

Научная статья  
УДК 633.31.37:57.045:57.017.35  
DOI: 10.37102/0869-7698\_2023\_227\_01\_11  
EDN: ХННВУК

## Адаптивность кормовых культур в условиях Камчатского края

А.А. Жданова✉, М.Б. Кочнева

*Александра Алексеевна Жданова*  
кандидат сельскохозяйственных наук,  
младший научный сотрудник  
Камчатский научно-исследовательский  
институт сельского хозяйства, с.  
Сосновка, Елизовский р-н, Камчатский  
край, Россия  
Leksa\_11.05@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-8189-4357>

*Марина Борисовна Кочнева*  
старший научный сотрудник  
Камчатский научно-  
исследовательский институт  
сельского хозяйства, с. Сосновка,  
Елизовский р-н, Камчатский край,  
Россия  
Khasbiullina@kamniish.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-1057-0838>

**Аннотация.** Представлены результаты оценки в условиях юго-востока Камчатского края 30 сортов четырех кормовых культур по адаптивности, стрессоустойчивости, компенсаторной способности, индексу фенотипической стабильности и экологической пластичности, рассчитанным по показателю «урожайность зеленой массы». Максимальная среднесортовая урожайность зеленой массы клевера лугового, а следовательно, наибольший индекс условий среды получены в 2015 г. (1-й год пользования) при нетипично малой для региона продолжительности солнечного сияния (–24,7 %) и увеличенном количестве осадков (+48,1 %). Наибольшая продуктивность и индекс условий среды вики яровой, козлятника восточного и люцерны изменчивой отмечены в 2016 г. (2-й год пользования на многолетних культурах) при нетипично высоких для региона сумме активных температур (+22,3 %) и количестве атмосферных осадков (+45,0 %). Наиболее адаптивной и продуктивной кормовой культурой для нестабильного климата является клевер луговой. К адаптивным сортам бобовых и зернобобовых культур с высокой урожайностью зеленой массы, стрессоустойчивостью, компенсаторной способностью, индексом фенотипической стабильности и экологической пластичности относятся: Узуновская 91 (вика яровая), Ялгинский (козлятник восточный), Сарга (люцерна изменчивая), Витязь (клевер луговой).

**Ключевые слова:** кормовые культуры, вика, козлятник, люцерна, клевер, адаптивность, стрессоустойчивость, экологическая пластичность

**Для цитирования:** Жданова А.А., Кочнева М.Б. Адаптивность кормовых культур в условиях Камчатского края // Вестн. ДВО РАН. 2023. № 1. С. 129–138. [http://dx.doi.org/10.37102/0869-7698\\_2023\\_227\\_01\\_11](http://dx.doi.org/10.37102/0869-7698_2023_227_01_11).

# Adaptability of forage crops in the conditions of the Kamchatka Territory

A.A. Zhdanova, M.B. Kochneva

*Aleksandra A. Zhdanova*  
Candidate of Sciences in Agriculture,  
Junior Researcher  
Kamchatka Research Institute of  
Agriculture, Sosnovka village, Elizovskiy  
district, Kamchatka Territory, Russia  
Leksa\_11.05@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-8189-4357>

*Marina B. Kochneva*  
Senior Researcher  
Kamchatka Research Institute of  
Agriculture, Sosnovka village,  
Elizovskiy district, Kamchatka  
Territory, Russia  
Khasbiullina@kamniish.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-1057-0838>

**Abstract.** The results of the evaluation of 30 varieties of four fodder crops in the conditions of the south-eastern region of the Kamchatka Territory in terms of adaptability, stress resistance, compensatory ability, phenotypic stability index and ecological plasticity calculated by the green mass yield indicator are presented. The maximum average yield of the green mass of meadow clover, and consequently the highest index of environmental conditions were obtained in 2015 (the first year of use), with an atypically short duration of sunshine (- 24.7 %) for the region and increased precipitation (+48.1 %). The highest productivity and the index of environmental conditions of spring vetch, Eastern galega and variegated alfalfa were noted in 2016 (the second year of use on perennial crops) with an atypically high amount of active temperatures (+22.3 %) and precipitation (+45.0 %) for the region. The most adaptive and productive fodder crop for an unstable climate is meadow clover. Adaptive varieties of legume crops with high yield of green mass, stress resistance, compensatory ability, phenotypic stability index and ecological plasticity include: spring vetch variety Uzunovskaya 91 (spring vetch), Yalginsky (Eastern galega), Sarga (variegated alfalfa), Vityaz (meadow clover).

**Keywords:** fodder crops, vetch, galega, alfalfa, clover, adaptability, stress resistance, ecological plasticity

**For citation:** Zhdanova A.A., Kochneva M.B. Adaptability of forage crops in the conditions of the Kamchatka Territory. *Vestnik of the FEB RAS.* 2023;(1):129-138. (In Russ). [http://dx.doi.org/10.37102/0869-7698\\_2023\\_227\\_01\\_11](http://dx.doi.org/10.37102/0869-7698_2023_227_01_11).

## Введение

За 2020 г. 87,6 % посевных площадей Камчатского края приходилось на кормовые культуры (16 978 га), из них 18,7 % были под однолетними травами и 75,7 % – под многолетними [1]. При повышении продуктивности полевого кормопроизводства важная роль отводится выбору культуры и сорта, способных обладать адаптивностью и толерантностью к стрессовым факторам среды, эффективно использовать агроклиматические ресурсы региона. Для обеспечения устойчивого функционирования кормопроизводственной отрасли в условиях изменения климатических условий и изменчивого муссонного климата Камчатского края необходимо проводить оценку интродуцированных сортов и расширять зону их допуска [2, 3]. Расширение ассортимента сортов позволит предоставлять выбор сельхозтоваропроизводителям по урожайности и стоимости семенного материала.

Однолетние и многолетние травы, рационально использующие внешние ресурсы (эдафические факторы, солнечную радиацию, естественное увлажнение), являются доступным и стабильным сырьем при производстве кормов [4]. В поле-вом травосеянии наиболее значимыми мерами в улучшении качества кормов является использование бобовых и зернобобовых культур, при этом их способность к фиксации атмосферного азота сокращает потребность в минеральных удобрениях. Многолетние культуры сохраняют структуру почвы, улучшают экологический фон за счет сокращения механизированных обработок [5–7]. На практике подтверждено, что наиболее приспособленными к северным условиям Камчатки являются клевер луговой, горох посевной, люпин белый, люцерна изменчивая, вика посевная яровая; в последние годы на территорию края завозился семенной материал только этих бобовых и зернобобовых культур.

Выбор сорта определяет потенциальную продуктивность. Адаптационная способность сорта – основное условие реализации его продуктивного потенциала по годам пользования вне зависимости от условий среды, так как экологические стрессы могут свести урожайность к минимуму [8, 9]. Повсеместно проводятся исследования адаптационной способности культур и сортов, устойчивости к стрессорам, экологической пластичности [10, 11]. Это предопределяет значимость эколого-адаптивной направленности исследований для условий региона возделывания.

Цель исследования – оценить адаптивную способность однолетних и многолетних кормовых культур и их сортов по параметрам количественной изменчивости, адаптивной способности и экологической пластичности в условиях Камчатского края.

## Материал и методы

Исследования проводили на опытных полях Камчатского НИИСХ в 2015–2017 гг. Объекты исследований:

8 сортов вики посевной яровой (*Vicia sativa* L.) – Вера, Луговская 85, Луговская 98 (Всероссийский НИИ кормов), Немчиновская 72, Немчиновская юбилейная, Людмила (Московский НИИСХ «Немчиновка»), Узуновская 91 (Московская СС), Юбилейная 110 (ВНЦ ЗБК);

3 сорта козлятника восточного (*Galega orientalis* Lam.) – Горноалтайский 87 (СибНИИ кормов), Гале (Калужский НИИСХ), Ялгинский (Мордовский НИИСХ);

7 сортов люцерны изменчивой (*Medicago varia* Mart.) – Сарга, Уралочка (Уральский НИИСХ), Находка, Вега, Лада (Московская СС), Марусинская 425 (Моршанская СС), Флора 7 (СибНИИ кормов);

12 сортов клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) – Кудесник, Мартум, Витязь, Орфей (ФАНЦ Северо-Востока), Родник Сибири, СибНИИК 10 (СибНИИ кормов), Гефест, Светлячок (НИИСХ Северного Зауралья), Смоленский 29, Новичок, Надежный (Смоленская ГОСХОС), Командор (Приморский НИИСХ).

Коллекцию закладывали на охристой вулканической почве легкого механического состава. В пахотном слое почвы (на 100 г) содержится 5 мг подвижного фосфора, 13,5 мг обменного калия, 6 мг кальция, гидrolитическая кислотность 3,8 мг-экв.; pH 5,0.

Обработка почвы общепринятая. Предшественник – картофель. Посев многолетних культур проводили в первой декаде июня 2014 г., однолетних – в первой

декаде июня 2015 г. вручную с междурядьями 15 см, глубина заделки 3–4 см. Минеральные удобрения из расчета (НРК)<sub>60</sub> вносились под посев, весеннюю подкормку многолетних видов Р<sub>60</sub>К<sub>60</sub> проводили в начале отрастания. Площадь учетной делянки 2 м<sup>2</sup> с последовательным размещением. Норма высева при 100%-й всхожести, кг/га: вики посевной яровой – 120, козлятника восточного – 20, люцерны изменчивой – 14, клевера лугового – 15. Урожайность зеленой массы учитывали в фазу массового цветения. В работе применялись общепринятые методики.

Определяли урожайность зеленой массы культур среднюю по годам пользования ( $Y_{\text{средняя}}$ ) и общую среднесортную ( $Y_{\text{ср}}$ ) за период испытаний.

Рассчитаны индексы условий среды ( $I_j$ ) и коэффициент линейной регрессии (экологической пластичности –  $b_1$ ) по методике S.A. Eberhart и W.A. Russell в изложении В.А. Зыкина [12, 13]:

$$I_j = \sum Y_{\text{сорта } n} / v - \sum \sum Y_{\text{сорта } 1 \dots n} / (L_a \cdot L_b),$$

где  $\sum Y_{\text{сорта } n}$  – сумма урожайности всех сортов за расчетный период,  $v$  – число степеней свободы,  $\sum \sum Y_{\text{сорта } 1 \dots n}$  – суммарная урожайность всех сортов за все годы,  $L_a$  – количество сортов,  $L_b$  – число лет;

$$b_1 = (\sum Y_{\text{сорта}} \cdot I_j) / \sum I_j^2,$$

где  $\sum Y_{\text{сорта}} \cdot I_j$  – сумма произведения урожайности сорта за конкретный период на соответствующую величину индекса условий среды,  $\sum I_j^2$  – сумма квадратов индексов условий среды.

Значение адаптивности сортов рассчитывали по Л.А. Животкову с соавт. [14]:

$$\text{Адаптивность} = (Y_{\text{сорта } 1} / Y_{\text{ср в } 1 \text{ год}} + \dots + Y_{\text{сорта } n} / Y_{\text{ср в } L \text{ год}}) / L,$$

где  $Y_{\text{сорта } 1}$ ,  $Y_{\text{сорта } n}$  – урожайность сортов в годы испытаний,  $Y_{\text{ср в } 1 \text{ год}}$ ,  $Y_{\text{ср в } L \text{ год}}$  – среднесортная урожайность года,  $L$  – число лет.

Стрессоустойчивость (СУ) и компенсаторную способность (КС) определяли по методике А.А. Rosielle и J. Hamblin в изложении А.А. Гончаренко [15, 16]. Чем ближе значение стрессоустойчивости к нулю, тем устойчивее сорт. Параметр компенсаторной способности дополняет стрессоустойчивость, чем выше значение КС и ближе стрессоустойчивость к нулю, тем лучше сорт проявляет стрессоустойчивость:

$$СУ = Y_{\text{min}} - Y_{\text{max}},$$

где  $Y_{\text{min}}$  и  $Y_{\text{max}}$  – минимальная и максимальная урожайность сорта:

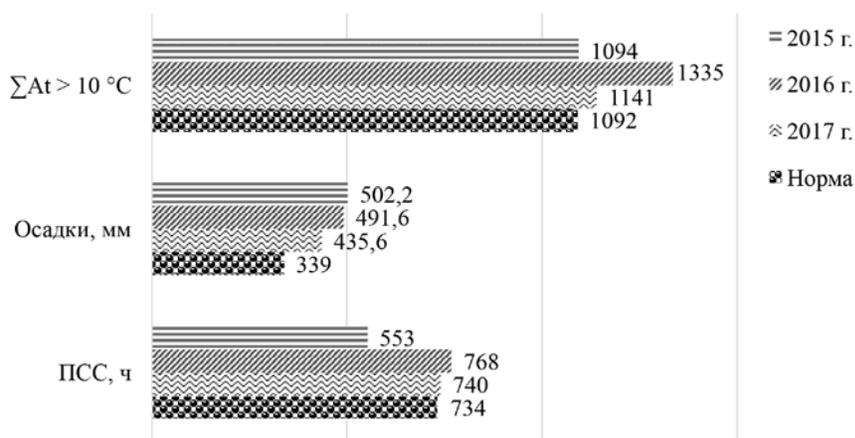
$$КС = (Y_{\text{min}} + Y_{\text{max}}) / 2.$$

Фактор стабильности (индекс фенотипической стабильности – SF) интересен как мера экологической устойчивости, его определяли по методике D. Lewis [17]:

$$SF = Y_{\text{max}} / Y_{\text{min}}.$$

Климатические условия в годы проведения исследований были различными по температурному режиму, увлажнению и продолжительности солнечного сияния.

Сумма активных температур выше 10 °С ( $\sum At > 10\text{ °C}$ ) в 2015 г. составила 1094 °С и была на уровне среднемноголетних значений (1092 °С), в 2016 и 2017 гг. превысила норму соответственно на 243 и 49 °С. За все периоды активной вегетации наблюдалось превышение нормы (339 мм) количества осадков – на 148,1, 145,0 и 128,5 %. Продолжительность солнечного сияния (ПСС) составляла 75,3, 104,6 и 100,8 % от нормы в 734 ч. Самым пасмурным стал 2015 г., самым теплым и влажным – 2016 г., а 2017 г. в большей степени соответствовал среднемноголетнему климатическому режиму. В целом метеорологические условия в периоды активной вегетации культур были разнообразными, что способствовало более разностороннему исследованию (см. рисунок).



Метеоусловия в периоды активной вегетации кормовых культур

## Результаты и обсуждение

Наиболее благоприятным для вики посевной, козлятника восточного и люцерны изменчивой стал 2016 г.: сформировалась наибольшая урожайность зеленой массы; сумма активных температур, количество осадков и солнечных дней значительно превышали типичные для региона показатели; индекс условий среды составил, соответственно культурам, 48,0, 14,3 и 14,0.

Наиболее благоприятные условия среды для клевера лугового сложились в 2015 г.: получена максимальная урожайность зеленой массы; индекс условий среды – 97,5; сумма активных температур соответствовала среднемноголетним, осадков выпало значительно выше нормы, а солнечных дней было значительно меньше нормы. По всем годам изучения урожайность зеленой массы клевера лугового превышала урожайность вики, козлятника и люцерны (табл. 1).

За период изучения урожайность зеленой массы культур варьировала в пределах, т/га: у вики яровой – от 10,0 до 34,0, козлятника – 13,7–31,0, люцерны – 17,0–48,0, клевера лугового – 40,0–79,0; сортовые различия см. в табл. 2.

Адаптивность, или продуктивные возможности, сорта характеризует его потенциал в годы с различной метеорологической обстановкой. Адаптивность сорта наилучшим образом проявляется в неблагоприятные годы (потенциальная продуктивность – в благоприятные), если она превышает 100 % по всем годам изучения, сорт считается адаптивным. Адаптивными к условиям среды определили сорта вики посевной Юбилейная 110 и Людмила. Потенциально продуктивными –

**Индекс условий среды и средняя урожайность зеленой массы кормовых культур  
в Камчатском крае, 2015–2017 гг.**

Культура	Параметр	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Вика яровая посевная	Ij	-14,2	14,0	0,2
	$Y_{\text{средняя}}$ , т/га	20,3	23,1	21,7
Козлятник восточный	Ij	-17,0	48,0	-31,0
	$Y_{\text{средняя}}$ , т/га	18,7	25,2	17,3
Люцерна изменчивая	Ij	-11,4	14,3	-3,0
	$Y_{\text{средняя}}$ , т/га	27,6	30,1	28,4
Клевер луговой	Ij	97,5	-54,1	-43,4
	$Y_{\text{средняя}}$ , т/га	67,4	52,3	53,3

сорта Немчиновская 72 и Узуновская 91, в среднем их показатель адаптивности превышал 100 %, но по годам пользования (2015–2017) он нестабилен (Немчиновская 72: 79,0, 130,1 и 91,6 %; Узуновская 91: 113,6, 95,4 и 96,2 % соответственно). У козлятника восточного адаптивным определен сорт Ялгинский (127,0 %). Из сортов люцерны по адаптивности выделили сорта Флора 7, Сарга и Уралочка (122,5–148,6 %). Из сортов клевера адаптивные: Орфей, Кудесник, Мартум, Светлячок и Витязь (106,7–115,4 %), Командор – потенциально продуктивный (в среднем 105,3 %, но по годам пользования значения адаптивности составили 94,9, 80,4 и 140,6 %).

Стрессоустойчивость отражает колебания урожайности сорта по годам испытаний, чем ближе значение к нулю, тем выше устойчивость к стресс-факторам. При этом устойчивые сорта, как правило, в среднем менее урожайны в нестрессовых условиях, поэтому важно рассматривать СУ совместно с компенсаторной способностью. КС отражает продуктивность сорта в стрессовых и нестрессовых условиях произрастания; чем выше значение, тем больше соответствие генотипа условиям среды. Основная часть сортов с высокой КС обладала низкой СУ: сорта вики посевной Людмила и Юбилейная 110, люцерны – Уралочка и Флора 7, клевера – Мартум и Орфей. Высокие компенсаторную способность и стрессоустойчивость выявили на сортах: вики посевной – Узуновская 91 (КС = 22,0 т/га, СУ = -2,0 т/га), козлятника – Ялгинский (КС = 26,9 т/га, СУ = -8,2 т/га), люцерны – Сарга (КС = 37,8 т/га, СУ = -0,5 т/га), клевера – Витязь (КС = 65,3 т/га, при сниженной СУ = -10,6 т/га).

Индекс фенотипической стабильности позволяет оценивать норму реакции сорта в изменчивых условиях, при SF = 1 признак максимально стабилен, генотип идеально устойчив по фенотипу, среда оказывает наименьшее влияние на сорт. Чем большее отклонение SF от единицы, тем ниже стабильность. Максимальной фенотипической стабильностью обладали сорта люцерны Сарга и Вега 87 (SF = 1), снижена устойчивость у сортов вики посевной Узуновская 91, люцерны Марусинская 425 (SF = 1,1) и клевера лугового Витязь и Новичок (SF = 1,2). У сортов козлятника восточного в сравнении с сортами других культур SF снижен до 1,4 (Ялгинский и Горноалтайский 87).

Коэффициент экологической пластичности ( $b_i$ ) отражает отзывчивость сорта на изменения среды произрастания, если значение показателя близко или равно

**Урожайность зеленой массы и параметры адаптивной способности,  
экологической пластичности кормовых культур в Камчатском крае, 2015–2017 гг.**

Сорт	Урожайность, т/га		Адаптив- ность, %	СУ, т/га	КС, т/га	SF	b <sub>i</sub>
	средняя	пределы					
<b>Вика посевная яровая</b>							
Вера	16,8	10,0–28,0	79,4	–18,0	19,0	2,8	–5,56
Луговская 85	17,3	15,0–19,0	80,0	–4,0	17,0	1,3	0,34
Немчиновская юбилейная	19,5	12,0–24,0	91,2	–12,0	18,0	2,0	–4,24
Луговская 98	21,7	10,0–30,0	98,4	–20,0	20,0	3,0	5,40
Немчиновская 72	22,0	16,0–30,0	100,2	–14,0	23,0	1,9	4,96
Узуновская 91	22,0	21,0–23,0	101,7	–2,0	22,0	1,1	–0,36
Юбилейная 110	26,7	20,0–30,0	122,1	–10,0	25,0	1,5	3,58
Людмила	27,3	23,0–34,0	125,2	–11,0	28,5	1,5	3,89
Y <sub>cc</sub>	21,7	10,0–34,0					
<b>Козлятник восточный</b>							
Горноалтайский 87	17,1	15,0–21,0	84,1	–6,0	18,0	1,4	0,78
Гале	18,2	13,7–23,5	88,8	–9,8	18,6	1,7	1,14
Ялгинский	25,8	22,8–31,0	127,0	–8,2	26,9	1,4	1,07
Y <sub>cc</sub>	20,4	13,7–31,0					
<b>Люцерна изменчивая</b>							
Вега 87	17,3	17,0–17,5	60,3	–0,5	17,3	1,0	–0,20
Марусинская 425	20,5	20,0–21,0	71,5	–1,0	20,5	1,1	0,36
Лада	22,8	17,5–28,0	78,9	–10,5	22,8	1,6	3,91
Находка	25,0	19,0–30,0	86,6	–11,0	24,5	1,6	3,97
Флора 7	34,9	29,0–44,0	122,5	–15,0	36,5	1,5	–5,22
Сарга	37,8	37,5–38,0	131,7	–0,5	37,8	1,0	0,16
Уралочка	42,8	37,5–48,0	148,6	–10,5	42,8	1,3	3,90
Y <sub>cc</sub>	28,7	17,0–48,0					
<b>Клевер луговой</b>							
СибНИИК 10	49,0	40,5–64,0	84,0	–23,5	52,3	1,6	1,54
Новичок	50,0	46,0–54,0	87,3	–8,0	50,0	1,2	0,42
Родник Сибири	51,3	45,0–59,0	89,2	–14,0	52,0	1,3	0,76
Надежный	53,8	40,0–66,5	93,0	–26,5	53,3	1,7	1,24
Гефест	53,8	45,0–66,5	92,9	–21,5	55,8	1,5	1,28
Смоленский 29	54,2	42,5–64,0	93,9	–21,5	53,3	1,5	0,95
Командор	60,3	42,0–75,0	105,3	–33,0	58,5	1,8	0,50
Орфей	61,7	55,0–74,0	106,7	–19,0	64,5	1,3	1,26
Кудесник	62,5	50,0–72,5	108,6	–22,5	61,3	1,5	0,97
Мартум	64,7	55,0–79,0	111,6	–24,0	67,0	1,4	1,48
Светлячок	65,0	41,0–79,0	112,1	–38,0	60,0	1,9	1,56
Витязь	65,7	60,0–70,6	115,4	–10,6	65,3	1,2	0,04
Y <sub>cc</sub>	57,7	40,0–79,0					

Примечание. СУ – стрессоустойчивость, КС – компенсаторная способность, SF – индекс фенотипической стабильности, b<sub>i</sub> – коэффициент экологической пластичности.

единице ( $b_i \approx 1$ ), сорт считается пластичным к изменениям условий произрастания. Наилучшие результаты проявили сорта: козлятника восточного – Ялгинский ( $b_i = 1,07$ ), клевера лугового – Кудесник (0,97) и Смоленский 29 (0,95). Также экологически пластичными определили сорта: козлятника восточного Горноалтайский 87 (0,78) и Гале (-1,14), клевера лугового Родник Сибири (0,76) и Надежный (1,24). Из сортов вики посевной и люцерны изменчивой экологически пластичных не выявили.

Если значение коэффициента экологической пластичности значительно больше единицы ( $b_i \gg 1$ ), сорта относят к интенсивному типу, они более требовательны к уровню агротехники, чем выше значение коэффициента, тем выше отзывчивость на хорошие условия. К данному типу относятся сорта: вики посевной – Юбилейная 110, Людмила, Немчиновская 2 и Луговская 72 ( $b_i = 3,58-5,40$ ), люцерны – Уралочка, Лада и Находка (3,90–3,97) и клевера – Орфей, Гефест, Мартум, СибНИИК 10 и Светлячок (1,26–1,56). Если  $b_i \ll 1$ , то сорта относят к экстенсивному типу, они слабее реагируют на изменения условий. В эту категорию попадают сорта: вики – Луговская 85, Узуновская 91, Немчиновская юбилейная и Вера ( $b_i$  от 0,34 до -5,56), люцерны – Марусинская 425, Сарга, Вега 87 и Флора 7 (от 0,36 до -5,22), клевера – Командор, Новичок и Витязь (от 0,50 до 0,04).

## Заключение

Наиболее адаптивной и продуктивной кормовой культурой в условиях Камчатского края является клевер луговой.

Адаптивными к условиям среды определили сорта: вики посевной – Юбилейная 110 и Людмила (122,1 и 125,2 %), козлятника восточного – Ялгинский (127,0 %), люцерны изменчивой – Флора 7, Сарга и Уралочка (122,5, 131,7 и 148,6 %), клевера лугового – Орфей, Кудесник, Мартум, Светлячок и Витязь (106,7–115,4 %).

К адаптивным сортам бобовых и зернобобовых культур, отличающимся высокой урожайностью зеленой массы, стрессоустойчивостью, надлежащими компенсаторной способностью, индексом фенотипической стабильности и экологической пластичностью, относятся: вика яровая, сорт Узуновская 91 ( $Y = 22,0$  т/га, адаптивность = 101,7 %,  $CU = -2,0$ ,  $SF = 1,1$ ,  $b_i = -0,36$ ); козлятник восточный, сорт Ялгинский ( $Y = 25,8$  т/га, адаптивность = 127,0 %,  $CU = -8,2$  т/га,  $SF = 1,4$ ,  $b_i = 1,07$ ); люцерна изменчивая, сорт Сарга ( $Y = 37,8$  т/га, адаптивность = 131,7 %,  $CU = -0,5$  т/га,  $SF = 1,0$ ,  $b_i = 0,16$ ); клевер луговой, сорт Витязь ( $Y = 65,7$  т/га, адаптивность = 115,4 %,  $CU = -10,6$  т/га,  $SF = 1,2$ ,  $b_i = 0,04$ ).

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Камчатский статистический ежегодник. 2021. Петропавловск-Камчатский: Камчатстат, 2021. 275 с.
2. Leisner C. Review: Climate change impacts on food security – focus on perennial cropping systems and nutritional value // *Plant Sci.* 2020. April. Vol. 293. 110412. doi.org/10.1016/j.plantsci.2020.110412.
3. Harmini H., Fanindi A. Adaptation strategy of forage crops to climate change // *Wartazoa: Indonesian Bull. Anim. Vet. Sci.* 2020. Vol. 30, N 4. P. 201–210. doi.org/10.14334/wartazoa.v30i4.2544 (дата обращения: 05.02.2022).
4. Maruthi V., Pankaj P., Patil B. Fodder crops production and management // *Sustainable Livelihoods and Adaptation to Climate Change (SLACC)*. Hyderabad, India: Centre for Natural Resource Management

National Institute of Rural Development and Panchayati Raj Ministry of Rural Development, Government of India, 2019. Chap. 15. P. 124–134.

5. Сапрыкин С.В., Золотарев В.Н., Иванов И.С. и др. Научные основы селекции и семеноводства многолетних трав в Центрально-Черноземном регионе России. Воронеж: Воронеж. обл. тип. – изд-во им. Е.А. Болховитинова, 2020. 495 с. ISBN 978-5-4420-0836-4.

6. Никулин А.Б. Формирование укосных травостоев с козлятником восточным сорта Кривич в условиях Ленинградской области // Изв. СПб. ГАУ. 2021. № 2. С. 9–17. DOI: 10.24412/2078-1318-2021-2-9-17.

7. Avci S. Potential impact of annual forage legumes on sustainable cropping systems in Turkey // Sustainable Agriculture Reviews. Vol. 51 / eds P. Guleria, V. Kumar, E. Lichtfouse. Cham: Springer, 2021. P. 97–118. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-68828-8\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-68828-8_4).

8. Бочарникова Н.И., Жученко А.А. Адаптивный потенциал кормовых растений и его использование // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: средообразующие функции кормовых растений и экосистем. Вып. 1 (49) / под ред. В.М. Косолапова, И.А. Трофимова, Н.И. Георгиади / ВНИИ кормов им. В.П. Вильямса. М.: Угрешская тип., 2014. С. 39–43.

9. Чувилина В.А. Состояние кормопроизводства на Сахалине: проблемы и перспективы развития // Междунар. науч.-исслед. журн. 2016. № 11-5. С. 57–60. <https://research-journal.org/agriculture/sostoyanie-kormoproizvodstva-na-saxaline-problemy-i-perspektivy-razvitiya/> (дата обращения: 07.02.2022.). doi.org/10.18454/IRJ.2016.53.054.

10. Гончаренко А.А. Сравнительная оценка адаптивного потенциала сортов зерновых культур и задачи селекции // Селекция растений: прошлое, настоящее и будущее: сб. материалов I Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Белгород, 24–26 ноября 2016 года. Белгород: Белгород, 2017. С. 42–45.

11. Kosev V., Vasileva V., Kaya Y. Ecological stability of quantitative signs in white lupin varieties // Intern. J. Innovative Approaches in Agricultural Research. Pleven, Bulgaria, 2019. Vol. 3 (1). P. 67–80. DOI: 10.29329/ijjaar.2019.188.7.

12. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop Sci. 1966. Vol. 6, N 1. P. 36–40.

13. Зыкин В.А., Белан И.А., Юсов В.С., Исламгулов Д.Р. Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений. Уфа: Башкир. ГАУ, 2011. 99 с. ISBN 978-5-7456-0275-7.

14. Животков Л.А., Морозова З.А., Секутаева Л.И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю урожайности // Селекция и семеноводство. 1994. № 2. С. 3–6.

15. Rosielle A.A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments // Crop Sci. 1981. Vol. 21, N 6. P. 943–946.

16. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестн. РАСХ. 2005. № 6. С. 49–53.

17. Lewis D. Gene-environment interaction: A relationship between dominance, heterosis, phenotypic stability and variability // Heredity. 1954. Vol. 8. P. 333–356.

## REFERENCES

1. Kamchatskij statisticheskiy ezhegodnik. 2021 = [Kamchatka Statistical Yearbook. 2021]. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatstat; 2021. 275 p. (In Russ.).

2. Leisner C. Review: Climate change impacts on food security- focus on perennial cropping systems and nutritional value. *Plant Sci.* 2020;293:110412. doi.org/10.1016/j.plantsci.2020.110412.

3. Harmini H., Fanindi A. Adaptation strategy of forage crops to climate change. *Wartazoa. Indonesian Bull. Anim. Vet. Sci.* 2020;30(4):201-210. doi.org/10.14334/wartazoa.v30i4.2544.

4. Maruthi V., Pankaj P., Patil B. Fodder crops production and management. In: *Sustainable Livelihoods and Adaptation to Climate Change (SLACC)*. Hyderabad, India: Centre for Natural Resource Management National Institute of Rural Development and Panchayati Raj Ministry of Rural Development, Government of India; 2019. Chap. 15. P. 124-134.

5. Saprykin S.V., Zolotarev V.N., Ivanov I.S. et al. Nauchnye osnovy` selekcii i semenovodstva mnogoletnix trav v Central'no-Chernozemnom regione Rossii = [Scientific bases of breeding and seed production

of perennial grasses in the Central Chernozem region of Russia]. Voronezh: Voronezh region print. house (Publ. house n.a. E.A. Bolxovitinov); 2020. 495 p. ISBN 978-5-4420-0836-4. (In Russ.).

6. Nikulin A.B. Formirovanie ukosny`x travostoev s kozlyatnikom vostochny`m sorta Krivich v usloviyax Leningradskoj oblasti = [The formation of mowing grass stands with eastern goat of the Krivich variety in the conditions of the Leningrad region]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2021;(2):9-17. DOI: 10.24412/2078-1318-2021-2-9-17. (In Russ.).

7. Avcı S. Potential impact of annual forage legumes on sustainable cropping systems in Turkey. In: *Guleria P., Kumar V., Lichtfouse E.* (eds). *Sustainable Agriculture Reviews*. Vol. 51. Cham: Springer; 2021. P. 97-118. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-68828-8\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-68828-8_4).

8. Bocharnikova N.I., Zhuchenko A.A. Adaptivny`j potencial kormovy`x rastenij i ego ispol`zovanie = [Adaptive potential of forage plants and its use]. In: *Kosolapov V.M., Trofimov I.A., Georgiadi N.I.* (ed.). *Mnogofunkcional`noe adaptivnoe kormoproizvodstvo: sredobrazuyushhie funkcii kormovy`x rastenij i ekosistem*. Vol. 1 (49). Moscow: Ugreshskaya print. house; 2014. P. 39-43. (In Russ.).

9. Chuvilina V.A. Sostoyanie kormoproizvodstva na Saxaline: problemy` i perspektivy` razvitiya. *Intern. Res. J.* 2016;(11-5):57-60. Available from: <https://research-journal.org/agriculture/sostoyanie-kormoproizvodstva-na-saxaline-problemy-i-perspektivy-razvitiya/> (07.02.2022.). doi.org/10.18454/IRJ.2016.53.054. (In Russ.).

10. Goncharenko A.A. Sravnitel`naya ocenka adaptivnogo potenciala sortov zernovy`x kul`tur i zadachi selekcii = [Comparative assessment of the adaptive potential of grain varieties and breeding tasks]. In: *Selekciya rastenij: proshloe, nastoyashhee i budushhee*: Abstr. I All-Russian scientific-practical conf. with international participation, Belgorod, 24–26 Nov. 2016. Belgorod: Publ. house Belgorod; 2017. P. 42-45. (In Russ.).

11. Kosev V., Vasileva V., Kaya Y. Ecological stability of quantitative signs in white lupin varieties. *Intern. J. Innovative Approaches in Agricultural Res.* Pleven, Bulgaria, 2019;3(1):67-80. DOI: 10.29329/ijjaar.2019.188.7.

12. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 1966;6(1): 36–40.

13. Zykin V.A., Belan I.A., Yusov V.S., Islamgulov D.R. Metodika rascheta i ocenki parametrov ekologicheskoy plastichnosti sel`skohozyajstvennyh rastenij. Ufa: Bashkir State Agrarian Univ.; 2011. 99 p. ISBN 978-5-7456-0275-7. (In Russ.).

14. Zhivotkov L.A., Morozova Z.A., Sekutaeva L.I. Metodika vyyavleniya potencial`noj produktivnosti i adaptivnosti sortov i selekcionnyh form ozimoy pshenicy po pokazatelyu urozhajnost`. *Selekciya i semenovodstvo*. 1994;(2):3-6. (In Russ.).

15. Rosielle A.A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Sci.* 1981;21(6):943-946.

16. Goncharenko A.A. Ob adaptivnosti i ekologicheskoy ustojchivosti sortov zernovyh kul`tur. *Vestnik Rossijskoj akademii sel`skohozyajstvennyh nauk*. 2005;(6):49-53. (In Russ.).

17. Lewis D. Gene-environment interaction: A relationship between dominance, heterosis, phenotypic stability and variability. *Heredity*. 1954;8:333-356.