

ОЦЕНКА ЛИНИЙ И СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ  
ПО СЕЛЕКЦИОННЫМ ИНДЕКСАМ

К. В. Зенкина, Т. А. Асеева

**Реферат.** Исследования проводили в 2019–2023 годах с целью оценки образцов пшеницы мягкой яровой по основным хозяйственно важным признакам и выделения ценных форм для селекции. Материалом для исследования служили 26 сортов и линий яровой мягкой пшеницы селекции Дальневосточного научно-исследовательского института сельского хозяйства, стандарт – Хабаровчанка. Почва участка – лугово-бурая оподзоленно-глеевая тяжелосуглинистая с  $pH_{\text{сол}}$  менее 4,5 ед. В 2019 году в мае–июле отмечено избыточное переувлажнение (ГТК=2,6), в 2021–2023 годах – засушливые условия (ГТК=1,0...1,4), в 2020 году – в пределах среднегумусных значений (ГТК=1,7). По урожайности зерна (35,0...38,2 ц/га) выделены сорта и селекционные линии – 21/1-01, 65/2-11, Зарянка, 26/2-14, 19/1-14, 14/2-00, 29/8-06, 60/2-09, 11/7-14, Далира, 48/2-14, 43/3-14, Елизавета, 22/2-16, 47/1-14, достоверно превысившие стандарт на 3,9...6,9 ц/га. Наибольшее влияние на урожайность оказывал фактор «год» – 67,8%, эффект фактора «сорт» достигал 7,7%, их взаимодействия – 24,5%. Перспективны для селекционной работы линии 94/3-09, 29/8-06, 55/5-09, 48/2-14, 19/1-14, 65/2-11, 26/2-14, 118/1-99, 47/1-14, 11/7-14, 65/1-17, 43/3-14, выделенные в результате кластерного анализа (метод Варда) стандартизированных значений ряда селекционных индексов: мексиканский, который характеризует устойчивость к полеганию (МИ=0,012...0,016); канадский, позволяющий оценить удельный урожай колоса (КИ=0,153...0,171); финно-скандинавский, определяющий зернообразующую способность (ФСИ=0,321...0,383); линейной плотности колоса, отражающий генотип-средовую взаимосвязь (ЛПК=3,769...4,292); потенциала колоса, который характеризует потенциальную продуктивность (ИПК=0,076...0,092); отношения крупности к количеству зерен в колосе, демонстрирующий конкурентоспособность (ИКЧ=0,976...1,204); перспективности, указывающий на селекционную ценность (ИП=0,326...0,390); продуктивности растений, который свидетельствует об устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды (ИПР=7,757...9,713). К высокоурожайным линиям с высокой селекционной ценностью отнесены 29/8-06, 55/5-09, 48/2-14, 19/1-14, 65/2-11, 26/2-14, 118/1-99, 47/1-14, 11/7-14, 65/1-17, 43/3-14.

**Ключевые слова:** яровая мягкая пшеница (*Triticum aestivum* L.), продуктивность, урожайность, структура урожая, селекционный индекс.

**Введение.** Яровая пшеница – самая распространенная зерновая культура на земном шаре [1, 2], однако на величину и качество ее урожайности существенное влияние оказывают погодные условия [3, 4]. Для отбора генотипов, наиболее адаптированных к лимитированным факторам окружающей среды [5] целесообразно использовать богатый математический инструмент, который разработан для оценки хозяйственно важных признаков.

В селекционной работе на увеличение урожайности пшеницы рекомендуют направлять, основанное на выделении продуктивных генотипов по селекционным индексам, которые используют практически на всех этапах селекционного процесса [6]. Характеристики, позволяющие одновременно контролировать уровень проявления нескольких количественных признаков, на промежуточных этапах селекции – более значимы, чем окончательные абсолютные величины [7]. При оценке на продуктивность наибольшую информативность обеспечило совокупное использование нескольких индексов [8]. Привлечение в гибридизацию родителей с высокими их значениями способствовало созданию новых высокоурожайных сортов яровой пшеницы [9].

Селекция – непрерывный процесс, постоянно создают новые сорта. Для быстрой и качественной оценки селекционного материала яровой мягкой пшеницы требуется поиск

генотипов с комплексом хозяйственно ценных признаков и исключение менее продуктивных. В связи с высокой эффективностью и перспективностью использования селекционных индексов актуален индексный отбор перспективных линий для дальнейшего создания новых конкурентоспособных сортов яровой мягкой пшеницы.

Цель исследований – сравнительная оценка сортов и селекционных линий пшеницы мягкой яровой по основным хозяйственно важным признакам для создания сортов, адаптированных к условиям Дальнего Востока.

**Условия, материалы и методы.** Полевые опыты проводили в 2019–2023 годах на базе Дальневосточного научно-исследовательского института сельского хозяйства (Россия, Хабаровский край). Стандартный сорт – Хабаровчанка. Объект – 26 сортов и линий пшеницы яровой мягкой местного происхождения. Почва – лугово-бурая оподзоленно-глеевая тяжелосуглинистая, содержание обменного калия – 277...304 мг/кг, подвижного фосфора – 99...155 мг/кг почвы (по Кирсанову), органического вещества – 3,6...3,8% (по Тюнину),  $pH_{\text{сол}} < 4,5$  ед. Предшественник – черный пар. Посев проводили сеялкой «ССФК-7М» в оптимальные для региона сроки. Норма высева – 5,5 млн всхожих семян на 1 га. Площадь делянки – 12 м<sup>2</sup>, повторность – трехкратная. Уборку проводили комбайном «ХЕГЕ-125».

Оценивали следующие структурные элементы урожайности – масса 1000 зерен (г), количество зерен в колосе (шт.), масса зерна с колоса (г), длина колоса (см), высота растений (см). Учеты, наблюдения и статистическую обработку (дисперсионный и корреляционный анализы, наименьшую существенную разницу) данных проводили по методике Б. А. Доспехова [10]. Данные в таблицах представлены в виде средней и стандартной ошибки. Классификация проведена по Международному классификатору СЭВ (Совет Экономической Взаимопомощи) рода *Triticum* L. [11].

Оценку образцов пшеницы яровой мягкой выполняли по селекционным индексам [9, 12, 13]:

канадский (КИ) – отношение массы зерна с колоса (г) к его длине (см);

финно-скандинавский (ФСИ) – отношение числа зерен в колосе (шт.) к высоте растения (см);

мексиканский (МИ) – отношение массы зерна с колоса (г) к высоте растения (см);

потенциала колоса (ИПК) – отношение длины колоса (см) к высоте растения (см);

отношения крупности к количеству зерен в колосе (ИКЧ) – отношение массы 1000 зерен (г) к количеству семян в колосе (шт.);

продуктивности растений (ИПР) – отношение произведения числа зерен в колосе (шт.) на его вес (г) к длине колоса (см);

линейной плотности колоса (ЛПК) – отношение количества зерен в колосе (шт.) к длине колоса (см);

перспективности (ИП) – отношение крупности зерна (г) к длине соломины (см).

Для объединения селекционных индексов, рассчитанных для образцов пшеницы, проводили иерархическую классификацию методом Варда (Ward methods) с использованием евклидова расстояния (Euclidean distance) стандартизированных значений в программе Statistica 10.

Территория Хабаровского края по комплексу почвенно-климатических условий относится к зоне рискованного земледелия, которая обусловлена муссонным характером климата с неравномерным распределением тепла и осадков в течение года и сложным составом почвы. Годы исследований характеризовались разнообразием агрометеорологических условий по тепло- и влагообеспеченности вегетационных периодов (табл. 1). Избыточное переувлажнение отмечали в 2019 году, с мая по июль превышение среднегодовых значений осадков составило 137 мм. За период с мая по июль в 2020 году гидротермический коэффициент находился в пределах климатической нормы. Недостаток влаги и засуху в период май-июль отмечали в 2021, 2022 и 2023 годах, на 47, 74, 106 мм осадков ниже среднегодовых значений соответственно.

Таблица 1 – Агрометеорологические условия в годы исследований (2019-2023 годы)

| Месяц                                        | Температура воздуха, °С |             |             |             |             |                           |
|----------------------------------------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------------------|
|                                              | 2019<br>год             | 2020<br>год | 2021<br>год | 2022<br>год | 2023<br>год | среднегодовое<br>значение |
| Май                                          | 13,6                    | 14,3        | 12,6        | 12,3        | 13,4        | 12,0                      |
| Июнь                                         | 15,9                    | 15,2        | 19,0        | 17,8        | 18,7        | 17,9                      |
| Июль                                         | 21,6                    | 22,1        | 25,1        | 23,0        | 22,7        | 21,4                      |
| Количество выпавших осадков, мм              |                         |             |             |             |             |                           |
| Май                                          | 124                     | 27          | 63          | 53          | 32          | 60                        |
| Июнь                                         | 99                      | 131         | 134         | 86          | 64          | 78                        |
| Июль                                         | 184                     | 118         | 26,         | 57          | 68          | 132                       |
| Гидротермический коэффициент Селянинова, ед. |                         |             |             |             |             |                           |
| Май                                          | 2,9                     | 0,6         | 1,6         | 1,4         | 0,8         | 1,6                       |
| Июнь                                         | 2,1                     | 2,9         | 2,4         | 1,6         | 1,1         | 1,5                       |
| Июль                                         | 2,7                     | 1,7         | 0,3         | 0,8         | 1,0         | 2,0                       |
| Май–июнь                                     | 2,6                     | 1,7         | 1,4         | 1,3         | 1,0         | 1,7                       |

**Результаты и обсуждение.** Согласно результатам дисперсионного анализа максимальный вклад в вариабельность урожайности вносил фактор «год» – 67,8%, вклад фактора «сорт» был наименьшим – 7,7%, а взаимодействие этих двух факторов достигало 24,5%. В изменчивость высоты растений уровни вклада факторов были сходны – 76,3%, 4,9% и 18,8% соответственно.

Взаимодействие факторов «сорт×год» было основным источником варьирования структурных элементов урожайности сортов и селекционных линий яровой мягкой пшеницы: длины колоса – 57,8% (фактор «сорт» –

24,2%, фактор «год» – 18,0%), количества зерен в колосе – 51,1% (фактор «сорт» – 19,2%, фактор «год» – 29,7%), массы зерна с колоса – 45,9% (фактор «сорт» – 22,2%, фактор «год» – 31,9%) и массы 1000 зерен – 43,9% (фактор «сорт» – 33,5%, фактор «год» – 22,6%) при уровне значимости 5% ( $F_{\text{факт.}} > F_{\text{крит.}}$ ).

В среднем за годы исследований по урожайности зерна выделены сорта Далира, Елизавета, Зарянка и линии 48/2-14, 47/1-14, 65/2-11, 19/1-14, 29/8-06, 21/1-01, 14/2-00, 11/7-14, 43/3-14, 26/2-14, 60/2-09, 22/2-16, превосходящие стандартный сорт на 3,9...6,9 ц/га (табл. 2). Селекционные линии и сорта

Приамурская, Далира, 48/2-14, 47/1-14 крайне нестабильно формировали урожайность – в благоприятных условиях (2019 год) продуктивность достигала 51,9 ц/га, 58,2 ц/га,

54,2 ц/га, 55,8 ц/га соответственно, но при ухудшении условий (2023 год) урожайность снижалась на 28,3 ц/га, 33,0 ц/га, 28,7 ц/га, 31,5 ц/га соответственно.

Таблица 2 – Урожайность и основные структурные элементы яровой мягкой пшеницы (2019–2023 годы)

| Сорт, линия       | Урожайность, ц/га | Высота растений, см | Длина колоса, см | Количество зерен в колосе, шт. | Масса зерна с колоса, г | Масса 1000 зерен, г |
|-------------------|-------------------|---------------------|------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------|
| Хабаровчанка      | 31,3±2,2          | 108±6               | 9,0±0,1          | 35±2                           | 1,31±0,09               | 36,3±1,2            |
| Зарянка           | 35,5±3,2          | 111±6               | 8,8±0,2          | 32±2                           | 1,24±0,08               | 36,5±1,0            |
| Лири-98           | 29,7±1,8          | 104±6               | 9,5±0,1          | 37±2                           | 1,35±0,05               | 35,2±0,9            |
| Елизавета         | 35,0±2,1          | 107±6               | 9,6±0,4          | 37±3                           | 1,48±0,08               | 39,3±1,1            |
| Приамурская       | 34,3±6,3          | 111±8               | 9,6±0,2          | 39±3                           | 1,41±0,16               | 40,3±0,8            |
| Анфея             | 32,0±2,8          | 105±6               | 8,8±0,3          | 34±2                           | 1,30±0,10               | 40,3±0,9            |
| Далира            | 37,2±6,0          | 107±8               | 9,4±0,3          | 36±2                           | 1,40±0,13               | 39,9±1,4            |
| 65/2-11           | 36,3±2,5          | 113±7               | 8,9±0,7          | 38±1                           | 1,50±0,12               | 39,1±2,1            |
| 26/2-14           | 38,2±4,4          | 112±6               | 8,9±0,1          | 38±2                           | 1,40±0,11               | 37,1±0,8            |
| 42/1-14           | 34,3±3,1          | 106±5               | 9,0±0,2          | 31±2                           | 1,24±0,11               | 39,0±0,9            |
| 29/8-06           | 36,6±3,9          | 109±7               | 9,5±0,3          | 38±2                           | 1,51±0,11               | 41,3±1,1            |
| 14/2-00           | 35,7±4,1          | 109±8               | 9,3±0,3          | 35±2                           | 1,38±0,07               | 39,7±1,2            |
| 60/2-09           | 36,6±4,5          | 106±8               | 9,7±0,2          | 35±2                           | 1,39±0,06               | 38,6±0,9            |
| 21/1-01           | 36,7±4,5          | 109±9               | 9,3±0,1          | 35±3                           | 1,44±0,11               | 35,2±2,2            |
| 118/1-99          | 32,5±4,3          | 107±10              | 9,3±0,3          | 39±3                           | 1,56±0,11               | 40,1±1,5            |
| 55/5-09           | 31,2±2,6          | 105±9               | 9,3±0,3          | 37±1                           | 1,51±0,05               | 39,8±1,2            |
| 94/3-09           | 30,5±2,8          | 110±8               | 10,0±0,3         | 38±5                           | 1,53±0,23               | 40,8±1,1            |
| 11/2-14           | 32,7±2,7          | 100±7               | 8,4±0,4          | 32±4                           | 1,23±0,13               | 37,9±0,7            |
| 11/7-14           | 35,5±4,1          | 106±6               | 9,3±0,3          | 39±1                           | 1,58±0,05               | 40,2±1,5            |
| 48/2-14           | 35,5±5,3          | 105±7               | 9,2±0,3          | 37±1                           | 1,42±0,03               | 38,9±1,4            |
| 43/3-14           | 36,1±3,7          | 104±5               | 9,6±0,3          | 40±2                           | 1,62±0,06               | 40,4±1,5            |
| 22/2-16           | 37,4±4,2          | 111±7               | 9,0±0,4          | 35±2                           | 1,37±0,11               | 38,7±0,9            |
| 19/1-14           | 37,0±4,1          | 109±2               | 9,2±0,3          | 35±1                           | 1,54±0,08               | 42,6±1,8            |
| 11/5-16           | 33,5±3,8          | 113±6               | 9,6±0,2          | 35±2                           | 1,42±0,09               | 39,7±1,2            |
| 47/1-14           | 35,2±5,5          | 107±6               | 9,0±0,2          | 39±1                           | 1,53±0,01               | 39,2±0,4            |
| 65/1-17           | 34,6±3,0          | 103±5               | 9,4±0,4          | 39±3                           | 1,58±0,10               | 39,2±0,4            |
| НСР <sub>05</sub> | 3,8               | 4                   | 0,6              | 3                              | 0,21                    | 3,4                 |

В результате исследований выделены селекционные линии 48/2-14, 11/2-14, 43/3-14 отличающиеся более низкой высотой растений, отклонение от стандарта составило 5 см. По международному классификатору СЭВ рода *Triticum* L. [12] все генотипы относились к средне- и высокорослым и характеризовались высокой полевой устойчивостью к полеганию независимо от условий окружающей среды (8...9 баллов), в сравнении со стандартным сортом Хабаровчанка (7 баллов).

В среднем за годы исследований по длине колоса выделены селекционные линии 60/2-09, 94/3-09, превысившие стандарт на 0,7...1,0 см. Наиболее крупный колос сформировали селекционные линии пшеницы 94/3-09, 47/1-14, 43/3-14, 65/1-17, 118/1-99, 19/1-14, 11/7-14, масса зерна с колоса у которых была больше, чем у сорта Хабаровчанка на 0,22...0,31 г.

Количество зерен в колосе и масса 1000 зерен – важнейшие структурные элементы урожайности и показатели продуктивности колоса. В условиях региона у селекционных

линий количество зерен в колосе варьировало от 31 шт. у линии 42/1-14 до 40 шт. у линии 43/3-14. Наибольшая озерненность в среднем за годы исследований отмечена у сорта Приамурская и селекционных линий 11/7-14, 118/1-99, 47/1-14, 43/3-14, 65/1-17, достоверное превышение над стандартом составило 4...5 шт. Наиболее крупное зерно (39,8...42,6 г) формировали сорта, Далира, Анфея, Приамурская и селекционные линии 118/1-99, 94/3-09, 11/7-14, 55/5-09, 19/1-14, 29/8-06, 43/3-14, что выше стандарта на 3,5...6,3 г.

Так как факторы внешней среды оказывают сильное влияние на изменчивость основных элементов, которые участвуют в формировании продуктивности пшеницы, применение селекционных индексов позволит повысить эффективность селекционной работы по созданию генотипов пшеницы.

При оценке селекционных индексов показано, что по отношению массы зерна с колоса к высоте растения (МИ) выделены сорта и линии Елизавета, Далира, Лири-98,

Приамурская, 11/7-14, 26/2-14, 14/2-00, 60/2-09, 47/1-14, 29/8-06, 21/1-01, 118/1-99, 48/2-14, 94/3-09, 55/5-09, 65/2-11, 43/3-14, 19/1-14, 11/5-16, 65/1-17, которые характеризуются наибольшей способностью соломины выдерживать нагрузку колоса в сравнении со стандартным сортом Хабаровчанка и остальными генотипами (табл. 3).

По удельному урожаю колоса (КИ), который отражает взаимосвязь длины колоса и его массы зерна, выделены сорта и селекционные линии (КИ=0,147...0,171) Приамурская, Далира, Елизавета, Анфея, 11/7-14, 21/1-01, 55/5-09,

118/1-99, 65/1-17, 94/3-09, 11/2-14, 65/2-11, 48/2-14, 43/3-14, 22/2-16, 19/1-14, 47/1-14, 29/8-06, 26/2-14, 11/5-16, в сравнение с сортом стандартом Хабаровчанка (КИ=0,145). Наибольшие значения зернообразующей способности (ФСИ) идентифицированы у сортов и селекционных линий (ФСИ=0,315...0,383) Далира, Лира-98, Приамурская, Елизавета, 94/3-09, 65/2-11, 55/5-09, 65/1-17, 48/2-14, 60/2-09, 26/2-14, 11/7-14, 43/3-14, 29/8-06, 118/1-99, 47/1-14, отражают снижение высоты растений при одновременном увеличении количества зерен относительно стандарта.

Таблица 3 – Характеристика сортов и линий пшеницы яровой мягкой по селекционным индексам (2019–2023 годы)

| Сорт, линия  | МИ    | КИ    | ФСИ   | ЛПК   | ИКЧ   | ИПК   | ИП    | ИПР   |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Хабаровчанка | 0,012 | 0,145 | 0,328 | 3,925 | 1,027 | 0,084 | 0,336 | 7,359 |
| Зарянка      | 0,011 | 0,141 | 0,294 | 3,697 | 1,115 | 0,079 | 0,328 | 6,641 |
| Лира-98      | 0,013 | 0,142 | 0,353 | 3,863 | 0,960 | 0,091 | 0,339 | 7,137 |
| Елизавета    | 0,014 | 0,153 | 0,346 | 3,838 | 1,062 | 0,090 | 0,367 | 7,757 |
| Приамурская  | 0,015 | 0,148 | 0,346 | 4,023 | 1,045 | 0,086 | 0,362 | 8,849 |
| Анфея        | 0,012 | 0,147 | 0,328 | 3,885 | 1,174 | 0,084 | 0,385 | 7,581 |
| Далира       | 0,013 | 0,150 | 0,336 | 3,825 | 1,113 | 0,088 | 0,374 | 7,276 |
| 65/2-11      | 0,013 | 0,169 | 0,332 | 4,237 | 1,041 | 0,078 | 0,345 | 9,713 |
| 26/2-14      | 0,013 | 0,157 | 0,341 | 4,260 | 0,976 | 0,080 | 0,333 | 8,835 |
| 42/1-14      | 0,012 | 0,138 | 0,297 | 3,478 | 1,244 | 0,085 | 0,369 | 6,514 |
| 29/8-06      | 0,014 | 0,160 | 0,345 | 3,964 | 1,102 | 0,087 | 0,380 | 8,667 |
| 14/2-00      | 0,013 | 0,148 | 0,326 | 3,809 | 1,122 | 0,086 | 0,365 | 7,540 |
| 60/2-09      | 0,013 | 0,142 | 0,329 | 3,587 | 1,105 | 0,092 | 0,363 | 7,470 |
| 21/1-01      | 0,013 | 0,154 | 0,320 | 3,732 | 1,010 | 0,086 | 0,323 | 8,028 |
| 118/1-99     | 0,015 | 0,168 | 0,361 | 4,162 | 1,039 | 0,087 | 0,375 | 9,512 |
| 55/5-09      | 0,014 | 0,162 | 0,355 | 3,994 | 1,071 | 0,089 | 0,380 | 8,477 |
| 94/3-09      | 0,014 | 0,154 | 0,342 | 3,769 | 1,089 | 0,091 | 0,372 | 8,514 |
| 11/2-14      | 0,012 | 0,147 | 0,321 | 3,852 | 1,178 | 0,083 | 0,378 | 7,400 |
| 11/7-14      | 0,015 | 0,170 | 0,372 | 4,230 | 1,020 | 0,088 | 0,380 | 9,485 |
| 48/2-14      | 0,014 | 0,155 | 0,351 | 4,015 | 1,056 | 0,087 | 0,371 | 7,890 |
| 43/3-14      | 0,016 | 0,169 | 0,382 | 4,142 | 1,017 | 0,092 | 0,389 | 9,192 |
| 22/2-16      | 0,012 | 0,152 | 0,314 | 3,856 | 1,113 | 0,081 | 0,349 | 7,552 |
| 19/1-14      | 0,014 | 0,168 | 0,325 | 3,862 | 1,204 | 0,084 | 0,392 | 8,372 |
| 11/5-16      | 0,013 | 0,147 | 0,312 | 3,649 | 1,130 | 0,086 | 0,353 | 7,965 |
| 47/1-14      | 0,014 | 0,171 | 0,360 | 4,292 | 1,016 | 0,084 | 0,366 | 9,144 |
| 65/1-17      | 0,015 | 0,169 | 0,379 | 4,152 | 1,008 | 0,091 | 0,382 | 9,345 |

Отношение массы и количества зерен отражает индекс линейной плотности колоса (ЛПК). Наибольшим это отношение (ЛПК=3,994...4,292) было у линий и сортов Приамурская, 29/8-06, 118/1-99, 65/2-11, 26/2-14, 11/7-14, 55/5-09 (), 47/1-14, 48/2-14, 43/3-14, 65/1-17. В условиях региона выделены сорта и линии Далира, Приамурская, Елизавета, Лира-98, 21/1-01, 43/3-14, 11/5-16, 29/8-06, 60/2-09, 14/2-00, 55/5-09, 118/1-99, 94/3-09, 48/2-14, 11/7-14, 65/1-17, которые формировали более высокую соломинку и колос (ИПК=0,083...0,092), в сравнении с сортом Хабаровчанка (ИПК=0,082). У выделенных образцов пшеницы наблюдали незначительную изменчивость индекса потенциала колоса (ИПК) вследствие схожих морфологических признаков (высоты растений и длины колоса), что свидетельствует

о необходимости создания более разнообразного исходного материала.

Растения генотипов пшеницы характеризуются высокой продуктивностью колоса и массой 1000 зерен. Выделены сорта Приамурская, Далира, Елизавета, Анфея, 60/2-09, 11/2-14, 65/2-11, 22/2-16, 14/2-00, 42/1-14, 29/8-06, 118/1-99, 94/3-09, 48/2-14, 19/1-14, 55/5-09, 11/5-16 с максимальной пластичностью и толерантностью к загущению (ИКЧ=1,045...1,204), превышающие стандартный сорт по этому показателю на 0,018...0,177.

Выделены сорта Елизавета, Анфея, Далира и селекционные линии 29/8-06 (ИП=0,369), 48/2-14 (ИП=0,374), 94/3-09 (ИП=0,360), 11/2-14 (ИП=0,365), 55/5-09 (ИП=0,371), 11/7-14 (ИП=0,378), 65/1-17 (ИП=0,334), 43/3-14 (ИП=0,390), 19/1-14 (ИП=0,387) по селекционной ценности, характеризующей

способность растений накапливать большее количество пластических веществ в колосе и формировать более крупное зерно. Отмечены наиболее устойчивые к неблагоприятным факторам окружающей среды сорта и селекционные линии пшеницы 118/1-99 (ИПР=9,512), 43/3-14 (ИПР=9,192), 65/1-17 (ИПР=9,345), 65/2-11 (ИПР=9,713), 47/1-14 (ИПР=9,144), 11/7-14 (ИПР=9,485) по индексу продуктивности растений, как показатель адаптивности генотипов к условиям почвенно-климатической зоны возделывания.

Взаимосвязь селекционных индексов с основными структурными элементами продуктивности представляет практический интерес для отбора необходимых форм с высокой продуктивностью, конкурентоспособностью, устойчивостью к полеганию и биотическим и абиотическим стрессорам внешней среды. Установлена сопряженность признаков продуктивности растений с селекционным индексом: МИ коррелирует с массой колоса с зерном ( $r=0,74$ ), количеством зерен в колосе ( $r=0,85$ ), массой зерна с колоса ( $r=0,88$ ), массой 1000 зерен ( $r=0,54$ ); КИ – с массой колоса с зерном ( $r=0,74$ ), количеством зерен в колосе ( $r=0,73$ ), массой зерна с колоса ( $r=0,87$ ), массой 1000 зерен ( $r=0,48$ ); ФСИ – с массой колоса с зерном ( $r=0,51$ ), количеством зерен в колосе ( $r=0,90$ ), массой зерна с колоса ( $r=0,75$ ), высотой растений ( $r=-0,41$ ); ЛПК – с массой колоса с зерном ( $r=0,47$ ), количеством зерен в колосе ( $r=0,79$ ), массой зерна с колоса ( $r=0,58$ ); ИКЧ – с количеством зерен в колосе ( $r=-0,72$ ), массой зерна с колоса ( $r=-0,42$ ), массой 1000 зерен ( $r=0,41$ ); ИПК – с высотой растений ( $r=-0,41$ ); ИП – с массой зерна с колоса ( $r=0,41$ ), высотой растений ( $r=-0,51$ ), массой 1000 зерен ( $r=0,85$ ); ИПР – с массой колоса с зерном ( $r=0,89$ ), количеством зерен в колосе ( $r=0,85$ ), массой зерна в колосе ( $r=0,84$ ),

массой 1000 зерен ( $r=0,44$ ). Отсутствие достоверных связей селекционных индексов с урожайностью яровой пшеницы свидетельствует о недостаточной пригодности использования изученных индексов как показателей продуктивности, но позволяет выявлять свойства изучаемых генотипов, такие как удельный урожай колоса, зернообразующая способность, конкурентоспособность, устойчивость к полеганию и стрессорам региона.

Для комплексного подхода в оценке образцов пшеницы по селекционным индексам проводили кластерный анализ. Образцы пшеницы распределены на две группы. В первый кластер вошли сорта и линии Хабаровчанка, Приамурская, 21/1-01, Лира-98, Зарянка, 42/1-14, Анфея, 11/2-14, 22/2-16, 11/5-16, 60/2-09, отличающиеся средними значениями селекционных индексов (МИ=0,012...0,013; КИ=0,138...0,154; ФСИ=0,286...0,345; ЛПК=3,478...4,023; ИКЧ=0,960...1,244; ИП=0,311...0,377; ИПР=6,514...8,849; ИПК=0,077...0,089) (см. рисунок). Второй кластер сформировали сорт Елизавета и селекционные линии 94/3-09, 29/8-06, 55/5-09, 48/2-14, 19/1-14, 65/2-11, 26/2-14, 118/1-99, 47/1-14, 11/7-14, 65/1-17, 43/3-14, характеризующиеся высокой селекционной ценностью (МИ=0,012...0,016; КИ=0,153...0,171; ФСИ=0,321...0,383; ЛПК=3,769...4,292; ИКЧ=0,976...1,204; ИП=0,326...0,390; ИПР=7,757...9,713; ИПК=0,076...0,092) в условиях региона. Из них 67% образцов (29/8-06, 55/5-09, 48/2-14, 19/1-14, 65/2-11, 26/2-14, 118/1-99, 47/1-14, 11/7-14, 65/1-17, 43/3-14) формировали еще и высокую урожайность.

Образцы из второго кластера можно считать перспективным материалом для селекционной работы по созданию сортов яровой мягкой пшеницы.

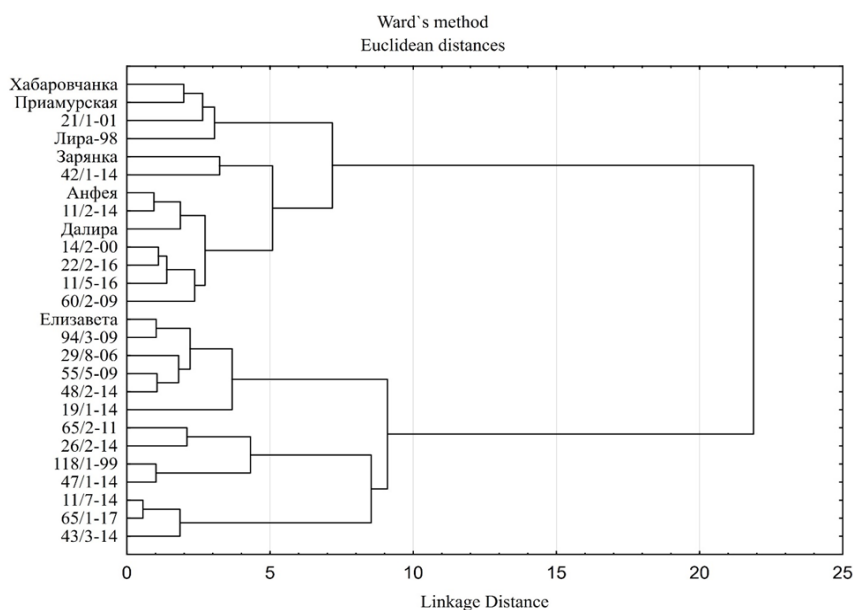


Рис. – Дендрограмма распределения сортов и селекционных линий яровой мягкой пшеницы по селекционным индексам

**Выводы.** В среднем за годы исследования выделены селекционные линии и сорта Далира, Елизавета, Зарянка, 65/2-11, 60/2-09, 29/8-06, 26/2-14, 14/2-00, 11/7-14, 43/3-14, 47/1-14, 21/1-01, 19/1-14, 48/2-14, 22/2-16 с высокой урожайностью зерна (35,0...37,4 ц/га), превышающие стандарт на 3,9...6,9 ц/га.

Отмечены ценные образцы по ряду основных хозяйственных показателей: по высоте растений (104 см) – линии 48/2-14, 11/2-14, 43/3-14, ниже стандарта на 5 см; по длине колоса (9,7...10,0 см) – линии 60/2-09, 94/3-09, превышение над стандартом 0,7...1,0 см; по массе зерна с колоса (1,53...1,62 г) – линии 94/3-09, 47/1-14, 43/3-14, 65/1-17, 118/1-99, 19/1-14, 11/7-14, превосходящие стандарт на 0,22...0,31 г; по количеству зерен в колосе (39...40 шт.) – линии 11/7-14, 118/1-99,

47/1-14, 43/3-14, 65/1-17, выше стандарта на 4...5 шт.; по массе 1000 зерен (39,8...42,6 г) – линии 118/1-99, 94/3-09, 11/7-14, 55/5-09, 19/1-14, 29/8-06, 43/3-14, больше стандарта на 3,5...6,3 г.

В результате сравнительной оценки образцов пшеницы яровой мягкой по комплексу селекционных индексов (МИ=0,012...0,016; КИ=0,153...0,171; ФСИ=0,321...0,383; ЛПК=3,769...4,292; ИКЧ=0,976...1,204; ИП=0,326...0,390; ИПР=7,757...9,713; ИПК=0,076...0,092) выделены перспективные сорта и линии Елизавета, 94/3-09, 29/8-06, 55/5-09, 48/2-14, 19/1-14, 65/2-11, 26/2-14, 118/1-99, 47/1-14, 11/7-14, 65/1-17, 43/3-14, которые рекомендованы для использования в селекционных программах для создания сортов, адаптированных к неблагоприятным условиям региона.

### Литература

1. Influence of the North Kazakhstan plans weather of the productivity of the spring soft wheat / R. Zholaman, E. Fedorenko, T. Savin, et al. // Scientific Horizons. 2022. No. 25 (10). P. 53–61. doi: 10.48077/scihor.25 (10).2022.53-61.
2. Novokhatin V. V. The theoretical justification of intensive genetic potential of the varieties of soft wheat // *Agricultural biology*. 2016. Vol. 51. No. 5. P. 627–635. doi: 10.15389/agrobiology.2016.5.627rus.
3. Оценка сортообразцов яровой мягкой пшеницы по показателям качества зерна в изменяющихся условиях Средневолжского региона / Т. Ю. Таранова, С. Е. Роменская, Е. А. Демина, и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2024. Т. 19. № 2(74). С. 25–31.
4. Qian B., De Long R., Gameda S. Multivariate analysis of water-related agroclimatic factors limiting spring wheat yields on the Canadian prairies // *European Journal of Agronomy*. 2009. No. 30 (2). P. 140–150. doi: 10.1016/j.eja.2008.09.003.
5. Продуктивность сортов яровой мягкой и твердой пшеницы в условиях Приморского края / Н. В. Кузьменко, Г. А. Муругова, А. Г. Клыков, и др. // Аграрная наука. 2023. № 9. С. 79–83. doi: 10.32634/0869-8155-2023-374-9-79-83.
6. Сафонова И. В., Аниськов Н. И. Значимость комплексной оценки селекционных индексов и параметров стрессоустойчивости сортов озимой ржи // Аграрный вестник Урала. 2022. № 6 (221). С. 16–26.
7. Использование вегетационных индексов в селекции пшеницы и проса / С. Д. Виллюнов, В. С. Сидоренко, Н. А. Степанова, и др. // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2023. № 5. С. 18–34. doi: 10.26897/0021-342X-2023-5-18-34.
8. Приоритетная технология создания новых высокоурожайных сортов яровой мягкой пшеницы на Среднем Урале / Н. Н. Зезин, В. А. Воробьев, А. В. Воробьев и др. // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14. № 6. С. 59–63. doi: 10.31367/2079-8725-2022-83-6-59-63.
9. Определение продуктивности яровой мягкой пшеницы на основе селекционных индексов / Н. А. Степанова, В. С. Сидоренко, Ж. В. Старикова и др. // Зернобобовые и крупяные культуры. 2021. № 3(39). С. 91–96. doi: 10.24412/2309-348X-2021-3-91-96.
10. Доспехов Б. Ф. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
11. Международный классификатор СЭВ. Рода *Triticum* L. / В. Ф. Дорофеев, М. И. Руденко, А. А. Филатенко и др. Ленинград: ВИР, 1984. 85 с.
12. Иванисова А. С., Марченко Д. М. Использование селекционных индексов при оценке продуктивности озимой твердой пшеницы // Аграрная наука. 2024. № 8. С. 150–154. doi: 10.32634/0869-8155-2024-385-8-150-154.
13. Максимов, Р.А. Новый алгоритм отбора хозяйственно ценных генотипов ячменя // АПК России. 2017. Т. 24. № 2. С. 329–332.

### Сведения об авторах:

Зенкина Кристина Владимировна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и биотехнологии зернобобовых культур и сои, e-mail: polosataya-zebra@mail.ru  
 Асеева Татьяна Александровна – доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, член-корреспондент РАН, e-mail: aseeva59@mail.ru  
 Хабаровский Федеральный Исследовательский центр Дальневосточного отделения Российской академии наук Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, г. Хабаровск, Россия

### EVALUATION OF SOFT SPRING WHEAT LINES AND VARIETIES BY BREEDING INDICES

K. V. Zenkina, T. A. Aseeva

**Abstract.** The studies were conducted in 2019-2023 to evaluate soft spring wheat samples for the main economically important traits and to identify valuable forms for breeding. The material for the study was 26 varieties and lines of spring soft wheat bred by Far Eastern Research Institute of Agriculture, standard – Khabarovchanka. The soil of the site is meadow-brown podzolic-gley heavy loamy with pH<sub>salt</sub> less than 4.5 units. In May-July of 2019, the excessive waterlogging was noted (HTC=2.6), in 2021-2023 – drought conditions (HTC=1.0...1.4), in 2020 – within the average long-term values

(HTC=1.7). According to grain yield (35.0...38.2 c/ha), the following varieties and breeding lines were distinguished: 21/1-01, 65/2-11, Zaryanka, 26/2-14, 19/1-14, 14/2-00, 29/8-06, 60/2-09, 11/7-14, Dalira, 48/2-14, 43/3-14, Elizaveta, 22/2-16, 47/1-14, which reliably exceeded the standard by 3.9...6.9 c/ha. The greatest influence on the productivity was exerted by the factor "year" - 67.8%, the effect of the factor "variety" reached 7.7%, their interaction - 24.5%. Promising for breeding work are the lines 94/3-09, 29/8-06, 55/5-09, 48/2-14, 19/1-14, 65/2-11, 26/2-14, 118/1-99, 47/1-14, 11/7-14, 65/1-17, 43/3-14, selected as a result of cluster analysis (Ward's method) of standardized values of a number of breeding indices: Mexican, which characterizes resistance to lodging (MI = 0.012 ... 0.016); Canadian, allowing to estimate the specific ear yield (KI = 0.153 ... 0.171); Finno-Scandinavian, determining the grain-forming ability (FSI = 0.321 ... 0.383); linear density of the spike, reflecting the genotype-environment relationship (LPC = 3.769 ... 4.292); spike potential, which characterizes potential productivity (IPC = 0.076 ... 0.092); the ratio of size to the number of grains in the spike, demonstrating competitiveness (ICC = 0.976 ... 1.204); prospects, indicating breeding value (IP = 0.326 ... 0.390); plant productivity, which indicates resistance to unfavorable environmental factors (IPR = 7.757 ... 9.713). High-yielding lines with high selection value include 29/8-06, 55/5-09, 48/2-14, 19/1-14, 65/2-11, 26/2-14, 118/1-99, 47/1-14, 11/7-14, 65/1-17, 43/3-14.

**Key words:** spring soft wheat (*Triticum aestivum* L.), productivity, yield, crop structure, selection index.

#### References

1. Zholaman R, Fedorenko E, Savin T. Influence of the North Kazakhstan plans weather of the productivity of the spring soft wheat. Scientific Horizons. 2022; No. 25 (10). 53-61 p. doi: 10.48077/scihor.25(10).2022.53-61.
2. Novokhatin VV. The theoretical justification of intensive genetic potential of the varieties of soft wheat. Agricultural biology. 2016; Vol.51. No.5. 627-635 p. doi: 10.15389/agrobiology.2016.5.627rus.
3. Taranova TYu, Romenskaya SE, Demina EA. [Evaluation of spring soft wheat varieties by grain quality indicators under changing conditions of the Middle Volga region]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2024; Vol.19. 2(74). 25-31 p.
4. Qian B, De Long R, Gameda S. Multivariate analysis of water-related agroclimatic factors limiting spring wheat yields on the Canadian prairies. European Journal of Agronomy. 2009; No.30 (2). 40-150 p. doi: 10.1016/j.eja.2008.09.003.
5. Kuzmenko NV, Murugova GA, Klykov AG. [Productivity of spring soft and durum wheat varieties in the conditions of Primorskiy Krai]. Agrarnaya nauka. 2023; 9. 79-83 p. doi: 10.32634/0869-8155-2023-374-9-79-83.
6. Safonova IV, Aniskov NI. [Significance of a comprehensive assessment of selection indices and stress resistance parameters of winter rye varieties]. Agrarny vestnik Urala. 2022; 6 (221). 16-26 p.
7. Vilyunov SD, Sidorenko VS, Stepanova NA. [Use of vegetation indices in wheat and millet breeding]. Izvestiya Timiryazevskoy selskokhozyaystvennoy akademii. 2023; 5. 18-34 p. doi: 10.26897/0021-342X-2023-5-18-34.
8. Zezin NN, Vorobev VA, Vorobev AV. [Priority technology for creating new high-yielding varieties of spring soft wheat in the Middle Urals]. Zernovoe khozyaystvo Rossii. 2022; Vol.14. 6. 59-63 p. doi: 10.31367/2079-8725-2022-83-6-59-63.
9. Stepanova NA, Sidorenko VS, Starikova ZhV. [Determination the productivity of spring soft wheat based on selection indices]. Zernobobovye i krupyanye kultury. 2021; 3(39). 91-96 p. doi: 10.24412/2309-348X-2021-3-91-96.
10. Dospekhov BF. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy). 5-e izd., pererab. i dop. [Field experiment methodology (with the basics of statistical processing of research results). 5th edition, revised and added]. Moscow: Agropromizdat. 1985; 351 p.
11. Dorofeev VF, Rudenko MI, Filatenko AA. Mezhdunarodnyy klassifikator SEV. Roda Triticum L. [International classifier council for Mutual Economic Assistance. Triticum L genus.]. Leningrad: VIR. 1984; 85 p.
12. Ivanisova AS, Marchenko DM. [Use of selection indices in assessing the productivity of winter durum wheat]. Agrarnaya nauka. 2024; 8. 150-154 p. doi: 10.32634/0869-8155-2024-385-8-150-154.
13. Maksimov RA. [New algorithm for selecting economically valuable barley genotypes]. APK Rossii. 2017; Vol.24. 2. 329-332 p.

#### Authors:

Zenkina Kristina Vladimirovna – Ph.D. of Agricultural Sciences, senior researcher of the Laboratory of selection and biotechnology of leguminous crops and soybeans, e-mail: polosataya-zebra@mail.ru  
 Aseeva Tatyana Aleksandrovna – Doctor of Agricultural Sciences, chief researcher, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, e-mail: aseeva59@mail.ru  
 Khabarovsk Federal Research Center of Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Far Eastern Research Institute of Agriculture, Khabarovsk, Russia.