

УДК 633.11.(100)

УСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ К АБИОТИЧЕСКИМ СТРЕССАМ (комплексная оценка)

Н. Н. ТРЕТЬЯКОВ, В. В. КУЗНЕЦОВ*, В. П. ХОЛОДОВА*,
А. Ф. ЯКОВЛЕВ, Э. Н. АКАНОВ, О. Г. СЕМЕНОВ**,
М. С. СИНЯВИН, В. В. КУТУЗОВ

(Кафедра физиологии растений)

Представлены данные комплексной оценки устойчивости сортов яровой пшеницы к абиотическим стрессам в полевом опыте на разных экологических фонах (почвенная засуха, переувлажнение, уплотнение почвы). Описаны методические приемы создания этих фонов, проведена сравнительная оценка экологической устойчивости сортов яровой пшеницы коллекции ВИР, НИИСХ ЦРНЗ и РУДН.

Урожайность сельскохозяйственных культур в производстве определяется почвенно-климатическими и агротехническими условиями, устойчивостью возделываемых сортов к действию абиотических и биотических стрессоров. В зависимости от конкретных условий потенциальная продуктивность сорта может быть реализована в пределах от 0 до 75-80%. Для Нечерноземной зоны характерны почвенная засуха, переувлажнение и

переуплотнение почвы, повышенная кислотность, действие низких и высоких температур, из-за чего ежегодно снижается урожайность сельскохозяйственных культур. Изучению физиологических основ устойчивости растений к названным неблагоприятным факторам посвящены исследования многих отечественных и зарубежных авторов [1, 2, 5, 6, 9, 10]. До настоящего времени дискутируются методические аспекты данной проблемы [7,

* ИФР АН РФ.

** РУДН.

11]. Особенно актуальна оценка адаптивного потенциала возделываемых видов и сортов сельскохозяйственных культур к комплексу неблагоприятных факторов в условиях полевого эксперимента [3, 4, 8]. В настоящей статье авторы представляют данные в пользу комплексной оценки устойчивости сортов в полевом опыте на специальных экологических фонах, а также методические подходы для оценки агрономической устойчивости коллекций сортов яровой пшеницы.

Методика

Особенность предлагаемого методического подхода в том, что на полевом участке в одном блоке создаются модельные условия, имитирующие действие ряда неблагоприятных факторов, в нашем случае: засуха, переувлажнение и переуплотнение почвы. Фоны размещали на полевом участке в трех повторениях. По каждому фону высева — ли набор изучаемых сортов. Опыт проводили на полевом участке кафедры физиологии растений (Метеообсерватория им. В. А. Михельсона).

Засушливые условия на участке создавали путем установки металлических дуг для крепления пленки, которой накрывали делянки при опасности выпадения осадков (засушник). Для стока осад-

ков делянки окапывали канавкой, дно которой выстилали пленкой (рисунок). После дождей воду из канавок удаляли. В опыте было два варианта создания засухи: 1 — ранняя — в фазу выхода в трубку — колошение (IV-VIII этапы органогенеза); 2 — поздняя — фазы цветение — молочная спелость (IX-X этапы органогенеза). Влажность почвы снижалась до 30-35% НВ.

Для создания условий переувлажнения почвы на опытных делянках снимали пахотный слой почвы (22-24 см), укладывали полиэтиленовую пленку, на которую возвращали снятый слой почвы. Затем проводили посев. Далее в намеченные сроки опытные делянки заливали водой до полного насыщения почвы (корневое затопление). После выдерживания слоя воды на делянках в течение 4-5 дней воду спускали путем пробивания пленки металлическими стержнями. Условия переувлажнения создавали в 2 срока: 1-й — в фазы кущение — выход в трубку (III—VII этапы органогенеза), 2-й — в фазы выход в трубку — колошение (IV-VIII этапы органогенеза).

На делянках, где создавали избыточную плотность, почву до посева уплотняли на глубину 10 см с помощью водоналивного катка — до



Методические приемы создания экологических фонов.

Вверху — техника создания условий корневой гипоксии путем укладки пленки на глубину пахотного слоя; *в середине* — техника создания условий засухи; *внизу* — техника создания уплотнения почвы между рядками растений.

плотности 1,4—1,5 г/см³, на других делянках почву уплотняли позднее (V-VII этапы органогенеза) специальными тромбовками.

Исследовали действие экологических фонов на рост и развитие, физиологические функции и продуктивность группы сортов из коллекции

Характеристика сортов яровой пшеницы (*Triticum aestivum*)

№ по каталогу ВИР	Сорта	Разновидность	Характер	Происхождение
021967	Эритроспермум 843	Eritrospermum	Засухоустойчивый	Саратовская обл.
038531	Альбидум 43	Albidum	— » —	— » —
040599	Саратовская 29	Lutescens	— » —	— » —
055756	Саратовская 55	— » —	— » —	— » —
058615	Альбидум 28	Albidum	— » —	— » —
025019	Диамант	Multurum	Засухоустойчивый	Швеция
044594	Комета	— » —	— » —	Свердловская обл.
046567	Ролло	— » —	— » —	Норвегия
043404	ППГ-56	Lutescens	Солеустойчивый	Кустанайская обл.
043062	Ошская	Eritrospermum	— » —	Киргизия
038355	Сурхак 5688	— » —	— » —	Таджикистан
013282	Федерасьён	Alborubrum	— » —	Австралия
014669	Мессель	Milturum	— » —	Норвегия
041960	Туоко	Lutescens	Соленеустойчивый	Финляндия
046988	Каразино	Ferrogineum	— » —	Бразилия
047068	Колониас	Eritrospermum	— » —	— » —
060926	Прелюдия	Ferrogineum	— » —	— » —
060928	Тринтани	Eritrospermum	— » —	— » —
059387	Белорусская 80	Lutescens	Засухоустойчивый	Белоруссия
054213	Кутулукская	— » —	Засухоустойчивый	Россия
06237	Приокская	— » —	Кисл. засухоустойч.	— » —
062636	Энита	— » —	— » —	— » —
	АЦПГ	Lutesc.-Eritrosp.	— » —	— » —
	АЦПГ+Энита	Lutescens	— » —	— » —

ВИР (рекомендация проф. А. С. Мережко), НИИСХЦРНЗ и РУДН. Сорта из коллекции ВИР, согласно Каталогу, принадлежат к разным группам по специфической устойчивости (табл. 1). В испытание были включены районированные в Нечерноземной зоне сорта Приокская и Энита (селекции НИИСХЦРНЗ), а также алоцитоплазматические гибриды АЦПГ и АЦПГ + Энита (селекция РУДН). Всего 24 генотипа. Испытание набора сортов позволило: сопоставить их по устойчивости к преобладающим в условиях Нечерноземья неблагоприятным факторам; выявить адаптивные свойства сортов, отнесенных ВИР к определенным группам по устойчивости к засухе, засолению, повышенной кислотности и другим стрессорам; оценить адаптивные возможности сортов селекции географически отдаленных регионов.

Сорта на опытном участке размещали по одному рядку в каждой из трех повторностей поперек делянок экологических фонов. Посев проводили вручную, в каждый рядок (1 п. м) высевали по 20 всхожих зерен. При уборке растения с каждого рядка выдергивали и связывали в отдельные снопики.

В данной публикации представлены результаты

некоторых учетов, позволяющие оценить агрономическую устойчивость [3]. Для сравнительной оценки устойчивости сортов к отдельным стрессорам и к комплексу неблагоприятных факторов использовали два подхода.

Первый. Проводили оценку устойчивости сорта по уровню снижения (депрессии) продуктивности растений при действии стресса по сравнению с продуктивностью этого же сорта на контрольном (естественном) фоне (в % и баллах). Использовали 5-балльную систему оценок депрессии зерновой продуктивности: 5 бал. — снижение продуктивности на 0-5%, 4 бал. — на 6-12%, 3 бал. — на 13-22%, 2 бал. — на 23-35%, 1 бал. — на 36% и более.

Нами также был применен показатель устойчивости к изучаемому комплексу неблагоприятных факторов — **«комплексная устойчивость»**. Этот показатель является суммой баллов, оценивающих устойчивость сорта по каждому стрессору. Максимальная оценка комплексной устойчивости в опыте (5 стрессоров) может быть 25 бал., а минимальная — 5 бал.

Второй. Оценка агрономической устойчивости заключалась в определении порядкового места в ряду изучав-

шихся сортов (в опыте 24 сорта), соответствующего реальной продуктивности данного сорта в граммах зерна на одно растение. Применительно ко второму подходу показатель комплексной агрономической устойчивос-

ти представляет сумму порядковых мест по всем стресс-фонам (или изучавшимся вариантам, включая контроль). Низкий суммарный балл означает высокую комплексную агрономическую устойчивость (табл. 4).

Т а б л и ц а 2

Группировка сортов по зерновой продуктивности на контрольном фоне

Сорт	Масса зерна с 1 растения, г	Высота растений, см	Продуктивная кустистость, шт.	Число зерен на 1 растение, шт.	Масса 1000 зерен, г
<i>Высокая продуктивность (4,8–3,8 г)</i>					
Энита	4,8	88	2,8	139	36
Саратовская 55	4,1	106	2,5	120	41
Приокская	4,0	96	2,6	116	38
АЦПГ+Энита	3,9	107	2,5	98	43
Тринтани	3,8	90	3,3	103	37
Каразино	3,8	108	2,7	97	39
<i>Средняя (3,7–3,1 г)</i>					
Ролло	3,7	98	2,6	86	46
Кутулукская	3,6	105	2,6	99	38
Комета	3,5	108	3	97	37
Диамант	3,4	102	2,7	91	38
Сурхак 5688	3,4	98	2,7	95	39
Альбидум 43	3,3	107	2,9	89	40
ППГ-56	3,3	105	2,5	91	38
Мессель	3,3	97	2,9	92	38
Альбидум 28	3,2	103	2,4	90	38
Колониас	3,1	101	2,5	95	35
Белорусская 80	3,1	92	2,7	93	35
Ошская	3,1	108	2,6	77	45
<i>Низкая (2,9–2,2 г)</i>					
Саратовская 29	2,9	102	2,3	85	37
Прелюдия	2,9	103	2,7	120	31
Туоко	2,9	105	2,6	76	37
Эритроспермум 843	2,8	95	2,6	77	40
Федерасьён	2,5	93	2,6	77	41
АЦПГ	2,2	98	2,3	85	28

Результаты и их обсуждение

В табл. 2 приведены данные о продуктивности растений на контрольных делянках и показатели их структуры. Нами условно (по массе зерна с одного растения) выделены 3 группы сортов по продуктивности: высокая (4,8-3,8 г), средняя (3,7-3,1 г) и низкая (2,9-2,2 г). Так, в условиях 1997 г., который по сумме осадков был относительно засушливым, наиболее продуктивными были районированные в зоне сорта Энита и Приокская. В эту же группу по продуктивности попали Саратовская 55, АЦПГ+Энита, Тринтани и Каразино.

Остановимся на некоторых адаптивных перестройках структуры растений под действием изучавшихся стресс-факторов.

Действие почвенной засухи. На делянках с исключением осадков (засушник) у большинства сортов в значительной степени снизилась по сравнению с контролем высота растений при действии ранней засухи и в меньшей степени — при действии более поздней; снизилось также количество продуктивных стеблей (продуктивная кустистость), но у некоторых сортов имело место увеличение их числа. Число

зерен, образовавшихся на растении, при ранней засухе у большинства сортов снизилось на 40-50%, при поздней — на 20-30%, что определено числом продуктивных стеблей и количеством реализованных элементов колоса. Однако масса 1000 зерен при меньшем их количестве была в большинстве случаев в засушнике выше, чем в контроле. У большинства сортов снижение продуктивности растений при ранней засухе было выше (до 65%), чем при поздней, где снижение составило до 47% (табл. 3). Большую устойчивость к ранней засухе показали сорта Кутулукская, Колониас, ППГ-56, Мессель, АЦПГ, к поздней — Альбидум 43, Альбидум 28, Туоко, Федерасъён, Ролло. В условиях Нечерноземья сорта, отнесенные в Каталоге ВИР к группе засухоустойчивых в условиях засушливых зон, не во всех случаях подтвердили свою устойчивость к почвенной засухе. По этой группе ВИР меньшее снижение продуктивности при ранней засухе (большую устойчивость) имело место у сортов Кутулукская — 15% и Саратовская 55 — 21%. Другие сорта этой группы ВИР показали высокую устойчивость к кратковременной засухе в более поздний период: сорт Альбидум

Т а б л и ц а 3

**Агрономическая устойчивость сортов яровой пшеницы
к отдельным экологическим стрессорам и их комплексу
(по балльной системе)**

Сорт, гибрид	Ранняя засуха	Поздняя засуха	1-й срок гипоксии	2-й срок гипоксии	2-й срок уплотнения	Сумма баллов комплексной устойчивости	Средний балл компл. оценки
<i>Высокая продуктивность (4,8–3,8 г)</i>							
Энита	3	1	1	1	4	10	
Саратовская 55	4	4	2		4		
Приокская	2	3	5	2	5	17	12
АЦПГ+Энита	3	1	3	2	3	12	
Тринтани	2	3	3	2	1	11	
Каразино	2	1	4	1	2	10	
<i>Средняя (3,7–3,1 г)</i>							
Ролло	1	5	3	1	5	15	
Кутулукская	4	3	5	1	2	15	
Комета	1	1	2	2	2	8	
Диамант	3	1	3		3		
Сурхак 5688	2	2	5	2	5	16	
Альбидум 43	3	5	5	4	2	19	
ППГ-56	4	4	2	1	5	16	15
Мессель	4	4	1	2	1	12	
Альбидум 28	2	5	5	1	1	15	
Колониас	5	3	2	1	4	15	
Белорусская 80	3	3	4	1	2	13	
Ошская	1	5	4	3	3	16	
<i>Низкая (2,9–2,2 г)</i>							
Саратовская 29	3	4	1	1	3	12	
Прелюдия	3	2	5	1	4	15	
Туоко	1	5	5	3	5	19	
Эритроспермум 843	3	5	5	3	5	21	17
Федерасьён	3	5	3		4		
АЦПГ	5	1	5	2	5	18	

28 и сорт Альбидум 43 сохранили свою продуктивность на уровне контроля, а сорт Эритроспермум 843 существенно (на 17%) повысил

урожайность за счет увеличения массы 1000 зерен. Важно отметить относительно небольшое снижение продуктивности при засухе не-

которых сортов, относящихся к другим группам устойчивости по каталогу ВИР: Колониас (группа кислотоустойчивых), ППГ-56 (солеустойчивый), Мессель (соленеустойчивый). Таким образом, у большинства сортов отмечена сходная направленность адаптивных процессов при действии почвенной засухи, некоторые различия в реакции сортов объясняются, очевидно, особенностями климатических условий в центрах их селекции.

Действие корневой гипоксии (переувлажнения). У большинства сортов наблюдалось снижение высоты растений. Значительным было влияние гипоксии (затопления) на продуктивную кустистость, особенно при 2-м сроке затопления. При 1-м сроке различия с контролем достигали 48%, а при 2-м — 53%. Изменение кустистости по сортам существенно различалось даже по знаку. Изменение озерненности растений варьировало при 1-м сроке гипоксии от -50 до +68%, при 2-м — от -60 до + 67%. При обоих сроках гипоксии отмечено уменьшение массы 1000 зерен, особенно по сортам Энита, Туоко, Саратовская 55. Относительно большее изменение массы отмечено по группе «засухоустойчивых» сортов ВИР. Большая вариабель-

ность продуктивности (масса зерна с одного растения) у сортов имела место как при 1-м, так и 2-м сроках затопления: соответственно от -64 до +59% и от -80 до + 17%. Однако следует отметить, что при 2-м сроке корневой гипоксии почти у всех сортов отмечено значительное снижение продуктивности (табл. 3 и 4).

Уплотнение почвы, т. е. создание значительного физического давления в фазе выхода в трубку по большинству сортов снизило продуктивность растений (см. табл. 3 и 4). Существенно снизилась продуктивность (масса зерна с одного растения) у сортов: Кутулукская (на 31,5%), Альбидум 28 (на 35,8%), Комета (на 31,6%), Тринтани (на 38%), Мессель (на 39,7%). Относительно высокую устойчивость к уплотнению почвы показали сорта Приокская, Эритроспермум 843, Ролло, ППГ-56, АЦПГ. Очевидно, эти сорта могут иметь преимущество при минимизации обработки, особенно на тяжелых почвах.

Рассмотрим варьирование биометрических показателей и структуры урожая при уплотнении почвы в фазу выхода в трубку. Значительное снижение высоты растений по сравнению с контролем отмечено у сортов Федерасъён (на 17%) и Саратовская

**Агрonomическая устойчивость сортов к отдельным
экологическим стрессорам и их комплексу
(порядковое место по зерновой продуктивности из 24 сортов)**

Сорт, гибрид	Контроль	Ранняя засуха	Поздняя засуха	1-й срок гипоксии	2-й срок гипоксии	2-й срок уплотнения	Сумма баллов комплекс- ной устой- чивости
<i>Высокая продуктивность (4,8–3,8 г)</i>							
Энита	1	2	14	24	8	2	51
Саратовская 55	2	3	1	17		5	28
Приокская	3	9	6	4	3	3	28
АЦПГ+Энита	4	1	19	11	9	7	51
Тринтани	5	11	8	15	13	18	70
Каразино	6	19	20	9	18	11	83
<i>Средняя (3,7–3,1 г)</i>							
Ролло	7	23	2	16	22	1	71
Кутулукская	8	4	7	8	14	15	56
Комета	9	21	24	20		19	100
Диамант	10	8	22	13		12	65
Сурхак 5688	11	18	21	1	5	4	60
Альбидум 43	12	12	5	5	1	20	55
ППГ-56	13	5	11	19	24	6	78
Мессель	14	6	13	2	11	23	69
Альбидум 28	15	13	4	10	20	22	84
Колониас	16	7	17	22	16	9	87
Белорусская 80	17	10	15	12	17	21	92
Ошская	18	24	12	14	4	13	85
<i>Низкая (2,9–2,2 г)</i>							
Саратовская 29	19	14	16	23	21	16	109
Прелюдия	20	17	23	6	19	14	99
Туоко	21	22	9	3	6	10	71
Эритроспермум 843	22	16	3	7	12	8	68
Федерасьён	23	20	18	21		24	106
АЦПГ	24	15	10	18	15	17	99

55 (на 13,4%). По-разному реагировали на уплотнение сорта по такому показателю, как кустистость. Резкое снижение продуктивной кустистости

отмечено у сортов Мессель (на 41%), Белорусская 80 (на 48%), Прелюдия (на 32%), Тринтани (на 35%). Наоборот, сорта Приокская,

Кутулукская, Ролло, АЦПГ существенно повысили продуктивную кустистость. С продуктивной кустистостью по ряду сортов (Мессель, Прелюдия, Тринтани, Каразино, Белорусская 80, Комета, Диамант, Альбидум 28) связан показатель число зерен на одно растение — коэффициент положительной корреляции (0,81). При действии уплотнения относительно мало изменилась масса 1000 зерен. Таким образом, ведущими адаптивными структурными признаками при действии уплотнения явились кустистость и связанная с ней озерненность растений.

Устойчивость к действию комплекса неблагоприятных факторов. В табл. 3 представлены сводные данные по агрономической устойчивости каждого из 24 сортов по сравнению с собственным (сортом) контролем. Для оценки комплексной экологической устойчивости подсчитывали сумму баллов, характеризующую устойчивость к 5 изучаемым вариантам стрессового воздействия. В среднем по сортам, отнесенным на контрольном фоне к разным группам по продуктивности (высокая, средняя, низкая), наибольшее снижение продуктивности, как и следовало ожидать, показала группа высокопродук-

тивных сортов. Средняя сумма баллов комплексной экологической устойчивости составила 12 из 25 возможных (средняя по группе). Максимальную комплексную устойчивость по сравнению с контрольным фоном показали сорта, отнесенные к группе с низкой продуктивностью, средняя сумма баллов сортов этой группы составила 17. Промежуточное положение по комплексной устойчивости заняли сорта средней по зерновой продуктивности группы (15 баллов). Следует отметить, что ряд сортов, отнесенных на контрольном фоне к средней и высокой группам продуктивности, показали достаточно высокую комплексную устойчивость — на уровне низкопродуктивных сортов: Альбидум 43 (19 бал.), Сурхак 5688 (16 бал.), Ошская (16 бал.), Приокская (17 бал.). Эти сорта показали относительно высокую пластичность, устойчивость к ряду изучаемых стрессоров и заслуживают внимания селекционеров как перспективные для селекции на устойчивость к комплексу факторов, изучавшихся в нашем опыте. Наибольшая стабильность в продуктивности (но низкой!) отмечена у сортов, отнесенных к последней, самой низкой третьей группе продуктивности: Эритроспермум 843 (21 бал.), Туоко (19 бал.),

АЦПГ (18 бал.). Сорты этой группы, возможно, интересны в качестве доноров как общей (к большинству факторов) устойчивости, как и специфической.

В практическом плане важно, чтобы возделываемый в хозяйстве сорт сохранял достаточно высокую или хотя бы среднюю продуктивность при действии неблагоприятных условий среды. В этом случае при оценке сортов правомерен подход, когда сравнительная оценка устойчивости изучаемых сортов проводится на основе сопоставления данных о реальной массе зерна одного растения, а не по процентному (балльному) показателю. В табл. 4 на основе показателей реальной продуктивности сортов (зерна в граммах с одного растения) показано занимаемое порядковое место в ряду из 24 сортов — агрономическая продуктивность. Для оценки агрономической устойчивости (продуктивности) сортов при действии комплекса неблагоприятных факторов используется подсчет их порядковых мест по продуктивности на каждом анализируемом фоне. Суммарный показатель дает представление об агрономической устойчивости к комплексу изучаемых стрессоров. В суммарный показатель (сумма

занимаемых сортов порядковых по продуктивности мест) в нашем случае входит показатель продуктивности сортов на контрольном фоне, т. е. модель предусматривает условие, что из 6 вегетационных периодов (лет) один является благоприятным для развития растений (благоприятные условия моделируются контрольным вариантом). При данной схеме анализа показателей опыта высокий суммарный балл (суммарное место) означает низкую агрономическую устойчивость к изучаемому набору стрессоров, низкую хозяйственную продуктивность сорта.

При таком подходе в группу сортов, обеспечивших по 6 вариантам абиотических факторов относительно высокую продуктивность (устойчивость), вошли сорта: Энита (суммарный балл 51), Приокская (28 бал.), АЦПГ+Энита (51 балл), а средняя по вариантам зерновая продуктивность этих сортов составила соответственно 3,43; 3,23 и 3,07 г на растение. Сорты высокопродуктивной группы зарубежной селекции значительно снизили продуктивность на анализируемых неблагоприятных фонах. Так, сумма мест (баллов) по 6 фонам по сортам Тринтани и Каразино составила соответственно 70 и 83 при сред-

ней зерновой продуктивности 2,67 и 2,5 г на растение. Достаточно высокий уровень продуктивности в среднем по 6 фонам показали сорта отечественной селекции: Кутулукская (56 бал.), Альбидум 43 (55 балл.) Сурхак 5688 (60 бал.) при зерновой продуктивности 2,9; 3,07; и 3,08 г на одно растение. Большинство сортов, отнесенных на основании контрольного фона к группе средней и особенно низкой продуктивности, не достигли в среднем по 6 анализируемым фонам уровня показателей лучших по продуктивности сортов высокопродуктивной группы. Таким образом, практическая селекция с использованием многолетнего отбора, принятая в селекцентрах нашей страны, формирует не только достаточно продуктивные, но и относительно устойчивые генотипы, которые по итогам сортоиспытания рекомендуются к возделыванию в конкретных регионах России.

Интересно сопоставить данные об адаптивных свойствах сортов, полученные в условиях данного опыта, с ранжированием по группам устойчивости к конкретным абиотическим факторам, сделанным ВИР (см. табл. 1), выявить сочетание в одном генотипе устойчивости к ряду неблагоприятных фак-

торов среды. По мнению ряда исследователей, такой подход правомерен, учитывая однородность ответных реакций растений на действие различных стрессоров [4, 11]. Сорта, отнесенные ВИР к группе устойчивых к засухе (табл. 5), в основном подтвердили свою характеристику при действии ранней засухи (средний балл 3,2) и особенно при действии более поздней засухи (средний балл 4,3). Эти сорта также и более устойчивы к ранней гипоксии (3,8 бал.), однако имеют низкую устойчивость к гипоксии в фазе выхода в трубку.

Высокую устойчивость к уплотнению показали солеустойчивые сорта, особенно ППГ-56 и Сурхаг 5688, а также районированные в Нечерноземной зоне Приокская и Энита (соответственно 5 и 4 бал.). Из сортов других групп устойчивыми к позднему уплотнению (5 бал.) были сорта Эритроспермум 843, Ролло, Туоко. Очевидно, эти сорта заслуживают внимания селекционеров как доноры при селекции устойчивых к переуплотнению почв.

Максимальную устойчивость к 5 стрессорам, изучавшимся в опыте, также показала группа сортов, отнесенных ВИР к засухоустойчивым, средняя сумма баллов по 5 сортам этой

Т а б л и ц а 5

Сравнительная оценка сортов разных по специфической устойчивости групп ВИР (5-балльная система)

Сорт, гибрид	Ранняя засуха	Поздняя засуха	1-й срок гипоксии	2-й срок гипоксии	2-й срок утолщения	Сумма баллов	Среднее по группе
<i>Засухоустойчивые</i>							
Кутулукская	4	3	5	1	2	15	16,2
Альбидум 43	3	5	5	4	2	19	
Эритроспермум 843	3	5	5	3	5	21	
Саратовская 29	3	4	1	1	3	12	
Саратовская 55	4	4	2		4		
Альбидум 28	2	5	5	1	1	14	
<i>Засухонеустойчивые</i>							
Диамант	3	1	3		3		11,5
Комета	1	1	2	2	2	8	
Ролло	1	5	3	1	5	15	
<i>Кислотоустойчивые</i>							
Каразино	2	1	4	1	2	10	12,7
Колониас	5	3	2	1	4	15	
Прелюдия	3	2	5	1	4	15	
Тринтани	2	3	3	2	1	11	
<i>Солеустойчивые</i>							
ППГ-56	4	4	2	1	5	16	16
Ошская	1	5	4	3	3	16	
Сурхак 5688	2	2	5	2	5	16	
Федерасьен	3	5	3		4		
<i>Соленеустойчивые</i>							
Мессель	4	4	1	2	1	12	15,5
Туоко	1	5	5	3	5	19	
<i>Исследуемые</i>							
Приокская	2	3	5	2	5	17	14,0
Энита	3	1	1	1	4	10	
АЦПГ	5	1	5	2	5	18	
АЦПГ+Энита	3	1	3	2	3	12	
Белорусская 80	3	3	4	1	2	13	

группы — 16,2. Причем самый высокий уровень устойчивости к комплексу факторов по относительному снижению продуктивности показали сорт Эритроспермум 843 (21 балл) и сорт Альбидум 43 (19 бал.). Приблизилась к лидерам (16 бал.) группа солеустойчивых сортов. Наименьшую биологическую устойчивость проявила группа сортов, отнесенных ВИР к неустойчивым к засухе (суммарный балл 11,5). Однако в каждой из выделенных ВИР групп есть сорта, имеющие средние устойчивость и способность обеспечивать относительно стабильную продуктивность при действии стрессоров. Эти сорта заслуживают внимания селекционеров как доноры устойчивости. Данная работа выполнена в рамках программы ФЦП «Интеграция».

Заключение

Показана возможность в рамках полевого опыта оценить биологическую и агрономическую устойчивость сортов яровой пшеницы к комплексу неблагоприятных абиотических факторов путем создания различных экологических фонов (засуха, гипоксия, уплотнение почвы). Для оценки коллекций сортов к комплексу неблагоприятных факторов может быть использована формали-

зованная система учета, основанная на группировке сортов по принципу устойчивости и балльной оценке депрессии продуктивности на каждом из изучаемых фонов. Варьируя напряженностью тех или иных стресс-факторов в условиях комплексного полевого опыта возможно моделирование метеорологических условий разных лет и других регионов.

Подтверждена, для основной массы исследованных сортов, отрицательная связь зерновой продуктивности с биологической и агрономической устойчивостью к комплексу неблагоприятных абиотических факторов. Наибольшую комплексную устойчивость в условиях экспериментов показали сорта, отнесенные к группе малопродуктивных. В то же время ряд сортов, отнесенных к высокопродуктивной группе (Приокская, Энита), также отличался повышенной устойчивостью. Высокую устойчивость к 5 абиотическим стрессорам, изучавшимся в опыте, показали сорта Эритроспермум 843 и Альбидум 43, отнесенные ВИР к группе засухоустойчивых сортов. Заслуживает внимания использование в качестве доноров специфической устойчивости сорта: Эритроспермум 843, Ролло, Туоко, Приокская, АЦПГ и Сурхак 5688.

ЛИТЕРАТУРА

1. Актуальные вопросы экологической физиологии растений в XXI в. — Тез. докл. Междунар. конф. 1-6 октября 2001. Коми науч. центр УРО РАН. — 2. **Гринева Г. М.** Регуляция метаболизма у растений при недостатке кислорода. М.: Наука, 1975. — 3. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям. — Метод, руковод. / Под ред. Г. В. Удовенко. Л.: ВИР. 1988. — 4. **Жученко А. А.** Адаптивный потенциал культурных растений (эколого-генетические основы). Кишинев: Штиинца, 1988. — 5. **Конарев В. Г.** Морфогенез и молекулярно-биологический анализ растений.

С.-Пб., ВИР. 1998. — 6. **Кумаков В. А.** Физиологическое обоснование моделей сортов пшениц. — М.: Колос, 1985. — 7. **Образцов А. С.** Потенциальная продуктивность культурных растений. — М.: ФГНУ Росинформагротех, 2001. — 8. Основные итоги работы РАСХН за 2002 г. М.: Россельхозакадемия. 2003. — 9. Четвертый съезд обществ физиологов растений. — М.: ИФР РАН. — 10. **Шматько И. Г., Григорюк И. А., Шведова О. Е.** Устойчивость растений к водному и температурному стрессам. Киев: Наук, думка. 1989. — 11. Физиологические основы селекции растений / Под ред. Г. В. Удовенко и В. С. Шевелуха. С.-Пб., ВИР, 1995.

*Статья поступила
10 февраля 2003 г.*

SUMMARY

Data on complex estimation of spring wheat varieties resistance to abiotic stresses in field experiment on special backgrounds (soil drought, overmoistening, soil compaction) are presented. Methodical practices of these backgrounds are described, comparative estimation of ecological resistance of spring wheat varieties of the collection of All-Union Institute of Plant Growing, Scientific-Research Institute of Agriculture in Central Non-chernozem zone and of hers is carried out.