зональной системе земледелия. Нормы высева подсолнечника: 30-40 кг/га, рапса 10-12 кг/га, кукурузы 70 кг/га, просо, сорго 20 кг/га, овса в чистом виде 200 кг/га. в смеси 150 кг/га. Минеральное удобрение внесено как фоновое в дозе (NPK)₆₀ Полив проведен дождевальным агрегатом КИ-5 с нормой 250 м³ 2-3 раза за вегетационный период. Статистическая обработка экспериментальных данных проводится программой пакета СНЕДЕКОР разработки О.Д.Сорокина (СибНИИ СХМ СО РАСХН) и Microsoft Excel 2003. Расчеты по питательности проведены согласно методике ВНИИ кормов (1995г) и современных приборов: инфракрасный анализатор SpectraStar модель 2200. Работа выполнена с использованием оборудования

(Анализатор ИК Spectra Star 2200 на базе ЦКП ФИЦ ЯНЦ СО РАН). По результатам исследований кормовые культуры обеспечивают высокую урожайность зеленой массы и продуктивность. В условиях Приленского агроландшафта урожайность зеленой массы подсолнечника и кукурузы в среднем составила 44,2 т/га, сорго – 19,0, амаранта – 28,1, рапса – 32,6, просо – 21,4 т/га. Овес и овсяно-рапсовая смесь обеспечили соответственно 16,2 и 25,2 т/га. По питательности отмечается содержание в 1 кг сухого вещества переваримого протеина кукурузы (70,7 г), амаранта (202,3 г) и подсолнечника (103,4 г), выход обменной энергии этих культур составляет 8,5-9,3 МДж. Обеспеченность 1 к.е. переваримым протеином у амаранта составляет до 287,0 г. Наибольшая валовая энергия отмечается у амаранта и овсяно- рапсовой смеси -19,0; 19,4 МДж соответственно. Наибольший выход кормовых единиц отмечается у подсолнечника – 0,7 и у амаранта 0,7. Таким образом, перспективные культуры обеспечивают высокую продуктивность и питательность.

Abstract: The results of a study of the productivity and introduction of promising varieties of forage crops in the conditions of the Prilensky and Privilyuisky agricultural landscapes are presented - sunflower "Kulundinets", corn "RIK-340", paniculate amaranth "Bagryany", millet "Baganskaya 88", rapeseed "SibNIISKH 21", grain sorghum "Perspective 51", Sudan grass, vetch and oatmeal mixtures. Field experiments were carried out in 2009-2014. in the second terrace above the floodplain of the Prilensky agricultural landscape on the site. "Moidoh" of the agricultural firm "Nemugyu". Technological measures for cultivating fodder crops were carried out according to the zonal farming system. Seeding rates for sunflower: 30-40 kg/ha, rapeseed 10-12 kg/ha, corn 70 kg/ha, millet, sorghum 20 kg/ha, pure oats 200 kg/ha. in a mixture of 150 kg/ha. Mineral fertilizer was applied as a background fertilizer at a dose of (NPK) 60. Watering was carried out with a KI-5 sprinkler unit at a rate of 250 m³ 2-3 times during the growing season. Statistical processing of experimental data is carried out by the SNEDECOR package program developed by O.D. Sorokin (SibNII SKhM SO RAASKhN) and Microsoft Excel

2003. Calculations of nutritional value were carried out according to the methodology of the All-Russian Research Institute of Feed (1995) and modern instruments: infrared analyzer SpectraStar model 2200. The work was carried out using equipment (IR Analyzer Spectra Star 2200 based on the Shared Use Center of the Federal Research Center YSC SB RAS). According to research results, forage crops provide high yields of green mass and productivity. In the conditions of the Prilensky agricultural landscape, the yield of green mass of sunflower and corn averaged 44.2 t/ha, sorghum - 19.0, amaranth - 28.1, rapeseed - 32.6, millet - 21.4 t/ha. Oats and oat-rapeseed mixture provided 16.2 and 25.2 t/ha, respectively. In terms of nutritional value, 1 kg of dry matter contains digestible protein from corn (70.7 g), amaranth (202.3 g) and sunflower (103.4 g); the metabolic energy yield of these crops is 8.5-9.3 MJ. Security 1 k.u. digestible protein in amaranth is up to 287.0 g. The highest gross energy is observed in amaranth and oat-rapeseed mixture - 19.0; 19.4 MJ respectively. The highest yield of feed units is observed in sunflower - 0.7 and in amaranth - 0.7. Thus, promising crops provide high productivity and nutritional value.

Ключевые слова: урожайность, продуктивность, метеоусловия, агроландшафт, перспективные кормовые культуры, овес, подсолнечник, кукуруза, кормовые единицы, переваримый протеин, обменная энергия.

Key words: yield, productivity, weather conditions, agricultural landscape, promising feed crops, oats, sunflower, corn, feed units, digestible protein, metabolic energy.

Благодарности: Работа выполнена с использованием оборудования ЦКП ФИЦ ЯНЦ СО РАН и по Гранту №13 ЦКП 21.0016

Введение. Якутия в основном входит в пределах двух ландшафтных зон – тайги и тундры, граница между которыми проходит примерно 69°-70° с.ш. По геоструктурному положению территория относится к 3 крупным региональным комплексам – Средняя Сибирь, Восточная Сибирь, Южная Сибирь. Общая

площадь с зоной Арктики составляет 3083,5 тыс. км. На всей территории Якутии, за исключением побережья, климат резко континентальный с очень низкими температурами зимой и высокими летом, с малой облачностью и слабыми ветрами.

В течение года осадки распределяются неравномерно; в холодный период (с ноября по март) выпадает всего 25 – 20 % общего их количества, в теплый (с апреля по октябрь) – 75 – 80% , т.е. в 4 – 5 раз больше. В период активной вегетации растений ($t > 10^{\circ}\text{C}$) выпадает $\frac{1}{3}$ и $\frac{1}{2}$ часть общего количества выпадающих осадков.

Число дней со снежным покровом сохраняется в течение 220 – 250 дней в году. Высота снежного покрова в таежной зоне в среднем составляет 30 – 40 см, на севере – 15 – 20 см.

В адаптивно-ландшафтной системе земледелия ставится задача обеспечить производство альтернативными технологиями, что позволит оптимальные решения в зависимости от складывающихся погодных условий и уровня обеспеченности хозяйства производственными ресурсами. При этом понятие «адаптивная технология» подразумевает высокую экономическую эффективность, экологическую безопасность и обеспечение воспроизводства основных структурообразующих элементов агроландшафтов [1].

В связи с изменением климата (по данным литературных источников среднегодовая температура повысилась на $3\text{--}5^{\circ}\text{C}$, чем среднемноголетний показатель), для полного использования резервов агроклиматических условий Центральной Якутии представляется возможным возделывание новых перспективных сортов кормовых культур по адаптивной технологии, обеспечивающих повышения продуктивности пахотных угодий и улучшения плодородия мерзлотных почв.

В Центральной Якутии сумма активных температур выше 10°C составляет 1400-16000С за вегетационный период [2], также интенсивность ФАР в Центральных районах Якутии составляет за май-август месяцы 1112 МДж/м²

[3], что достаточно для выращивания теплолюбивых и светолюбивых кормовых культур.

В условиях потепления климата интенсивное использование земли с воспроизводством его плодородия и ресурсосберегающие технологии возделывания новых культур в регионе являются основой получения стабильно высоких урожаев и низкозатратной продукции сельского хозяйства.

Таким образом, в настоящее время изучение адаптивных технологий возделывания новых сортов кормовых культур для повышения продуктивности и питательности культур, восполнения плодородия мерзлотных почв в севообороте становится актуальным и является убедительным фотоиндикатором особенностей и возможностей климата Якутии.

Целью исследований является изучение продуктивности перспективных кормовых культур - кукурузы, подсолнечника, амаранта, суданской травы в изменяющихся условиях Крайнего Севера.

Методика. Объектом исследования являются перспективные теплолюбивые и светолюбивые кормовые культуры в звеньях кормового севооборота, производственных посевах в Приленском и Привилуйском агроландшафтах.

Исследования по подбору перспективных культур проводились 2009 – 2014 гг. на участке «Мойдох» агрофирмы «Немюгю» на второй надпойменной террасе р. Лена, продуктивность перспективных культур в звене адаптивного севооборота изучались в 2015 по 2022 г.

Почва опытного участка относится к типу мерзлотных солончаковатых, развиваются в комплексе с мерзлотными лугово-черноземными солонцеватыми почвами, образуя отдельные пятна со скудной растительностью [4].

Реакция среды щелочная рН водный - 7,6-8,4; содержание гумуса в верхнем горизонте 3,14%, содержание подвижных форм азота $N_{\text{нитр.}}$ - 0,38; подвижных форм фосфора P_2O_5 – 13,4; калия K_2O высокое – 22,1 мг/100 г.

Изучались следующие кормовые культуры: Овес «Покровский 9» местной селекции – контроль; перспективные сибирские сорта кормовых культур –

подсолнечник «Кулундинец»; кукуруза «РИК – 340»; Сорго зерновое «Перспективное - 51»; Амарант метельчатый «Багряный»; рапс яровой «СибНИИСХ-21», просо посевное «Баганское 88».

Площадь делянок – 50 кв. м., повторность 3-х кратная.

Технологические мероприятия возделывания кормовых культур проведены по зональной системе земледелия. Посев сорго, рапса проведен сеялкой ССНП-16, кукурузы, амаранта, подсолнечника, просо проведен рядовым и широкорядным способом, с междурядьем 15 и 30 см. Глубина заделки семян у подсолнечника 5-6 см; кукурузы - 4-6 см; сорго-5-6 см; амаранта, рапса -2-3 см; овса 4-5 см.

Нормы высева подсолнечника: 30-40 кг/га, рапса 10-12 кг/га, кукурузы 70 кг/га, просо, сорго 20 кг/га, овса в чистом виде 200 кг/га. в смеси 150 кг/га. Минеральное удобрение внесено как фоновое в дозе (NPK)₆₀ Полив проведен дождевальным агрегатом КИ-5 с нормой 250 м³ 2-3 раза за вегетационный период.

Агротехника возделывания кормовых культур общепринятая по «Системе ведения с/х производства Республики Саха (Якутия) на период до 2015 г.», 2009 г. [5, 6].

Закладка полевого опыта, наблюдения и учеты, математическая обработка экспериментального материала проводились по «Методике полевого опыта» Доспехова, (1985) [7].

Энергетическая ценность корма определяется по «Методические рекомендации по биоэнергетической оценке севооборотов и технологий выращивания кормовых культур» [8].

Агроландшафтные характеристики приведены по Ивановой Л.С., (2018 г.) [9].

Статистическая обработка экспериментальных данных проводится программой пакета СНЕДЕКОР разработки О.Д.Сорокина (СибНИИ СХМ СО РАСХН) и Microsoft Excel 2003

Расчеты по питательности проведены согласно методике ВНИИ кормов (1995г) [10] и современных приборов: инфракрасный анализатор SpectraStar модель 2200. Работа выполнена с использованием оборудования (Анализатор ИК Spectra Star 2200 на базе ЦКП ФИЦ ЯНЦ СО РАН).

Результаты исследований.

Характеристика климата агроландшафтов. Приленский агроландшафт - эрозионно-аккумулятивная равнина с абсолютной высотой 140-170 м отделяется от Чурапчинского агроландшафта уступом 10-20 м. Растениеводство в основном развито на надпойменных террасах р. Лены. Ресурсы тепла и влаги на надпойменных террасах р. Лены следующие: среднегодовая температура воздуха составляет $-10,7^{\circ}\text{C}$. Годовое количество осадков за год составляет 247 мм, при температуре выше 10°C выпадает в среднем 118 мм. Коэффициент увлажнения наименьший – 0,36, т.е. район относится к дефицитному типу увлажнения. Среднегодовое суммы температур выше 5°C ; 10°C ; 15°C соответственно составляют 1688; 1464; 991°C . Начало поспевания почвы для сельскохозяйственных работ на надпойменных террасах приходится на 14-15 мая, оптимальные условия для прорастания семян зерновых наступают 2 июня. Дата устойчивого промерзания почвы приходится на 3-4 октября. Безморозный период в воздухе составляет 88 на поверхности почвы 66 дней (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика агроландшафтов Лено-Амгинского междуречья

Table 1. Characteristics of agrolandscapes of the Lena-Amga interfluvium

Показатели	Агроландшафты			
	Чурап- чинский	Приленс- кий	Татто- Амгинс- кий	Лено- Амгин- ский
1	2	3	4	5
Площадь ландшафтов: млн. га	3,43	0,45	0,43	2,69

в % от общей площади территории	49,0	6,4	6,1	38,5
Ресурсы тепла				
Средняя годовая температура воздуха, в °С	-11,8	-10,7	-11,7	-9,8
Средняя температура июля, в °С	17,8	18,0	17,6	17,2
Средняя температура января, в °С	-44,8	-42,8	-45,2	-39,4
Абсолютный максимум температуры воздуха, в °С	38,0	38,0	38,0	39,0
Абсолютный минимум температуры воздуха, в °С	-66	-66	-66	-65
Число дней с температурой выше: 5°С	123	122	125	122
10°С	95	94	96	90
15°С	55	56	54	48
Сумма средних суточных температур выше:				
5°С	1673	1688	1680	1593
10°С	1458	1464	1460	1355
15°С	950	991	924	822
Средняя продолжительность безморозного периода:				
- на поверхности почвы, дни	74	88	76	65
- в воздухе, дни	53	66	60	48
Вероятность заморозков в воздух с интенсивностью –5°С в первой декаде июня, %	4	2	6	7

Вероятность заморозка в воздухе с интенсивностью -5°C в третьей декаде августа, в %	12	3	13	14
Дата оттаивания почвы весной на 30 см	18. V	11.V	17. V	15.V
Дата начала устойчивого промерзания почвы (пахотного слоя)	1.X	4.X	2.X	5.X
Средняя глубина оттаивания грунта, см: май	64	97	69	45
июнь	145	148	134	102
июль	188	194	178	146
август	204	204	205	216
сентябрь	192	205	204	246
Число дней с сильным ветром ($>$ или = 15 м/сек):				
В мае, дни	0,6	1,0	0,9	0,4
В августе, дни	0,2	0,9	0,4	0,2
Ресурсы влаги				
Коэффициент увлажнения по Н.Н.Иванову (июнь-август)	0,36	0,36	0,42	0,44
Продолжительность периода с устойчивым снежным покровом, дни	208	206	211	207
Средняя наибольшая за зиму высота снежного покрова:				
- на полях, см	35	33	37	36
- в лесу, см	42	38	40	48
Гидротермический	0,75	0,75	0,78	0,90

коэффициент				
-------------	--	--	--	--

Площадь Привилуойского агроландшафта составляет 8740 тыс.га и занимает значительную часть Сунтарского, Нюрбинского, Верхне-Вилуойского, Вилуойского, Кобяйского улусов, где развито растениеводство и животноводство.

Продолжительность безморозного периода в воздухе длится 77 дня. Сумма температур выше $+10^{\circ}\text{C}$ достигает 1376°C , что достаточно для выращивания скороспелых зерновых. Наиболее опасными для растений являются заморозки с интенсивностью -2°C , -4°C (в воздухе) весной и осенью. Количество осадков при температуре воздуха $>10^{\circ}\text{C}$ составляет 135 мм (табл. 2).

Таблица 2. Характеристика Вилуойского бассейна

Table 2. Characteristics of the Vilyui Basin

Показатели	Вилуойский бассейн
1	2
Абс. высота территории, м	60-180
Относительная высота, м	50-100
Ресурсы тепла	
Средняя годовая температура воздуха, в $^{\circ}\text{C}$	-9,1
Средняя температура июля, в $^{\circ}\text{C}$	17,5
Средняя температура января, в $^{\circ}\text{C}$	-37,1
Сумма средних суточных температур воздуха выше:	
5°C	1604
10°C	1376
15°C	878

Средняя продолжительность безморозного периода	
- в воздухе, дни	77
- на поверхности почвы, дни	65
Вероятность заморозка в воздухе с интенсивностью - 5 ⁰ С в первой декаде июня, %	12
Вероятность заморозков с интенсивностью - 5 ⁰ С в третьей декаде августа, в %	4
Дата оттаивания почвы на 30 см	16 V
Оптимальные условия прорастания семян зерновых (10 ⁰ С на глубине 10см)	4 VI
Начало поспевания почвы для сельскохозяйственных работ	22 V
Ресурсы влаги	
Годовое количество осадков, мм	317
Количество осадков при температуре воздуха >10 ⁰ С, мм	135
Коэффициент увлажнения по Д.И. Шашко, 1961	< 0,20
Продолжительность периода с устойчивым снежным покровом, дни	212
Средняя высота снежного покрова:	
- на полях, см	32
- в лесу, см	38

Число дней с относительной влажностью 30% в любой из сроков наблюдений	16
Средний недостаток насыщения за вегетационный период, мб	7,8

Продуктивность новых перспективных кормовых культур. В годы исследований (2009–2014 г) по данным метеостанции «Покровск» в Приленском агроландшафте метеоусловия различались по годам.

Вегетационный период 2009 г. отличался неблагоприятным метеоусловием во второй половине лета. Температура воздуха в июне-июле повсеместно была высокой (18,2-20⁰). Осадков выпало меньше среднемноголетней нормы, ГТК за период вегетации составил 0,73.

Метеоусловия 2010 года отличались достаточной влагой в период посева зерновых (26,4 мм) в пахотном слое. В июне месяце кратковременные осадки (19,0 мм) отмечались периодически, но они существенно не повлияли на продуктивную влагу почвы, ввиду высокой температуры воздуха. В июле месяце наблюдались аномально высокие температуры (35⁰-37⁰ градусов) воздуха, что благоприятно повлияло на рост и развитие растений новых перспективных сортов кормовых культур. ГТК за июнь-август месяцы составил 0,55.

Метеорологические условия 2011 -2012 гг. повлияли на рост и развитие растений неблагоприятно по суточному перепаду температур в первой половине лета. Максимальные температуры воздуха днем достигали от 32⁰ до 38⁰, что неблагоприятно повлияло на рост и развитие растений. В мае месяце осадков выпало 25,0 мм и 10,9 мм (норма 20,0 мм); в июне – 22.0 мм и 9,2 мм при норме 43,3 мм; и в июле – 64.0 мм и 13,5 мм (норма 39,0 мм). В августе осадков выпало – 85,0 мм и 78,5 мм, что превысила в 1,5 -2 раза среднемноголетнюю норму (41,0 мм) В период посева кормовых культур температура почвы в первой половине июня не превышала 10 градусов, что

замедлила появление всходов новых перспективных культур. ГТК за вегетационный период отмечался 1,05 и 1,08 соответственно.

В 2013 году весна была ранней. В первой декаде мая средняя декадная температура составила 8,7⁰С. Осадки за месяц выпали в 2,7 раза выше нормы (56,5 мм против 21 мм). Летние месяцы были дождливым и прохладными. Среднемесячная температура воздуха составляла 14,8-17,4⁰С. Осадков за июнь выпало в 2,56 раз выше нормы, за июль в 2,3 раза больше нормы и составили за июнь 82 мм, июль – 110,3 мм. Август был также прохладным, но осадков выпало 18,1 мм при норме 41 мм. ГТК за вегетационный период составил 1,56.

В 2014 году в первой половине лета среднесуточные перепады температур воздуха и сильная засоренность полей неблагоприятно повлияли на рост и развитие растений. ГТК за вегетационный период – 0,67.

В этих условиях Приленского агроландшафта урожайность зеленой массы подсолнечника и кукурузы в среднем составила 44,2 т/га, сорго – 19,0, амаранта – 28,1, рапса – 32,6, просо – 21,4 т/га. Овес и овсяно-рапсовая смесь обеспечили соответственно 16,2 и 25,2 т/га. Прибавка урожая зеленой массы отмечается от 2,8 у сорго до 28,0 т/га у подсолнечника и кукурузы (табл. 3).

Питательность новых перспективных кормовых культур намного выше, чем показатели овса. Содержание в 1 кг сухого вещества переваримого протеина кукурузы (70,7 г), амаранта (202,3 г) и подсолнечника (103,4 г)

Таблица 3 Урожайность зеленой массы кормовых культур, т/га

Table 3. Yield of green mass of fodder crops, t/ha

Культура	Урожайность зеленой массы по годам						Средн яя урожа й- ность	При- бавка
	2009	2010	2011	2012	2013	2014		
Овес(стандар	17.3	17,3	13,5	18,7	14,0	16,3	16,2	-

т)								
Подсолнечни к	45,2	44,0	46,3	41,3	41,7	46,7	44,2	28,0
Кукуруза	27,4	60,5	54,0	48,0	53,2	22,3	44,2	28,0
Сорго	23,3	22,7	28,0	21,6	15,2	30,0	19,0	28,0
Амарант	19,8	34,8	44,7	20,0	26,0	23,3	28,1	11,9
Рапс	39,3	27,6	34,0	40,6	31,3	22,3	32,6	16,4
Овес+рапс	24,8	28,7	27,0	22,7	23,0	19,0	24,2	8,0
Просо	-	26,0	24,3	22,6	19,0	13,3	21,4	5,2

НСР₀₅ - 9,18

обеспечивают высокую питательность корма, выход обменной энергии этих культур составляет 8,5-9,3 МДж. Обеспеченность 1 к.е. переваримым протеином у амаранта составляет до 287,0 г. Наибольшая валовая энергия отмечается у амаранта и овсяно- рапсовой смеси -19,0; 19,4 МДж соответственно. Наибольший выход кормовых единиц отмечается у подсолнечника – 0,7 и у амаранта 0,7 (табл.4).

Таблица 4. Питательность кормовых культур

Table 4. Nutritional value of fodder crops

Культура	В 1 кг сухого вещества				Обеспеченнос ть 1 к.е. переваримым протеином, г
	корм. ед.	переваримо го протеина, г	ОЭ МДж	валовой энергии, МДж	
Овес (стандарт)	0,55	50,9	8,3	18,3	91,1
Кукуруза	0,58	70,7	8,5	18,3	164,3
Подсолнечник	0,70	103,4	9,3	18,1	141,5
Просо	0,63	67,7	8,9	18,8	109,5
Рапс	0,51	109,2	8,0	18,2	212,0
Амарант	0,70	202,3	9,3	19,0	287,0

Сорго	0,57	82,5	8,4	18,1	143,3
Овес+рапс	0,46	54,9	8,7	19,4	123,2

Биоэнергетическая оценка культур показала, что наиболее высокий выход валовой энергии обеспечивает также подсолнечник (183,2 ГДж/га), амарант (122,3 ГДж/га) и просо (114,3 ГДж/га). Максимальный энергетический коэффициент 4,84; 3,29; 3,02 также отмечается у этих же культур, при этом приращение валовой энергии составляет 145,5; 85,1 и 76,5 ГДж/га соответственно.

В звеньях адаптивного кормового севооборота с элементами АЛЗС на уч. «Мойдох» перспективные культуры просо (1 ротация) и подсолнечник (2 ротация) обеспечивали высокую продуктивность и питательность для заготовки сочных кормов. В пятипольном севообороте 3 поле занимали просо в 1 ротации севооборота и подсолнечник во 2 ротации с целью повышения продуктивности кормовых культур с 1 гектара севооборотной площади. В адаптивном севообороте урожайность кормовых культур повысилась на 20-30%, питательность корма улучшилась на 10-15%.

В последующие годы были проведены производственные испытания новых перспективных кормовых культур в Приленском и Привилуёвском агроландшафтах региона.

В среднем за годы внедрений (2015-2018 гг.) в Агрофирме «Немюгю» (Приленский агроландшафт) урожайность подсолнечника составила 25,7 т/га, кукурузы – 28,7 т/га, суданской травы – 18,7 т/га, викоовсяной смеси – 12,3 т/га, горохоовсяной смеси 17,5 т/га, овсяно-рапсовая смесь и просо обеспечили соответственно 19,8 т/га и 16,4 т/га зеленой массы (табл. 5).

Таблица 5. Урожайность зеленой массы кормовых культур, т/га

Table 5. Yield of green mass of fodder crops, t/ha

Культура	Урожайность зеленой	Средняя
----------	---------------------	---------

	массы			урожайность
	2015	2017	2018	
Подсолнечник	14,2	28,4	34,5	25,7
Кукуруза	25,3	32,4	28,5	28,7
Суданская трава	20,3	11,3	24,5	18,7
Овес + вика	15,3	12,6	10,6	12,3
Овес + горох	16,3	18,8	17,5	17,5
Овес+рапс	21,3	23,3	14,7	19,8
Просо	12,6	10,3,	26,4	16,4

В хозяйствах Сунтарского улуса республики (Привилуойский агроландшафт) возделывание перспективных кормовых культур при орошении (по договору внедрения научных разработок института, Павлова С.А., Пестерева Е.С.) в среднем за 3 года достигли следующих показателей: в СХПК «Крестях» (170 га), валовый сбор зеленой массы 3043 т, выход готового силоса 2280 т., урожайность зеленой массы 17,9 т/га; В СХПССК «Достижение» Сунтарского улуса (51,3 га), валовый сбор зеленой массы 800 т, выход готового силоса 603 т, урожайность зеленой массы 15,6 т/га (табл.6).

Таблица 6 Валовый сбор зеленой массы перспективных кормовых культур

Table 6. Gross harvest of green mass of promising fodder crops

Хозяйства РС(Я)	Валовый сбор зеленой массы, т/га			Среднее, т/га
	2021	2022	2023	
СХПК «Крестях» Сунтарского улуса	2700	3100	3330	3043
СХПССК «Достижение» Сунтарского улуса	679	780	940	800

Заключение. Таким образом, формирование высокого урожая зеленой массы перспективных кормовых культур в агроландшафтах происходит без

существенной разницы, что связано с потеплением климата в целом, при этом рост и развитие растений требует строгого соблюдения агротехнологии в период биологических циклов развития растений. В начальный период развития растений создаются условия для формирования вегетативных органов (листьев и корневой системы), путем своевременной обработки почвы для обеспечения оптимального уровня водного и воздушного режимов, в последующем проведение своевременных поливов, подкормок и борьбы с вредителями обеспечивает формирование урожайности зеленой массы до 20,0-25,0 т/га.

Исследования проведены в ходе проведения государственного задания № FWRS-2021-0006 по теме «Разработать научные основы систем земледелия и агротехнологий на базе создания и сохранения генофонда, селекции гибридов и сортов нового поколения сельскохозяйственных культур, их защиты от вредных организмов, сохранения и воспроизводства почвенного плодородия в условиях изменяющегося климата Крайнего климата». Работа выполнена с использованием оборудования на базе ЦКП ФИЦ ЯНЦ СО РАН.

Список источников

1. Власенко, А.Н. и др. Адаптивно-ландшафтная система земледелия ОПХ «Кремлевское»: рекомендации. – Новосибирск, 2000. – 42 с.
2. Шашко Д.К. Агроклиматические ресурсы СССР.– Л.: Гидрометеопиздат, 1985. – 248 с.
3. Семенова Т.Н. Экологические условия произрастания луговых трав на мерзлотных почвах Западной и Южной Якутии: Автореферат диссертации биол. наук.– Красноярск, 1999. – 46 с.
4. Саввинов Д.Д. Почвы Якутии. – Якутск, 1989. – С.33.12.
5. Система ведения сельскохозяйственного производства в Республике Саха (Якутия), на период до 2015 г./ Рос. акад. с-х. наук, Якут. НИИ сель. хоз-ва. Якутск, 2009. 316 с.
6. Система ведения сельского хозяйства в республике Саха (Якутия) на период 2021-2025 годы. Методическое пособие/Министерство сельского

хозяйства Республики Саха (Якутия). ФГБУН ФИЦ Якут. науч. центр Сиб. отд. Российской Академии наук. Якут. науч.-исслед. ин-т сель. хоз-ва им. М.Г. Сафронова. – Белгород: Изд-во Сангалова К.Ю., 2021. 592 с.

7. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта/ Б.А. Доспехов, 5 изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

8. Методические рекомендации по биоэнергетической оценке севооборотов и технологий выращивания кормовых культур.–М.,;1989.– 23 с.

9. Иванова Л.С. Агроландшафтное районирование и гроэкологическая группировка земель среднетаежной подзоны Якутии для проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия. – Новосибирск, 2018. – С.51.

10. Методическое пособие по агроэнергетической и экономической оценке технологий и систем кормопроизводства. М. : 1995. 173 с.

References

1. Vlasenko, A.N. and others. (2000). Adaptivno-landshaftnaiya Sistema zemledeliya OPH "Kremlevskoe" [Adaptive landscape farming system EPF "Kremlevskoe"]. Novosibirsk: p.42.

2. Shashko, D.K. Agroclimatic resources of the USSR. Leningrad: Hydrometeoizdat, 1985. – 248 p.

3. Semenova T.N. Ekologicheskie usloviya proizrastaniya lugovykh trav na merzlotnykh pochvakh Zapadnoi I Yuzhnoi Yakutii [Ecological conditions for the growth of meadow grasses on frozen soils of Western and Southern Yakutia]: Avtoreferat dissertatsii biologicheskikh nauk. – Krasnoyarsk, 1999. – 46 p.

4. Savvinov D.D. Pochvy Yakutii [Soils of Yakutia]. – Yakutsk, 1989. – P.33.12.

5. Sistema vedeniya sel'skokhozyaistvennovo proizvodstva v Respublike Sakha (Yakutia), na period do 2015 g. [System of agricultural production in the Republic of Sakha (Yakutia), for the period until 2015] / Rossiiskaya akademiya sel'skokhozyaistvennykh nauk, Yakutsky Nauchno-Issledovatel'sky Institut sel'skovo khozyaistva. Yakutsk, 2009. 316 p.

6. Ministry of Agriculture of the Republic of Sakha (Yakutia). FSBI FRC,

YSC, SB of the RAS, Yakut Scientific Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov. (2021). *Sistema vedeniya sel'skovo khozyaistva v Respublike Sakha (Yakutiya) na period 2021-2025 gody* [The agricultural system in the Republic of Sakha (Yakutia) period 2021-2025]. Methodological guide. Belgorod: Sangalova K.Y., p.592.

7. Dospekhov, B.A. (1985). *Metodika polevovo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. M.: Agropromizdat, p. 351. M (1989).

8. *Metodicheskie rekomendatsii po bioenergeticheskoi otsenke tekhnologii i sistem kormoproizvodstva* [Guidelines for bioenergy assessment of feed production technologies and systems]. p. 121.

9. Ivanova L.S. *Agrolandshaftnoe rayonirovanie i groekologicheskaya gruppировка zemel' srednetayozhnoi podzony Yakutii dlya proektirovaniya adaptivno-landshaftnykh sistem zemledeliya* [Agrolandscape zoning and groecological grouping of lands in the middle taiga subzone of Yakutia for the design of adaptive landscape farming systems]. – Novosibirsk, 2018. – P.51.

10. *Metodicheskoe posobie po agroehnergeticheskoi i ehkonomicheskoi otsenke tekhnologii i sistem kormoproizvodstva* [Methodical manual on agro-energy and economic evaluation of technologies and systems of feed production] (1995). Moscow, 173 p.

© Х.И. Максимова, А.Н. Сметанина, Н.В. Колесников, 2023. *International agricultural journal*, 2023, №6, 2000-2019

Для цитирования: Х.И. Максимова, А.Н. Сметанина, Н.В. Колесников Перспективные кормовые культуры в условиях изменяющегося климата Крайнего Севера// *International agricultural journal*. 2023. №6, 2000-2019