

УДК 633.13:631.559
EDN SKOQKZ

Кротова Н. В., Баталова Г. А.

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ПЛЕНЧАТОГО ОВСА

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого»

Реферат. Кластерный анализ позволяет классифицировать образцы овса на ранних этапах селекционного процесса. Цель исследований – выделение образцов пленчатого овса с хозяйственно ценными признаками. Исследования проводили в 2019–2021 гг. в коллекционном питомнике на опытном поле Федерального аграрного научного центра Северо-Востока (Кировская область). Изучено 40 образцов пленчатого овса различного эколого-географического происхождения. Повторность трехкратная, стандарт – пленчатый сорт Кречет (к-14857, Кировская обл.). Для анализа результатов применяли пакет прикладных программ AGROS 2.07, Microsoft Office Excel 2007. Кластерный анализ образцов с использованием Statistica 10 по комплексу признаков (продолжительность периода «всходы–восковая спелость», урожайность, продуктивная кустистость, высота растений, масса метелки, число зерен в метелке, масса зерен с метелки и с растения, масса тысячи зерен) проводили по методу Ward. Принципом обработки результатов служило «евклидовое расстояние», представляющее геометрическое расстояние между координатами показателей определенного образца. Интересны в качестве источников ценных хозяйственных признаков образцы шестого кластера: Нисил (к-15709, Словакия), Виленский (к-15499, Россия), Элегант (к-15463, Р. Беларусь), Мирт (к-15500, Р. Беларусь) и стандарт Кречет (к-14857, Россия). Урожайность составила в среднем 429 г/м². Число зерен (в среднем 33 шт.) и масса зерна с растения (в среднем 1,39 г) преимущественно выше, чем у сортообразцов других кластеров. По отдельным признакам представляют интерес на увеличение показателя «масса 1000 зерен» образцы из пятого кластера: Urs Brava (к-15490, Бразилия), Свитанок (к-15504, Украина), Аргамак (к-14648, Россия), Житомирский (к-15502, Украина), Raven (к-15405, Чехия). Данный показатель варьировал от 31,4 г до 44,7 г. В селекции на зерноукосные цели и для увеличения озерненности метелки рекомендуем образцы третьего кластера: Bai Yan 7 (к-15524, Китай), Geszti (к-15297, Венгрия), Рлут (к-15257, Швеция), Tysk Moss Selection (к-15697, Швеция), Olands (к-15700, Швеция), Roslags (к-15058, Швеция). Высота растений – в среднем 99,3 см с периодом вегетации «всходы – восковая спелость» 75–80 дней. Число зерен в метелке – в пределах 23–43 штуки.

Ключевые слова: овес (*Avena sativa* subsp. *sativa*), кластерный анализ, урожайность, масса метелки, масса зерна с метелки.

Для цитирования: Кротова Н. В., Баталова Г. А. Кластеризация коллекционных образцов пленчатого овса // Таврический вестник аграрной науки. 2022. № 3(31). С. 106–115. EDN: SKOQKZ.

For citation: Krotova N. V., Batalova G. A. Clustering of collection samples of covered oats // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2022. No. 3(31). P. 106–115. EDN: SKOQKZ.

Введение

Овес является одной из значимых зерновых культур в условиях Нечерноземья России. Его выращивают для получения фуражного и продовольственного зерна, кормовой массы. Факторы, определяющие получение высоких урожаев овса в условиях Северо-Востока России – непродолжительный вегетационный период и весенне–летние

засухи, учатившиеся в последнее время. В годы с избыточным увлажнением возникает риск полегания растений, эпифитотий грибных болезней, прорастания зерна в метелке, снижения его качества. Это указывает на актуальность селекции на устойчивость к контрастным погодным условиям с целью получения зерна высокого качества [1], что предполагает изучение базы коллекции Федерального исследовательского центра Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (ВИР) – основного источника получения новых сортов [2].

При работе с коллекцией растений подразумевается исследовать большое число образцов по широкому спектру признаков разного качества [3, 4]. Для подбора генетически разных родительских форм и получения желаемых в селекции комбинаций источников могут быть использованы методы кластерного анализа [5]. Кластерный анализ был применен для оценки морфологических и фенологических признаков, результатов гибридизации и разнообразия генетического фонда, например, гороха [6], озимой пшеницы [7], кукурузы [8], нута [9] и других культур.

Цель исследований – выделение образцов овса по ценным хозяйственным признакам для дальнейшего их использования в процессе селекции.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2019–2021 гг. в коллекционном питомнике пленчатого овса на опытном поле ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока» (ФАНЦ Северо-Востока; Кировская область). Почва опытного участка – среднесуглинистая дерново-подзолистая, залегающая на элювии пермских глин, со следующими показателями качества: содержание гумуса – 2,43–2,51 % (по Тюрину, ГОСТ 26213- 91), подвижного фосфора и калия – 334–339 и 200–245 мг/кг почвы соответственно (по Кирсанову, ГОСТ 26207-91), рН – 5,7–6,0 (ГОСТ 26212-91).

Контрастные погодные условия, которые наблюдали в период вегетации 2019–2021 гг., позволили в полной мере оценить особенности генотипов овса, о чём косвенным образом свидетельствует величина гидротермического коэффициента (ГТК) (рисунок 1).

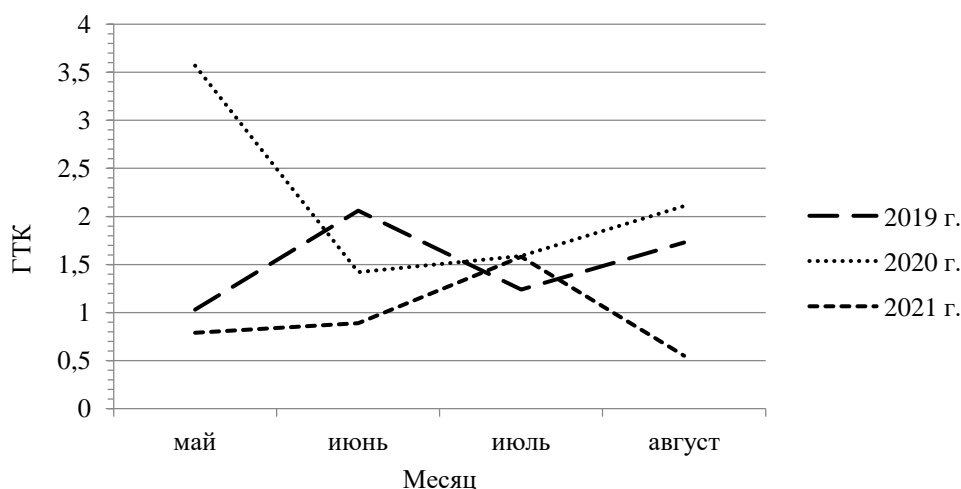


Рисунок 1 – Гидротермический коэффициент (ГТК), 2019–2021 гг. (РФ, Кировская область)

Наиболее продолжительный период вегетации был в 2019 г. В начале вегетации наблюдали теплую погоду (ГТК = 1,03), в последующем – пониженные температуры и незначительные осадки (ГТК = 2,06). Июль и август

характеризовались неустойчивой холодной погодой с умеренными или сильными осадками, в результате чего произошло удлинение периода налива и созревания зерна. Май и июнь 2020 г. характеризовались неустойчивой по температуре погодой с небольшими дождями (величина ГТК равна 3,57 и 1,42 соответственно). В начале июля была очень теплая и жаркая сухая погода, во второй половине месяца – умеренно-теплая и теплая с сильными ливнями. В период от выметывания до созревания условия были достаточно благоприятны для формирования высокой урожайности овса. Посев и появление всходов в 2021 г. проходили при теплой и жаркой погоде, как с сухими, так и дождливыми периодами. Июнь и июль были умеренно-теплыми и жаркими месяцами. За этот период выпало до 70 % осадков от нормы. В августе также преобладали теплая и жаркая сухая погода (ГТК = 0,55), что в отличие от этого периода 2019 г. ускорило процессы созревания и начало уборки.

Изучали 40 образцов овса пленчатого (*Avena sativa* subsp. *sativa*) из коллекции ВИР. Сортообразцы были представлены генотипами из Бразилии, Швеции, Франции – восемь, шесть и четыре образца соответственно, три образца из Украины, по два образца из Германии, Великобритании, Словакии, Финляндии, Республики Беларусь, по одному из Чехии, Венгрии, Нидерландов, Эфиопии, Китая, Японии. В изучении было три российских образца: Анчар (к-14270, Иркутская обл.), Аргмак (к-14648, Кировская обл.), Виленский (к-15499, Саха Якутия), стандарт – пленчатый овес сорт Кречет (к-14857, Кировская обл.).

Исследования проводили в соответствии с методическим указаниями Лоскутова И. Г. и др. [10], по Международному классификатору [11]. Для анализа результатов применяли пакет прикладных программ AGROS 2.07, Microsoft Office Excel 2007, кластерный анализ образцов – с использованием компьютерной программы Statistica 10. Мера сходства – евклидово расстояние. Для дифференциации образцов проводили кластерный анализ по девяти хозяйственно ценным признакам: продолжительность периода «всходы–восковая спелость», урожайность, продуктивная кустистость, высота растений, масса метелки, число зерен в метелке, масса зерен с метелки и с растения, масса тысячи зерен.

Размер делянки в опыте – 1 м², повторность трехкратная, предшественник – чистый пар. Обработка почвы: зяблевая вспашка, весной следующего года – двукратное боронование тяжелыми зубowymi боронами в два следа и культивация в два следа. Внесение удобрений (нитроаммофоска из расчета N₄₅P₄₅K₄₅ на гектар) осуществляли между боронованием и культивацией. Посев делянок проводили кассетной сеялкой СКС-6А в физически спелую почву с нормой высева 6 млн всхожих семян на га, уборка комбайном «Wintersteiger».

Результаты и их обсуждение

Продолжительность вегетационного периода определяли погодные условия. Он варьировал в среднем по изученным образцам от 65 дней в 2021 г. (чему способствовала жаркая сухая погода) и до 88 дней в 2019 г. благодаря обилию осадков и низким температурам. Выявлена достоверная корреляционная зависимость урожайности от гидротермических условий ($r = 0,513$, при $p \geq 0,95$).

По результатам кластеризации образцов составлена дендрограмма по основным хозяйственно ценным признакам (рисунок 2).

Согласно данным кластерного анализа, образцы коллекции пленчатого овса разделились по линии Linkage Distance равной 100 на шесть кластеров с различным количественным составом (рисунок 3). Принципом обработки результатов является классификация образцов в группы по критерию наибольшего подобия [12]. Стандарт Кречет вошел в шестой кластер.

В первый кластер вошли семь образцов: 4 из Западной Европы, 2 из Бразилии, один из Эфиопии. Образцы имели низкую урожайность (265–291 г/м²) и показатели, характеризующие продуктивность метелки ниже стандарта (таблица 1). Масса метелки варьировала от 0,79 г у Bounteful (к-15104, Великобритания) до 1,39 г у Bugguu (к-15507, Германия). Средняя масса зерна с метелки в кластере 0,77 г (от 0,59 г до 0,92 г).

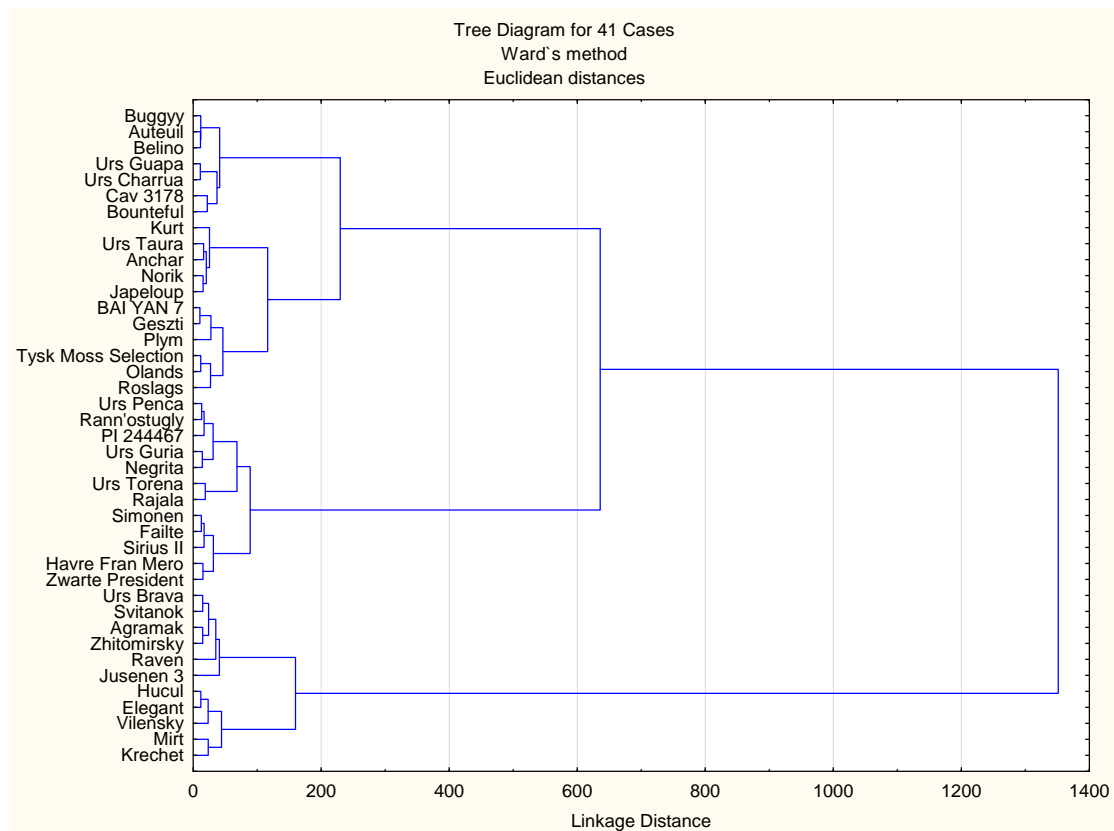


Рисунок 2 – Дендрограмма кластеризации образцов коллекции пленчатого овса по основным хозяйственно ценным признакам (среднее за 2019–2021 гг.)

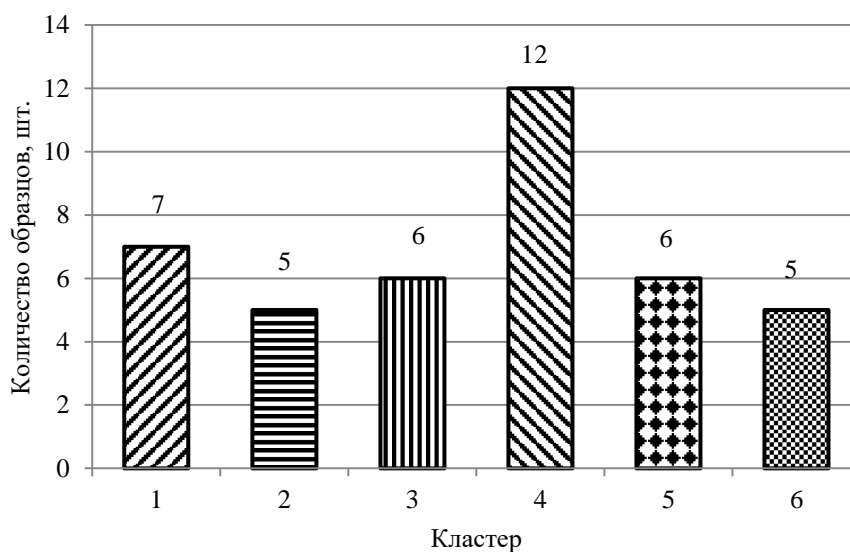


Рисунок 3 – Количественное распределение образцов овса по кластерам (среднее за 2019–2021 гг.)

Таблица 1 – Характеристика образцов пленчатого овса первого кластера по хозяйственно ценным признакам (среднее за 2019–2021 гг.)

| Каталог | Образец | Урожайность, г/м ² | Высота растений, см | Масса метелки, г | Продолжительность периода «всходы–восковая спелость», сут | Масса зерна с метелки, г | Масса 1000 зерен, г |
|-------------------|-------------|-------------------------------|---------------------|------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------|
| к-15507 | Buggy | 283 ± 55 | 58,8 ± 3,8 | 1,39 ± 0,03 | 78 ± 6 | 0,89 ± 0,17 | 37,3 ± 2,9 |
| к-15400 | Auteuil | 287 ± 61 | 67,9 ± 2,8 | 1,23 ± 0,10 | 76 ± 7 | 0,83 ± 0,09 | 34,0 ± 2,8 |
| к-15403 | Belino | 285 ± 77 | 58,0 ± 3,0 | 0,94 ± 0,07 | 73 ± 10 | 0,75 ± 0,06 | 33,4 ± 2,5 |
| к-15484 | Urs Guara | 265 ± 129 | 72,0 ± 8,6 | 1,11 ± 0,14 | 77 ± 6 | 0,78 ± 0,12 | 41,9 ± 5,8 |
| к-15486 | Urs Charrua | 274 ± 97 | 72,4 ± 5,8 | 0,87 ± 0,10 | 74 ± 8 | 0,59 ± 0,09 | 35,8 ± 2,4 |
| к-14461 | CAV 3178 | 277 ± 15 | 88,5 ± 3,3 | 1,18 ± 0,22 | 73 ± 7 | 0,92 ± 0,14 | 31,7 ± 4,1 |
| к-15104 | Bounteful | 291 ± 44 | 81,7 ± 1,1 | 0,79 ± 0,24 | 80 ± 4 | 0,60 ± 0,21 | 24,8 ± 3,6 |
| Среднее | | 280 ± 3 | 71,3 ± 4,2 | 1,07 ± 0,08 | 76 ± 1 | 0,77 ± 0,05 | 34,1 ± 2,0 |
| НСР ₀₅ | | 67 | 9,2 | 0,20 | 1 | 0,11 | 2,2 |

Среди них два образца отнесены к раннеспелым (73 дня) – низкорослый (58,0 см) Belino (к-15403, Франция) и среднерослый (88,5 см) CAV 3178 (к-14461, Эфиопия). Остальные были среднеспелыми (74–80 дней) с высотой растений 58,8–81,7 см. Зависимость урожайности от продолжительности периода вегетации менялась от достоверной отрицательной в 2019 г. ($r = -0,445$, при $p \geq 0,95$) до положительной в 2020 г. ($r = 0,472$, при $p \geq 0,95$). В соответствии с результатами исследований Козленко [13] раннеспелые образцы целесообразно включать в скрещивания для получения скороспелых генотипов овса.

Во втором кластере пять низкорослых образцов с высотой растений от 50,4 см у Kurt (к-15511, Германия) до 76,6 см у Анчар (к-14270, Россия). Период вегетации данных образцов более продолжительный (76–82 дня) относительно стандарта Кречет (74 дня). Средняя масса 1000 зерен в кластере 34,0 г, при низких показателях продуктивности (таблица 2).

Таблица 2 – Характеристика образцов пленчатого овса второго кластера по хозяйственно ценным признакам (среднее за 2019–2021 гг.)

| Каталог | Образец | Урожайность, г/м ² | Высота растений, см | Масса метелки, г | Число зерен, шт. | Масса зерна с метелки, г | Продолжительность периода «всходы–восковая спелость», сут |
|-------------------|-----------|-------------------------------|---------------------|------------------|------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------|
| к-15511 | Kurt | 324 ± 31 | 50,4 ± 2,8 | 1,16 ± 0,13 | 24 ± 3 | 0,79 ± 0,12 | 82 ± 5 |
| к-15489 | Urs Taura | 317 ± 77 | 65,7 ± 9,8 | 1,19 ± 0,26 | 23 ± 6 | 0,84 ± 0,19 | 76 ± 8 |
| к-15270 | Анчар | 322 ± 60 | 76,6 ± 5,8 | 1,22 ± 0,18 | 28 ± 5 | 0,85 ± 0,23 | 78 ± 5 |
| к-15710 | Norik | 336 ± 94 | 70,2 ± 4,2 | 1,49 ± 0,13 | 27 ± 5 | 1,07 ± 0,21 | 78 ± 7 |
| к-15402 | Japelour | 328 ± 47 | 62,6 ± 1,5 | 1,62 ± 0,19 | 35 ± 1 | 1,10 ± 0,08 | 76 ± 7 |
| Среднее | | 326 ± 3 | 65,1 ± 4,2 | 1,62 ± 0,08 | 27 ± 2 | 0,93 ± 0,05 | 78 ± 1 |
| НСР ₀₅ | | 67 | 9,2 | 0,20 | 3 | 0,11 | 1 |

Средняя урожайность образцов второго кластера варьировала от 317 г/м² у Urs Taura (к-15489, Бразилия) до 336 г/м² Norik (к-15710, Словакия).

Третий кластер составили шесть в основном среднепоздних образцов (75–80 дней), выделенных по высоте растений (таблица 3).

Образцы данного кластера актуально использовать при создании сортов зерноукосного направления с продолжительным периодом вегетации. Урожайность зерна образцов третьего кластера была на уровне второго кластера и в среднем составила 319 г/м².

Таблица 3 – Характеристика образцов пленчатого овса третьего кластера по хозяйственно ценным признакам (среднее за 2019–2021 гг.)

| Каталог | Образец | Урожайность, г/м ² | Высота растений, см | Масса метелки, г | Число зерен, шт. | Масса зерна с метелки, г | Период «всходы – восковая спелость», сут |
|-------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|------------------|------------------|--------------------------|------------------------------------------|
| к-15524 | Bai Yan 7 | 313 ± 55 | 103,5 ± 1,3 | 1,81 ± 0,24 | 33 ± 5 | 1,20 ± 0,11 | 80 ± 6 |
| к-15297 | Gesztí | 313 ± 152 | 107,9 ± 5,3 | 1,59 ± 0,17 | 29 ± 4 | 0,93 ± 0,10 | 78 ± 7 |
| к-15057 | Plym | 298 ± 34 | 94,4 ± 10,3 | 1,67 ± 0,45 | 43 ± 12 | 1,28 ± 0,36 | 77 ± 7 |
| к-15697 | Tysk Moss Selection | 327 ± 86 | 88,3 ± 1,7 | 1,01 ± 0,22 | 23 ± 5 | 0,68 ± 0,18 | 75 ± 8 |
| к-15700 | Olands | 328 ± 100 | 95,5 ± 3,6 | 1,25 ± 0,06 | 23 ± 2 | 0,83 ± 0,04 | 79 ± 6 |
| к-15058 | Roslags | 335 ± 59 | 106,2 ± 4,8 | 1,69 ± 0,36 | 37 ± 6 | 1,15 ± 0,22 | 78 ± 8 |
| Среднее | | 319 ± 6 | 99,3 ± 3,2 | 1,50 ± 0,13 | 32 ± 3 | 1,01 ± 0,10 | 78 ± 1 |
| НСР ₀₅ | | 67 | 9,2 | 0,20 | 3 | 0,11 | 1 |

Установлена положительная слабая зависимость урожайности зерна от высоты растений ($r = 0,165$, при $p \geq 0,95$). Высокая положительная связь получена между показателями «число зерен в метелке» и «масса зерен с метелки и с растения» ($r = 0,935$ и $r = 0,850$ соответственно, при $p \geq 0,95$). Поскольку озерненность метелки наследуется доминантно [14], образцы данного кластера следует использовать в качестве источников на увеличение числа зерен в метелке.

Самый многочисленный в исследованиях четвертый кластер, в него вошли 12 образцов с наиболее низкой урожайностью (в среднем 233 г/м²), невысокими показателями продуктивности метелки и растения (таблица 4). Высота растений образцов 4 кластера варьировала от 67,3 до 99,3 см.

Таблица 4 – Характеристика образцов пленчатого овса четвертого кластера по хозяйственно ценным признакам (среднее за 2019–2021 гг.)

| Каталог | Образец | Урожайность, г/м ² | Высота растений, см | Масса метелки, г | Число зерен шт. | Масса зерна с растения, г | Масса 1000 зерен, г |
|-------------------|------------------|-------------------------------|---------------------|------------------|-----------------|---------------------------|---------------------|
| 15483 | Urs Pensa | 248 ± 50 | 67,3 ± 2,5 | 0,91 ± 0,06 | 18 ± 3 | 0,67 ± 0,03 | 33,6 ± 3,4 |
| 15503 | Ранннотыглый | 256 ± 44 | 74,3 ± 2,2 | 1,41 ± 0,19 | 22 ± 2 | 1,16 ± 0,01 | 40,6 ± 1,9 |
| 15033 | PI 244467 | 247 ± 62 | 83,3 ± 3,5 | 0,98 ± 0,13 | 18 ± 5 | 0,74 ± 0,20 | 35,4 ± 2,9 |
| 15487 | Urs Guria | 230 ± 63 | 70,1 ± 2,3 | 1,05 ± 0,15 | 15 ± 1 | 0,70 ± 0,02 | 40,4 ± 3,2 |
| 14516 | Negrita | 235 ± 62 | 67,3 ± 4,5 | 1,08 ± 0,14 | 24 ± 2 | 1,30 ± 0,13 | 37,0 ± 1,1 |
| 15488 | Urs Torena | 209 ± 80 | 68,6 ± 6,9 | 0,90 ± 0,27 | 15 ± 5 | 0,71 ± 0,29 | 36,5 ± 3,3 |
| 15048 | Rajala | 210 ± 42 | 81,9 ± 8,5 | 1,45 ± 0,33 | 26 ± 11 | 1,15 ± 0,52 | 37,9 ± 4,7 |
| 15042 | Simonen | 234 ± 53 | 91,5 ± 3,6 | 1,73 ± 0,42 | 38 ± 10 | 1,37 ± 0,37 | 31,2 ± 1,3 |
| 14998 | Failte | 240 ± 63 | 99,0 ± 0,8 | 1,93 ± 0,36 | 38 ± 8 | 1,27 ± 0,30 | 32,0 ± 1,6 |
| 15054 | Sirius II | 247 ± 61 | 91,8 ± 4,6 | 1,68 ± 0,33 | 32 ± 10 | 1,62 ± 0,48 | 39,3 ± 4,7 |
| 15698 | Havre Fran Mero | 217 ± 86 | 99,3 ± 6,5 | 1,79 ± 0,32 | 38 ± 6 | 1,56 ± 0,43 | 34,3 ± 1,8 |
| 14964 | Zwarte President | 227 ± 41 | 96,8 ± 6,6 | 1,28 ± 0,29 | 26 ± 10 | 1,11 ± 0,33 | 34,4 ± 2,5 |
| Среднее | | 233 ± 4 | 82,6 ± 3,7 | 1,35 ± 0,11 | 26 ± 3 | 1,07 ± 0,10 | 35,6 ± 1,0 |
| НСР ₀₅ | | 67 | 9,2 | 0,20 | 3 | 0,17 | 2,2 |

Образцы четвертого кластера могут быть отнесены к бесперспективным для использования в селекции.

Пятый кластер состоит из шести образцов, урожайность которых в среднем составила 382 г/м²: от 363 г/м² у Raven (к-15405, Чехия) до 394 г/м² у образцов Аргамак (к-14648, Россия) и Житомирский (к-15502, Украина). Последний имел максимальную величину показателя «крупность зерен» во всем наборе изученных образцов – 44,7 г (таблица 5).

Образцы пятого кластера актуальны в качестве исходных форм для увеличения признака «масса тысячи зерен», для признака показаны положительные доминантные аллели, обеспечивающие его увеличение [15].

Таблица 5 – Характеристика образцов пленчатого овса пятого кластера по хозяйственно ценным признакам (среднее за 2019–2021 гг.)

| Каталог | Образец | Урожайность, г/м ² | Высота растений, см | Масса метелки, г | Число зерен, шт. | Масса зерна с растения, г | Масса 1000 зерен, г |
|-------------------|-------------|-------------------------------|---------------------|------------------|------------------|---------------------------|---------------------|
| 15490 | Urs Brava | 381 ± 74 | 82,1 ± 3,6 | 1,27 ± 0,28 | 27 ± 8 | 0,89 ± 0,26 | 34,5 ± 1,6 |
| 15504 | Свитанок | 383 ± 82 | 71,0 ± 4,5 | 0,96 ± 0,19 | 18 ± 5 | 0,64 ± 0,24 | 34,2 ± 3,3 |
| 14648 | Аргамак | 394 ± 68 | 75,7 ± 3,5 | 1,70 ± 0,59 | 36 ± 12 | 1,25 ± 0,43 | 34,0 ± 1,6 |
| 15502 | Житомирский | 394 ± 71 | 75,5 ± 3,4 | 1,64 ± 0,10 | 26 ± 2 | 1,16 ± 0,12 | 44,7 ± 5,2 |
| 15405 | Raven | 363 ± 96 | 69,9 ± 1,0 | 1,51 ± 0,24 | 33 ± 5 | 1,22 ± 0,23 | 37,3 ± 3,9 |
| 14881 | Jusenен 3 | 378 ± 57 | 101,4 ± 8,1 | 1,58 ± 0,30 | 38 ± 10 | 1,19 ± 0,27 | 31,4 ± 0,6 |
| Среднее | | 382 ± 5 | 79,3 ± 4,8 | 1,40 ± 0,11 | 30 ± 3 | 1,06 ± 0,10 | 36,0 ± 1,9 |
| НСР ₀₅ | | 67 | 9,2 | 0,20 | 3 | 0,17 | 2,2 |

В шестой кластер вошли четыре образца: Нисул (к-15709, Словакия), Виленский (к-15499, Россия), Элегант (к-15463, Р. Беларусь), Мирт (к-15500, Р. Беларусь) и стандарт Кречет (к-14857, Россия). Они имеют урожайность на уровне стандарта или выше, чем в других кластерах, относятся к низкорослым среднеспелым, имеют 1,2–1,4 продуктивных стеблей на растение (таблица 6).

Таблица 6 – Характеристика образцов пленчатого овса шестого кластера по хозяйственно ценным признакам (среднее за 2019–2021 гг.)

| Каталог | Образец | Урожайность, г/м ² | Высота растений, см | Продуктивных стеблей на растении, шт. | Число зерен, шт. | Масса зерна с растения, г | Масса 1000 зерен, г |
|-------------------|--------------|-------------------------------|---------------------|---------------------------------------|------------------|---------------------------|---------------------|
| к-15709 | Нисул | 426 ± 105 | 73,8 ± 2,2 | 1,4 ± 0,1 | 41 ± 8 | 1,88 ± 0,37 | 39,0 ± 1,5 |
| к-15499 | Виленский | 410 ± 46 | 87,2 ± 4,5 | 1,2 ± 0,1 | 34 ± 9 | 1,44 ± 0,32 | 42,0 ± 5,8 |
| к-15463 | Элегант | 426 ± 79 | 82,7 ± 2,0 | 1,3 ± 0,3 | 37 ± 7 | 1,45 ± 0,34 | 32,2 ± 3,7 |
| к-15500 | Мирт | 432 ± 91 | 72,9 ± 2,7 | 1,3 ± 0,2 | 21 ± 3 | 0,90 ± 0,23 | 35,2 ± 3,9 |
| к-14857 | Кречет (St.) | 453 ± 65 | 71,9 ± 3,7 | 1,2 ± 0,1 | 30 ± 2 | 1,30 ± 0,13 | 37,0 ± 1,1 |
| Среднее | | 429 ± 7 | 77,7 ± 3,1 | 1,3 ± 0 | 33 ± 4 | 1,39 ± 0,16 | 37,1 ± 1,7 |
| НСР ₀₅ | | 67 | 9,2 | 0,1 | 3 | 0,17 | 2,2 |

Вместе с этим средние значения других признаков, характеризующих продуктивность метелки у данных генотипов, преимущественно выше таковых у образцов других кластеров.

Выводы

Наибольший интерес для использования в качестве источников хозяйственно ценных признаков представляют образцы, вошедшие в шестой кластер: Нисул (к-15709, Словакия), Виленский (к-15499, Россия), Элегант (к-15463, Беларусь), Мирт (к-15500, Беларусь) и стандарт Кречет (к-14857, Россия). Урожайность образцов выше, чем в других кластерах и составила в среднем 429 г/м². Высота растений от 71,9 см у стандарта Кречет (к-14857, Россия) до 87,2 см у Виленский (к-15499, Россия). Число зерен (в среднем 33 штуки) и масса зерна с растения (в среднем 1,39 г) преимущественно выше, чем у сортообразцов, образовавших другие кластеры.

Для включения в селекционный процесс по отдельным признакам представляют интерес:

– в селекции на увеличение показателя «масса 1000 зерен» образцы из пятого кластера: Urs Brava (к-15490, Бразилия), Свитанок (к-15504, Украина), Аргамак (к-14648, Россия), Житомирский (к-15502, Украина), Raven (к-15405, Чехия). Данный показатель варьировал от 31,4 г до 44,7 г. и в среднем составил 36,0 г;

– в селекции на зерноукосные цели и для увеличения озерненности метелки образцы третьего кластера: Bai Yan 7 (к-15524, Китай), Geszti (к-15297, Венгрия), Plym (к-15257, Швеция), Tysk Moss Selection (к-15697, Швеция), Olands (к-15700, Швеция),

Roslags (к-15058, Швеция). Высота растений у образцов в среднем составила 99,3 см с периодом вегетации «всходы – восковая спелость» от 75 до 80 дней. Число зерен в метелке находится в пределах 23–43 штуки.

Литература

1. Баталова Г. А., Лисицын Е. М., Вологжанина Е. Н., Журавлева Г. П. Влияние дозы и времени обработки препаратом «КАС 28» на развитие растений овса // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 4(28). С. 9–21. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-4-28-9-21.
2. Лоскутов И. Г. Современная система рода *Avena* L. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2006. Т. 162. С. 84–97.
3. Абугалиева С. И., Середа Г. А., Чудинов В. А., Сариев Б.С., Турусбеков Е.К. Анализ хозяйственно-ценных признаков мировой коллекции овса, выращенной в трех различных регионах Казахстана // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2013. Т. 171. С. 168–174. EDN: UAEDLV.
4. Варгач Ю. И., Лоскутов И. Г. Особенности хозяйственно ценных признаков культурного овса в Центральном Нечерноземье РФ // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2018. № 72. С. 67–72. DOI: 10.21515/1999-1703-72-67-72. EDN: UYSJTX.
5. Петрова Л. В. Оценка коллекционных сортообразцов овса посевного (*Avena sativa* L.) по хозяйственно ценным признакам методом кластерного анализа в условиях Центральной Якутии // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. № 5(383). С. 46–50. DOI: 10.24412/2587-6740-2021-5-46-50. EDN: ZZTLJF.
6. Ашиев А. Р., Хабибуллин К. Н., Скулова М. В., Чегунова А. В. Кластерный анализ коллекционного материала гороха с генами усатого типа листа (af) и неосыпаемости семян (def) // Зерновое хозяйство России. 2021. № 2(74). С. 40–44. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-74-2-40-44. EDN: DUSXER.
7. Khodadadi M., Fotokian M. H., Miransari M. Genetic diversity of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes based on cluster and principal component analyses for breeding strategies // Aust. J. Crop Sci. 2011. No. 5(1). P. 17–24.
8. Гудова Л. А., Зайцев С. А., Жужукин В. И., Курасова Л. Г., Лекарев А. В. Использование методов многомерной статистики для оценки модельной популяции кукурузы // Аграрный научный журнал. 2021. № 7. С. 9–15. DOI: 10.28983/asj.y2021i7pp9-15.
9. Вус Н. А., Кобызева Л. Н., Безуглая О. Н. Определение селекционной ценности коллекционных образцов нута (*Cicer arietinum* L.) методом кластерного анализа // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2020. Т. 24. № 3. С. 244–251. DOI: 10.18699/VJ20.617.
10. Лоскутов И. Г., Ковалева О. Н., Блинова Е. В. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. Санкт-Петербург: ВИР, 2012. 63 с.
11. Великовский В., Бареш А., Форел А., Сегналова Я., Одегал В., Войстржак Й., Лонгауэр, И., Трка М., Кобылянский В. Д., Родионова Н. А., Солдатов В. Н., Корнейчук В. А., Ярош Н. П. Международный классификатор СЭВ рода *Avena* L. Л.: Всесоюзный НИИ растениеводства имени Н. И. Вавилова (ВИР), 1984. 39 с.
12. Казыдуб Н. Г., Маракаева Т. В., Коробейникова М. М., Епанчинцев М. В. Отбор перспективных образцов для селекции фасоли с использованием кластерного анализа в условиях Южной лесостепи Западной Сибири // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2014. № 4(16). С. 8–14.
13. Козленко Л. В. Овсы США и Канады – исходный материал для селекции в Нечерноземной зоне // Селекция овса: Труды НИИСХ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого. Киров, 1976. С. 75–87.
14. Солдатов В. Н., Баталова Г. А. Наследование признаков продуктивности метелки у овса // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1989. Т. 129. С. 129–133.
15. Козленко Л. В. Генетические принципы селекции овса // Вестник сельскохозяйственной науки. 1981. № 9. С. 51–54.

References

1. Batalova G. A., Lisitsyn E. M., Vologzhanina E. N., Zhuravleva G. P. Effect of timing and dosage of “KAS 28” application on oat plants development // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2021. No. 4(28). P. 9–21. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-4-28-9-21.
2. Loskutov I. G. Modern system of the genus *Avena* L. // Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 2006. Vol. 162. P. 84–97.

3. Abugalieva S. I., Sereda G. A., Chudinov V. A. Sariiev B.S., Turuspekov Y.K. Agronomic traits variability of world collection of oat grown in three regions of Kazakhstan // Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 2013. Vol. 171. P. 168–174. EDN: UAEDLV.
4. Vargach Yu. I., Loskutov I. G. Features of valuable traits of oats in the Non-Chernozem zone of the Central Region of Russian Federation // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2018. No. 72. P. 67–72. DOI: 10.21515/1999-1703-72-67-72. EDN: UYSJTX.
5. Petrova L. V. Evaluation of collection varietal samples of sown oats (*Avena sativa* L.) by economically valuable characteristics by the method of cluster analysis in the conditions of Central Yakutia // Mezhdunarodnyi Sel'skokhozyaistvennyi Zhurnal. 2021. No. 5(383). P. 46–50. DOI: 10.24412/2587-6740-2021-5-46-50. EDN: ZZTLJF.
6. Ashiev A. R., Khabibullin K. N., Skulova M. V., Chegunova A. V. Cluster analysis of collection material of peas with genes of leafletless type (af) and non-shedding seeds (def) // Grain Economy of Russia. 2021. No. 2(74). P. 40–44. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-74-2-40-44. EDN: DASKER.
7. Khodadadi M., Fotokian M.H., Miransari M. Genetic diversity of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes based on cluster and principal component analyses for breeding strategies // Aust. J. Crop Sci. 2011. No. 5(1). P. 17–24.
8. Gudova L. A., Zaitsev S. A., Zhuzhukin V. I., Kurasova L. G., Lekarev A. V. Using multivariate statistical methods to estimate the model maize population // The Agrarian Scientific Journal. 2021. No. 7. P. 9–15. DOI: 10.28983/asj.y2021i7pp9-15.
9. Vus N. A., Kobzeva L. N., Bezuglaya O. N. Determination of the breeding value of collection chickpea (*Cicer arietinum* L.) accessions by cluster analysis // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2020. Vol. 24. No. 3. P. 244–251. DOI: 10.18699/VJ20.617.
10. Loskutov I. G., Kovaleva O. N., Blinova E. V. Guidelines for the study and preservation of the world collection of barley and oat. Saint Petersburg: VIR, 2012. 63 p.
11. Velikovskiy V., Baresh A., Forel A., Segnalova Ya., Odegnal V., Voistrzhak Y., Longauer I., Trnka M., Kobylansky V. D., Rodionova N. A., Soldatov V. N., Korneychuk V. A., Yarosh N. P. International classifier of the CMEA genus *Avena* L. Leningrad: All-Union Research Institute of Plant Growing named after N. I. Vavilov (VIR), 1984. 39 p.
12. Kazydub N. G., Marakaeva T. V., Korobeynikova M. M., Epanchintsev M. V. Selection of perspective standards for selection of kidney bean with the use of cluster analysis in the conditions of south forest-steppe of Western Siberia // Vestnik of Omsk SAU. 2014. No. 4(16). P. 8–14.
13. Kozlenko L. V. Oats from USA and Canada as initial materials for breeding in Non-Chernozem Zone // In book: Oats breeding. Works of North-East Agricultural Research Institute named after N.V. Rudnitsky. Kirov, 1976. P. 75–87.
14. Soldatov V. N., Batalova G. A. Inheriting panicle productivity traits in oats // Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 1989. Vol. 129. P. 129–133
15. Kozlenko L.V. Genetic principles of oats breeding // Vestnik of the Russian agricultural science. 1981. No. 9. P. 51–54.

UDC 633.13:631.559

Krotova N. V., Batalova G. A.

CLUSTERING OF COLLECTION SAMPLES OF COVERED OATS

Summary. Cluster analysis makes it possible to evaluate oat samples at the early stages of the breeding process. The purpose of the research was to isolate samples with economically valuable traits. The research was carried out in 2019-2021 in a collection nursery at the experimental field of the Federal Agricultural Research Center of the North-East (Kirov region). Forty samples of filmy oats of various ecological and geographical origin were studied; standard – hulled (covered) oat cv. ‘Krechet’ (κ-14857, Kirov region). Square of experimental plots was 1 m², triple replication. To analyze the results, AGROS 2.07 and Microsoft Office Excel 2007 were used. Cluster analysis of samples using Statistica 10 for a set of characteristics (duration of the interphase period of “germination–dough development”, yield, productive tillering, plant height, panicle mass, number of grains in a panicle, mass of grains from a panicle and from a plant, 1000 grains weight) was carried out according to the Warde method. Euclidean distance, which represents the geometric distance between the coordinates of the indicators of a certain sample, served as the principle for results processing. Samples of cluster 6, namely ‘Hucul’ (κ-15709, Slovakia),

'Vilensky' (k-15499, Russia), 'Elegant' (k-15463, Belarus), 'Mirt' (k-15500, Belarus) and standard 'Krechet' (k-14857, Russia) attract interest as sources of valuable economic characteristics. Their yield averaged 429 g/m². The number of grains (on average 33 pieces) and the weight of grain from the plant (on average 1.39 g) were higher than that of cultivars of other clusters. According to some signs, samples from cluster 5 are of interest as initial forms for improving "1000 grains weight" indicator. They are 'Urs Brava' (k-15490, Brazil), 'Svitanok' (k-15504, Ukraine), 'Argamak' (k-14648, Russia), 'Zhytomirsky' (k-15502, Ukraine), 'Raven' (k-15405, Czech Republic). This indicator varied from 31.4 to 44.7 g. In breeding for grain-bearing purposes and increment of grain content in a panicle, we recommend samples from cluster 3: 'Bai Yan 7' (k-15524, China), 'Geszi' (k-15297, Hungary), 'Plym' (k-15257, Sweden), 'Tysk Moss Selection' (k-15697, Sweden), 'Olands' (k-15700, Sweden), 'Roslags' (k-15058, Sweden). The average height of plants was 99.3 cm with the duration of the interphase period of "germination–dough development" in the range of 75–80 days. The number of grains in the panicle was in the range of 23... 43 pieces.

Keywords: *oats (Avena sativa subsp. sativa), cluster analysis, yield, panicle mass, grain mass per panicle.*

Кротова Надежда Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, лаборатория селекции овса, ФГНБУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого»; г. Киров, ул. Ленина, 166а, 610007, Россия; e-mail: nadja.1979@yandex.ru.

Баталова Галина Аркадьевна, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, заместитель директора, ФГНБУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого»; г. Киров, ул. Ленина, 166а, 610007, Россия; e-mail: g.batalova@mail.ru.

Krotova Nadezhda Viktorovna, Cand. Sc. (Agr.), Laboratory of oat breeding, FSBSI "Federal Agricultural Research Center of the North-East named after N. V. Rudnitsky"; 166 a, Lenina str., Kirov, 610007, Russia; e-mail: nadja.1979@yandex.ru.

Batalova Galina Arkadievna, Dr. Sc. (Agr.), member of the RAS, deputy director, FSBSI "Federal Agricultural Research Center of the North-East named after N. V. Rudnitsky"; 166 a, Lenina str., Kirov, 610007, Russia; e-mail: g.batalova@mail.ru.

Дата поступления в редакцию – 13.04.2022.

Дата принятия к печати – 25.05.2022.