

#### 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки)

doi:10.18286/1816-4501-2026-1-27-34

УДК:633.289:631.527

##### Использование комплексного числового показателя для выделения ценного исходного материала в селекции житняка гребневидного

**М. В. Деревянникова**✉, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

**К. А. Катков**, кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник

**В. В. Чумакова**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующая отделом «Селекция и первичное семеноводство кормовых и лекарственных трав»

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»

356241, г. Михайловск, Ставропольский край, ул. Никонова 49

✉sotnikovam6031983@mail.ru

**Резюме.** Исследования посвящены поиску комплексно ценных коллекционных образцов житняка гребневидного для определения стратегии селекционной работы с культурой при создании нового исходного материала и высококонкурентных сортов. Впервые предложен новый подход для обработки полученного опытного материала при помощи комплексного числового показателя (КЧП) для выделения из экспериментального коллекционного материала высокоресурсных образцов с комплексом хозяйственно-ценных признаков и свойств. Цель исследований – оценить коллекционный материал образцов житняка гребневидного в количестве 43 единиц разнообразного эколого-географического происхождения одновременно по 12 хозяйственно ценным показателям с использованием комплексного числового показателя. В качестве стандарта выбран сорт житняка гребневидного Викрав. Работа выполнена на экспериментальных полях ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» в севообороте отдела селекции и первичного семеноводства кормовых и лекарственных трав. Почвы опытного участка – суглинистые черноземы с малым (4,0...4,5) содержанием гумуса. Гидротермический коэффициент 1,1...1,3. В период вегетации относительная влажность воздуха варьируется от 47 до 79 %. Представленный алгоритм формирования комплексного показателя ценности коллекционных образцов, изучаемых в однократной повторности, позволяет провести оценку исходного селекционного материала для использования в дальнейшей работе. При этом выявлены наиболее значимые показатели для формирования продуктивности кормовой массы и семян житняка гребневидного, установлена взаимозависимость между изученными параметрами. По итогам исследований при помощи комплексного числового показателя по четырем годам пользования травостоем были выделены по комплексу хозяйственно ценных признаков для дальнейшего использования в селекционной практике высокоресурсные образцы житняка гребневидного: дикорастущие из Казахстана (К-52379 и К-52382), из Челябинской области (К- 51798), сорта Павловский-12 (К-27880), Батыр (К- 47346), Дамсинский степной (К- 51663) и Петровский (К- 50974), а также селекционные образцы №№ 1/2-18, 3/2-18, 4/2-18, 6/2- 18.

**Ключевые слова:** житняк, селекция, образец, признак, комплексный числовой показатель, эффективность.

**Для цитирования:** Деревянникова М. В., Катков К. А., Чумакова В. В. Использование комплексного числового показателя для выделения ценного исходного материала в селекции житняка гребневидного // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2026. № 1 (73). С. 27-34. doi:10.18286/1816-4501-2026-1-27-34

##### Using a complex numerical indicator to identify valuable source material in crested wheatgrass breeding

**M. V. Derevyannikova, K. A. Katkov, V. V. Chumakova**

Federal State Budgetary Scientific Institution North Caucasus Federal Scientific Agrarian Center

356241, Mikhailovsk, Stavropol Krai, Nikonov St., 49

✉sotnikovam6031983@mail.ru

**Abstract.** The study is devoted to the search for comprehensively valuable collection samples of crested wheatgrass to determine a breeding strategy for the crop when creating new source material and highly competitive varieties. A new approach to processing the obtained experimental material using a complex numerical indicator (CNI) is proposed for the first time to isolate high-resource samples with a range of economically valuable traits and properties from the experimental collection material. The objective of the study was to evaluate the collection material of 43 crested wheatgrass samples of diverse ecological and geographical origins simultaneously for 12 economically valuable indicators using a complex numerical indicator. The crested wheatgrass variety Vikrav was selected as the standard. The work was carried out on the experimental fields of the North Caucasus Federal Scientific Center in the crop rotation of the Department of Breeding and Primary Seed Production of Forage and Medicinal Grasses. The soils of the experimental plot are loamy black soils with

a low (4.0-4.5) humus content. The hydrothermal coefficient is 1.1-1.3. During the growing season, relative air humidity ranges from 47 to 79%. The presented algorithm for generating a comprehensive value indicator for collection samples studied in a single replicate allows to evaluate initial breeding material for usage in further work. The most significant parameters for development of forage and seed productivity of crested wheatgrass were identified and the interdependencies between the studied parameters were established. Based on the results of research using a complex numerical indicator for four years of grass stand use, high-resource samples of crested wheatgrass were identified based on a set of economically valuable traits for further use in breeding practice: wild-growing samples from Kazakhstan (K-52379 and K-52382), from Chelyabinsk region (K-51798), the varieties Pavlovsky-12 (K-27880), Batyr (K-47346), Damsinsky stepnoy (K-51663) and Petrovsky (K-50974), as well as breeding samples No. 1/2-18, 3/2-18, 4/2-18, 6/2-18.

**Keywords:** wheatgrass, breeding, samples, trait, complex numerical indicator, efficiency.

**For citation:** Derevyannikova M. V., Katkov K. A., Chumakova V. V. Using a complex numerical indicator to identify valuable source material in crested wheatgrass breeding // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2026.1 (73): 27-34 doi:10.18286/1816-4501-2026-1-27-34

#### Введение

Основная задача современной селекции многолетних трав для полевого и пастбищного травосеяния во всех зонах РФ – создание высококачественных сортов, используемых на зеленый корм, сено и выпас, обеспечивающих высокую семенную продуктивность, приспособленных к почвенно – климатическим условиям зоны возделывания [1]. Сорта многолетних трав должны отличаться быстрым отрастанием весной и после укосов, устойчивостью к вытаптыванию, долголетием и высокой конкурентоспособностью в травосмесях по отношению к другим видам [2]. Для сенокосного и пастбищного травосеяния необходимы высокопродуктивные сорта, устойчивые к длительному использованию, адаптированные к землям различного типа, а также способных расти на малопродуктивных, песчаных, глинистых и засоленных почвах [3]. Среди широко возделываемых многолетних злаковых трав выделяется житняк гребневидный [4]. В Ставропольском крае накоплен довольно широкий опыт использования житняка гребневидного для восстановления и улучшения старовозрастных посевов, отраженный в «Системе кормопроизводства Ставропольского края» [5]. В ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» на сегодняшний день сельскохозяйственному производству предложен высокоурожайный сорт житняка гребневидного Викрав. Сорт обладает довольно стойким иммунитетом, устойчивостью к неблагоприятным почвенно-климатическим факторам, может возделываться на засоленных, переувлажненных, мочаковых и песчаных почвах, характеризуется высокими противозерозийными свойствами [6]. Однако, в связи с резко меняющимися погодными условиями и нестабильными климатическими факторами Центрального Предкавказья, новыми тенденциями развития отрасли животноводства сельскохозяйственному производству требуются современные, более урожайные и адаптивные к местным условиям высококачественные сорта [7, 8]. При создании новых сортов этой многолетней культуры весьма важно уже на первых этапах работы выделить комплексно ценные образцы для определения стратегии дальнейшей селекционной работы [9, 10]. Оценка коллекционного материала, с чего обычно начинается селекционный процесс с кормовыми травами, связана с трудностями выявления на

первых этапах комплексно ценных исходных форм. Закладка коллекционного питомника обычно проводится в однократной повторности из-за ограниченного количества семян получаемого материала. Использование стандартного метода влечет за собой большую трудоемкость проведения эксперимента.

В наших исследованиях была поставлена задача оценки коллекционных образцов житняка гребневидного разнообразного эколого-географического происхождения как по отдельным хозяйственно ценным признакам, так и, что более важно, по выделению образцов с комплексом ценных признаков. Применение метода единого комплексного числового показателя (КЧП), учитывающего одновременно более десяти изученных признаков, позволило ранжировать коллекционные образцы по четырем годам пользования травостоем. В данной работе были исследованы 12 признаков, определяющих продуктивность кормовой массы и семян житняка гребневидного.

Цель исследований – создать алгоритм формирования комплексного числового показателя продуктивности образцов житняка гребневидного, включающего в себя наиболее значимые хозяйственно ценные признаки и выделить наиболее перспективные образцы для использования в дальнейшей селекционной работе.

#### Материалы и методы

Работа выполнена на экспериментальных полях ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» в севообороте отдела селекции и первичного семеноводства кормовых и лекарственных трав.

Почвы опытного участка – суглинистые черноземы с малым (4,0...4,5) содержанием гумуса. Гидротермический коэффициент 1,1...1,3. В период вегетации относительная влажность воздуха варьировала от 47 до 79 %. Среднемесячная температура воздуха по данным АИС «Агроклимат, Ставрополь» за вегетационный период составляла 17,86 °C последние 30 лет (1985-2015).

В годы исследований количество выпавших осадков довольно сильно отличалось неравномерностью. По годам исследований теплообеспеченность в течение вегетационного периода была не стабильной. Неустойчивость климатических условий Ставропольского края позволило дать более полную оценку

изученного коллекционного материала, в том числе по устойчивости к засухе и отзывчивости на высокое количество осадков.

Коллекционный питомник житняка гребневидного заложен в 2017 г. За годы исследований получен полный анализ по 43 образцам разнообразного эколого-географического происхождения. В состав питомника был включен 31 образец из мировой коллекции ФИЦ «Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова» (из них 20 дикорастущих образцов и 11 сортов) и генофонд из 12 образцов собственной селекции. В качестве стандарта в опыте использовали сорт житняка гребневидного Викрав.

Питомник закладывали вручную удлиненными деланками с учетной площадью 3 м<sup>2</sup> в однократной повторности. Стандарт высевали через каждые 4-6 номеров. По всем годам исследований проводили полные фенологические наблюдения, всем образцам дали оценку хозяйственно-ценных признаков и свойств (*Методические указания по селекции и первичному семеноводству многолетних трав / М. А. Смурыгин, А. С. Новосёлова, М. И. Рубцов и др. // Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. НИИ кормов им. В. Р. Вильямса. Москва: ВИК, 1985. 188 с.*). Для определения структуры урожая пробные снопы анализировали в воздушно-сухом состоянии в лабораторных условиях [11, 12]. Для определения критерия существенности различий между изученными образцами при закладке коллекционного питомника в однократной повторности нами впервые был применен метод комплексного числового показателя (КЧП) на основе метода главных компонент (Principal Component Analysis- PCA) для расчета полученных данных на многолетних растениях. Для проведения математических вычислений применяли табличный процессор MS Excel, интегрированный математический пакет Matlab, имеющий большой набор встроенных функций, а также пакет статистической обработки данных IBM SPSS Statistics.

За 2018-2021 гг. исследований по результатам фенологических наблюдений и камеральных работ был получен большой объем экспериментального материала, статистическая обработка которого при однократной повторности в опыте представляла определенные сложности для выделения перспективных для селекции генотипов как по отдельным показателям продуктивности, так и по их комплексу. Нами была проведена работа по объединению наиболее значимых параметров эталонного сорта житняка гребневидного в единый комплексный показатель, для чего мы воспользовались математическими расчетами, которые достоверно подтвердили результативность исследований по каждому изученному коллекционному образцу.

Из большого числа изученных признаков и свойств для математической обработки были выделены 12 исходных параметров: 1) за первый параметр нами взята урожайность зеленой массы, кг/м<sup>2</sup>;

2) за второй параметр взят выход воздушно-сухого вещества (сено), кг/м<sup>2</sup>; 3) за третий – урожайность семян, кг/м<sup>2</sup>; 4) за четвертый – процент облиственности растений; 5) за пятый – показатель перезимовки, балл; 6) за шестой – показатель энергии весеннего отрастания растений, балл; 7) за седьмой – показатель поражаемости болезнями растений, балл; 8) за восьмой – показатель повреждаемости вредителями растений, балл; 9) за девятый параметр взят показатель устойчивости растений к полеганию, балл; 10) за десятый параметр взята высота травостоя в фазу выметывания соцветий, см; 11) за одиннадцатый параметр взята средняя длина колоса в фазу полного созревания семян, см; 12) за двенадцатый параметр – средняя ширина колоса в фазу полного созревания семян, см.

Расчеты комплексного числового показателя за 2018 г. проводили для 36 образцов, в связи с тем, что в первый год пользования травостоем 5 коллекционных образцов житняка гребневидного (деланки 37-41) не достигли укосной спелости [10]. В 2019-2021 гг. все изучаемые образцы житняка гребневидного дали полноценный урожай по всем изучаемым параметрам.

Последовательность действий для выделения наиболее перспективных для селекции коллекционных образцов житняка гребневидного включала следующие задачи: 1) сформировать матрицу исходных данных по наиболее ценным хозяйственным признакам; 2) построить числовой комплексный показатель (КЧП) с полной информацией об изученных признаках; 3) на основе полученного КЧП провести ранжирование образцов. Для формирования КЧП растений применяли метод главных компонент (Principal Component Analysis, PCA) [13, 14]. (*Нелинейный метод главных компонент. Режим доступа URL: <http://pca.narod.ru/> (дата обращения: 28.02.2025).*)

Главная концепция создания обобщенного числового показателя состоит в следующем. Метод главных компонент (PCA) используется для уменьшения числа переменных в исходных данных. Важно подчеркнуть, что перед применением метода PCA исходная матрица данных предварительно подвергается стандартизации с помощью следующего выражения [13]:

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma_X}, \quad (1)$$

где  $Z_i$  – стандартизованное значение измеряемого параметра для  $i$ -го образца растений;  $X_i$  – исходное значение измеряемого параметра для  $i$ -го образца;  $\bar{X}$  – среднее значение параметра;  $\sigma_X$  – среднее квадратичное отклонение (СКО) параметра.

В результате реализации метода PCA получаем матрицу нагрузок (A) размерностью  $[n \times n]$ , вектор собственных значений компонент ( $\lambda$ ) размерностью  $n$ , а также матрицу счетов (PC) размерностью  $[h \times n]$ .

#### 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки)

Здесь  $h$  – количество оцениваемых образцов растений в выборке,  $n$  – количество измеряемых параметров [8-10].

На следующем шаге осуществлялся выбор главных компонент на основе заданной доли объясненной дисперсии исходных характеристик. Обычно эта доля составляет не менее 80 %. Затем в полученном пространстве главных компонент определяется опорная точка MAX [13,16], которая представляет собой гипотетический (эталонный) образец с оптимальными значениями всех используемых параметров в рамках выборки [17].

На следующем этапе в пространстве главных компонент (PC) определяются координаты векторов, которые соответствуют каждому из оцениваемых коллекционных образцов житняка. Затем требуется определить степень близости этих векторов к заданной опорной точке MAX. Для этого вычисляются расстояния от концов векторов, описывающих каждый  $i$ -й образец, до точки MAX. В результате получают следующие значения (Зиновьев А.Ю. *Визуализация многомерных данных*. Красноярск: Изд-во КГТУ, 2000. 180 с.). Таким образом получают величины  $D_i^{MAX}$ :

$$D_i^{MAX} = \sqrt{(PC_1^i - PC_1^{MAX})^2 + (PC_2^i - PC_2^{MAX})^2 + \dots + (PC_k^i - PC_k^{MAX})^2}, (i=1..h) \quad (2)$$

Комплексный числовой показатель определяется как величина, обратная значению  $D_i^{MAX}$  [7, 12, 13]:

$$KP_i = 1/D_i^{MAX} \quad (3)$$

Чем выше значение  $KP_i$ , тем ближе в координатном пространстве главных компонент к точке MAX располагается точка  $S_i$ , характеризующая оцениваемый образец, а, следовательно, тем ближе к наилучшим значениям измеряемые параметры данного образца житняка гребневидного (рис. 1).

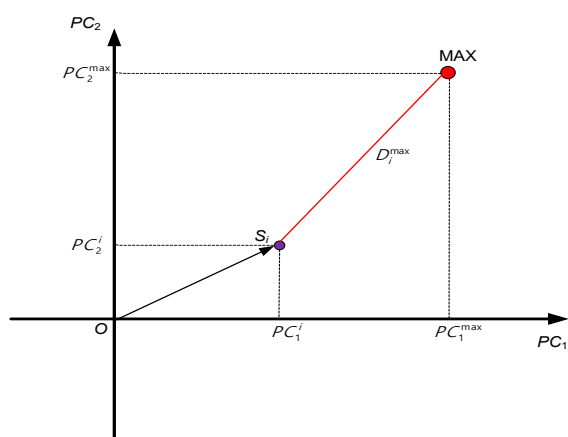


Рис. 1. Взаимное расположение опорной точки MAX и точки, характеризующей образец житняка гребневидного ( $S_i$ ), в координатном пространстве главных компонент  $PC_1$  и  $PC_2$

#### Результаты

В качестве примера расчета комплексного показателя мы представляем ход и результаты расчета

полученных данных за 2018 г. По экспериментальным данным за 2019-2021 гг. были проведены аналогичные расчеты.

Реализация метода главных компонент в пакете MATLAB позволила получить матрицу нагрузок и матрицу счетов по всем 12-ти компонентам. Выделение главных компонент проводили на основании значения кумулятивной доли дисперсии исходных признаков, объясняемой компонентами. Объясненная дисперсия является показателем информативности компоненты. Графически эта доля объясненной дисперсии (The variance explained) представлена на рисунке 2.

Из анализа графика (рис. 2) видно, что первые 6 главных компонент объясняют 85 % дисперсии исходных измеренных параметров. Это дало основание для использования в дальнейших расчетах только первых 6 главных компонент [17].

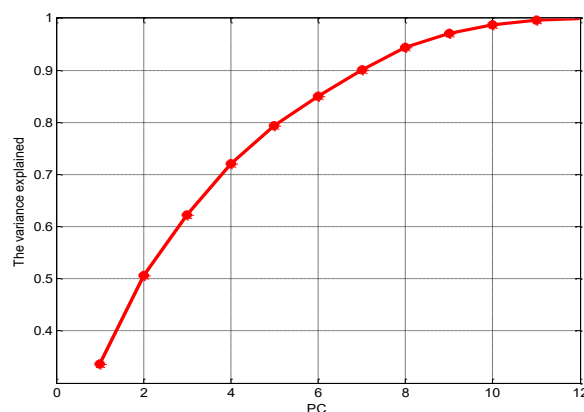


Рис. 2. Кумулятивная доля объясненной дисперсии по компонентам по результатам за 2018 г.

Представляет интерес расчет общностей, показывающих, какая часть дисперсии исходного признака объясняется выбранными главными компонентами. Другими словами, значения общностей позволяет определить наиболее информативные исходные признаки в выбранном пространстве главных компонент [13, 14].

Ниже, в таблице 1 представлены компонентные нагрузки исходных признаков по шести главным компонентам, а также рассчитанные значения общностей, вектор собственных значений ( $\lambda$ ) и доля объясненной дисперсии признаков по каждой компоненте.

Ясно, что наиболее значимыми характеристиками в итоговой дисперсии, отражающей перспективность образцов, являются исходные показатели под номерами 8 (вредители) и 3 (масса семян).

На рисунке 3 ниже представлена визуализация матрицы нагрузок для выбранных шести главных компонент. Следует подчеркнуть, что на данном рисунке отображены абсолютные значения компонентных нагрузок, что дает возможность оценить степень вклада каждого исходного признака в соответствующую главную компоненту.

Таблица 1. Компонентные нагрузки, общности, собственные значения (2018 г.)

| № исходного признака                   | PC <sub>1</sub>           | PC <sub>2</sub> | PC <sub>3</sub> | PC <sub>4</sub> | PC <sub>5</sub> | PC <sub>6</sub> | Общности |
|--|---------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|
|  | Компонентные нагрузки (a) |                 |                 |                 |                 |                 |          |
| 1                                      | 0,439                     | 0,033           | -0,040          | 0,095           | 0,266           | -0,356          | 0,402    |
| 2                                      | 0,417                     | 0,086           | 0,030           | 0,146           | 0,324           | -0,403          | 0,471    |
| 3                                      | 0,250                     | -0,017          | 0,037           | 0,532           | -0,162          | 0,574           | 0,7031   |
| 4                                      | -0,291                    | -0,120          | 0,216           | 0,377           | 0,467           | 0,125           | 0,5211   |
| 5                                      | 0,272                     | -0,414          | -0,353          | -0,098          | -0,090          | 0,123           | 0,403    |
| 6                                      | 0,358                     | -0,331          | -0,294          | 0,177           | -0,052          | -0,020          | 0,359    |
| 7                                      | -0,156                    | 0,365           | -0,491          | 0,101           | 0,013           | -0,161          | 0,436    |
| 8                                      | 0,064                     | 0,360           | -0,345          | -0,311          | 0,559           | 0,443           | 0,859    |
| 9                                      | -0,224                    | 0,054           | -0,342          | 0,580           | 0,101           | -0,065          | 0,521    |
| 10                                     | 0,362                     | 0,283           | -0,018          | -0,106          | -0,170          | 0,302           | 0,342    |
| 11                                     | 0,076                     | 0,559           | 0,017           | 0,198           | -0,425          | -0,152          | 0,562    |
| 12                                     | 0,262                     | 0,195           | 0,511           | 0,101           | 0,191           | 0,092           | 0,423    |
| Собственные значения (λ)               |                           |                 |                 |                 |                 |                 |          |
|  | 4,031                     | 2,050           | 1,395           | 1,172           | 0,876           | 0,675           |          |
| Объясненная дисперсия (по компонентам) |                           |                 |                 |                 |                 |                 |          |
|  | 33,591                    | 17,081          | 11,628          | 9,764           | 7,296           | 5,629           |          |

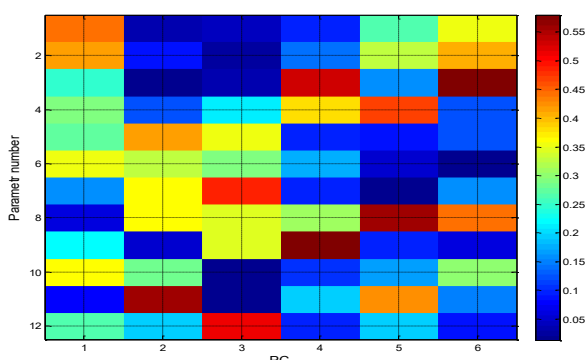


Рис. 3. Матрица нагрузок (по модулю) для выбранных шести главных компонент (2018 г.)

Анализ данных на рисунке 3 показывает, что в первую главную компоненту наибольший вклад вносят признаки: 1 (зеленая масса кг/м<sup>2</sup>), 2 (выход сена кг/м<sup>2</sup>), 6 (энергия весеннего отрастания, балл) и 10 (высота травостоя, см). Во вторую главную компоненту – признаки: 5 (перезимовка, балл) и 11 (длина колоса) параметры и т.д.

Далее идет расчет непосредственно комплексного числового показателя. Использование метода единого КЧП, учитывающего одновременно все 12 изученных признаков, позволило ранжировать коллекционные образцы по годам пользования травостоем (рис. 4). Стандарт на рисунке выделен красным цветом.

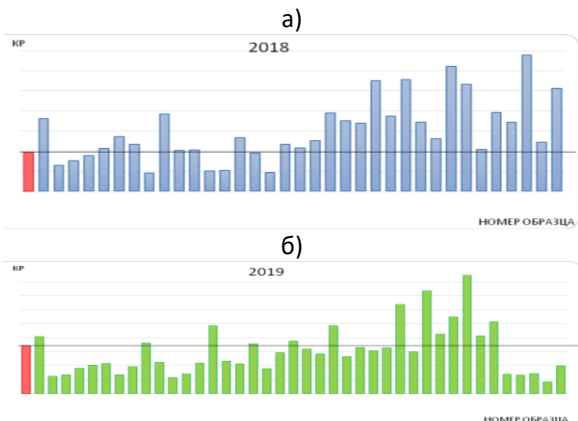


Рис. 4. Значения КЧП для коллекционных образцов: а) 2018 г.; б) 2019 г.; в) 2020 г.; г) 2021 г.

Примечание: 1 – сорт Викрав, St; 2 – сорт Павловский -12 (К- 27880), Воронежская обл.; 3 – из коллекции Богдана, Саратовская обл. (К-27955), 4 – дик. Актюбинская обл. (К-34513); 5 – местный (ВИР) Семипалатинская (К- 37505); 6 – дик. Семипалатинская (К- 37507); 7 – дик. Целиноградская (К- 38105); 8 – сорт Донецкий, Донецк (К- 38873); 9 – сорт Нусзест, США (К- 46937); 10 – сорт Батыр, Казахстан (К- 47346); 11 – дик. Канада (К- 48290); 12 – дик. Венгрия (К-50086); 13 – сорт Ephraim, США (К- 50857); 14 – дик. Венгрия (К- 50889); 15 – сорт Петровский, Украина (К- 50974); 16 – дик. Украина (К- 51101); 17 – дик. Ставропольский кр. (К-51104); 18 – дик. Челябинская обл. (К-51330); 19 – дик. Украина (К- 51363); 20 – сорт Бурабай, Казахстан (К- 51662); 21 – Дамсинский степной, Казахстан (К- 51663); 22 – дик. Донецк (К- 51768); 23 – дик. Донецк (К- 51797); 24 – дик. Челябинская обл. (К- 51798); 25 – дик. Украина (К- 52357); 26 – дик. Казахстан (К- 52376); 27 – дик. Казахстан (К- 52379); 28 – дик. Казахстан (К- 52380); 29 – дик. Казахстан (К- 52382); 30 – дик. Казахстан (К- 52441); 31 – сортаобразец №1/2-18 СтНИИСХ; 32 – №2/2-18 СтНИИСХ; 33 – №3/2-18 СтНИИСХ; 34 – №4/2-18 СтНИИСХ; 35 – №5/20- №18 СтНИИСХ; 36 – №6/2-18 СтНИИСХ; 37 – №1/песо СтНИИСХ; 38 – №2/песо СтНИИСХ; 39 – №3/песо СтНИИСХ; 40 – №4/песо СтНИИСХ; 41 – №6/песо СтНИИСХ.

В ходе исследований за 2018-2021 гг. было выделено по результатам четырех лет пользования травостоем 11 комплексно ценных образцов разнообразного эколого-географического происхождения. Наиболее высокопродуктивными для создания сортов житняка гребневидного с продуктивным долголетием являются дикорастущие образцы из Казахстана К- 52382 и К-52441 (на рисунках дел. 29 и 30), а также селекционные образцы №№ 1/2-18 (дел. 31), 3/2-18 (дел. 33), 4/2-18 (дел. 34), 6/2-18 (дел. 36). Для создания сортов интенсивного типа в качестве ценного исходного материала для селекции выделены сорта Павловский-12 К- 27880 (дел.2), Батыр К- 47346 (дел.10) и Дамсинский степной из Республики Казахстан К- 51663 (дел. 21), Петровский из Украины К- 50974 (дел.15) и дикорастущий образец из Челябинской области К- 51798 (дел.24).

##### Обсуждения

В нашей работе стояла задача оценки и изучения коллекционных образцов житняка гребневидного не только по отдельным признакам, но и, что более важно по комплексу хозяйственно ценных признаков и свойств. Получить достоверную математическую обработку данных в однократной повторности не всегда возможно. Использование метода единого комплексного числового показателя (КЧП), учитывающего одновременно все 12 изученных признаков, позволило ранжировать коллекционные образцы по годам пользования травостоем. Мы впервые использовали выше описанный метод при расчете данных, полученных на изучаемых образцах растений житняка гребневидного, опираясь на полученные результаты ученых, работающих с крупным и мелким рогатым скотом. В своих исследованиях Катков К.А. Криворучко А.Ю., Каниболоцкая А.А. [13] подробно описали ранжирование различных показателей овец. Ученые Крамаренко А., Кузьмичева Н., Крамаренко С. [15] в своих работах показали анализ главных компонент ростовых признаков южной мясной породы скота. Метод комплексного числового показателя ранее [19] описан в методических пособиях, использовался в других работах и был применен при анализе данных крупного рогатого скота. Ученый Катков К.А. в соавторстве создал ряд учебных пособий по математической обработке данных, а так же смог успешно применять расчеты по этому методу не только для животных [20, 21], но и для растений, что немаловажно для питомников, заложенных в однократной повторности. В наших исследованиях метод КЧП впервые применен на растениях.

##### Заключение

Результаты всесторонней оценки коллекционного фонда житняка гребневидного различного эколого-географического происхождения в условиях Центрального Предкавказья показали большое разнообразие образцов по хозяйственно ценным признакам в зависимости от происхождения, климатических условий и года пользования травостоем.

Представленный алгоритм формирования комплексного показателя ценности коллекционных образцов, изучаемых в однократной повторности, позволяет провести оценку исходного коллекционного материала для использования в дальнейшей работе. При этом такая оценка позволяет выявить наиболее значимые показатели для формирования продуктивности кормовой массы и семян житняка гребневидного и установить взаимозависимость изученных параметров.

Проведенные с помощью комплексного числового показателя оценка и ранжирование изученных коллекционных образцов житняка гребневидного позволили выявить по комплексу хозяйственно ценных признаков высокопродуктивные дикорастущие образцы из Казахстана (К-52379 и К-52382), из Челябинской области (К- 51798), сорта Павловский-12 (К- 27880), Батыр (К- 47346), Дамсинский степной (К- 51663) и Петровский (К- 50974), а также селекционные образцы №№ 1/2-18, 3/2-18, 4/2-18, 6/2-18 для использования в селекционной практике.

##### Литература

1. Чумакова В. В., Чумаков В. Ф., Деревянникова М. В. Сорта кормовых трав как фактор и ресурс инновационного развития регионального кормопроизводства // *Сельскохозяйственный журнал*. 2022. № 4 (15). С. 3-7. DOI:10.25930/2687-1254/004.4.15.2022.
2. Кравцов В. В., Деревянникова М. В., Чумакова В. В. Житняк перспективная культура для возделывания южных регионов России // *Новости науки в АПК*. 2018. № 2-2 (11). С. 189-191.
3. Кравцов В. В., Кравцов В. А. Сорта многолетних трав – биомелиоранты деградированных засоленных земель // *Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений*. 3-я Международная научно-производственная конференция (14-19 июня 2000 г. г. Пенза). Пенза, 2000. 175 с.
4. К вопросу биологизации и восстановления биоразнообразия аридных агроландшафтов Северо-Кавказского региона / В. В. Кравцов, В. В. Чумакова, В. А. Кравцов и др. // *Лесомелиорация и адаптивное освоение аридных территорий*. Материал Всероссийской научно-практической конференции «Вековой опыт и перспективы агролесомелиорации аридных ландшафтов на юге Российской Федерации (к 50-летию Ачикулакской НИЛОС)». Волгоград, 2000. С. 120-121.
5. Кравцов В. А., Дударь Ю. А. Новые адаптивные сорта многолетних трав // *Земледелие*. 2000. № 3. С. 44.
6. Филоненко В. А., Дыба Н. С., Селиверстова Е. Н., Сравнительное изучение дикорастущих форм житняков // *Выращивание и откорм овец и коз: Сборник научных трудов*. Ставрополь. 1991. С. 71-74.
7. Кравцов В. В., Чумакова В. В., Кравцов В. А., Результаты и перспективы селекционной работы с многолетними кормовыми травами для засоленных и малопродуктивных земель сухостепной зоны //

Защитное лесоразведение и мелиорация земель. Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Защитное лесоразведение и мелиорация земель в степных и лесостепных районах России (Итоги и опыт за 50 лет, задачи на ближайшую перспективу)» (9-12 сентября 1998 г., Волгоград). Москва, 1999. С. 259-262.

8. Кравцов В. В., Кравцов В. А., Гаджиев М. Д. Сорты многолетних трав – биомелиоранты засоленных и малопродуктивных земель // Флористические и геоботанические исследования в Европейской России. «Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора А.Д. Фурсаева (21-24 августа 2000 года, г. Саратов). Саратов, 2000. С. 328-330.

9. Современные сорта многолетних трав как основа ландшафтно-экологического земледелия и кормопроизводства / В. В. Кравцов, В. В. Чумакова, М. В. Деревянникова и др. // Эффективный АПК: Производство и переработка продукции растениеводства. Всероссийский научно-публицистический журнал для профессионалов, 2021. № 2 (4). С. 62-63.

10. Деревянникова М. В., Чумакова В. В., Чумаков В. Ф. Перспективный исходный материал для селекции житняка гребневидного в условиях Ставропольского края // Кормопроизводство. 2020. № 5. С. 39-41. doi: 10.25685/KRM

11. Продуктивный потенциал коллекционных образцов житняка гребневидного в условиях Ставропольского края / М. В. Деревянникова, В. В. Чумакова, В. Ф. Чумаков и др. // Зерновое хозяйство России. 2021. № 3 (75). С. 3-7. doi: 10.31367/2079-8725-2021-75-3-3-7

12. Деревянникова М. В., Чумакова В. В. Изменчивость продуктивности коллекционных образцов житняка гребневидного в условиях Ставропольского края // Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки. Материалы IV международной научно-практической конференции. Научный редактор В. С. Паштецкий. Симферополь: Ариал, 2019. С.152-154.

13. Катков К. А. Криворучко А. Ю., Каниболоцкая А. А. Использование комплексного показателя для оценки параметров продуктивности у овец породы российский мясной меринос // Вестник аграрной науки. 2021. №4(91) С. 62-71. doi: 10.17238/issn2587-666X.2021.4.62.

14. Прикладная статистика. Классификация и снижение размерности / С. А. Айвазян, В.М. Бухштабер, И.С. Енюков и др. М.: Финансы и статистика, 1989. 607 с.

15. Крамаренко А., Кузьмичева Н., Крамаренко С. Анализ главных компонент ростовых признаков южной мясной породы скота // Stiinta agricola. 2018. № 1. С. 126-131.

16. Криворучко А.Ю., Каниболоцкая А.А., Катков К.А. Оценка фенотипических показателей овец Северокавказской мясо-шерстной породы методом анализа главных компонент // Вестник Ульяновской

государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 1 (57). С. 174-181. doi:10.18286/1816-4501-2022-1-174-181.

17. Криулина Е. Н., Катков К. А., Кашаев И. В. Анализ устойчивости производства продукции сельского хозяйства в СКФО на основе комплексного числового показателя // АПК: экономика, управление. 2022. № 7. С. 65-74. doi: 10.33305/227-65

18. Нелинейный метод главных компонент. URL : <http://pca.narod.ru/> (дата обращения: 30.04.2021)

19. Адлер Ю.П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука, 1976. 279 с.

20. Катков К.А. Формирование комбинированного селекционного индекса в овцеводстве // Вестник аграрной науки. 2019. № 5(80). С. 75-83.

21. Катков К. А. Обзор методов оценки и ранжирования животных по нескольким признакам с помощью комплексного показателя // Сельскохозяйственный журнал. 2020. № 3 (13). С. 51-58.

## References

1. Chumakova V. V., Chumakov V. F., Derevyannikova M. V. Feed grass varieties as a factor and resource for innovative development of regional Feed production // Agricultural Journal. 2022. No. 4 (15). P. 3-7. DOI: 10.25930/2687-1254/004.4.15.2022.

2. Kravtsov V. V., Derevyannikova M. V., Chumakova V. V. Wheatgrass: a promising crop for cultivation in the southern regions of Russia // Science News in the Agro-Industrial Complex. 2018. No. 2-2 (11). P. 189-191.

3. Kravtsov V. V., Kravtsov V. A. Perennial grass varieties – biомелиоранты of degraded saline lands // Introduction of non-traditional and rare agricultural plants. 3rd International Scientific and Production Conference (June 14-19, 2000, Penza). Penza, 2000. 175 p.

4. On the issue of biologization and restoration of biodiversity of arid agrolandscapes of the North Caucasus region / V. V. Kravtsov, V. V. Chumakova, V. A. Kravtsov, et al. // Forest reclamation and adaptive development of arid territories. Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference "Century-old experience and prospects of agroforestry reclamation of arid landscapes in the south of the Russian Federation (on the 50th anniversary of the Achikulak NILOS)". Volgograd, 2000. P. 120-121.

5. Kravtsov V. A., Dudar Yu. A. New adaptive varieties of perennial grasses // Agriculture. 2000. No. 3. P. 44.

6. Filonenko V. A., Dyba N. S., Seliverstova E. N., Comparative study of wild forms of wheatgrass // Growing and fattening of sheep and goats: Collection of scientific papers. Stavropol. 1991. P. 71-74.

7. Kravtsov V. V., Chumakova V. V., Kravtsov V. A., Results and prospects of breeding work with perennial forage grasses for saline and low-productivity lands of the dry-steppe zone // Protective afforestation and land reclamation. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference "Protective Afforestation and Land Reclamation in the Steppe and Forest-Steppe

#### 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки)

Regions of Russia (Results and Experience over 50 Years, Tasks for the Near Future)" (September 9-12, 1998, Volgograd). Moscow, 1999. P. 259-262.

8. Kravtsov V. V., Kravtsov V. A., Gadzhiev M. D. Perennial grass varieties – bioameliorants of saline and low-productivity lands // Floristic and Geobotanical Research in European Russia. "Proceedings of the All-Russian scientific conference dedicated to the 100th anniversary of the birth of Professor A. D. Fursaev (August 21-24, 2000, Saratov). Saratov, 2000. P. 328-330.

9. Modern varieties of perennial grasses as the basis for landscape-ecological farming and Feed production / V. V. Kravtsov, V. V. Chumakova, M. V. Derevyannikova, et al. // Effective agro-industrial complex: Production and processing of plant products. All-Russian scientific and journalistic journal for professionals, 2021. No. 2 (4). P. 62-63.

10. Derevyannikova M. V., Chumakova V. V., Chumakov V. F. Promising source material for breeding crested wheatgrass in the conditions of the Stavropol Territory // Feed production. 2020. No. 5. P. 39-41. doi: 10.25685/KRM

11. Productive potential of collection samples of crested wheatgrass in the conditions of Stavropol Krai / M. V. Derevyannikova, V. V. Chumakova, V. F. Chumakov, et al. // Grain Economy of Russia. 2021. No. 3 (75). P. 3-7. doi: 10.31367/2079-8725-2021-75-3-3-7

12. Derevyannikova M. V., Chumakova V. V. Variability in the productivity of collection samples of crested wheatgrass in the conditions of Stavropol Krai // Current state, problems and prospects for the development of agricultural science. Proceedings of the IV international scientific and practical conference. Scientific editor V. S. Pashtetsky. Simferopol: Arial, 2019. P. 152-154.

13. Katkov K. A., Krivoruchko A. Yu., Kanibolotskaya A. A. Using a complex indicator to assess productivity parameters of Russian Meat Merino sheep // Vestnik of Agrarian Science. 2021. No. 4 (91) P. 62-71. doi: 10.17238/issn2587-666X.2021.4.62.

14. Applied statistics. Classification and dimensionality reduction / S. A. Ayzvazyan, V. M. Buchstaber, I. S. Enyukov, et al. Moscow: Finance and Statistics, 1989. 607 p.

15. Kramarenko A., Kuzmicheva N., Kramarenko S. Principal component analysis of growth traits in southern beef cattle // Stiinta agricola. 2018. No. 1. P. 126-131.

16. Krivoruchko A. Yu., Kanibolotskaya A. A., Katkov K. A. Evaluation of phenotypic parameters of North Caucasian meat and wool sheep breed using principal component analysis // Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2022. No. 1 (57). P. 174-181. doi:10.18286/1816-4501-2022-1-174-181.

17. Kriulina E. N., Katkov K. A., Kashchayev I. V. Analysis of the sustainability of agricultural production in the North Caucasus Federal District based on a complex numerical parameter // AIC: economics, management. 2022. No. 7. P. 65-74. doi: 10.33305/227-65

18. Nonlinear principal component analysis. URL: <http://pca.narod.ru/> (access date: 30.04.2021)

19. Adler Yu. P., Markova E. V., Granovsky Yu. V. Planning an experiment in search for appropriate conditions. Moscow: Nauka, 1976. 279 p.

20. Katkov K. A. Formation of a combined selection index in sheep breeding // Vestnik of Agrarian Science. 2019. No. 5 (80). P. 75-83.

21. Katkov K. A. Review of methods for assessing and ranking animals by several traits using a complex indicator // Agricultural Journal. 2020. No. 3 (13). P. 51-58.