

**ПОТЕНЦИАЛ УРОЖАЙНОСТИ ПШЕНИЦЫ****Раджарам С.<sup>1</sup>, Браун, Х.Ё.<sup>2</sup>****1 – ИКАРДА, Алеппо, Сирия; 2 – СИММИТ, Эль-Батан, Мексика****WHEAT YIELD POTENTIAL****Rajaram, S.<sup>1</sup> and Brawn, H.J.<sup>2</sup>****1 - ICARDA, Aleppo, SYRIA; 2 – CIMMYT, El Batan, Mexico**

В обзоре изложены вопросы генетического улучшения урожайности пшеницы и представлены результаты международной селекции пшеницы. Показано, что в будущем в связи с растущей мировой потребностью в зерне пшеницы и ограниченными площадями ее возделывания в глобальном масштабе увеличение потенциала урожайности пшеницы будет иметь приоритетное значение. В решении этой важной задачи селекционеры разных стран и специалисты международных организаций разрабатывают новые подходы. При выведении новых сортов с использованием улучшенного генетического материала и путем проведения транслокаций они добиваются сочетания высокой продуктивности с одновременной устойчивостью сортов к биотическим и абиотическим стрессам окружающей среды.

**Ключевые слова:** селекция, пшеница, потенциал урожайности, транслокация.

**Введение**

В 2005 году мы имели честь организовывать и участвовать в 7-ой Международной конференции по пшенице в городе Мар дел Плата Аргентины. Конференция в Аргентине охватывала большой круг вопросов, включая темы по проблеме потенциала урожайности (некоторые из них будут упомянуты в данном обзоре). Организованная СИММИТом в начале 2006 года в городе Сд. Обрегон Мексики конференция по вопросам повышения потенциала урожайности была представлена большим числом участников и собрала разнообразную аудиторию.

За последние 50 лет селекция пшеницы по всему миру имела много приоритетов; большое внимание уделялось увеличению потенциала урожайности пшеницы, поддержанию биотической и увеличению абиотической устойчивости, в особенности, улучшению устойчивости к засухе и жаре. Пшеница является очень важным продуктом в мире. Ее возделывают на площади около 200 млн гектаров при общем мировом производстве в 600 млн т зерна в год. Средняя урожайность пшеницы в мире составляет примерно 2,7 млн т/га с большими колебаниями по странам и регионам. Самые высокие урожаи пшеницы – более 8 т/га - получают в Западной Европе и, наоборот, самые низкие урожаи - менее 1 т/га - в странах Центральной, Западной Азии и Северной Африки (ЦЗАСА).

В таблице 1 представлен список регионов и стран мира с наибольшими площадями выращивания пшеницы. Крупнейший в мире регион площадью 52 млн га – ЦЗАСА, за которым в порядке убывания следуют: Северная Америка (40 млн га), Южная Азия (37 млн га), Восточная Европа и Россия (29 млн га), Европейский Союз (17 млн га) и Австралия (12 млн га). Самый крупный в мире производитель пшеницы - Китай (29 млн га), вторым и третьим в этом в списке стоят Индия (26 млн га) и США (24 млн га).

**Таблица 1. Площади возделывания пшеницы в различных регионах мира****Table 1. Areas of Wheat in Different World Regions**

<b>Географический регион Geographic Region</b>	<b>Площадь (тыс. га) Area (000 ha)</b>
Западная Азия, Северная Африка и Центральная Азия	52,507
Южная Азия	36,899
Восточная Азия	28,763
Западная Европа и Россия	35,963
Северная Америка (США и Канада)	40,043
Европейский Союз	17,322
Австралия	12,000
Всего в мире	212,000

К 2020 году мировая потребность в пшенице будет достигать уровня от 840 до 1000 млн т. Для удовлетворения такого спроса важное значение будет иметь увеличение потенциала урожайности пшеницы, т.к. дальнейшее расширение площадей уже маловероятно. Если урожайность пшеницы в Китае и Индии останется на том же низком уровне, что и сейчас (около 2,7 т/га в Индии в течение последних 6 лет), то к 2020 году эти страны станут основными импортерами пшеницы. Африканский континент – самый крупный импортер зерна пшеницы, за ним следует Ближний Восток и Северная Африка. Тем не менее, некоторые страны из этих регионов достигли большого прогресса в производстве и росте продуктивности пшеницы. К ним относятся Турция, Сирия, Египет и Иран. Страны Центральной Азии имеют хорошую перспективу в плане роста урожая пшеницы, при условии оказания большего внимания вопросам науки и развития.

**Потенциал урожайности:  
исторические перспективы**

В течение последних 40 лет многие исследователи занимались вопросами увеличения урожайности пшеницы (табл. 2 и 3). Во многих регионах мира как в развитых, так и в развивающихся странах наблюдается постоянный прирост урожая. Один из самых значительных прорывов в этом направлении произошел благодаря внедрению д-ром Барлаугом и его коллегами в 1960-х годах генов карликовости Rht1 и Rht2. Это привело к Зеленой революции, особенно на Индийском полуострове.

Генетические улучшения как результат усилий международной селекции, проводимой центрами СИДЖИАР и национальными НИУ, впечатляют. Подсчитано, что благодаря успехам селекции пшеницы развивающиеся страны получают в год дополнительно до 3 млрд. долларов прибыли (по курсу доллара 1990 г.) (Byerlee and Moya, 1993).

Опыт прошлых лет показал, что процент улучшения урожайности на орошаемых и богарных землях примерно одинаков, хотя в абсолютных цифрах наибольший прирост все-таки достигнут в орошаемых зонах (табл. 2 и 3). Долина Яки (Сонора, Мексика) постоянно демонстрирует этот прирост (Рис. 1). Подобные

тенденции имеют место в Пенджабе Индии, Верхней Дельте Египта, районе Адана Турции и поливных зонах Сирии. В этой связи заслуживает упоминания северо-запад Индии, где за 10 лет произошла смена сортов от местного сорта мягкой пшеницы HD2329 до интродуцированного сорта Аттила (СИММИТ), зарегистрированного Институтом сельского хозяйства Пенджаба как линия PBW 343. В настоящее время PBW 343 занимает 7 млн га земель на северо-западе страны (в штатах Пенджаб, Хариана, Раджастан и Утар Прадеш). В результате проведения различных опытов (данные не опубликованы) было установлено, что потенциал урожайности этого сорта на 10% выше, чем сорта HD2329, за счет чего ежегодная дополнительная экономическая прибыль на северо-востоке Индии составила 150 млн долл. США. Сорт Аттила и его линии были районированы и внесены в государственные реестры Пакистана, Афганистана, Ирана, Турции, Алжира, Туниса и Марокко, основываясь на прибавке урожая в данных странах.

Селекция сорта Аттила представляет собой результат уникальной комбинации генетических ресурсов из США (Орегон), Франции, Мексики (СИММИТ) и Индии. Исходное скрещивание между линиями Veery 5 и NdD/P101 (Орегон) было проведено с целью достижения сочетания

**Таблица 2. Степень генетического улучшения урожайности яровой мягкой пшеницы в условиях орошения**

**Table 2. Rates of Genetic Gains in Spring Bread Wheat Yield in Irrigated Condition**

Среда/местоположение <i>Environment/ Location</i>	Период, годы <i>Period, Years</i>	Степень улучшения (% в год) <i>Rate of Gain (% per year)</i>	Источник <i>Source</i>
Сонора, Мексика	1962-1983	1,1	Waddington <i>et al.</i> (1986)
	1962-1988	0,9	Sayre <i>et al.</i> (1997)
Непал	1978-1988	1,3	Morris <i>et al.</i> (1992)
Индия	1967-1979	1,2	Kulshreshtha & Jai (1982)
	1989-1999	1,9	Nagarajan (2002)
	1996-1991	1,0	Jain and Byerlee (1999)
Зимбабве	1967-1985	1,0	Mashiringwani (1987)

**Таблица 3. Степень генетического улучшения урожайности яровой мягкой пшеницы в условиях богары**

**Table 3. Rates of Genetic Gains in Spring Bread Wheat Yield under Rainfed Condition**

Среда/ местоположение <i>Environment/ Location</i>	Период, годы <i>Period, Years</i>	Степень улучшения (% в год) <i>Rate of Gain (% per year)</i>	Источник <i>Source</i>
Эфиопия	1967-1994	1,2	Amsal <i>et al.</i> (1996)
Аргентина	1966-1989	1,9	Byerlee & Moya (1993)
Новый Южный Уэльс (Австралия)	1956-1984	0,9	Anthony & Brennan (1987)

Рис. 1. Урожайность пшеницы в Долине Яки, Мексика, 1951-2005 гг.



высокой урожайности Veery 5 и устойчивости к желтой ржавчине NdD/P101. Сорт Veery 5 великолепно проявил себя в 73-х географических пунктах по всему миру во время международных испытаний СИММИТа (15-ый ISWYN). Его результаты представлены на рис. 2. Из графика видно, что во время сортоиспытаний сорт не только превосходно показал себя в местах высокого плодородия, но и был лучшим в регионах с неблагоприятными условиями. Основываясь на этих фактах, было сделано предположение о возможности селекции сортов с высоким потенциалом урожайности при одновременной устойчивости к абиотическим стрессам. Пример с Аттилой подтверждает эту теорию, т.к. сорт был районирован в странах, сильно различающихся по условиям выращивания пшеницы. Практика показывает, что такого же результата можно достичь для гибридов кукурузы, выведенных в США.

**Будущие исследования по повышению потенциала урожайности и показатель генетического материала**

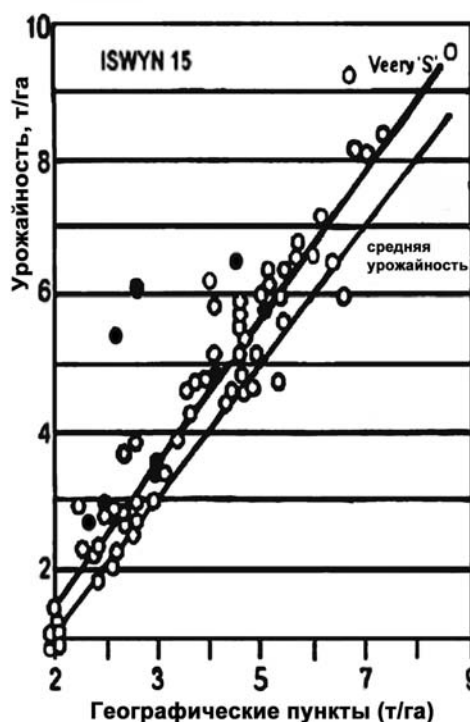
Д-р Рассмуссен (1996) предложил ввести в селекцию понятие "показателя генетического материала". Как правило, генетический материал сочетает в себе только хорошие признаки и проявляет доминирующий фенотип с положительными и полезными взаимосвязями. Использование таких линий в скрещиваниях является гарантом высокой вероятности проявления выдающихся качеств у их потомства. В случае с мягкой пшеницей, сорта Аттила и Veery-5 могут классифицироваться как такой тип генетического материала.

На 7-ой международной конференции по пшенице в Аргентине в 2005 году несколько

авторов представили результаты работ в области потенциала урожайности. Д-р Кумари с коллегами (Kumari *et al.*, 2005) изучил в условиях высокотемпературного стресса северо-восточной Индии изменение содержания в

Рис. 2. Поведение сорта Veery 5 в 73 зонах мира (15 ISWYN, СИММИТ)

Fig. 2. Veery 5 Performance in 73 Global Environments (15 ISWYN, CIMMYT)



растении хлорофилла и его связь с температурой листовой поверхности (УТЛП) и признаками урожайности. Они нашли взаимосвязь между площадью листа при увядании (ПЛУ) и УТЛП ( $r=0,90$ ); ПЛУ и продолжительностью налива зерна ( $r=0,83$ ); ПЛУ и урожаем (0,88) и ПЛУ и биомассой растения ( $r=0,84$ ). На северо-востоке Индии постоянная жара – это основной ограничивающий фактор для получения высокого урожая, поэтому площадь листа при увядании можно использовать для скрининга перспективных линий.

Исследователи СИММИТа (Rajaram *et al.*, 1990) были среди первых, кто отметил роль транслокации 1В/1R в увеличении потенциала урожайности сортов яровой пшеницы. Оба сорта - Veery и Аттила несут в себе гены транслокации 1В/1R. Результаты международных питомников, представленные СИММИТом, показывают, что сорта с 1В/1R лучше адаптированы к неблагоприятным условиям среды (Рис. 2). Д-р Фоулкес с соавторами (Foulkes *et al.*, 2005) представил данные сортов пшеницы по Великобритании за период 1972-1995 гг., где указал на ежегодный прирост урожая, равный 1,2%. В этом исследовании наземная биомасса и урожайность были связаны с наличием 1ВL/

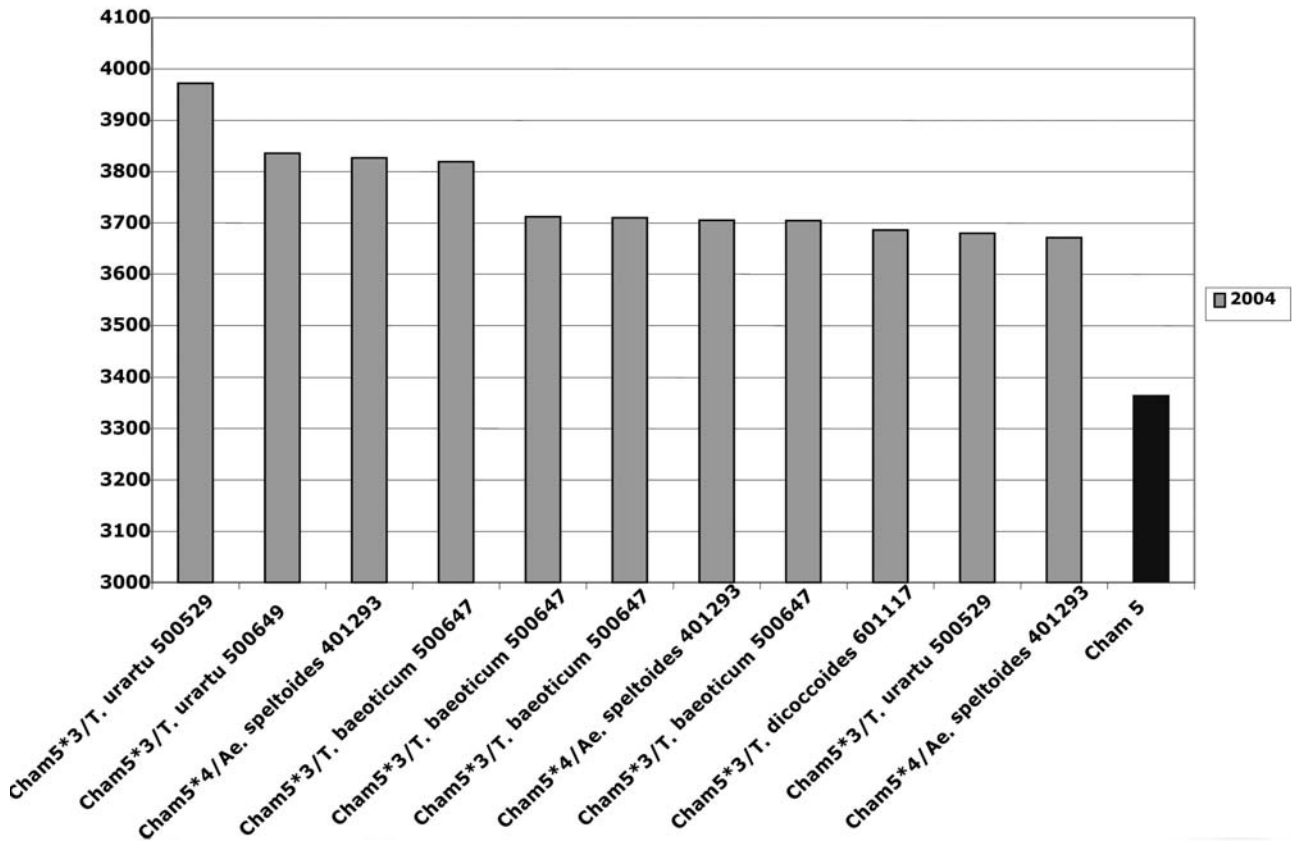
1RS. В подобном исследовании д-р Чоу с коллегами (Zhou *et al.*, 2005) изучил увеличение урожайности в провинциях Сибей, Шаньдунь и Синянь Китая в период 1970-2000 гг. и сообщил о ежегодном приросте урожая, равном соответственно 0,54%, 0,84% и 1,05%, указав на транслокацию 1ВL/1RS в качестве основной причины этого явления в провинциях Китая.

Д-р Кондон (Condon *et al.*, 2005) информировал об учете признаков, связанных с устьичным отверстием, для отбора линий мягкой пшеницы с высоким потенциалом урожайности. Он предположил, что оперирование в процессе отбора комбинаций физиологическими признаками, такими как пористость устьиц флагового листа, температура листовой поверхности, селективность изотопа углерода ( $D^{13}C$ ) для фотосинтеза и изотопа кислорода ( $18O/16O$ ) для устьичной проводимости, способно на нужной стадии развития на 5-10% повысить потенциал урожайности линий пшеницы.

Синх с коллегами (Singh *et al.*, 2005) доложили о создании пшеницы с измененной структурой строения: растения полукарликового типа (высота 85-100 см), с массой зерна 45-50 г, числом зерен в колосе - 90-100 шт., с темно-зелеными широкими листьями и крепкими

**Рис. 3. Урожайность линий, полученных от скрещивания *Durum x Triticum* (дикие сородичи) в условиях ограниченного увлажнения (300 мм осадков на богаре) (по данным Нашит, ИКАРДА)**

**Figure 3. Grain Yield of Lines Derived from *Durum x Triticum* Wild Relatives, Under Limited Moisture Regime (300 mm of Rainfall, 2004) (Dr.M.Nachit, ICARDA)**



стеблями. Линия, обладающая данными характеристиками, была идентифицирована как DL1266-5; ее урожайность оказалась выше, чем у сорта PBW 343 в Дели. Этот новый архитектурный тип супер-пшеницы был создан по примеру создания супер-риса.

Исследователи СИММИТа также занимались созданием таких типов, скрещивая сорта Тетрастикон (*Tetrastichon*) из Югославии, Марокко из Марокко, Агротритикум из Канады, Полоникум (*Polonicum*) (тетраплоидная ветвь пшеницы из Польши) с высокоурожайными родительскими линиями СИММИТа, взятыми из программы по яровой пшенице.

Обобщая вышесказанное, можно сказать, что транслокации внесли большой вклад в улучшение потенциала урожайности пшеницы. Роль таких транслокаций, как 1A/1R, 7DL/7AG, может быть очень значительной, если происходит интродукция генов в сорта хорошего генетического происхождения. Мы убеждены в том, что хороший генетический фон необходим для положительной экспрессии транслокации при повышении потенциала урожайности пшеницы, ибо транслокации не всегда приводят к положительному эффекту.

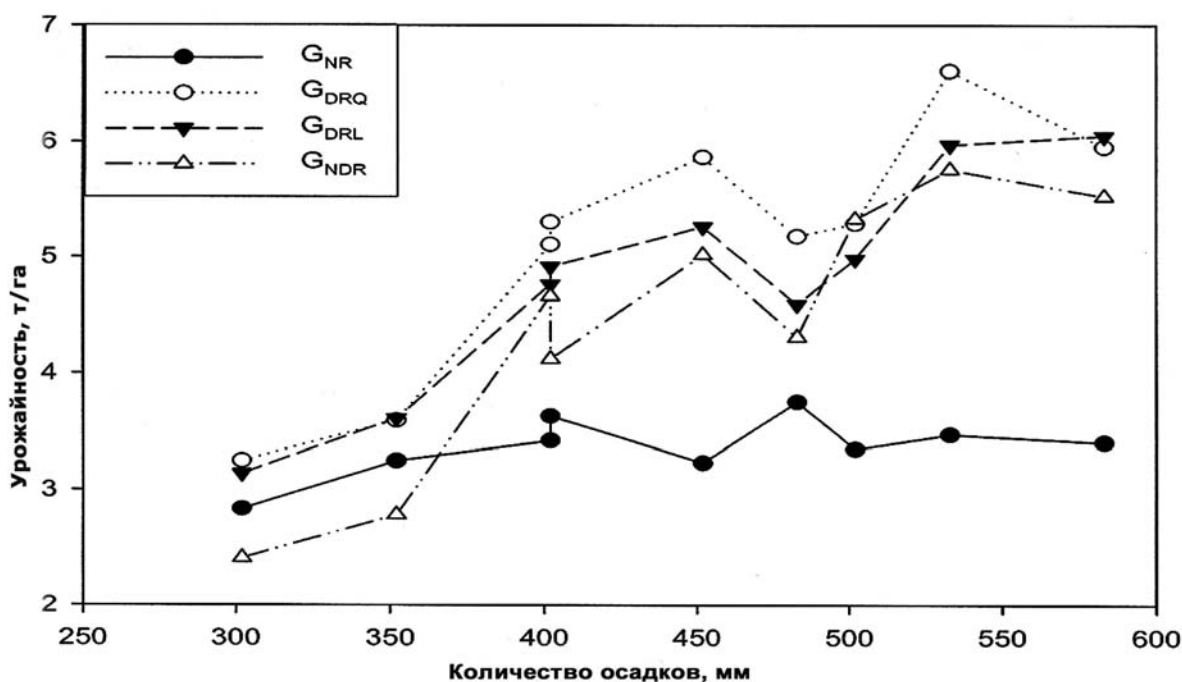
На рисунке 3 показаны 11 внутренних специфических скрещиваний с участием сорта твердой пшеницы Cham-5 и разновидностей *T. urartu*, *Ae. Speltoides*, *T. boeoticum* и *T. coccoides*. Урожайность сорта Cham-5 (3,35 т/га) оказалась

меньше, чем у произведенных от него сортов, урожайность которых составила от 3,65 т/га до 3,980 т/га при уровне осадков 300 мм. Самая высокоурожайная линия Cham 5\* 3/*T.urartu* 500529 на 18% превзошла по урожайности сорт Cham 5.

**Потенциал урожайности и устойчивость к абиотическому стрессу**

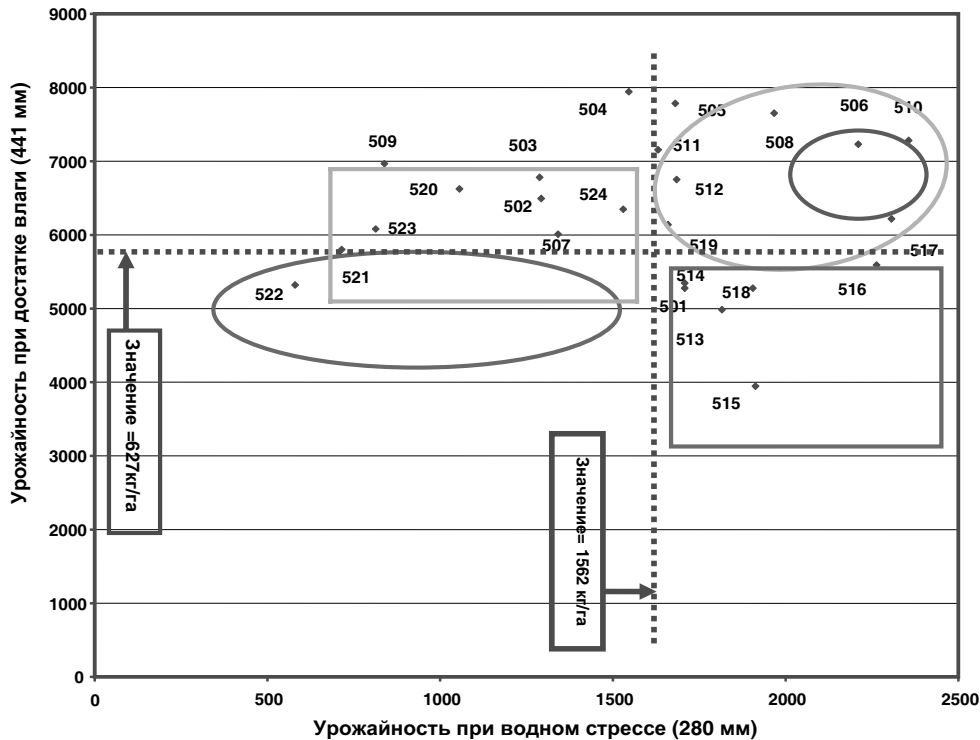
В течение последних 100 лет с того времени, как открыли генетику Менделя, в благоприятных климатических условиях общепринята селекция на увеличение урожайности и устойчивость к биотическим стрессам. Селекционеры вводят гены устойчивости к болезням в высокоурожайные и широко используемые сорта. Однако, циклические взлеты и падения в поведении сортов продолжают, т.е. со временем высокоурожайные сорта становятся чувствительными к новым расам, вследствие чего их выводят из оборота и заменяют новыми, устойчивыми сортами.

Все обстоит иначе, когда мы говорим о сочетании высокой урожайности с устойчивостью к засухе, жаре и другим абиотическим стрессам окружающей среды. Селекционеры, создающие устойчивые к абиотическим стрессам сорта, в большинстве своем игнорируют потенциал урожайности и делают акцент на устойчивости к стрессам. Однако в годы с высоким уровнем осадков



**Рис. 4. Идентификация генотипов пшеницы, адаптированных к богарным условиям Средиземноморья, по степени отзывчивости к дополнительному орошению (Mosaad, et al., 2005)**

**Fig. 4. Identification of Wheat Genotypes Adapted to Rainfed of Mediterranean Climates with Responsiveness to Supplementary irrigation (Mosaad et al., 2005)**



**Рис.5. Поведение 24 генотипов яровой мягкой пшеницы в засушливых условиях**  
**Fig. 5. Performance of 24 Genotypes of Spring Bread Wheat under Moisture Extremes**

сочетание стрессоустойчивости с высокой урожайностью необходимо. В такие периоды высокорослые сорта полегают, и вследствие чувствительности сортов к болезням урожаи снижаются.

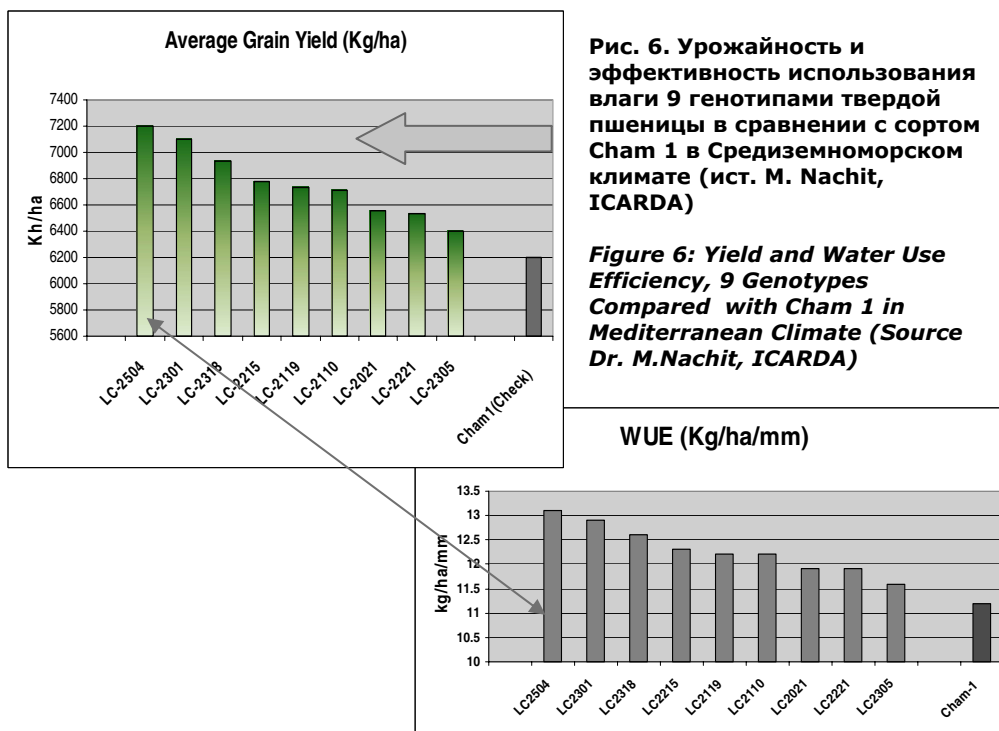
Сельское хозяйство Средиземноморского региона не полностью зависит от атмосферных осадков. Проведение одного/двух поливов, обеспечивающих 100 мм дополнительной влаги, не является обязательным элементом агротехники в Турции, Сирии и многих странах Центральной Азии. В таких системах важно производить сорта, обладающие одновременно засухоустойчивостью и хорошим потенциалом урожайности. Методология селекции требует обращения к данной ситуации. Сорта Veery 5 и Аттила как раз представляют собой примеры адаптации к дополнительному поливу. Методология селекции пшеницы ИКАРДА-СИММИТ как раз была создана для применения в условиях засухи в Средиземноморском регионе. Данные, представленные на рисунках 4, 5 и 6, показывают урожайность опытных линий пшеницы в условиях естественной богары и на поливе, обеспечивающем 100 мм дополнительной влаги.

На рисунке 4 представлены данные 25 сортов пшеницы, сгруппированных по следующим категориям: 1) неотзывчивые линии (GNR); 2) отзывчивые линии без засухоустойчивости (GNDR); 3) засухоустойчивые линии с линейной реактивностью (GDRL); 4) засухоустойчивые

линии с среднеквадратичной реактивностью (GDRQ). При наличии генотипов 3й и 4й категорий генотипы 1й и 2й категорий не используют в опытах. Генотипы 3й категории представляют собой высший уровень засухоустойчивости в сравнении с категорией 1 (традиционные сорта) и показывают высокий потенциал урожайности в сравнении с генотипами категорий 2 и 4.

Рисунок 5 характеризует урожайность 24 сортов яровой пшеницы, испытанных в Алеппо Сирии при двух поливных режимах: 1) возделывании на богаре (всего 280 мм осадков); 2) возделывании при орошении с тремя дополнительными поливами (280 мм осадков + 161 мм влаги при искусственном орошении - всего 441 мм осадков). Реакция сортов была сходной с поведением предыдущих генотипов (Рис. 4). Генотипы 510, 506, 508, 505, 511 проявили себя хорошо как при богарном, так и при поливном влагообеспечении.

Рисунок 6 дает представление о 9-ти новых линиях твердой пшеницы в сравнении со стандартом Cham 1. Опыты проводили в г. Алеппо Сирии (ИКАРДА) в двух водообеспечивающих режимах. График показывает урожайность сорта (в кг/га) и эффективность использования воды (в мм). Сорт LC 2504 оказался не только самым высокоурожайным, но также имел наибольший коэффициент использования влаги. Стандарт Cham 1 показал наименьшую урожайность и минимальную эффективность.



**Рис. 6. Урожайность и эффективность использования влаги 9 генотипами твердой пшеницы в сравнении с сортом Cham 1 в Средиземноморском климате (ист. М. Nachit, ICARDA)**

**Figure 6: Yield and Water Use Efficiency, 9 Genotypes Compared with Cham 1 in Mediterranean Climate (Source Dr. M.Nachit, ICARDA)**

**Использованная литература**

Amsal, T., Getinet, G., Tesfaye, T., and Tanner, D.G. 1996. Effects of genetic improvement on morpho-physiological characters related to grain yield of bread wheat in Ethiopia. In W. Sinebo, Z. Tadele, and N. Alemayehu (eds.). Proceedings of the annual conference of Agronomy and Crop Physiology of Ethiopia: ACPSE.

Anthony, G. and Brennan, J.P. 1987. Progress in yield potential and bread making characteristics in wheat in New South Wales, 1925-26 to 1984-85. Agriculture Economic Bulletin, Division of Marketing and Economic Services, New South Wales, Australia, Department of Agriculture.

Byerlee, D., and Moya, P.F. 1993. Impact of International Wheat Breeding Research in the Developing World, 1966-1990. Mexico, D.F.: CIMMYT

Condon, A.G., Reynolds, M.P., Robetzkze, G.S., Van Ginkel, M., Richards, R.A. and Farquhar, G.D. 2005. Using Stomatal aperture – related traits to select for high yield potential in bread wheat. 7<sup>th</sup> International Wheat Conference, Abstracts. P- 87.

Foulkes. M.J., Snape, J.W., Sheerman, V.J. and Sylvester-Bradley, R. 2005, Physiological processes associated with wheat yield progress in U.K. 7<sup>th</sup> International Wheat Conference. Abstract. P- 84.

Jain, K.B. and Byerlee, D. 1999. Invest efficiency at the national level: Wheat improvement research in India. In M.K. Maredia and D. Byerlee (eds.). The Global Wheat Improvement System: Prospects for enhancing efficiency in the presence of spillovers. CIMMYT Research Report No. 5. Mexico, D.F.: CIMMYT.

Kulshrestra, V.P., Jain, H.K. 1982. Eighty years of wheat breeding in India: Past selection pressure and future prospects. Zeitschrift fuer Pflanzenzuechtung 89: 19-30.

Kumari, M., Joshi, A.K., Tripathi, R. and Singh, Y.P. 2005. Variation of stay green trait and its association with CTD and yield traits under terminal heat stress in wheat. 7<sup>th</sup> International wheat conference. Argentina. Abstract. P- 51.

Mashiringwani, N.A. 1987. Trends in Production and consumption of wheat and the role of variety improvement in Zimbabwe. Department of research and specialist services.

Morris, M.L., Dubin, H.J., and Pokhrel, T. 1992. Returns to wheat research in Nepal. CIMMYT Economics Working paper. Mexico, D.F.: CIMMYT.

Mosaad, M., Singh, M., Roustani, M., Ketata, H. and Rajaram, S. 2005. Identification of wheat genotypes adapted to rainfed condition with responsiveness to supplementary irrigation in Mediterranean environments. 7<sup>th</sup> International wheat conference. Argentina. Abstract. P- 45.

Nagarajan, S. 2002. The significance of wheat production for India, in particular under limited moisture condition. <http://www.biotech.boil.ethz.ch/India/forms/Negarajan.pdf>

Rajaram, S., R. Villareal and A. Mujeeb-Kazi. 1990. Global impact of 1B/1R spring wheats. Agronomy Abstracts, ASA, Madison, USA.

Rasmusson, D.C. 1996. Germplasm is paramount. In: M.P. Reynolds, S. Rajaram and A. McNab (eds.). Increasing Yield Potential in Wheat: Breaking the barriers. Mexico, D.F., CIMMYT. p. 28-35.

- Sayre, K.D., Rajaram, S. and Fischer, R.A. 1997. Yield potential progress in short bread wheats in northwest, Mexico. *Crop science* 37(1); 36-42.
- Singh, S.S., Sharma, J.B., Sharma, D.N., and Nanak, Chand. 2005. Strategic research to enhance the yield potential through redesigning of wheat plant. 7<sup>th</sup> International wheat conference. Abstract. P. 80.
- Waddington, S. R., Ransom, J. K., Osmanzai, M. & Saunders, D. A. (1986). Improvement in the yield potential of bread wheat adapted to northwest Mexico. *Crop Science* 26, 698–703.
- Zhou, Y., He, Z.H., Chen, X.M., Wang, D.S., Yan, J., and Xia, X.C. 2005. Genetic improvement of yield potential in bread wheat in north China. 7<sup>th</sup> International Wheat Conference, Abstract. P-85.

### Тұжырым

Бұл шолуда бидай өнімділігін генетикалық жақсартудың мәселелері мен халықаралық селекцияның бұл мәселедегі нәтижесі көрсетілген. Болашақта дүние жүзінде бидай дәнінің қажеттіліктің өсуіне және егістік көлемнің шектеулігіне байланысты дүниежүзілік деңгейде бидай өнімділігін арттыру алғы маңызға ие болды. Бұл маңызды есепті әр түрлі мемлекет селекционерлері және әр түрлі ұйымдар мамандары жаңаша жолдар қарастыруда. Жақсартылған генетикалық материалдарды транслация жолымен жүргізілген жаңа сорттары шығаруда олар жоғары өнімділікпен бірге сорттардың биотикалық және абиотикалық қоршаған орта әсеріне төзімділігіне қол жеткізеді.

### Resume

Wheat is a very important commodity worldwide. It is grown on roughly 200 million hectares with an average total production of 600 million metric tons. The global average productivity is around 2.7 t/ha<sup>-1</sup> with high variability among countries and regions. The world demand for wheat by 2020 is estimated at 840 to 1000 million tons. It is in this respect that YP and yield gains are essential to meet this demand, as an expansion of area is not feasible.

In the last 40 years, many researchers have investigated yield potential gains in wheat (Tables 2 and 3). There have been constant increases in YP in many geographic regions of the world, both developed and developing countries. The past experience has indicated that the gains in % have been similar in irrigated and rainfed areas, though in absolute figures grain yield has increased much more in irrigated areas.

CIMMYT researchers (Rajaram et al., 1990) were among the first to emphasize the role of the 1B/1R translocation in increasing yield potential in spring wheats. Results from International Nurseries distributed by CIMMYT have shown that cultivars with 1B/1R are better adapted to lower input conditions.

Translocations have made major contributions to enhance YP in wheat. The role of other translocations such as 1A/1R, 7DL/7AG can be significant, provided they are introduced into cultivars with the right genetic background.

In favorable environments, breeding for increased yield potential and biotic stress tolerance / resistance has been the norm for the last 100 years since the Mendelian genetics were rediscovered. Breeders have introgressed genes for disease resistance into high yielding and popular cultivars. However, the boom and bust cycle of varieties performance has continued and is continuing; i.e. high yielding cultivars become susceptible to new races and are withdrawn from cultivation and are replaced with the resistant ones.

There has not been a parallel phenomenon in relation to combining yield potential and tolerance to drought, heat and other abiotic environmental stresses. Breeders developing cultivars for abiotic stress environments have mostly ignored YP and focused on stress tolerance. However, there is a need for stress tolerant cultivars with high yield potential in years with high rainfall. Thus, the breeding methodology needs to address the situation.