

# Аспекты селекции озимой мягкой пшеницы на морозозимостойкость для степных регионов России

*М.А. Фоменко, к.с.-х.н.,  
Донской зональный НИИСХ РАСХН*

В последние десятилетия заметно увеличилось число экстремальных лет, которые усилили зависимость величины и качества урожая озимой мягкой пшеницы от климата. В современный период при усиливающейся его континентальности (холодные зимы и засушливые весенне-летние месяцы) возникает острая необходимость в наличии сортов, обладающих адаптивностью к негативным факторам агроэкологических условий. Устойчивость растений к морозам, резким колебаниям температуры, другим неблагоприятным факторам в зимне-весенний период является главным фактором их выживаемости, предопределяет необходимость усиления признаков морозозимостойкости у создаваемых генотипов озимой мягкой пшеницы.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводили в отделе селекции и семеноводства пшеницы и тритикале Донского НИИСХ в 1991–2012 гг. Климат степных зон Ростовской области резко континентальный. Низкие температуры на глубине узла кушения в бесснежный период – обычное явление (ноябрь 2010 г.  $-16^{\circ}\text{C}$ ,

2012 –  $-14^{\circ}\text{C}$ ). Для региона уже обычными являются оттепели и возобновление вегетации озимых. Часто на посевах образуются ледяные корки. В 2003 г. отмечали залегание притёртой ледяной корки толщиной 3–4 см в течение 65 дней.

Исследования были проведены на собственном селекционном материале. Основные методы селекции – внутривидовая и межвидовая гибридизация, химический мутагенез в сочетании с многократным индивидуальным отбором в ранних и старших поколениях. Морозостойкость сортов определяли в условиях камеры КНТ-1М методом пучков [1]. Изучение жизнеспособности замороженных растений проводили Донским усовершенствованным методом [2].

Согласно параметрам модели сорта для условий степной зоны Ростовской области оптимальным пределом низких температур на глубине узла кушения является  $-18 - -20^{\circ}\text{C}$ , который гарантирует перезимовку 75% раскутившихся растений на единице площади. Для определения уровня морозостойкости нового поступившего материала достаточно заморозить его в камере низких температур (КНТ) при температуре  $-18 - -19^{\circ}\text{C}$ . Данные промораживания подтверждаются полевыми оценками характера перезимовки

( $r = 0,76 \pm 0,12 - 0,85 \pm 0,14$ ). Исследования показали, что идентифицированные как высокозимостойкие генотипы сохраняют это свойство и в период перезимовок.

**Результаты исследований.** В 1996–2011 гг. были выполнены исследования с целью изучения закономерностей комбинационного процесса озимой мягкой пшеницы по наследованию признака морозозимостойкости. Изучали различные типы внутривидовых скрещиваний, выявляли особенности проявления положительных трансгрессий по этому признаку. В качестве исходных форм привлекали средне- и высокоморозостойкие генотипы своей, отечественной и зарубежной селекции. Использовали слабозимостойкие немецкие сорта с комплексом ценных признаков. К высокозимостойким (ВЗ) были отнесены сорта, у которых сохранность живых растений (КНТ,  $t - 18^\circ\text{C}$ , экспозиция 20 час.) составила 60–75%, к среднезимостойким (СрЗ) – 40–60%, к слабозимостойким (СлЗ) – 10–40%.

Исходный селекционный материал получали методом внутривидовой гибридизации по схемам: ВЗ ВЗ; ВЗ СрЗ; СрЗ ВЗ; СрЗ СрЗ; СлЗ ВЗ.

Анализ устойчивости гибридных популяций, полученных от скрещиваний сортов разных уровней морозостойкости, выявил неоднозначное наследование изучаемого признака как у гибридов F1, так и у F2 (рис.). Особенности частоты того или иного типа наследования были разными и проявлялись по годам в зависимости от степени напряжённости зимних стрессов и генетических особенностей гибридных популяций. Зимостойкость у 30–60% гибридов F1, созданных при разных схемах внутривидовых скрещиваний, наследовалась по типу сверхдоминирования, у 20–54% – по типу промежуточ-

ного наследования и у 9–20% (рис.) – по типу доминирования более морозостойкого родителя. У гибридов второго поколения различных типов скрещиваний характер наследования морозостойкости несколько изменился. Выросла доля гибридов с промежуточным типом наследования (35–65% комбинаций) и доминированием более морозостойкого родителя (10–40%).

При различных схемах скрещивания частота выщепления трансгрессивных морозоустойчивых генотипов при дальнейшей рекомбинации усиливается, если во втором поколении гибриды наследовали зимостойкость промежуточно по типу неполного или частичного доминирования более зимостойкой формы. При данном типе наследования зимостойкость обуславливается аддитивным (суммирующим) взаимодействием наследственных факторов. Гетерозиготные растения при аддитивном взаимодействии генов по устойчивости занимают в основном среднее положение между родителями. В третьем поколении уже возможен отбор трансгрессивных форм. При наследовании гибридами второго поколения устойчивости по типу более морозостойкого родителя (полное доминирование) выщепление гомозиготных положительных трансгрессий происходит в более старших поколениях.

При скрещивании высокоморозостойких сортов между собой у гибридов F2 в 10% тестируемых комбинаций наблюдали превышение исходных компонентов по уровню морозостойкости. Например, в комбинации Тарасовская 97/Ермак растения гибрида F1 существенно не отличались от исходных компонентов ( $h_p = 0$ ), во втором поколении растения оказались более зимостойкими по сравнению с исходными формами. Однако степень положительной трансгрес-

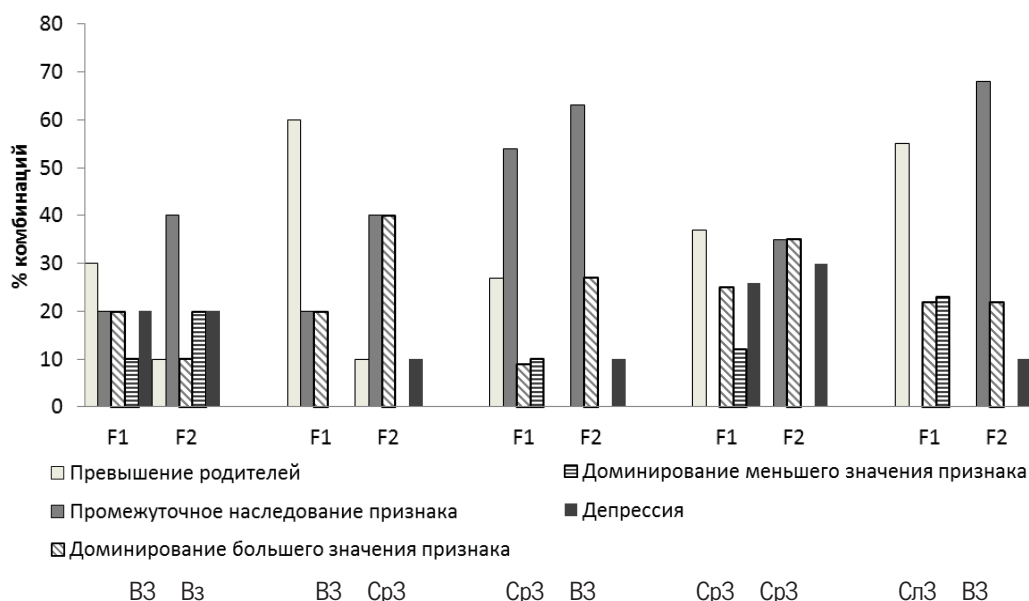


Рис. – Характер наследования зимостойкости гибридами F1 и F2 в полевых условиях (процент комбинаций от их общего числа), 1996–2011 гг.

сии была невысокой и составляла 2,8% (табл. 1). Данный признак 20% комбинаций гибридов F1 и F2 наследовали депрессивно.

При скрещивании высокозимостойких сортов (Тарасовская 97, Росинка тарасовская, Северодонецкая юбилейная ) со среднезимостойкими формами (Прима одесская, Мироновская 67, Зерноградка 9, Зорянка одесская, Украинка одесская) лучшие гибриды по выраженности этого признака приравнялись к более зимостойким родительским формам.

Морозостойкость гибридов F1 и F2 комбинации Тарасовская 97 Прима одесская наследовалась промежуточно по типу неполного доминирования более холодостойкой материнской формы. В старших регенерациях выщепились биотипы, превосходившие родителей. Среди гибридов F3, F4 и F5 частота выхода трансгрессивных форм составляла соответственно 5, 11,6 и 6,5%. Среди генотипов пятого поколения была выделена трансгрессивная семья – будущий сорт Донна (в Госреестре с 2012 г.).

При скрещивании сортов Росинка тарасовская и Украинка одесская (двухгенные карлики) в результате комбинационной изменчивости выделение трансгрессивных форм проходило как в младших (F3), так и в старших поколениях (F8). Частота выделения трансгрессивных форм была примерно равной (6,5–7,5%).

У популяции Прима одесская 560/97 в F1 по признаку морозостойкости наблюдали неполное доминирование более высокоустойчивого отца, в F2 – промежуточное наследование данного признака. Частота выделения трансгрессивных по устойчивости к зимним стрессам семей в F3 составила 4%. В данной популяции выделили линию 624/04 – в дальнейшем сорт Донская лира (в Госреестре с 2011 г.).

У гибридной популяции, полученной при скрещивании сортов среднезимостойкого сорта Селянка (низкорослый) и зимостойкого сорта Дон 95 (среднерослый) трансгрессивные рекомбинанты были выявлены в старших поколениях. Морозостойкость гибридов F1 и F2 наследовалась по типу промежуточного наследования. Наибольший выход в трансгрессивные формы был

выявлен в F3 и F8. Среди потомства гибридного поколения F3 (притёртая ледяная корка 65 дней) из 240 семей выделили 2 трансгрессивных по зимостойкости и продуктивности генотипа. Один из них был родоначальной формой сорта Камея (изучается в ГСИ). Отобранные биотипы в пятой и шестой регенерации по признаку зимостойкости уступили родительским формам.

У гибридов, полученных от скрещивания «слабозимостойкий родитель высокозимостойкий», положительные трансгрессии были крайне редкими либо вообще не проявлялись. Выделение трансгрессивных рекомбинантов по зимостойкости в данном цикле наблюдали только в F3 у популяции Mulan, Германия 918/04. В F1 был отмечен гетерозис, в F2 – частичное доминирование морозостойкого отца. В скрещивании Nord 02187/512, Германия Губернатор Дона из 400 изучаемых семей в F3 выделили 19 форм, которые равнялись по данному признаку высокозимостойкому сорту Губернатор Дона.

Положительные трансгрессии чаще выделяются у гибридов цикла скрещиваний «Ср3 Ср3». Характер выщепления трансгрессивных морфобиотипов в потомствах рассматриваемых скрещиваний различался по степени и частоте. Проиллюстрируем характер проявления трансгрессии у гибридов F1 и F2 при скрещивании среднезимостойких сортов Соратница и Донщина. Из данной популяции был выделен сорт Росинка тарасовская. Лучшие семьи популяции в F1 по степени трансгрессии превышали родителей на 42,8%, в F2 – на 45,4. Морозостойкость гибридов F2 данной популяции оказалась равной  $82,0 \pm 1,5\%$ , что значительно выше исходных форм, и равнялась уровню морозостойкости стандартных сортов.

Ретроспективный анализ характера формообразования популяций с использованием различных по морозостойкости исходных родительских форм показывает, что зимостойкие сорта Северодонская, Тарасовская 29, Тарасовская 87, Тарасовская 97, Тарасовская остистая, Престиж, Росинка тарасовская, Августа, Северодонецкая юбилейная являются трансгрессивными генотипами. Они выделены из популяций с при-

1. Характер доминирования морозостойкости гибридов F1 и проявления трансгрессий по морозостойкости в F2 у гибридов при использовании различных по степени морозостойкости исходных форм, 1996–2011 гг.

| Схема скрещивания | Изучено гибридов | F1                          |                            |                         | F2                          |                            |                         |
|-------------------|------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------|
|                   |                  | морозостойкость гибридов, % | hp (степень доминирования) | степень трансгрессии, % | морозостойкость гибридов, % | hp (степень доминирования) | степень трансгрессии, % |
| V3 × V3           | 48               | 51–95                       | – 4,2+2                    | –43+13                  | 63–90                       | -16,5+5,6                  | 2,8–3,5                 |
| V3 × Ср3          | 52               | 72–96                       | +0,2+4,8                   | –5+36                   | 59–85                       | +0,2+1,1                   | 6,2                     |
| Ср3 × V3          | 62               | 72–92                       | – 0,7+1,8                  | –20+19                  | 66–78                       | -2,4+1                     | –                       |
| Ср3 × Ср3         | 42               | 52–86                       | – 1,25+3,0                 | – 9+21                  | 53–75                       | +0,3+1,3                   | –                       |
| Сл3 × V3          | 32               | 48–91                       | –0,7+2,2                   | – 40+21                 | 25–85                       | -1,5+1,0                   | -23,2–45,4              |

2. Зимостойкость сортов, созданных на основе трансгрессивной изменчивости, по сравнению с исходными компонентами (КНТ, t -18°, экспозиция 20 часов, 2005–2011 гг.)

| Сорт                     | Кол-во живых растений, % | Родительские формы (♀/♂)            | Кол-во живых растений у родителей (♀/♂), % |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--|
| Северодонецкая юбилейная | 77                       | эрит. 1527/88 // Альбатрос одесский | 52/ 56                                     |
| Губернатор Дона          | 78                       | эрит. 1122/93// Альбатрос одесский  | 46/ 56                                     |
| Каменя                   | 72                       | Селянка / Дон 95                    | 60 / 62                                    |
| Авеста                   | 77                       | Никония/ лют. 672/99                | 56 / 67                                    |
| Доминанта                | 78                       | эрит. 876/95 / эрит. 900/94         | 61/ 56                                     |
| Донстар                  | 70                       | лют. 1472/91 / Альбатрос одесский   | 56 / 56                                    |
| НСР <sub>05</sub> = 12,5 |                          |                                     |  |

3. Зимостойкость сортов, созданных на основе комбинационной изменчивости, по сравнению с исходными компонентами, (КНТ, t -18°, 2005–2011 гг.)

| Сорт                    | Кол-во живых растений, % | Родительские формы (♀/♂)              | Количество живых растений (♀/♂), % |
|-------------------------|--------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| Арфа                    | 77                       | Северодонская 12 / Альбатрос одесский | 79 / 56                            |
| Донэко                  | 76                       | Тарасовская 87/ лют. 568/97           | 75 / 65                            |
| Донская лира            | 72                       | Прима одесская / лют. 560/97          | 60 / 70                            |
| Донна                   | 72                       | Тарасовская 97 / Прима одесская       | 69 / 60                            |
| Золушка                 | 70                       | лют. 560/97 / Тарасовская 97          | 70 / 69                            |
| НСР <sub>05</sub> = 8,5 |                          |                                       |                                    |

влечением среднезимостойких компонентов. При коадаптации генов при неблагоприятных условиях перезимовки у гетерогенных популяций в третьем – пятом поколениях выщепляются высокоморозостойкие генотипы (табл. 2). В процессе комбинационной изменчивости у комбинаций со среднезимостойкими формами на фоне лимитирующего возникают генотипы с уровнем зимостойкости, превышающие родителей, равные высокозимостойким сортам.

Высокозимостойкие формы могут быть выделены и из популяций, где в качестве одного из родителей использован сорт с сильно выраженными признаками морозостойкости. Так были созданы сорта нового поколения Арфа, Донэко, Донская лира, Донна, Золушка (табл. 3).

Таким образом, для условий степных зон с резко континентальным климатом при создании высокоморозостойких урожайных форм в качестве исходных компонентов необходимо использовать среднезимостойкие и высокозимостойкие формы, по другим признакам и свойствам максимально приближенные к параметрам модели сорта. Частота трансгрессивной изменчивости по зимостойкости повышается при скрещивании среднезимостойких форм. При скрещиваниях по схемам «высокозимостойкий компонент высокозимостойкий»,

«высокозимостойкий среднезимостойкий» частота выделения трансгрессий уменьшается, в лучшем случае доминирует более зимостойкий родитель. У гибридов цикла скрещивания «слабозимостойкий высокозимостойкий родитель» по единичным комбинациям можно выделить генотипы с уровнем морозостойкости лучшего по устойчивости родителя.

Путём комплексного подхода к проблеме создания зимостойких сортов для степи Дона, сочетающих хозяйственно-физиологические основы модели сорта, наличие источников высокой зимостойкости с комплексом хозяйственно ценных признаков, отработанной методики получения плюс-трансгрессий и методики их идентификации, удалось создать высокоурожайные селекционные линии, адаптивные к абиотическим и биотическим факторам с неплохим качеством зерна. К их числу относятся сорта, включённые в Госреестр РФ, Северодонецкая юбилейная, Донэко, Донская лира, Агра, Арфа, Губернатор Дона, Золушка, Донна.

**Литература**

1. Орлов В.М., Грабовец А.И. Определение жизнеспособности растений // Зерновое хозяйство. 1983. № 3. С. 25–28.
2. Грабовец А.И., Фоменко М.А. Озимая пшеница. Ростов-на-Дону: Юг, 2007. 543 с.