

СКРИНИНГ КОЛЛЕКЦИОННЫХ СОРТООБРАЗЦОВ МОГАРА ПО УРОЖАЙНОСТИ И БИОХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ БИОМАССЫ

Т. В. Родина, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела многолетних и однолетних трав, rodina008@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6670-417X;
А. Н. Асташов, кандидат сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела многолетних и однолетних трав, alex-astashov@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2744-9428;
О. С. Башинская, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела кукурузы и зернобобовых культур, ORCID ID: 0000-0002-9553-9994;
К. А. Пронудин, научный сотрудник отдела многолетних и однолетних трав, ORCID ID: 0000-0002-9760-6732
ФГБНУ Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы, 410050, г. Саратов, ул. 1-й Институтский проезд, д. 4; e-mail: rossorgo@yandex.ru

В аридных условиях Нижневолжского региона могоар является перспективной кормовой культурой. Поэтому целью наших исследований являлось выявление перспективных образцов для создания новых сортов, которые отвечали бы требованиям отечественных сельхозтоваропроизводителей. В статье представлены результаты оценки сортообразцов могоара коллекции генетических ресурсов ВИР по морфометрическим показателям, урожайности и питательной ценности надземной биомассы. Исследования проводили в отделе многолетних и однолетних трав ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» в 2021–2022 годах. Объектом изучения являлись 36 сортообразцов могоара различного эколого-географического происхождения. По результатам оценки исходного материала могоара выделены перспективные образцы для дальнейшего включения в селекционный процесс по увеличению значений отдельных признаков. На улучшение биохимического состава биомассы целесообразно использовать образцы: на повышение содержания *сырого протеина* (>7,50 %) – к-1356 (Россия), к-1745 (Болгария), к-1748 (Болгария), к-1775 (Румыния); *сырого жира* >3,00% – к-63 (США), к-80 (США), к-336 (Марокко), к-1854 (Венгрия), к-1877 (США); *сырой золы* >10,00% – к-1356 (Россия), к-1850 (Венгрия), к-1833 (Китай), Аскет (st) (Россия). Для селекционной работы на высокую *урожайность надземной биомассы* >20,00 т/га перспективны следующие сортообразцы: к-605 (Китай), к-1027 (Казахстан), Атлант (Россия). Изучаемые сортообразцы могоара – к-336, к-605, к-993, к-1027, к-1726 по сбору кормовых единиц с гектара превосходили сорт-стандарт от 1,2 до 12,9 %. Наибольший выход *валовой энергии* с единицы площади, превышающий показатель сорта-стандарт, отмечен у сортообразцов: к-336 (Марокко), к-605 (Китай), к-993 (Румыния), к-1027 (Казахстан), к-1726 (Канада), к-1775 (Румыния).

Ключевые слова: могоар, сортообразец, селекция, урожайность биомассы, протеин, валовая энергия.

Для цитирования: Родина Т. В., Асташов А. Н., Башинская О. С., Пронудин К. А. Скрининг коллекционных сортообразцов могоара по урожайности и биохимическому составу биомассы // Зерновое хозяйство России. 2023. Т. 15, № 2. С. 63–71. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-85-2-63-71.



SCREENING OF THE MOGAR COLLECTION SAMPLES ACCORDING TO PRODUCTIVITY AND BIOCHEMICAL COMPOSITION OF BIOMASS

T. V. Rodina, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the department of perennial and annual grasses, rodina008@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6670-417X;
A. N. Astashov, Candidate of Agricultural Sciences, main researcher of the department of perennial and annual grasses, alex-astashov@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2744-9428;
O. S. Bashinskaya, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the department of maize and legume crops, ORCID ID: 0000-0002-9553-9994;
K. A. Pronudin, researcher of the department of perennial and annual grasses, ORCID ID: 0000-0002-9760-6732
FSBSI Russian Research and Project-technological Institute of sorghum and maize “Rossorgo”, 410050, Saratov, 1-st Institutsky, 4; e-mail: rossorgo@yandex.ru

In the arid conditions of the Lower Volga region, mogar is a promising fodder crop. Therefore, the purpose of the current study was to identify promising samples for the development of new varieties that would meet the requirements of domestic agricultural producers. The paper has presented the estimation results of the mogar varieties of the VIR genetic resources collection according to morphometric parameters, productivity, and nutritional value of aboveground biomass. The study was carried out in the department of perennial and annual grasses of the FSBSI Russian Research and Project-technological Institute of sorghum and maize “Rossorgo” in 2021–2022. The objects of study were 36 mogar varieties of various ecological and geographical origin. Based on the estimation results of the initial material of mogar, there have been identified the promising samples for further introduction in the breeding process to increase the values of individual traits, since it is advisable to use the following samples to improve the biochemical composition of the biomass, as k-1356 (Russia), k-1745 (Bulgaria), k-1748 (Bulgaria), k-1775 (Romania) to increase the content of crude protein (> 7.50 %); k-63 (USA), k-80 (USA), k-336 (Morocco), k-1854 (Hungary), k-1877 (the USA) to increase crude fat > 3.00% ; k-1356 (Russia), k-1850 (Hungary), k-1833 (China), Asket (st) (Russia) to increase crude ash >10.00%. The varieties k-605 (China), k-1027 (Kazakhstan), Atlant (Russia) are found

promising for breeding work for high yields of aboveground biomass >20.00 t/ha. The studied mogar varieties k-336, k-605, k-993, k-1027, k-1726 according to the collection of fodder units per hectare exceeded the standard variety from 1.2 to 12.9 %. The highest gross energy yield per unit area, exceeding the indicator of the standard variety, was established for the varieties k-336 (Morocco), k-605 (China), k-993 (Romania), k-1027 (Kazakhstan), k-1726 (Canada), k-1775 (Romania).

Keywords: mogar, variety sample, breeding, biomass yield, protein, gross energy.

Введение. Формирование прочной кормовой базы для развития животноводства является важнейшим направлением при проведении научных исследований в области растениеводства. Выделение исходного материала для создания новых сортов, обладающих комплексом хозяйственно полезных признаков и адаптированных для выращивания в регионах с неблагоприятными климатическими условиями, остается основной задачей селекции. С этой целью в селекционный процесс вовлекаются новые формы, более эффективно используется генетическое разнообразие растений в сочетании с ценными морфобиологическими признаками и свойствами (Avetisyan et al., 2020; Садыгова и др. 2022; Rodina et al., 2022).

Могар (*Setaria Italica ssp. moharicum*) – перспективная однолетняя засухоустойчивая кормовая культура, формирующая при правильном использовании высокие урожаи качественной биомассы и зерна, но мало распространенная в Нижневолжском регионе, и в этой связи сорт здесь имеет особое значение в его распространении. Весьма актуальным представляется детальное изучение его исходного материала, а возросший в последние годы спрос на семена свидетельствует об актуальности и востребованности этой культуры (Николайченко и Жужукин, 2016; Вертикова, 2016; Капустин и др., 2018).

Интродукция имеет большое значение для развития сельского хозяйства. Обновление генетического материала за счет интродукции новых исходных форм является основой селекции сельскохозяйственных культур. Крайне необходимо осуществлять меры по подбору и внедрению высокопродуктивных, устойчивых к различным факторам среды сортов, отвечающих требованиям интенсивных технологий возделывания применительно к зональным особенностям. Основной задачей является подбор и рекомендации сортов и сортообразцов с наиболее высоким генетическим потенциалом продуктивности (Зотиков и Вилюнов, 2021; Донец и др., 2019).

Для успешного интродукционного процесса могара целесообразно использовать исходный материал Федерального исследовательского центра «Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова» (ВИР).

Цель наших исследований заключалась в оценке сортообразцов могара по морфологическим признакам и биохимическим показателям биомассы с последующим включением в селекционный процесс.

Материалы и методы исследований. Коллекция могара (*Setaria italica ssp. moharicum*) насчитывает 36 сортообразцов различного про-

исхождения: к-37 – Украина; к-63, к-80, к-1877 – США; к-336 – Марокко; к-463, к-1070 – Югославия; к-590, к-749, к-751, к-1027 – Казахстан, к-795 – Таджикистан; к-1033 – Дания, к-1726 – Канада; к-1743, к-1745, к-1748 – Болгария; к-993, к-1775 – Румыния; к-1818, к-1850, к-1854 – Венгрия; к-605, к-1356, к-1830, к-1628, к-1812, к-398, к-393, к-1851, к-1833 Китай; к-764, Атлант, Аскет, Скиф, Стоик – Россия.

Коллекционный питомник заложен в 2021–2022 гг. в селекционном севообороте ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», расположенном в пригородной микрорайоне Саратовского района Саратовской области, в южной части черноземной зоны Поволжья согласно Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989). Для закладки питомника проведена подготовка почвы перед посевом, включающая боронование и две предпосевные культивации (КПС-6+МТЗ-82.1). Сортообразцы высевали в третьей декаде мая селекционной кассетной сеялкой СКС-6-10 с шириной междурядий 70 см, норма высева – 100 шт. всхожих семян на 1 м². Площадь делянок – 7,7 м², повторность – трехкратная. Стандарт – Аскет, включенный в Государственный реестр селекционных достижений.

Почва опытного поля – чернозем южный, механический состав – тяжелосуглинистый с содержанием гумуса 5–6%; нитратного азота – 3,0–4,5 мг, подвижного фосфора – 3–4 мг, обменного калия – 15–21 мг на 100 г почвы. Определение нитратов проводилось ионометрическим методом: ГОСТ 26951-86, определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина: ГОСТ 26205-91. Гидротермический коэффициент в годы проведения исследований составил: в 2021 г. – 0,77, в 2022 г. – 0,79, что относит регион к засушливым территориям.

Сортообразцы могара по признаку «высота растений» распределены согласно Классификатору вида *Setaria Italica* L. (1981) на группы: очень низкорослые (1) – <60 см, очень низкорослые (2) – 60–80 см, низкорослые (3)–81–100 см, низкорослые (4)–101–120 см, среднерослые (5)–121–140, среднерослые (6)–141–160 см, высокорослые (7) – 161–180 см, высокорослые (8) – 181–200 см, очень высокорослые (9) – > 200 см. Распределение сортообразцов могара по признаку «длина метелки»: очень короткая – <10 см, короткая – 11–20 см, средняя – 21–30 см, длинная – 31–40 см, очень длинная – >40 см. По продолжительности вегетационного периода сортообразцы могара разделили на группы: очень ранние – <70 суток, ранние – 70–90 суток, среднеспелые – 91–115 суток, позднеспелые – 116–140 суток, очень поздние – более 140 суток.

Биохимический состав надземной биомассы определяли в лаборатории биохимии и биотехнологии ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»: протеин – по Кьельдалю (ГОСТ 10846-91), жир – по методу Сокслета (ГОСТ 13496.15-2016), золу – методом сухого озоления (ГОСТ 26226-95), клетчатку – по Кюршнеру и Ганеку (ГОСТ 13496.2-91), БЭВ – методом расчета.

Расчет валовой энергетической ценности (ВЭ) биомассы проводили согласно методике зоотехнического анализа кормов на основании данных о биохимическом составе и энергетической ценности каждого питательного вещества по формуле:

$$ВЭ = 23,60 \times \text{протеин} + 39,65 \times \text{жир} + 17,59 \times \text{клетчатка} + 16,96 \times \text{БЭВ}$$

Статистическая обработка результатов исследований выполнена с помощью програм-

мы «AGROS» версии 2.09 методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (2014). Статистический анализ выборки включает вычисление точечных и интервальных оценок статистических параметров (средней – \bar{x} , ошибка средней – $S\bar{x}$, стандартного отклонения – S , дисперсии – S^2 , коэффициент вариации – V (%), асимметрии (коэффициент асимметрии – As , ошибка коэффициента асимметрии – Sa) и эксцесса (коэффициент эксцесса – Ex , ошибка коэффициента эксцесса – Se).

Результаты и их обсуждение. По географическому расположению сортообразцы могара коллекции генетических ресурсов растений ВИР распределились так: образцы из Китая – 22 %, России – 17 %, Казахстана – 11 % и т. д. (рис. 1). Насыщенность градиента цвета означает распределение количества сортообразцов в регионе от наименьшего значения (бледно-желтый) к наибольшему (ярко-желтый).

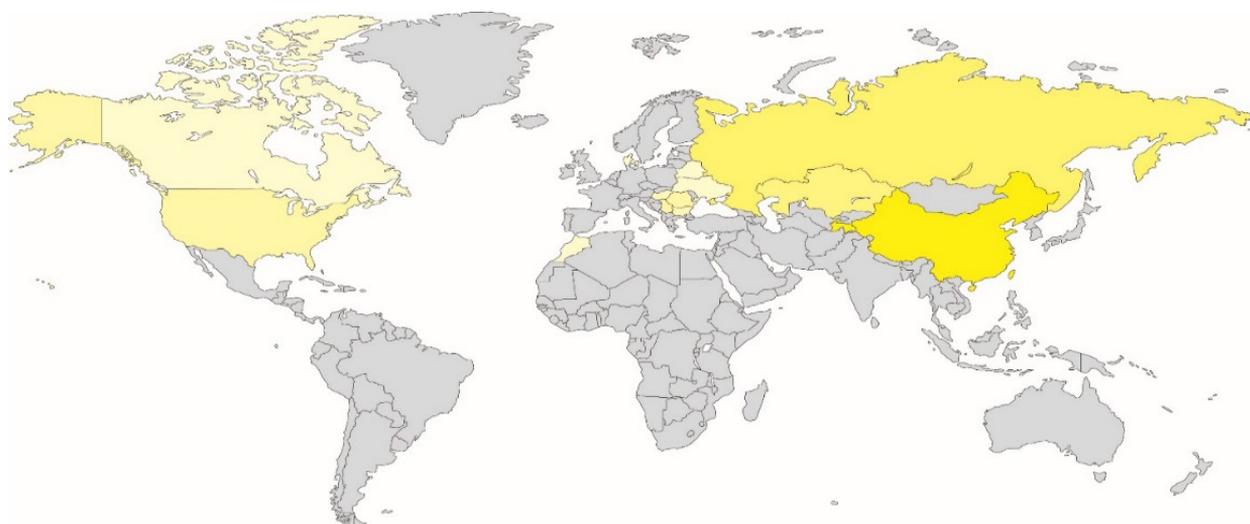


Рис. 1. Географическое расположение сортообразцов могара
Fig. 1. Geographical location of the mogar variety samples

В 2022 г. при оценке продолжительности вегетационного периода выделили группу из трех раннеспелых сортообразцов, что в целом составило 8,3 % от изучаемой коллекции. Наибольшая группа отмечена среди среднеспелых образцов могара и составила

91,7 % (33 образца) (табл. 1). Стоит отметить, что в 2021 г. 35 сортообразцов могара были отнесены к среднеспелой группе и один образец (к-463), с продолжительностью вегетационного периода менее 90 дней, отнесен к группе раннеспелых.

Таблица 1. Распределение сортообразцов могара на группы спелости
Table 1. Distribution of the mogar variety samples into the groups of maturity

Группа спелости	Продолжительность, дни	Сортообразцы
Очень ранние	<70	–
Ранние	70–90	к-1027, к-1033, к-1743.
Среднеспелые	91–115	к-37, к-63, к-80, к-336, к-393, к-398, к-463, к-590, к-605, к-749, к-751, к-764, к-795, к-993, к-1070, к-1356, к-1726, к-1745, к-1748, к-1775, к-1812, к-1818, к-1830, к-1850, к-1851, к-1854, к-1833, к-1628, к-1877, Атлант, Аскет, Скиф, Стоик
Позднеспелые	116–140	–
Очень поздние	> 140	–

По признаку «высота растений» в 2021 г. все сортообразцы могара отнесены к группе очень

низкорослых и низкорослых растений с различным индексом проявления признака: боль-

шая часть (44,4 %) образцов вошла в группу низкорослых с индексом проявления признака 3, а диапазон варьирования находился в пре-

делах от 81,4 до 100,6 см; группа очень низкорослых растений могара составила 41,7 % (табл. 2).

Таблица 2. Распределение сортообразцов могара по признаку «высота растений»
Table 2. Distribution of the mogar variety samples according to 'plant height'

Группа	Индекс проявления признака	Высота растений, см	Количество образцов	
			шт.	%
Очень низкорослые	2	60–80	15 / 1	41,7 / 2,8
Низкорослые	3	81–100	16 / 9	44,4 / 25,0
Низкорослые	4	101–120	5 / 24	13,9 / 66,7
Среднерослые	5	121–140	– / 2	– / 5,5

Примечание. Через / указаны значения за 2021/2022 г.

При селекции сортов могара особое значение имеет высота растений, так как она достаточно тесно коррелирует с урожайностью биомассы. Однако стоит отметить, что урожайность биомассы могара зависит не только от высоты растений, но и от общей кустистости, толщины стебля, облиственности (Вертикова, 2018). Анализ сортообразцов могара в 2022 г. показал, что большая часть (66,7 %) образцов вошла в группу низкорослых с индексом проявления признака 4, где диапазон варьирования по данному признаку находился в пределах от 102,1 до 118,1 см. Группа низкорослых образцов могара с индексом проявления признака 3 составила 25,0 %, в нее вошло 9 образцов изучаемой коллекции. К группе очень низкорослых растений отнесен один образец (к-1877), а в группу среднерослых вошло

два образца – к-1070 и к-1818. Стоит отметить, что группа высокорослых и очень высокорослых сортообразцов в изучаемой коллекции за годы проведения исследований отсутствовала.

Высота растений изучаемых образцов могара в 2021 г. варьировала в пределах от 56,2 до 120,0 см, а в 2022 г. – от 73,5 до 127,7 см (рис. 2). Наибольшие значения высоты растений в 2021 г. (>100,0 см) отмечены у сортообразцов могара к-37, к-80, к-764, к-1818, Стоик; наименьшие (<70,0 см) у сортообразцов к-398, к-1356, к-1830, к-1854, к-1628. В 2022 г. высота растений >110,0 см отмечена у сортообразцов к-37, к-398, к-795, к-1033, к-1070, к-1743, к-1748, к-1775, к-1818, к-1850, к-1854, Стоик; а наименьшая (<80,0 см) у сортообразца к-1877.

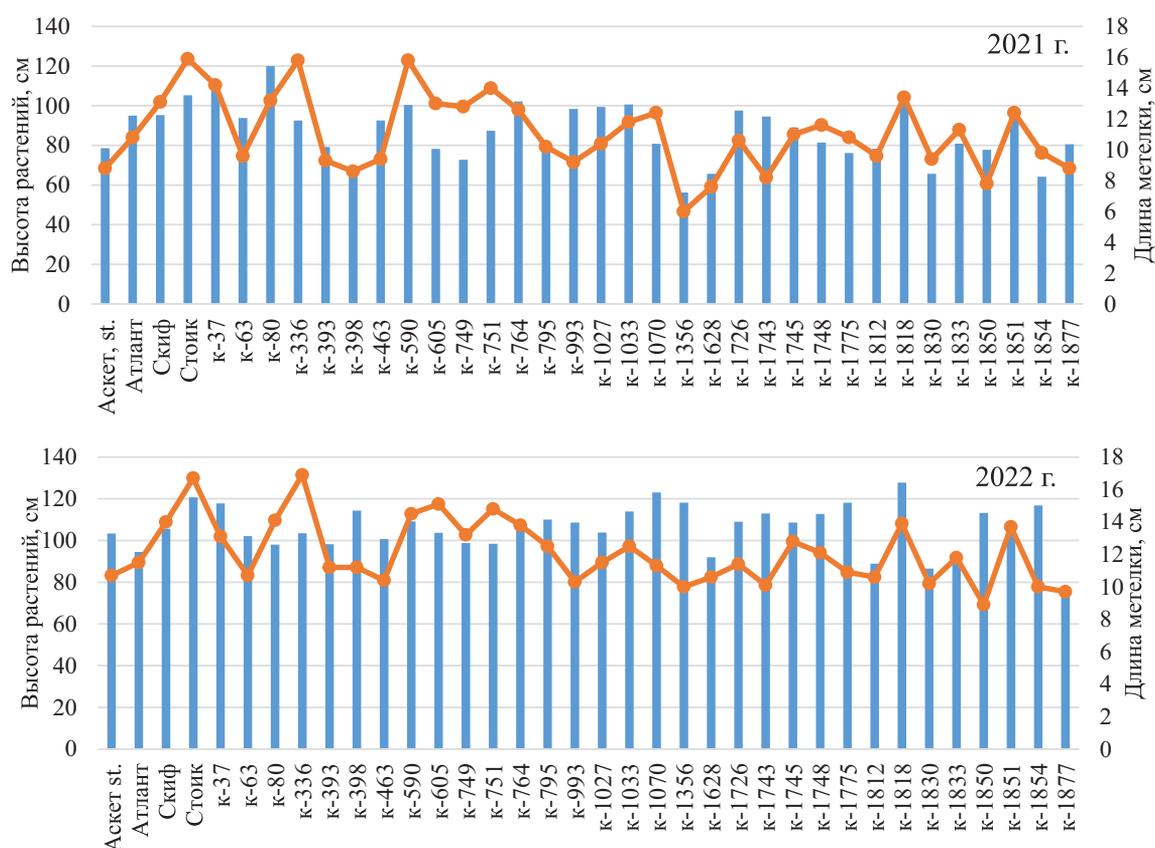


Рис. 2. Высота растений и длина метелки сортообразцов могара
Fig. 2. 'Plant height' and 'panicle length' of the mogar variety samples

При распределении сортообразцов могоара в 2021 г. по признаку «длина метелки» размах варьирования составил 6,0–15,9 см. Максимальный показатель по этому признаку (> 14,0 см) отмечен у сортообразцов к-37, к-336, к-590, к-751, Стоик. Длина метелки <10,0 см отмечена у сорта стандарта Аскет и образцов к-63, к-398, к-393, к-463, к-993, к-1356, к-1743, к-1850, к-1854, к-1877, к-1830, к-1628, к-1812.

В 2022 г. размах варьирования по признаку «длина метелки» составил от 9,6 до 21,2 см. Максимальный показатель по этому признаку (> 14,0 см) отмечен у к-80, к-336, к-590, к-605, к-751,

Скиф, Стоик. Необходимо отметить, что в 2022 г. длина метелки <10,0 см не установлена ни у одного сортообразца могоара коллекции ВИР.

Статистическая оценка морфометрических показателей сортообразцов могоара коллекции ВИР за годы изучения показала среднюю степень коэффициента вариации по признаку «высота растений» (табл. 3). По признаку «длина метелки» коэффициент вариации в 2021 г. показал высокую степень коэффициента вариации – 22,19 %, а в 2022 г. – 16,34 %, при этом среднее значение в опыте составило: в 2021 г. – 11,07 см, а в 2022 г. – 12,13 см.

Таблица 3. Статистические параметры морфометрических показателей сортообразцов могоара коллекции ВИР
Table 3. Statistical parameters of morphometric parameters of the mogar variety samples from the VIR collection

Параметр	Высота растений, см	Длина метелки, см
\bar{x}	86,93 / 105,71	11,07 / 12,13
$S\bar{x}$	2,42 / 1,89	0,41 / 0,33
S^2	211,48 / 127,98	6,03 / 3,93
S	14,54 / 11,31	2,46 / 1,98
V, %	16,73 / 10,71	22,19 / 16,34
As	0,04 ns / -0,56 ns	0,24 ns / 0,70 ns
Sa	0,39 / 0,39	0,39 / 0,39
Ex	-0,47 ns / 0,66 ns	-0,47 ns / -0,14 ns
Se	0,75 / 0,76	0,76 / 0,76
Lim: min-max	56,2–120,0 / 73,5–127,7	6,00–15,90 / 8,9–16,9
n	36	36

Примечание. Через / указаны значения 2021/2022 г.; ns – незначимо, n – объем выборки.

Размах варьирования показателей качества сырой биомассы сортообразцов могоара в фазу молочной спелости за годы исследований составил: сырой протеин – 4,84–8,75 %; сырой жир – 1,77–3,34 %; зола – 7,01–11,00 %, клетчатка – 30,61–37,85 % (табл. 4). У сорта стандарта Аскет содержание сырого протеина составило 6,56 %. Изучаемые сортообразцы к-1356, к-1745, к-1748, к-1775 по данному показателю

достоверно превосходили стандарт, а содержание сырого протеина составило более 7,50 %. Содержание жира определяет прежде всего энергетическую ценность корма. В наших опытах содержание сырого жира >3,00 % установлено у следующих сортообразцов: к-63, к-80, к-336, к-1854, к-1877. Содержание сырой золы в зеленой массе >10,0 % отмечено у образцов к-1356, к-1850, к-1833, Аскет (st).

Таблица 4. Биохимический состав биомассы образцов могоара (среднее 2021–2022 гг.)
Table 4. Biochemical composition of the biomass of the mogar variety samples (mean in 2021–2022)

№ по каталогу ВИР	Содержание питательных веществ, % на абсолютно сухое вещество					Сухое вещество, %
	сырой протеин	сырой жир	сырая зола	сырая клетчатка	БЭВ	
Аскет, st	6,56	2,39	10,06	37,85	43,15	39,74
Атлант	6,85	2,35	9,58	35,73	45,50	37,12
Скиф	7,27	2,29	9,28	36,77	44,41	37,57
Стоик	6,68	2,59	7,64	31,79	51,31	37,00
к-37	6,00	1,87	8,44	36,86	46,84	39,91
к-63	4,91	3,00	8,43	36,07	47,60	40,65
к-80	6,03	3,03	8,12	35,15	47,68	45,16
к-336	6,19	3,34	6,62	30,61	53,25	43,52
к-398	4,84	2,35	9,42	35,30	48,10	36,93
к-393	6,85	2,30	7,89	34,79	48,18	37,38
к-463	6,69	2,98	7,67	31,86	50,81	41,06
к-590	7,00	2,51	7,53	32,60	50,37	41,20
к-605	6,90	2,45	8,00	34,20	48,46	39,08
к-749	7,09	2,43	7,24	35,82	47,43	40,68
к-751	5,43	2,51	9,20	35,88	46,98	41,32
к-764	5,97	2,27	8,04	36,86	46,87	40,75

Окончание табл. 4

№ по каталогу ВИР	Содержание питательных веществ, % на абсолютно сухое вещество					Сухое вещество, %
	сырой протеин	сырой жир	сырая зола	сырая клетчатка	БЭВ	
к-795	6,81	2,45	7,41	34,31	49,03	42,48
к-993	5,95	2,08	7,92	37,57	46,48	41,17
к-1027	7,31	1,95	7,01	34,15	49,60	40,17
к-1033	6,06	1,85	8,80	35,87	47,43	41,70
к-1070	6,57	2,09	7,94	32,10	51,30	42,89
к-1356	7,89	2,51	11,00	36,42	42,19	39,56
к-1628	6,08	2,68	8,21	33,93	49,11	38,19
к-1726	6,00	1,77	7,91	37,48	46,84	41,42
к-1743	7,19	2,62	9,08	33,34	47,78	43,59
к-1745	7,75	2,04	9,11	34,00	47,11	40,87
к-1748	7,78	2,55	8,72	33,11	47,86	43,81
к-1775	8,75	2,28	8,56	31,44	48,97	42,07
к-1812	7,26	1,85	7,95	33,72	49,23	36,08
к-1818	6,84	2,92	9,70	34,90	45,65	39,99
к-1830	6,90	2,82	9,39	35,04	45,86	40,18
к-1833	7,15	2,80	10,00	34,01	46,06	36,97
к-1850	7,09	1,99	10,46	36,29	44,18	39,10
к-1851	6,66	2,10	7,61	35,78	47,86	39,94
к-1854	6,79	3,12	8,79	34,27	47,05	40,08
к-1877	6,03	3,10	8,44	34,36	48,08	42,68
НСП ₀₅	0,04	0,02	0,06	0,10	0,13	0,15

Статистическая оценка элементов урожайности биомассы сортообразцов могоара коллекции ВИР показала среднюю степень коэффициента вариации – 17,68 %, а среднее содержание изучаемого показателя составило 15,97 % (табл. 5). Степень изменчивости признака по сырому протеину, сырому жиру и сырой

золе отмечена как «средняя» и составила 11,94, 16,69 и 11,73 % соответственно. При оценке биохимического состава слабая степень коэффициента вариации отмечена по следующим показателям: сырая клетчатка ($V = 5,26$ %) и БЭВ ($V = 4,73$ %).

Таблица 5. Статистические параметры элементов урожайности и биохимического состава биомассы сортообразцов могоара коллекции ВИР
Table 5. Statistical parameters of the elements of productivity and of the biochemical composition of the biomass of the mogar variety samples from the VIR collection

Параметр	Урожайность биомассы, т/га	Сырой протеин, %	Сырой жир, %	Сырая зола, %	Сырая клетчатка, %	БЭВ, %
$\bar{x} \pm S\bar{x}$	15,97±0,47	6,67±0,13	2,45±0,07	8,53±0,17	34,73±0,30	47,66±0,38
$S^2 \pm S$	7,98±2,82	0,64±0,80	0,17±0,41	1,00±1,00	3,34±1,83	5,07±2,25
V, %	17,68	11,94	16,69	11,73	5,26	4,73
As	0,08 ns	-0,08 ns	0,27 ns	0,46	-0,36 ns	-0,03 ns
Sa	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Ex	-0,39 ns	0,87 ns	-0,67 ns	-0,14 ns	-0,45 ns	0,85 ns
Se	0,77	0,77	0,76	0,77	0,77	0,76
Lim.: Min-max	9,90–21,80	4,84–8,75	1,77–3,34	6,62–11,00	30,61–37,85	42,19–53,25
n	36	36	36	36	36	36

Примечание. n – объем выборки, ns – не значимо.

Диапазон варьирования урожайности сортообразцов могоара в фазу молочной спелости надземной биомассы значительно варьировал и отмечен от 9,60 до 21,20 т/га, в сухом состоянии – от 4,04 до 8,76 т/га, и показал минимальные значения у сортообразца к-764, а максимальные – у образца к-1027. Урожайность надземной биомассы стандарта составила 19,55 т/га. По данным В.Л. Копыловича и Н.М. Шестака (2016), выращивание могоара сорта Аскет в ус-

ловиях Республики Беларусь за годы проведения исследований позволило получить урожай зеленой массы от 16,0 до 29,8 т/га.

Выявленная изменчивость признаков позволяет вести селекционную работу с сортообразцами: на высокую урожайность надземной биомассы (>20,00 т/га) – к-605, к-1027, Атлант; на высокое содержание сырого протеина в сухой биомассе (>0,50 т/га) – к-336, к-605, к-1027, к-1745, к-1748, Атлант (табл. 6).

Изучаемые сортообразцы могоара – к-336, к-605, к-993, к-1027, к-1726 по сбору кормовых единиц с гектара превосходили сорт стандарт от 1,2 до 12,9 %.

Интервал изменчивости энергетической ценности надземной биомассы варьировал от 16,34 до 17,20 МДж/кг. Выход валовой энер-

гии с гектара установлен в пределах от 67,58 до 148,13 ГДж/га. Наибольший выход валовой энергии с единицы площади, превышающий показатель сорта-стандарта, отмечен у сортообразцов к-336, к-605, к-993, к-1027, к-1726, к-1775.

Таблица 6. Энергетическая оценка биомассы сортообразцов могоара (2021–2022 гг.)
Table 6. Energy estimation of the biomass of the mogar variety samples (2021–2022)

№ по каталогу ВИР	Выход с гектара, т				Валовая энергия в 1 кг сухой биомассы, МДж/кг	Выход валовой энергии, ГДж/га
	надземной биомассы	сухого вещества	сырого протеина	кормовых единиц		
Аскет, st	19,55	7,76	0,51	5,44	16,47	127,81
Атлант	20,70	7,68	0,53	5,38	16,55	127,09
Скиф	17,40	6,54	0,48	4,57	16,63	108,66
Стоик	17,90	6,62	0,44	4,63	16,90	111,83
к-37	14,65	5,84	0,35	4,09	16,58	96,75
к-63	15,65	6,37	0,31	4,46	16,77	106,69
к-80	14,85	6,70	0,41	4,69	16,89	112,95
к-336	18,25	8,00	0,50	5,60	17,20	137,31
к-393	13,90	5,20	0,36	3,64	16,82	87,50
к-398	15,05	5,57	0,27	3,90	16,44	91,51
к-463	13,35	5,47	0,37	3,83	16,98	92,97
к-590	14,40	5,95	0,42	4,16	16,93	100,51
к-605	20,30	7,99	0,55	5,59	16,83	134,38
к-749	16,00	6,51	0,46	4,56	16,98	110,53
к-751	12,85	5,33	0,29	3,73	16,56	88,07
к-764	9,90	4,04	0,24	2,83	16,74	67,58
к-795	13,00	5,52	0,38	3,86	16,93	93,38
к-993	19,25	7,93	0,48	5,55	16,72	132,48
к-1027	21,80	8,76	0,64	6,14	16,91	148,13
к-1033	14,70	6,13	0,38	4,29	16,52	101,23
к-1070	17,05	7,31	0,48	5,12	16,73	122,25
к-1356	11,90	4,71	0,38	3,30	16,42	77,31
к-1628	19,30	7,35	0,45	5,15	16,80	123,46
к-1726	19,95	8,27	0,50	5,79	16,66	137,71
к-1743	12,85	5,56	0,40	3,89	16,70	92,87
к-1745	16,90	6,91	0,54	4,83	16,61	114,64
к-1748	15,45	6,76	0,53	4,73	16,79	113,41
к-1775	18,70	7,86	0,69	5,51	16,81	132,10
к-1812	14,85	5,35	0,39	3,74	16,73	89,40
к-1818	16,60	6,65	0,46	4,66	16,66	110,70
к-1830	14,75	5,93	0,41	4,15	16,69	98,90
к-1833	15,50	5,74	0,41	4,02	16,59	95,15
к-1850	16,85	6,58	0,46	4,60	16,34	107,33
к-1851	14,90	5,96	0,40	4,17	16,82	100,10
к-1854	10,90	4,38	0,30	3,07	16,85	73,67
к-1877	15,00	6,39	0,39	4,47	16,85	107,61
НСР _{0,5}			0,18	0,07	0,008	0,05

Выводы. Выявленная изменчивость морфологических и биологических признаков образцов могоара позволит вести целенаправленную работу по созданию новых сортов. Применительно к условиям Нижнего Поволжья наиболее перспективные для селекционной работы следующие сортообразцы могоара, обладающие высокой урожайностью надземной

биомассы (>20,00 т/га): к-605, к-1027, Атлант; наиболее высокорослые (>100,0 см) – к-37, к-80, к-398, к-764, к-795, к-1033, к-1070, к-1356, к-1743, к-1748, к-1775, к-1818, к-1850, к-1854, Стоик; на высокое содержание сырого протеина >7,50 % – к-1356, к-1745, к-1748, к-1775; на содержание сырого жира более >3,00% – к-63, к-80, к-336, к-1854, к-1877.

Библиографические ссылки

1. Вертикова Е. А. Селекция зернокармливаемых культур в условиях Поволжья // В мире научных открытий. 2016. № 9 (81). С. 74–93.
2. Вертикова Е. А. Изучение исходного материала для селекции зернокармливаемых культур // Аграрный научный журнал. 2018. № 3 (81). С. 3–8. DOI: 10.28983/asj.v0i3.
3. Донец И. А., Жукова М. П., Володин А. Б., Голубь А. А., Чухлебова Н. С. Агробиологическая оценка районированных сортов просовидных культур (чумиза, могар, пайза) в условиях Центрального Предкавказья // Вестник АПК Ставрополя. 2019. № 3 (35). С. 46–50. DOI: 10.31279/2222-9345-2019-8-35-46-50.
4. Зотиков В. И., Вилунов С. Д. Современная селекция зернобобовых и крупяных культур в России // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021. Т. 25, № 4. С. 381–387. DOI: 10.18699/VJ21.041.
5. Капустин С. И., Володин А. Б., Кравцов В. В., Капустин А. С. Могар – ценная кормовая культура // Таврический вестник аграрной науки. 2018. № 4. С. 42–49. DOI: 10.25637/TVAN2018.04.04.
6. Копылович В. Л., Шестак Н. М. Сравнительная продуктивность просовидных кормовых культур и эффективность возделывания пайзы в зависимости от количества укосов в условиях Республики Беларусь // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. № 2(18). С. 154–159.
7. Классификатор вида *Setaria Italica* L. (чумиза, могар) / Всесоюзная академия с.-х. наук имени В. И. Ленина. Всесоюзный НИИ растениеводства имени Н. И. Вавилова. Л., 1981. 19 с.
8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры / Госагропром СССР. Государственная комиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. М., 1989. 194 с.
9. Николайченко Н. В., Жужукин В. И. Современные подходы и новые методы селекции при интродукции малораспространенных видов кормовых культур в засушливых условиях Нижневолжского региона // Аграрный научный журнал. 2016. № 9. С. 39–42.
10. Технологический потенциал зерна чумизы: расширение ресурсного потенциала и ассортимента продуктов повышенной пищевой ценности: монография / М. К. Садыгова, Н. А. Шьюрова, О. С. Башинская, Л. И. Кузнецова, А. Н. Асташов, Т. В. Родина. ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ», ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Саратов: ООО «Амирит», 2022. 206 с.
11. Avetisyan A. T., Baykalova L. P., Artemyev O. S., Martynova O. V. Productivity and feed value of sparsely distributed annual crops // IOP Conferences Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 548, Article number 020226. DOI: 10.1088/1755-1315/548/7/072047/.
12. Rodina T., Kondakov K., Astashov A. The influence of the main agro-technical methods of cultivation on the yield of seeds of chumiz (*Setaria Italica* (L.) P. Beauv) in the Lower Volga region // BIO Web of Conferences. 2022. Vol. 43, Article number 02026. DOI: 10.1051/bioconf/20224302026/.

References

1. Vertikova E. A. Seleksiya zernokormovykh kul'tur v usloviyakh Povolzh'ya [Breeding of grain fodder crops in the conditions of the Volga region] // V mi-re nauchnykh otkrytii. 2016. № 9 (81). S. 74–93.
2. Vertikova E. A. Izuchenie iskhodnogo materiala dlya seleksii zernokormovykh kul'tur [Study of the initial material for breeding of grain fodder crops] // Agrarnyi nauchnyi zhurnal. 2018. № 3 (81). S. 3–8. DOI: 10.28983/asj.v0i3.
3. Donets I. A., Zhukova M. P., Volodin A. B., Golub' A. A., Chukhlebova N. S. Agro-biologicheskaya otsenka raionirovannykh sortov prosovidnykh kul'tur (chumiza, mogar, pai-za) v usloviyakh Tsentral'nogo Predkavkaz'ya [Agrobiological estimation of regioned varieties of millet crops (chumiza, mogar, paisa) in the conditions of the Central Ciscaucasia] // Vestnik APK Stavropol'ya. 2019. № 3 (35). S. 46–50. DOI: 10.31279/2222-9345-2019-8-35-46-50.
4. Zotikov V. I., Vilyunov S. D. Sovremennaya seleksiya zernobobovykh i krupyanykh kul'tur v Rossii [Modern breeding of leguminous and cereal crops in Russia] // Vavilovskii zhurnal genetik i seleksii. 2021. T. 25, № 4. S. 381–387. DOI: 10.18699/VJ21.041.
5. Kapustin S. I., Volodin A. B., Kravtsov V. V., Kapustin A. S. Mogar – tsennaya kormovaya kul'tura [Mogar is a valuable fodder crop] // Tavricheskii vestnik agrarnoi nauki. 2018. № 4. S. 42–49. DOI: 10.25637/TVAN2018.04.04.
6. Kopylovich V. L., Shestak N. M. Sravnitel'naya produktivnost' prosovidnykh kormovykh kul'tur i effektivnost' vozdeleyvaniya paizy v zavisimosti ot kolichestva ukosov v usloviyakh Respubliki Belarus' [Comparative productivity of millet fodder crops and the efficiency of cultivation of paisa, depending on the number of cuts in the conditions of the Republic of Belarus] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2016. № 2(18). S. 154–159.
7. Klassifikator vida *Setaria Italica* L. (chumiza, mogar) [Species classifier *Setaria Italica* L. (chumiza, mogar)] / Vsesoyuznaya akademiya s.-kh. nauk imeni V. I. Lenina. Vsesoyuznyi NII rastenievodstva imeni N. I. Vavilova. L., 1981. 19 s.
8. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. Zernovye, krupyanye, zernobobovye, kukuruza i kormovye kul'tury [Methodology of the State Variety Testing of agricultural crops. Cereals, cereals, legumes, maize, and fodder crops] / Gosagroprom SSSR. Gosudarstvennaya komissiya po sortoispytaniyu sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. M., 1989. 194 s.
9. Nikolaichenko N. V., Zhuzhukin V. I. Sovremennye podkhody i novye metody seleksii pri introduktsii malorasprostranennykh vidov kormovykh kul'tur v zasushlivykh usloviyakh Nizhne-Volzhskogo regiona [Modern approaches and new breeding methods for the introduction of rare species of fodder crops in arid conditions of the Lower Volga region] // Agrarnyi nauchnyi zhurnal. 2016. № 9. S. 39–42.
10. Tekhnologicheskii potentsial zerna chumizy: rasshirenie resursnogo potentsiala i assortimenta produktov povyshennoi pishchevoi tsennosti: monografiya [Technological potential of chumiza grain: expansion of resource potential and assortment of high-nutrient products: monograph] // Tekhnologicheskii potentsial zerna chumizy: rasshirenie resursnogo potentsiala i assortimenta produktov povyshennoi pishchevoi tsennosti: monografiya [Technological potential of chumiza grain: expansion of resource potential and assortment of high-nutrient products: monograph].

expanding the resource potential and the range of products of increased nutritional value] / M.K. Sadygova, N.A. Sh'yurova, O.S. Bashinskaya, L.I. Kuznetsova, A.N. Astashov, T.V. Rodina. FGBOU VO «Saratovskii GAU», FGBNU RosNIISK «Rossorgo». Saratov: OOO «Amirit», 2022. 206 s.

11. Avetisyan A.T., Baykalova L.P., Artemyev O.S., Martynova O.V. Productivity and feed value of sparsely distributed annual crops // IOP Conferences Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 548, Article number 020226. DOI: 10.1088/1755-1315/548/7/072047/.

12. Rodina T., Kondakov K., Astashov A. The influence of the main agro-technical methods of cultivation on the yield of seeds of chumiz (*Setaria Italica* (L.) P. Beauv) in the Lower Volga region // BIO Web of Conferences. 2022. Vol. 43, Article number 02026. DOI: 10.1051/bioconf/20224302026/.

Поступила: 30.01.23; доработана после рецензирования: 09.03.23; принята к публикации: 27.03.23.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Родина Т.В. – концептуализация исследований, анализ данных, подготовка рукописи; Асташов А.Н. – концептуализация исследований, критический анализ текста; Башинская О.С. – финальная доработка текста; Пронудин К.А. – подготовка и выполнение полевых опытов, сбор данных.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.