DOI:10.30901/2227-8834-2018-4-39-49

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 577.1.:633.3 (631.527)

НОВЫЕ ИСТОЧНИКИ ПОВЫШЕННОГО КАЧЕСТВА ЗЕЛЕНОЙ МАССЫ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

О. А. Юсова

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Омский Аграрный научный центр, Россия, 644012, Омск, пр. Королева, д. 26,
e-mail: 55asc@bk.ru

Ключевые слова:
люцерна изменчивая, кострец безостый, корреляционный анализ, стабильность и адаптивность, белок, клетчатка, кормовые единицы.

Поступление:
17.04.2018

Принято:
10.12.2018

Актуальность. Многолетние травы имеют существенное значение в развитии полевого кормопроизводства в Западной Сибири. Сильно выраженная континентальность климата сельскохозяйственных районов Сибири обусловливает повышенные требования к возделываемым сортам. **Объектами** исследования служили сортообразцы многолетних трав (кострец безостый и люцерна изменчивая). Цель работы: выявление источников высокого качества зеленой массы люцерны изменчивой и костреца безостого. **Материалы и методы.** Экспериментальная часть работы проводилась в течении 2011–2016 гг. на опытных полях Омского АНЦ, расположенных в южной лесостепи, г. Омск. Агротехника проведения опытов общепринятая для Западно-Сибирского региона. Математическая обработка проведена методом дисперсионного анализа, рассчитаны параметры стабильности и пластичности. **Результаты.** На содержание белка и клетчатки в зеленой массе многолетних трав основное влияние оказывали условия года: соответственно 84,1 и 76,5% у люцерны, 93,9 и 91,2% у костреца. Снижение содержания у исследуемых культур клетчатки способствовало повышению содержания сырого белка (r = –0,348 и –0,335) и кормовых единиц (r = 0,544 и 0,352 у люцерны и костреца соответственно). Повышение урожайности отрицательно сказалось на кормовых единицах (r = –0,402 и –0,713). Также наблюдалась значительная обратная сопряженность урожайности костреца безостого с содержанием сырого белка (r = – 0,617) и прямая – с содержанием клетчатки (r = 0,744). Урожайность люцерны изменчивой находилась в слабой степени зависимости с содержанием белка и клетчатки (r = 0,239 и 0,306). **Заключение.** Высокой отзывчивостью на улучшение условий среды и высокой стабильностью (при bi > 1, σ^2_d < 1) обладали сорта люцерны ‘Омская 7’, ‘Эльбрус’ (содержание белка); ‘Флора 5’, ‘Флора 6’ (содержание белка, кормовых единиц и урожайность зеленой массы), а также костреца ‘СибНИИСХоз 99’ (содержание белка, кормовых единиц и урожайность зеленой массы) и ‘Титан’ (содержание кормовых единиц). За период 2011–2016 гг. выделены лучшие образцы, представляющие ценность по урожайности и комплексу признаков качества зеленой массы: линии люцерны интенсивного типа СП-2-99/91-267, СП-2-99/01-282 и линия экстенсивного типа СП-2-99/01-132. Линия костреца безостого СП-2-06/08-28 интенсивного типа по содержанию белка и кормовых единиц, экстенсивного – по содержанию клетчатки и урожайности зеленой массы.

DOI:10.30901/2227-8834-2018-4-39-49

ORIGINAL ARTICLE

O. A. Yusova

Omsk Agrarian Scientific Center,
26, Prospekt Koroleva, Omsk, 644012,
Russian Federation;
e-mail: 55asc@bk.ru

Key words:
variegated alfalfa, awnless bromegrass, correlation analysis, stability and adaptability, protein, cellulose fiber, feed value units.

Received:
17.04.2018

Accepted:
10.12.2018

NEW SOURCES OF HIGHER GREEN MATTER QUALITY FOR PERENNIAL GRASSES IN THE SOUTHERN FOREST-STEPPE ENVIRONMENTS OF WEST SIBERIA

Background. Perennial grasses are essential in the development of field forage production in West Siberia. Very pronounced continental climate of the cropping areas in Siberia leads to increased demands on the cultivars. The **objects** of the study were cultivated varieties of perennial grasses (awnless bromegrass and variegated alfalfa). The aim of the work was to identify the sources of high-quality green matter in variegated alfalfa and awnless bromegrass. **Materials and methods.** The experimental part of the work was carried out over the period of 2011–2016 on the experimental fields of Omsk Agrarian Scientific Center, located in the southern forest steppe near Omsk. Agricultural practice was conventional for West Siberia. Analysis of variance was used in mathematical data processing; stability and plasticity parameters were calculated. **Results.** The content of protein and cellulose fiber in the green biomass of perennial grasses was mainly influenced by the weather conditions of the year: 84.1 and 76.5% in alfalfa, 93.9 and 91.2% in bromegrass, respectively. A reduction of cellulose fiber content in the studied crops contributed to an increase in raw protein content (r = –0.348 and –0.335) and in feed value units (r = 0.544 and 0.352 for alfalfa and bromegrass, respectively). Higher yields had a negative impact on feed value units (r = –0.402 and –0.713). Besides, the yield of awnless bromegrass demonstrated a significant negative correlation with protein content (r = –0.617) and a positive one with cellulose fiber (r = 0.744). The yield of variegated alfalfa showed a weak degree of interdependence with protein and cellulose fiber contents (r = 0.239 and 0.306).). **Conclusion.** High responsiveness to improved environmental conditions and high stability (bi > 1, σ^2_d < 1) were observed in the alfalfa cultivars 'Omsky 7', 'Elbrus' (protein content); 'Flora 5' and 'Flora 6' (protein content, feed value units, and green matter yield), and the bromegrass cultivars 'SibNIISKhoz 99' (protein content, feed value units, and green matter yield) and 'Titan' (feed values units). During the period from 2011 through 2016, the best examples in yield and in a set of green matter quality characteristics were selected: the intensive-type alfalfa lines SP-2-99/91-267 and SP-2-99/01-282, extensive-type alfalfa line SP-2-99/01-132, and the line of bromegrass SP-2-06/08-28, which was intensive-type in protein content and feed value units, and extensive-type in cellulose fiber content and green matter yield.

Введение

Многолетние травы имеют существенное значение в развитии полевого кормопроизводства в Западной Сибири, обеспечивая производство высококачественных кормов с относительно низкой себестоимостью (Abubekerov, 2012).

В ближайшем будущем в стране с целью удовлетворения животноводства кормами планируется увеличить площади многолетних трав в пашне более чем в два раза. При этом доля бобовых и бобово-злаковых травосмесей должна составить не менее 50%. В Сибири многолетние травы занимают 30% площади кормовых культур (Rutz, 2011). В СибНИИСХ регулярно проводятся исследования с целью поиска ценных для селекции высококачественных урожайных образцов многолетних трав.

Природа районов Западной Сибири отличается богатством тепла и света. В целом для климата Омской области характерны краткость безморозного периода (109–120 дней), сильно выраженная раннелетняя засуха, июльский максимум осадков, прохладная и дождливая осень. На большей территории южная лесостепь отличается сочетанием черноземов обыкновенных, лугово-черноземных почв в комплексе с солонцами, солончаками, солодями. Отличительной чертой омских почв является высокий процент фракций крупной пыли и мелкого песка, придающих этим почвам удовлетворительную водопроницаемость. Маломощность гумусового слоя лугово-черноземных почв прежде всего определяется гидротермическими условиями – глубоким промерзанием, поздним оттаиванием и запасами «зимнего холода», также эти своеобразные климатические условия способствуют накоплению в лугово-черноземных почвах слаборазложившихся органических веществ (Mishchenko, Mel'nikova, 2007).

Сильно выраженная континентальность климата основных сельскохозяйственных районов Сибири обусловливает повышенные требования к возделываемым сортам. В связи с чем необходима дальнейшая селекционная работа по созданию стабильно высококачественных сортов многолетних бобовых и злаковых культур кормового направления.

Цель работы: выявление источников высококачественной зеленой массы люцерны изменчивой и костреца безостого.

Материалы и методы

Объектом исследования служили сортообразцы многолетних трав (кострец безостый и люцерна изменчивая). В качестве стандартных сортов для люцерны выступал сорт ‘Омская 7’, для костреца – ‘СибНИИСХоз 189’. Анализ образцов конкурсного сортоиспытания проводился по полевым повторениям, с последующим перерасчетом достоверности признака. Аналитическая повторность – двукратная (Dospekhov, 1985). Исследования проводились в питомнике конкурсного сортоиспытания (КСИ) первого года жизни растений (Kashevarov, 2004; Stepanov, 2006).

Определение биохимических показателей проводили с использованием современных и традиционных методов и технологий, в фазе цветения. Содержание азота в зеленой массе исследуемых культур определяли на автоматическом анализаторе «KjeltekAuto 1030 Analyzer». Коэффициент пересчета азота на белок для многолетних трав – 6,25 (Pleshkov, 1985). Математическая обработка данных проведена методами корреляционного и двухфакторного дисперсионного анализов по пособию Б. А. Доспехова (Dospekhov, 1985) в приложении Excel для ПК.

Индекс условий окружающей среды (I_j), коэффициент линейной регрессии (bi) и величина стабильности реакции сортов (σ^2_d) рассчитаны по методике Эберхарда и Рассела (Zykin et al., 2011).

Индексы условий окружающей среды (I_j) показывают, насколько лучше или хуже складывались условия возделывания исследуемых культур в конкретный год, в сравнении с усредненным результатом за период испытания.

$$I_j = (\sum X_{ij} / v) - \sum\sum X_{ij} / la * lb \quad (1)$$

где $\sum X_{ij}$ – сумма урожайности всех сортов за i-ый год;

$\sum\sum X_{ij}$ – сумма урожайности всех сортов за все годы;

la – количество сортов;

lb – число лет

v – число степеней свободы.

Под стабильностью сорта (σ^2_d) понимают положительный отклик генотипа на улучшение условий выращивания.

$$\sigma^2_d = \sum\sigma^2_{ij}/(n-2) \quad (2)$$

где $\sum\sigma^2_{ij}$ – сумма квадратов отклонений фактической урожайности от теоретической,

n – число лет.

Коэффициент экологической пластичности (bi) показывает отзывчивость сортов на изменение условий: чем выше числовые значения bi, тем сильнее изменяется урожайность сорта при смене условий произрастания. В большинстве случаев bi имеет положительное значение, т. к. с улучшением условий выращивания урожай чаще всего повышается. Однако в отдельных случаях могут быть получены отрицательные величины. Причиной этого является склонность к полеганию, затягивание вегетации, высокая восприимчивость к заболеваниям при благоприятных условиях и пр.

При условии bi = 1 имеется полное соответствие изменения урожайности сорта изменению условий выращивания.

$$bi = \sum X_{ij} * I_j / \sum I^2_j \quad (3)$$

где $\sum X_{ij} * I_j$ – сумма произведения урожайности *i*-го сорта за *j*-й год на соответствующую величину индекса условий среды,

$\sum I^2_j$ – сумма квадратов индексов условий среды.

Погодные условия в годы проведения исследований были достаточно контрастными и довольно полно отражали особенности южной лесостепной зоны Омской области. Так, засушливые условия наблюдались в 2012, 2014 и 2015 гг. (ГТК = 0,69÷0,80). Достаточным увлажнением отличались периоды вегетации 2011, 2013 и 2016 гг. (ГТК = 0,92÷0,99).

Превышение среднемноголетних данных по температуре наблюдалось в мае 2011, 2014–2016 гг. (+0,3 ÷ +2,8 °С к норме), июне 2011, 2012, 2014–2016 гг. (+0,6 ÷ +2,9 °С), июле 2012, 2015 и 2016 гг. (+0,3 ÷ +3,4 °С) (рис. 1). Температура воздуха в августе существенно ниже среднемноголетних данных – в периодах вегетации 2011, 2013–2015 гг. (–0,8 ÷ –2,4 °С), на уровне – в 2012 г. и превышает среднемноголетние данные в 2016 г. (+1,3°С).

Достаточное увлажнение наблюдалось в мае 2012–2015 и 2017 гг. (21,0 мм ÷ 45 мм осадков), июне 2011, 2015 и 2016 гг. (27,3÷96,2 мм), июле 2011, 2013–2016 гг. (27,3÷108 мм) и августе 2011, 2013–2015 гг. (21,0÷68,6 мм). Остальные месяцы за указанный период исследований отличались засушливыми условиями (5,4÷15,7 мм).

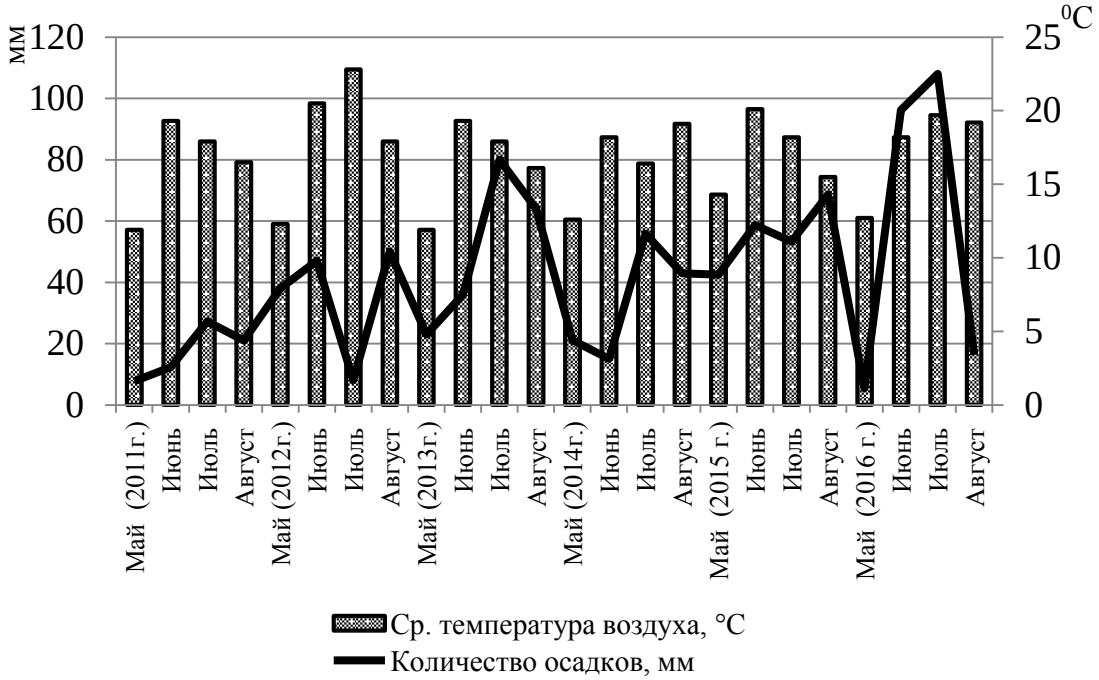

Рис. 1. Характеристика вегетационных периодов 2011-2016 гг.
Fig. 1. Characteristics of the growing seasons in 2011–2016

Результаты и обсуждение

Результаты оценки образцов конкурсного сортоиспытания многолетних трав указывают на значительное разнообразие между культурами по содержанию белка и клетчатки как в пределах вида, так и разных лет жизни, рисунок 2. За период исследований 2011–2016 гг. люцерна изменчивая превышала кострец безостый по содержанию сырого белка в зеленой массе (+3,15%) и кормовых единиц (+0,05 к.е./кг сухого вещества) имела более низкое содержание клетчатки (–2,3 %). Также люцерна стабильно превышала кострец безостый по урожайности зеленой массы (+1,75 т/га).

Корреляционный анализ основных показателей качества зеленой массы многолетних трав (табл. 1) показал, что как у люцерны, так и у костреца снижение содержания клетчатки способствовало повышению содержания белка (r = – 0,348 и – 0,335). В свою очередь, с повышением сырого белка наблюдалось увеличение кормовых единиц в зеленой массе (r = 0,544 и 0,352 у люцерны и костреца соответственно). Повышение урожайности отрицательно сказалось на кормовых единицах (r = –0,402 и –0,713) и содержании сырого белка (r = – 0,617); положительно – на содержании клетчатки (r = 0,744). Урожайность люцерны посевной находилась в слабой степени зависимости с содержанием белка и клетчатки (r = 0,239 и 0,306).

Сравнительная оценка основных показателей качества зеленой массы и урожайности районированных и новых перспективных сортов люцерны изменчивой показала, что содержание сырого белка в зеленой массе варьировало от 14,11% (‘Омская 7’) в 2014 г. до 22,23 % (‘Флора 4’) в 2011 г. и от 6,08% в 2015 г. (‘Кентавр’) до 19,26% (‘СибНИИСХоз 189’) в 2013 г. у костреца безостого. Максимальное содержание сырого белка в зеленой массе люцерны наблюдалось в 2012 г. (20,16%, I_j = 2,63). Особенностью результатов, полученных в 2013 г., является минимальный в опыте процент сырого белка люцерны (15,67 %, I_j = –1,86) на фоне максимальной его доли у костреца (18,32%, I_j = 4,79).

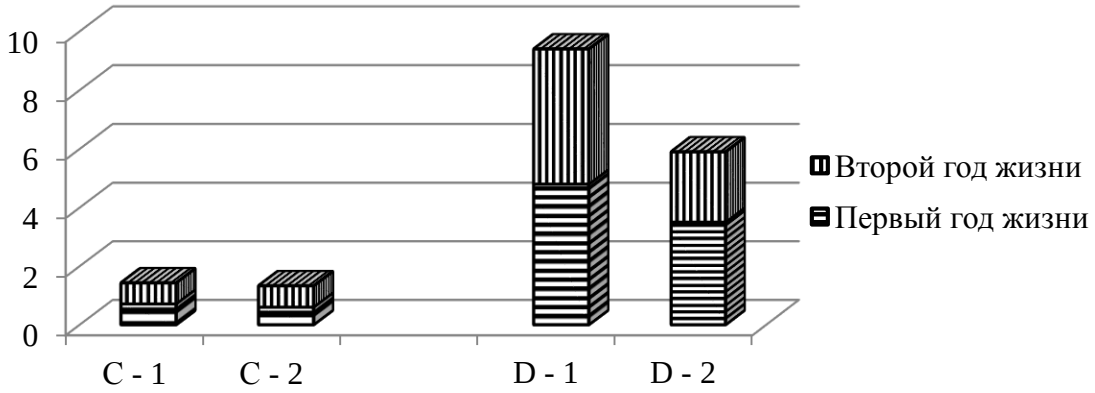

Рис. 2. Сравнительная характеристика многолетних трав по основным показателям качества зеленой массы и урожайности, в среднем за 2011–2016 гг. A – содержание белка (%), B – содержание клетчатки (%), C – кормовые единицы (к.е./кг сухого вещества), D – урожайность зеленой массы (т/га); 1 – люцерна посевная, 2 – кострец безостый

Fig. 2. Comparative characteristics of perennial grasses according to the main indicators of green matter quality and yield, average for 2011–2016: A – protein content (%), B – cellulose fiber content (%), C – feed value units (FVU/kg of dry matter), D – green matter yield (t/ha); 1 – alfalfa, 2 – awnless bromegrass

Клетчатка, повышенное содержание которой в кормах снижает их питательную ценность, изменялась от 13,25% (‘Омская 7’) в 2013 г. до 51,73% (‘Флора 6’) в 2011 г. у люцерны посевной и от 10,02% в 2011 г. до 39,75% в 2015 г. (‘СибНИИСХоз 99’) у костреца безостого. Максимальное количество клетчатки в зеленой массе люцерны сформировалось 2011 и 2015 гг. (35,33 и 35,92, I_j = 7,96÷8,54), минимальное – в 2013 г. (16,13%, I_j = –3,25). Для костреца, напротив, погодные условия 2011 г. оказались наименее благоприятными, количество клетчатки в зеленой массе составило 11,0% (I_j = –1,58), максимальное ее содержание наблюдалось в 2015 г. (35,33%, I_j = 7,76).

Таблица 1. Корреляция основных показателей качества и продуктивности
Table 1. Correlations between main quality and productivity indicators

Признак	Содержание белка	Содержание клетчатки	Кормовые единицы
люцерна изменчивая			
Содержание клетчатки	–0,348	–	–
Кормовые единицы	0,544	–0,941	–
Урожайность	0,239	0,306	–0,402
кострец безостый			
Содержание клетчатки	–0,335	–	–
Кормовые единицы	0,352	–0,997	–
Урожайность	–0,617	0,744	–0,713

Критическое значение коэффициента при $P_{0,05}$= 0,180

Урожайность зеленой массы многолетних трав менялась от 1,24 т/га (‘Флора 5’) в 2015 г. до 9,50 т/га (‘Флора 6’) в 2014 г. у люцерны посевной и от 1,36 т/га (‘СибНИИСХоз 88’) в 2012 г. до 7,20 т/га (‘СибНИИСХоз 99’) в 2014 г. у костреца безостого. Наиболее благоприятные условия для повышенной урожайности люцерны сложились в 2014 г. (8,85 т/га в среднем по опыту, I_j = 4,33), наименее

благоприятные – в 2012, 2015 гг. (3,07 и 2,93 т/га, I_j = –1,45 и –1,58). У костреца безостого минимальная урожайность наблюдалась в 2012 г. (1,49 т/га, I_j = –1,37), максимальная – в 2014 (5,82 т/га, I_j = 2,96).

В среднем за период исследований, сорта люцерны изменчивой характеризовались следующим образом: максимальная урожайность (+0,36 т/га к st. ‘Омская 7’) и содержание сырого белка (+1,47 % к st.) наблюдались у сорта ‘Флора 7’; минимальное содержание клетчатки (–3,86 % к st.) и повышенное содержание кормовых единиц (+0,04 к.е./кг сухого вещества к st.) – у сорта ‘Флора 5’ (рис. 3).

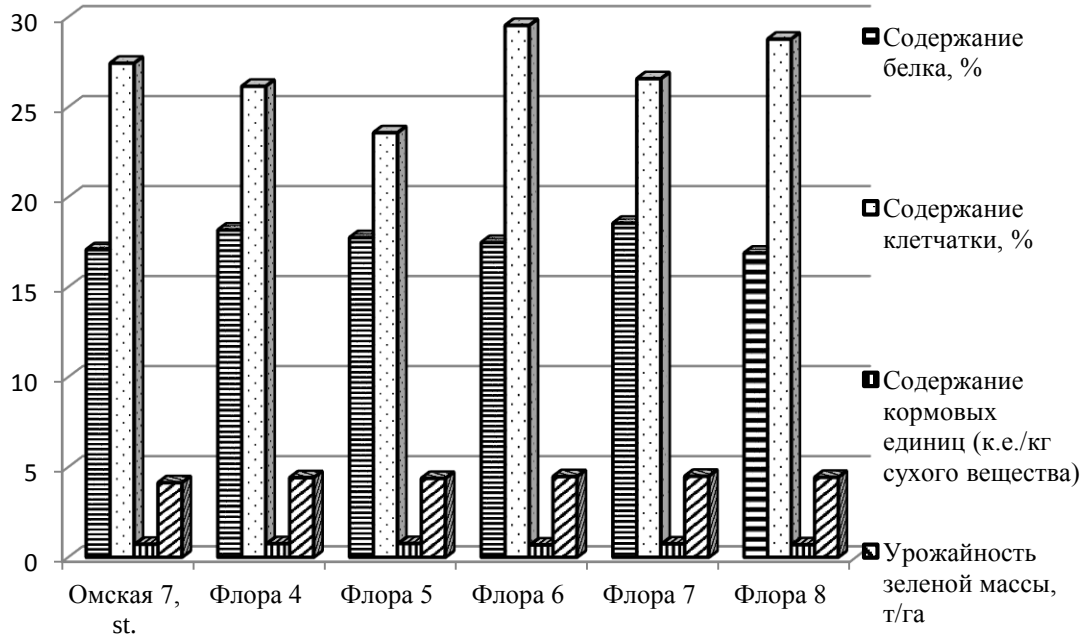

Рис. 3. Сравнительная характеристика сортов люцерны изменчивой по основным показателям качества зеленой массы и урожайности в среднем за 2011–2016 гг.

Fig. 3. Comparative characteristics of variegated alfalfa cultivars according to the main indicators of green matter quality and yield, average for 2011–2016

Среди сортов костреца безостого, в среднем за период исследований, минимальное содержание клетчатки (–1,08 и –0,92% к st.) и повышенное содержание кормовых единиц (+0,03 и +0,02 к.е./кг сухого вещества к st.) наблюдалось у сортов ‘СибНИИСХоз 88’ и ‘Кентавр’ (рис. 3). Повышенной урожайностью характеризовался сорт ‘СибНИИСХоз 99’ (+0,25 т/га к st.). По содержанию сырого белка ни один из исследуемых сортов не превысил стандартный сорт ‘СибНИИСХоз 189’.

Благодаря проведенным расчетам коэффициентов регрессии сортов люцерны и костреца по урожайности и показателям качества зеленой массы, выделены сорта интенсивного типа (bi > 1), отзывчивые на улучшение условий выращивания (табл. 2). Среди сортов люцерны: ‘Флора 6’, ‘Флора 8’ (по содержанию клетчатки), ‘Флора 4’ (по содержанию белка). Среди сортов костреца: ‘Титан’ и ‘СибНИИСХоз 99’ (по содержанию клетчатки), ‘Кентавр’ (по содержанию белка).

Высокой стабильностью реакции среды ($\sigma^2_d < 1$) характеризовались следующие сорта костреца: ‘СибНИИСХоз 189’, ‘Эльбрус’ (содержание клетчатки, кормовых единиц и урожайность зеленой массы), ‘Сибниисхоз 88’ (содержание клетчатки), ‘Кентавр’ (содержание кормовых единиц и урожайность зеленой массы), а также сорта люцерны ‘Омская 7’ и ‘Флора 4’ (содержание кормовых единиц), ‘Флора 8’ (урожайность зеленой массы).

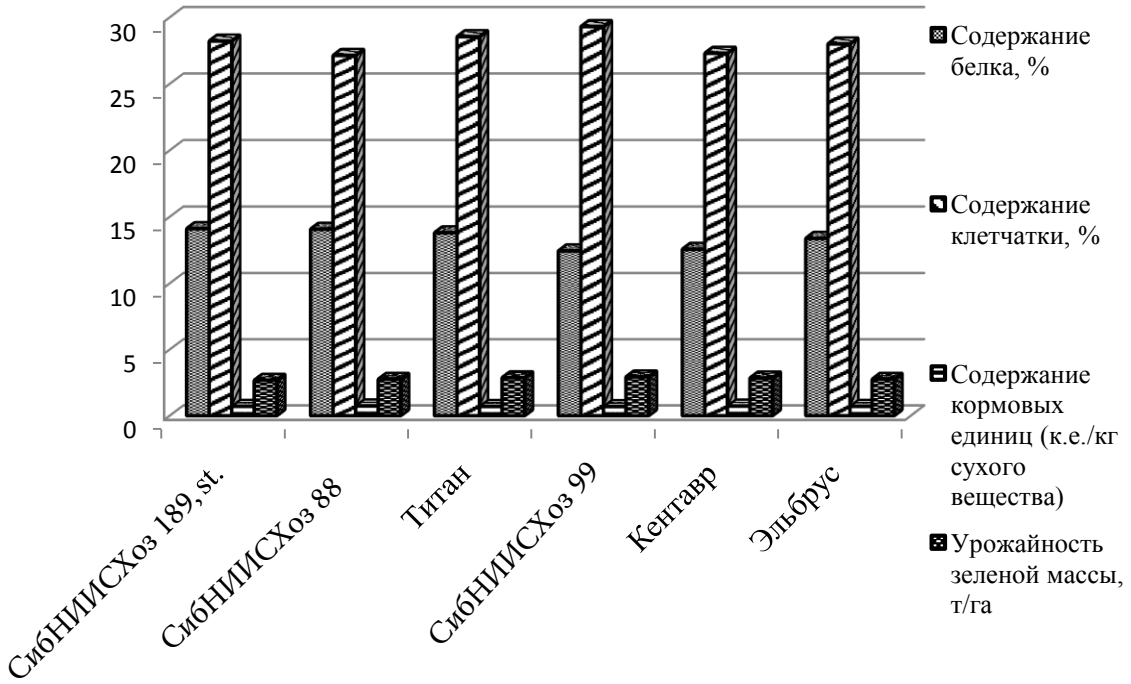

Рис. 4. Сравнительная характеристика сортов костреца безостого по основным показателям качества зеленой массы и урожайности, в среднем за 2011–2016 гг.
Fig. 4. Comparative characteristics of awnless bromegrass cultivars according to the main indicators of green matter quality and yield, average for 2011–2016

Высокой отзывчивостью на улучшение условий среды и высокой стабильностью реакции среды (при bi > 1, $\sigma^2_d < 1$) обладали сорта люцерны ‘Омская 7’, (содержание белка); ‘Флора 5’, ‘Флора 6’ (содержание белка, кормовых единиц и урожайность зеленой массы), а также сорта костреца ‘СибНИИСХоз 99’ (содержание белка, кормовых единиц и урожайность зеленой массы), ‘Титан’ (содержание кормовых единиц), ‘Эльбрус’ (содержание белка).

Таблица 2. Характеристика сортов многолетних трав по пластичности и стабильности признаков, КСИ
Table 2. Description of perennial grass cultivars according to the plasticity and stability of their traits in the nursery of competitive variety trials

	Белок		Клетчатка		Кормовые единицы		Урожайность	
	bi	σ^2_d	bi	σ^2_d	bi	σ^2_d	bi	σ^2_d
Люцерна изменчивая								
Омская 7, st.	1,17	0,82	0,96	1,51	0,94	0,02	0,99	0,00
Флора 4	1,18	1,26	0,92	1,52	0,85	0,01	0,96	0,03
Флора 5	1,21	0,25	0,70	1,60	1,04	0,00	1,10	0,03
Флора 6	1,23	0,45	1,47	1,40	1,34	0,01	1,13	0,01
Флора 7	0,71	1,28	0,89	1,63	0,85	0,01	0,96	0,04
Флора 8	0,51	1,21	1,06	1,34	0,97	0,00	0,87	0,01
Кострец безостый								
СибНИИСХоз 189, st.	0,81	1,50	0,98	0,85	0,99	0,01	0,92	0,01
СибНИИСХоз 88	0,87	1,88	0,96	0,54	0,98	0,00	0,99	0,01
Титан	0,89	1,70	1,08	1,52	1,07	0,04	0,89	0,02
СибНИИСХоз 99	1,06	0,95	1,17	1,57	1,15	0,02	1,37	0,09
Кентавр	1,33	1,54	0,85	1,91	0,87	0,01	0,93	0,05
Эльбрус	1,05	0,42	0,95	0,36	0,94	0,01	0,90	0,02

Примечание: bi – коэффициент линейной регрессии; σ^2_d – величина стабильности реакции сорта; st. – название сорта-стандарта

Отдельно выделена группа сортов, коэффициент регрессии которых близок к единице, а стабильность реакции среды – нулю, что свидетельствует о полном соответствии показателей качества изменению условий выращивания. Среди сортов люцерны это – ‘Флора 8’ (содержание кормовых единиц, урожайность зеленой массы), ‘Омская 7’, ‘Флора 4’, ‘Флора 7’ (урожайность зеленой массы) и сорт костреца ‘СибНИИСХоз 99’ (урожайность зеленой массы).

В таблице 3 приведены данные качества зеленой массы и урожайность перспективных линий люцерны изменчивой и костреца безостого питомника конкурсного сортоиспытания в среднем за 2011–2016 гг.

Таблица 3. Характеристика перспективных линий многолетних трав питомника КСИ в среднем за 2011–2016 гг.
Table 3. Description of promising perennial grass lines in the nursery of competitive variety trials, average for 2011–2016

Культура	Сорт, линия	$\bar{x}$	Lim.	± st.	Сбор, кг/га $\bar{x}$	Сбор, кг/га ± st.	bi	σ^2_d
Содержание белка, %					Белок			
Люцерна изменчивая	Омская 7, st.	17,08	14,11–19,82	–	737,86	–	1,17	0,82
	СП-2-99/91-267	17,73	14,50–19,60	+0,65	930,83	+192,97	1,20	1,83
	СП-2-99/01-282	18,34	15,40–20,57	+1,26	856,48	+118,62	0,49	1,73
	СП-2-99/01-132	18,28	15,11–20,00	+1,20	864,64	+126,78	0,51	1,07
	$НСР_{05}$	0,50			90,52		–	–
Кострец безостый	СибНИИСХоз 189, st.	14,11	11,13–19,26	–	382,38	–	0,81	1,50
	СП-2-06/08-28	14,09	11,41–18,11	–0,02	469,20	+86,82	1,20	1,39
	$НСР_{05}$	0,21			50,20		–	–
Содержание клетчатка, %					Клетчатка			
Люцерна изменчивая	Омская 7, st.	27,19	13,25–38,50	–	117,46	–	0,96	1,51
	СП-2-99/91-267	27,03	26,00–29,10	–0,16	141,91	+24,45	1,80	0,63
	СП-2-99/01-282	26,98	19,50–33,00	–0,21	126,00	+8,54	1,01	1,48
	СП-2-99/01-132	26,60	17,50–37,50	–0,59	125,82	+8,36	1,46	1,25
	$НСР_{05}$	0,13			6,54		–	–
Кострец безостый	СибНИИСХоз 189, st.	27,68	11,13–35,00	–	75,01	–	0,98	0,85
	СП-2-06/08-28	32,65	26,30–41,55	+4,97	108,72	+33,71	0,81	1,44
	$НСР_{05}$	4,00			30,54		–	–
Содержание кормовых единиц (к.е./кг сухого вещества)					Кормовые единицы			
Люцерна изменчивая	Омская 7, st.	0,73	0,46–1,09	–	31,54	–	0,94	0,02
	СП-2-99/91-267	0,92	0,66–1,53	+0,19	48,30	+16,76	1,01	0,00
	СП-2-99/01-282	0,72	0,58–0,91	–0,01	33,62	+2,08	2,60	0,00
	СП-2-99/01-132	0,73	0,48–0,97	0,00	34,53	+2,99	1,03	0,00
	$НСР_{05}$	0,16			1,20		–	–
Кострец безостый	СибНИИСХоз 189, st.	0,72	0,54–1,16	–	19,51	–	0,99	0,01
	СП-2-06/08-28	0,78	0,41–1,53	+0,06	25,97	+6,46	1,82	0,01
	$НСР_{05}$	0,04			4,52		–	–
Урожайность зеленой массы, т/га					Урожайность зеленой массы			
Люцерна изменчивая	Омская 7, st.	4,32	2,75–8,60	–	–	–	0,99	0,00
	СП-2-99/91-267	5,25	3,10–7,40	+0,94	–	–	1,41	0,13
	СП-2-99/01-282	4,67	1,86–9,70	+0,36	–	–	0,99	0,01
	СП-2-99/01-132	4,73	2,96–8,30	+0,42	–	–	0,72	0,11
	$НСР_{05}$	0,30			–	–	–	–
Кострец безостый	СибНИИСХоз 189, st.	2,71	1,35–5,40	–	–	–	0,92	0,01
	СП-2-06/08-28	3,33	1,32–5,90	+0,62	–	–	0,81	0,00
	$НСР_{05}$	0,50			–	–	–	–

Примечание: $\bar{x}$ – среднее по сорту; bi – коэффициент линейной регрессии; σ^2_d – величина стабильности реакции сортов; st. – название сорта-стандарта

Линии люцерны СП-2-99/91-267, СП-2-99/01-282 и СП-2-99/01-132 за счет превышения стандартного сорта ‘Омская 7’ по содержанию сырого белка (+0,65 ÷ +1,26 % к st.) и урожайности зеленой массы (+0,36 ÷ +0,94 т/га к st.) имели прибавку по сбору с 1 га белка (+118,62 ÷ +192,97 кг/га к st.) и кормовых единиц (+2,08 ÷ +24,45 к.е./кг сухого вещества к st.). Положительной характеристикой данных линий являлось пониженное содержание клетчатки (0,16 ÷ –0,59% к st.).

Линия СП-2-99/91-267 – интенсивного типа (bi > 1); по содержанию кормовых единиц стабильна, имела хорошие результаты в неблагоприятных условиях (bi > 1, $\sigma^2_d = 0$).

Линия СП-2-99/01-282 соответствует интенсивному типу по содержанию клетчатки, кормовым единицам и урожайности (bi > 1); по кормовым единицам и урожайности стабильна, имела хорошие результаты в неблагоприятных условиях (bi ≥ 1, $\sigma^2_d = 0$).

Линия СП-2-99/01-132 экстенсивного типа по содержанию белка и урожайности зеленой массы, интенсивного – по содержанию клетчатки и кормовых единиц. По содержанию кормовых единиц стабильна, имела хорошие результаты в неблагоприятных условиях (bi > 1, $\sigma^2_d = 0$).

Линия костреца безостого СП-2-06/08-28 интенсивного типа по содержанию белка и кормовых единиц, экстенсивного – по содержанию клетчатки и урожайности зеленой массы. Характеризовалась содержанием белка на уровне стандарта ‘СибНИИСХоз 189’ (14,09 %) и прибавкой по урожайности (+0,62 т/га к st.), за счет чего наблюдалось превышение стандарта по сбору с 1 га как белка (+86,82 кг/га к st.), так и кормовых единиц (+6,46 к.е./кг сухого вещества к st.). Линия характеризовалась стабильностью по содержанию кормовых единиц, имела хорошие результаты в неблагоприятных условиях (bi > 1, $\sigma^2_d = 0$). По урожайности данная линия также стабильна, имела хорошие результаты в благоприятных условиях (bi < 1, $\sigma^2_d = 0$).

Выводы

1. Максимальное содержание сырого белка в зеленой массе наблюдалось в 2012 г. у люцерны изменчивой (20,16%, Ij = 2,63) и в 2013 г. у костреца безостого (18,32%, Ij = 4,79). Минимальное содержание клетчатки наблюдалось у люцерны в 2013 г. (16,13%, Ij = –3,25), у костреца в 2011 г. (11,0%, Ij = –1,58). Наиболее урожайным для обеих культур был 2014 г. (8,85 т/га, Ij = 4,33 у люцерны и 5,82 т/га, Ij = 2,96 у костреца).

2. Снижение содержания клетчатки у исследуемых культур способствовало повышению содержания белка (r = –0,348 и –0,335) и кормовых единиц (r = 0,544 и 0,352 у люцерны и костреца соответственно). Повышение урожайности отрицательно сказалось на кормовых единицах (r = –0,402 и –0,713). Также наблюдается значительная обратная корреляция урожайности костреца безостого с содержанием сырого белка (r = – 0,617) и прямая – с содержанием клетчатки (r = 0,744). Урожайность люцерны изменчивой находилась в слабой степени зависимости с содержанием белка и клетчатки (r = 0,239 и 0,306).

3. Высокой отзывчивостью на улучшение условий среды и высокой стабильностью реакции на условия среды (при bi > 1, $\sigma^2_d < 1$) обладали следующие сорта: ‘Омская 7’, ‘Эльбрус’ (содержание белка); ‘Флора 5’, ‘Флора 6’, ‘СибНИИСХоз 99’ (содержание белка, кормовых единиц и урожайность зеленой массы), ‘Титан’ (содержание кормовых единиц).

4. За период 2011–2016 гг. выделены лучшие образцы, представляющие ценность по комплексу признаков качества зеленой массы и урожайности.

– Линии люцерны изменчивой интенсивного типа СП-2-99/91-267, СП-2-99/01-282 и линия экстенсивного типа СП-2-99/01-132.

– Линия костреца безостого СП-2-06/08-28 интенсивного типа по содержанию белка и кормовых единиц, экстенсивного – по содержанию клетчатки и урожайности зеленой массы.

References/Литература

Abubekerov B. A., Mamonov A. H. Selective Breeding of Perennial Grasses at Siberian Research Institute of Agriculture Crop Breeding for High Yield, Stability and Quality: Proceedings, International Scientific and Practical Conference Marking the 100th anniversary of Siberian Selective Breeding (Selekciya mnogoletnih trav v SibNIISKH. Selekciya sel'skohozyajstvennyh rastenij na vysokuyu urozhajnost', stabil'nost' i kachestvo: Materialy mezhdunarodnoj nauch. prakt. konferencii k 100-letiyu sibirskoj selekcii). Omsk : Variant-Omsk, 2012, pp. 44 [in Russian] (*Абубекеров Б. А., Мамонов А. Х.* Селекция многолетних трав в СибНИИСХ // Селекция сельскохозяйственных растений на высокую урожайность, стабильность и качество: Материалы международной науч. практ. конференции к 100-летию сибирской селекции. Омск : Вариант-Омск, 2012. С. 44).

Dospekhov B. A. Methods of field experience (Metodika polevogo opyta). Moscow : Agropromizdat, 1985, 352 p. [in Russian] (*Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. 352 с.).

Zykin V. A., Belan I. A., Yusova V. S., Kiraev R. S., Chanyshev I. O. Ecological flexibility of crops. Ehkologicheskaya plastichnost' sel'skohozyajstvennyh rastenij. Ufa, 2011, 97 p. [in Russian] (*Зыкин В. А., Белан И. А., Юсов В. С., Кираев Р. С., Чанышев И. О.* Экологическая пластичность сельскохозяйственных растений. Уфа, 2011. 97 с.).

Stepanov A. F. The use of perennial grasses: monograph (Sozdanie i ispol'zovanie mnogoletnih travostoev: monografiya). Omsk : publishing house of FGOU VPO Omgau, 2006, 312 p. [in Russian] (*Степанов А. Ф.* Создание и использование многолетних травостоев: монография. Омск : Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2006. 312 с.).

Kashevarov N. I., Reznikov V. F. Siberian fodder production in figures. Sibirskoe kormoproizvodstvo v cifrah. Sib. otd-nie – Siberian research Institute of forages. Novosibirsk, 2012, 244 p. [in Russian] (*Кашеваров Н. И., Резников В. Ф.* Сибирское кормопроизводство в цифрах / РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИ кормов. Новосибирск, 2012. 244 с.).

Mishchenko L. N., Mel'nikova A. L. Soils of West Siberia. Pochvy Zapadnoj Sibiri. Omsk : FGOU VPO OmGAU, 2007, 248 p. [in Russian] (*Мищенко Л. Н., Мельникова А. Л.* Почвы Западной Сибири. Омск : ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2007. 248 с.).

Pleshkov B. V. Practical course on Plant Biochemistry (Praktikum po biohimii rastenij). Moscow : Agropromizdat Publishers, 1985, 255 p. [in Russian] (*Плешков Б. В.* Практикум по биохимии растений. М. : Агропромиздат, 1985. 255с.).

Rutz R. I. Works program of the Breeding Center of Siberian Research Institute of Agriculture for the timeframe of 2011–2030 (Programma rabot selekcionnogo centra Sibirskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta sel'skogo hozyajstva na period 2011–2030 gg.). Novosibirsk, 2011, 203 p. [in Russian] (*Рутц Р. И.* Программа работ селекционного центра Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства на период 2011–2030 гг. Новосибирск, 2011. 203 с.).