

Основные маркеры при селекции зерновых тритикале в условиях меняющегося климата

А.В. Крохмаль, к.с.-х.н., **А.И. Грабовец**, д.с.-х.н., профессор, член-корр. РАСХН, Донской зональный НИИСХ

Продуктивность сельскохозяйственных культур во многом определяется климатическими факторами зоны возделывания — температурой и влагообеспеченностью. От реакции сорта на изменение этих параметров зависит широта ареала его внедрения в производство.

В последние годы на территории Ростовской и других областей Северо-Кавказского региона наблюдается усиление аридности климата [1–4]. Подобные изменения отмечают и в других регионах — Нижневолжском, Уральском и др. Поэтому установление критериев отбора в селекционных программах в условиях меняющегося климата представляется важным для оптимизации селекционного процесса для любой культуры, в том числе и озимой тритикале.

Методы исследований. Для характеристики агроклиматических показателей были использованы показания метеопоста Тарасовское опытное поле на базе Северо-Донецкой сельскохозяйственной опытной станции.

Объектом исследований служили генотипы озимой тритикале. Полевые опыты размещали в четырёхпольном севообороте по предшественнику чёрный пар. Основные элементы продуктивности определяли при разборе сноповых образцов, взятых перед уборкой с площади 0,5 м².

Анализируя результаты наблюдений, установили, что за период 1982–2013 гг. среднегодовая температура повысилась на 2,3°C — с 7 до 9,3°C. За период 1982–1991 она составляла 8,9°C, 1992–2001 — 9,0°C, 2002–2013 — 9,9°C. Увеличилась также сумма положительных температур, за период 1982–1991 гг. она составляла 3711°C, 1992–2001 гг. — 3756°C, 2002–2013 гг. — 4113°C.

Сумма осадков за последние 30 лет практически не изменилась, однако значительные изменения произошли в их распределении. Уменьшилось количество осадков в весенне-летний период — с 261 до 226 мм, т.е. в период активной вегетации растений, и увеличилось в осенне-зимний период — со 190 до 227 мм. Наиболее значимое снижение количества осадков отметили в апреле (–8,7 мм) и в мае (–11,3 мм), т.е. в период роста соломины, колошения, цветения и налива зерна. Кроме того, в последние годы период налива зерна протекает в условиях высоких температур воздуха. Так, за 1982–2013 гг. среднемесячная температура мая превышала среднемноголетнюю более чем на 4°C — 15 раз, а за последнее десятилетие — 8 раз. В июне прослеживалась такая же закономерность: за 1982–2013 гг. — 12 раз, за 2002–2013 — 7.

Таким образом, наблюдения показывают, что изменения гидротермических условий на севере Ростовской области свидетельствуют об усилении засушливости, или аридности, климата.

В связи с вышесказанным возникает необходимость уточнения параметров модели сорта и выделения признаков, служащих маркерами при отборе на ранних этапах селекционного процесса.

Результаты и обсуждение. Продолжительность вегетационного периода озимых тритикале для зоны исследований определяется, как правило, температурным фактором. Полная спелость наступает чаще всего не в силу физиологического состояния зерновок, а вследствие воздействия высоких температур. С помощью селекции можно регулировать только межфазные периоды, например отбирать генотипы с более продолжительным периодом колошения — созревания, т.е. рано выколашивающиеся. Чем продолжительнее период от колошения до созревания, тем больше продуктов метаболизма может накопить растение. Поэтому первый признак, на который стоит обратить внимание, — скороспелость. Скороспелые генотипы фенологически уходят от «запала» и обычно формируют выполненное зерно.

Следует отметить, что скороспелых форм среди имеющегося генофонда немного, ультраскороспелостью характеризуются сорта Каприз и ТИ 17. Необходимо проводить насыщающие скрещивания, чтобы получить скороспелые формы. В то же время нами отмечено, что рано выколашивающиеся линии в фазе полной спелости обычно имеют меньшую продуктивную кустистость по сравнению с позднеспелыми. Хотя в фазе выхода в трубку различий между ними не зафиксировано. Возможно, скороспелость связана со склонностью генотипов к более интенсивной редукции боковых стеблей.

Другой признак, косвенно определяющий продуктивность генотипа в условиях засухи и высоких температур воздуха, — способность длительно сохранять синтезирующие органы в зелёном состоянии. Результаты наблюдений в 2012 г. показали, что с 5 по 11 июня среднесуточная температура воздуха превысила 25°C, а с 12 по 16–30°C, максимальная достигала +32 и +37,6°C соответственно. В этих условиях в конкурсных испытаниях из 124 сортов у 20 (16%) в зелёном состоянии сохранился один лист, у 96 (78%) — два листа, у 8 сортов (6%) — три листа. Урожайность сортов составила в среднем соответственно 6,24 т/га (+0,11 к стандартному сорту Каприз), 7,05 (+0,92) и 7,45 (+1,32) т/га.

Высокая урожайность сорта косвенно свидетельствует о его низкой зависимости от влияния негативных факторов среды. Урожайность — результирующий признак, который складывается из

взаимодействия отдельных элементов продуктивности. К основным элементам продуктивности относятся густота стеблестоя, которая в свою очередь связана с продуктивной кустистостью, масса зерна с одного растения, масса зерна с одного колоса, число зёрен в колосе и в колоске, а также масса 1000 зёрен. Установление характера взаимосвязи отдельных компонентов с урожайностью во многом предопределяет успех селекции и позволяет выделить признаки, по которым можно вести отбор.

Для определения наилучшего соотношения элементов продуктивности с целью совершенствования критериев отбора зерновых тритикале были установлены основные корреляционные взаимосвязи между урожайностью и слагающими её элементами. Анализировали данные за 1993–2013 гг. Установили, что корреляционные взаимосвязи урожайности с отдельными её элементами периодов 1993–2002 и 2003–2013 гг. имели значительные различия (рис. 1).

В период 1993–2002 гг. наиболее тесная сопряжённость урожайности отмечена с массой 1000 зёрен ($r = 0,66$) и массой зерна с колоса ($r = 0,50$), что компенсировалось отрицательной взаимосвязью с продуктивным стеблестоем. Продуктивная кустистость, озернённость колоса и колоска практически не влияли на урожайность ($r = 0,04–0,05$).

В период 2003–2013 гг. наиболее тесная взаимосвязь наблюдалась между урожайностью и массой зерна с растения ($r = 0,79$). Можно заключить, что за прошедший период времени изменился маркерный признак отбора. Увеличилось также влияние на урожайность продуктивной кустистости.

Изменения произошли во взаимосвязях продуктивности и массы зерна с колоса, а также массы 1000 зёрен. Эти элементы урожайности формируются на более поздних этапах органогенеза, когда чаще всего в последние годы отмечаем негативное действие гидротермических факторов. Если в 1993–2002 гг. коэффициент корреляции между урожайностью и массой 1000 зёрен был ра-

вен $r = 0,67$, то в 2003–2013 гг. он составил $r = 0,15$. Т.е. заметно снизилось влияние на урожайность этого элемента. Это свидетельствует о том, что под влиянием меняющегося климата отбираются генотипы, устойчивые к засухе и высокой температуре воздуха в период налива. Отбор по этому признаку можно вести в годы с жарким, засушливым летом. Жаростойкие генотипы формируют крупное, выполненное зерно. Примером могут служить 2011–2012 и 2012–2013 гг. Масса 1000 зёрен у многих генотипов колебалась в пределах 30,0–32,2 г, в то же время у таких сортов, как Ацтек и Пилигрим, она составляла 53,7 и 50,8 г соответственно.

Если рассматривать каждый сорт в отдельности, можно отметить, что корреляционные связи между изученными признаками у них значительно различаются. У скороспелого сорта Каприз сильная положительная корреляция установлена между продуктивностью и озернёностью колоса и колоска ($r = 0,90$; $r = 0,88$), а также массой зерна с колоса ($r = 0,81$) (рис. 2). Эта взаимосвязь компенсируется слабой корреляционной связью между урожайностью и продуктивной кустистостью ($r = 0,005$).

У среднеспелого сорта Алмаз сильная степень сопряжённости урожайности установлена с озернёностью колоса ($r = 0,76$), а также с массой зерна с растения и с колоса ($r = 0,81$; $r = 0,90$), что компенсируется отрицательной сопряжённостью с продуктивной кустистостью (рис. 2).

Взаимосвязи между продуктивностью и отдельными её компонентами сортов Топаз и Ацтек значительно отличаются от других сортов (рис. 3). Положительная корреляция сильной степени у сорта Топаз установлена только между урожайностью и массой зерна с колоса ($r = 0,75$), с другими элементами продуктивности – средней степени или слабая.

У сорта Ацтек выявлены взаимосвязи средней или слабой степени между урожайностью и её составляющими. Отсутствие сильной зависимости

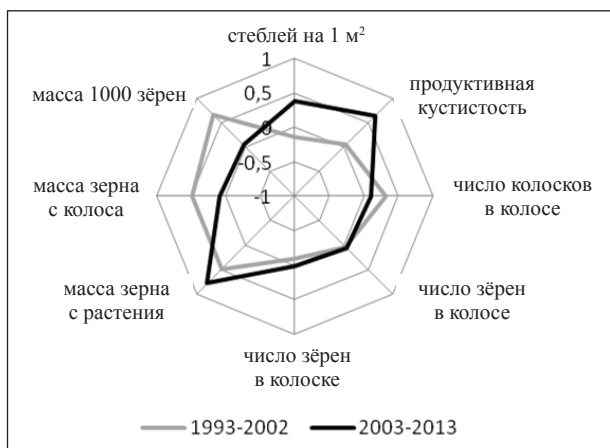


Рис. 1 – Корреляционные связи урожайности тритикале с отдельными её элементами

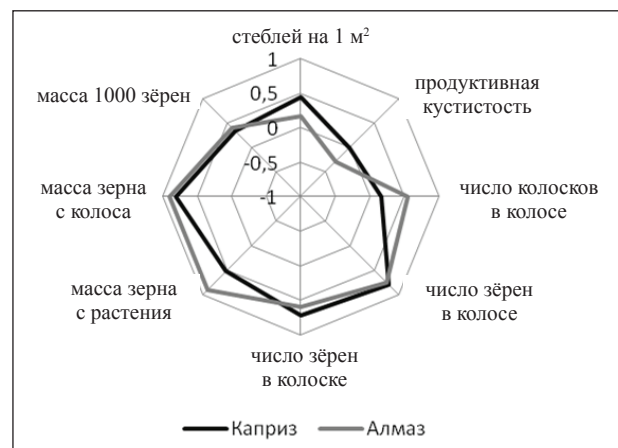


Рис. 2 – Взаимосвязь урожайности с отдельными её элементами (коэффициенты корреляции) сортов Каприз и Алмаз, 2009–2013 гг.

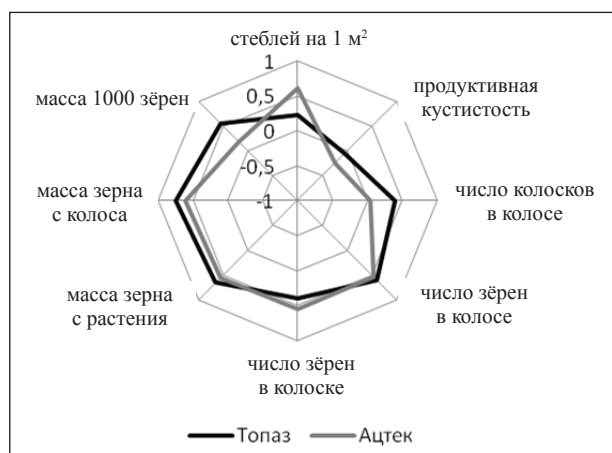


Рис. 3 – Взаимосвязь урожайности с отдельными её элементами (коэффициенты корреляции) сортов Топаз и Ацтек, 2009–2013 гг.

между признаками свидетельствует о том, что изменение условий среды во время формирования отдельных элементов не вызовет снижения урожайности. Таким образом, Ацтек имеет наиболее высокую гомеостатичность из всех сортов, приведённых в данной работе.

Вывод. Таким образом, можно заключить, что за последние 30 лет наблюдений изменения в гидротермическом режиме северной зоны Ростовской области привели к усилению аридности (засушливости климата). Повысилась среднегодовая температура, снизилось количество осадков в

весенне-летний период, увеличилось – в осенне-зимний.

Одним из важных критериев отбора при селекции зерновых тритикале должна быть скороспелость. Следует отбирать генотипы с ранним выколашиванием.

Косвенным показателем засухоустойчивости и жаростойкости генотипа является:

- а) масса зерна с единицы площади;
- б) способность длительное время сохранять фотосинтезирующий аппарат в зелёном состоянии при наступлении высоких температур воздуха;
- в) способность формировать крупное, хорошо выполненное зерно при высоких температурах в период налива.

Маркером высокой продуктивности при отборе является масса зерна с растения.

Литература

1. Грабовец А.И., Крохмаль А.В. Итоги и особенности селекции озимой тритикале в условиях нарастания аридности климата // Тритикале России: матер. заседания секции тритикале РАСХН. Ростов-на-Дону, 2008. С. 18–29.
2. Грабовец А.И., Фоменко М.А., Крохмаль А.В. и др. Селекционно-генетические особенности создания высокоадаптивных сортов пшеницы и тритикале в условиях меняющегося климата // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. СПб., 2009. Т. 166. С. 512–518.
3. Грабовец А.И. Методы и результаты селекции озимой тритикале на Дону // Тритикале: матер. междунар. науч.-практич. конф. Ростов-на-Дону, 2010. С. 66–74.
4. Попов А.С., Янковский Н.Г., Овсянникова Г.В. и др. Особенности погодных условий в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2012. № 3. С. 56–59.