

<https://doi.org/10.3176/biol.1976.2.03>

УДК 633.11

Оскар ПРИЙЛИНН, Алли ВЯЛЬЯОТС, Велло КАСК, Майму ТОХВЕР

РЕАКЦИЯ МУТАНТНЫХ ЛИНИЙ И НЕКОТОРЫХ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ВЫСОКИЕ ДОЗЫ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Возделываемые в настоящее время сорта зерновых культур способны использовать для формирования урожая минеральные удобрения в определенных отношениях и дозах, в частности, азотные в пределах 90—120 кг N/га. Дальнейшее увеличение доз азотных удобрений обычно не обеспечивает более высокого урожая зерна. Это связано с биологическими особенностями сортов, их генетическим потенциалом.

В Эстонской ССР в настоящее время под зерновые вносится примерно 80 кг азота на 1 га (Райг, Кюйтс, 1975). Х. Райг и Х. Кюйтс считают, что это — уровень, при повышении которого для получения более высокого урожая следует учитывать виды зерновых, сорта, количество фосфорных и калийных удобрений и другие факторы. Это и понятно, так как способность сортов давать максимальный урожай зерна — генетически контролируемый признак.

Поэтому в связи с интенсификацией растениеводства все большую актуальность приобретает вопрос о новых сортах интенсивного типа. Требуется сорта более устойчивые к неблагоприятным факторам среды и способные наиболее быстро и эффективно усваивать питательные вещества для создания высокого урожая хорошего качества (Чмелева, Медведев, 1973; Павлов, Минеев, 1974; Austin, Ahuja, 1974). Решение этого вопроса требует совместной работы генетиков, физиологов, селекционеров и других специалистов.

В 1974 г. нами были проведены два полевых опыта в целях выяснения генетического и хозяйственного потенциала лучших мутантных линий яровой пшеницы, индуцированных химическими мутагенами, а также некоторых короткостебельных сортов яровой пшеницы на разных уровнях минерального питания.

Исследование проводилось на основе хоздоговора с Вильяндским опорнопоказательным совхозом, откуда были получены и семена трех короткостебельных сортов яровой пшеницы селекции США.

Материал и методика

В опытах использовались четыре мутантные линии девятого поколения (M₉), полученные нами у сорта 'Норрэна' (Прийлинн, 1971а, б).

1. Т-36. Выделена в M₃ поколении при воздействии N-нитрозо-N-метилмочевинной (НММ) в концентрации 0,01%. Колос крупный, средней плотности.

2. S-82. Выделена в M_1 поколении при воздействии N-нитрозо-N-этилмочевинной (НЭМ) в концентрации 0,025%. Колос средней плотности.

3. T-13. Выделена в M_2 при воздействии НММ (0,01%). Колос крупный, средней плотности.

4. O-496. Выделена в M_1 при воздействии НЭМ (0,025%). Колос остистый, рыхлый.

Кроме мутантных линий исследовались исходный сорт 'Норрэна', три короткостебельных сорта из США (World Seed (WS) № 1809, № 1812 и № 1877) и районированные в Эстонской ССР сорта 'Пиккер' и 'Ленинградка'.

Опыты проводились на четырех фонах удобрений (кг/га), которые вносились предпосевно.

I фон	—	$N_{60}P_{42}K_{60}$
II фон	—	$N_{120}P_{84}K_{120}$
III фон	—	$N_{180}P_{126}K_{180}$
IV фон	—	$N_{180}P_{42}K_{60}$

Первая серия опытов проводилась на опытном поле отдела полеводства Эстонского научно-исследовательского института земледелия и мелиорации в Саку на дерново-карбонатной почве (рН 7,13). Предшественницей была кукуруза, под которую было внесено: 60 т навоза на 1 га и минеральные удобрения из расчета $N_{90}P_{90}K_{90}$. Опыт проводился в четырех повторностях, площадь делянки — 12,5 м², норма высева — 700 семян на 1 м².

Вторая серия опытов по той же схеме проводилась на опытном участке Института экспериментальной биологии АН ЭССР в Харку (рН 6,50).

Для оценки генетического потенциала исследуемых мутантов и сортов яровой пшеницы на разных уровнях минерального питания использовались следующие показатели: длина стебля, длина колоса, число колосков в колосе, число зерен в колосе, вес зерен в колосе, вес 1000 зерен, урожай (г/м²), число общих и продуктивных стеблей, устойчивость к полеганию, устойчивость к заболеваниям, содержание сырого протеина и аминокислотный состав белка.

Статистическая обработка полученных экспериментальных данных проводилась с помощью двух- и трехфакторного дисперсионного анализа, а также *t*-теста (Рокицкий, 1967).

При дисперсионном анализе использовались средние (50 растений) величины по повторностям — четыре повторности для каждого сорта и каждого уровня минерального удобрения в обеих сериях.

Результаты исследования

Результаты трехфакторного дисперсионного анализа по сортам, уровням удобрений и сериям опыта приведены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, длина стебля и вес 1000 зерен достоверной зависимости от уровня минеральных удобрений не имеют, а у всех других показателей отмечено достоверное влияние фактора *B* (уровень удобрений).

По фактору *C* (сорт) было установлено достоверное влияние по всем исследуемым признакам.

Из взаимодействий достоверными оказались в основном взаимодействия между сериями и уровнем удобрений (*AB*), а также между сортами и сериями (*AC*).

Таблица 1

Трехфакторный дисперсионный анализ по признакам

Признаки	Фактор	ss	df	ms	F-фактическое	F-критическое	
						0,05	0,01
1	2	3	4	5	6	7	8
Длина стебля	<i>O</i>	85 008	319				
	<i>A</i>	2 900	1	2 900	170,5***	3,92	6,85
	<i>B</i>	42	3	14	0,823	2,68	3,95
	<i>C</i>	74 244	9	8 249,3	485,1***	1,96	2,56
	<i>AB</i>	30	3	10	0,6		
	<i>AC</i>	2 685	9	298,3	17,5***		
	<i>BC</i>	512	27	19,0	1,1	1,66	2,03
	<i>ABC</i>	514	27	19,0	1,1		
<i>J</i>	4 081	240	17,0	1			
Длина колоса	<i>O</i>	280,0	319				
	<i>A</i>	167,8	1	167,8	1 037***	3,92	6,85
	<i>B</i>	12,2	3	4,1	25,2***	2,68	3,95
	<i>C</i>	46,8	9	5,2	32,2***	1,96	2,56
	<i>AB</i>	3,7	3	1,2	7,6**		
	<i>AC</i>	0,4	9	0,04	0,29		
	<i>BC</i>	4,6	27	0,17	1,1	1,66	2,03
	<i>ABC</i>	5,5	27	0,2	1,3		
<i>J</i>	38,8	240	0,16	1			
Число колосков в колосе	<i>O</i>	847	319				
	<i>A</i>	196	1	196	477***	3,92	6,85
	<i>B</i>	19,1	3	6,4	15,5***	2,68	3,95
	<i>C</i>	485,8	9	53,9	131,7***	1,96	2,56
	<i>AB</i>	12,4	3	4,1	10,1***		
	<i>AC</i>	9,6	9	1,07	2,6**		
	<i>BC</i>	11,8	27	0,43	1,1	1,66	2,03
	<i>ABC</i>	14,5	27	0,54	1,3		
<i>J</i>	98,4	240	0,41	1,0			
Число зерен в колосе	<i>O</i>	16 536	319				
	<i>A</i>	7 835	1	7 835	937,6***	3,92	6,85
	<i>B</i>	559,5	3	186,5	22,3***	2,68	3,95
	<i>C</i>	4 868	9	540	64,7***	1,96	2,56
	<i>AB</i>	210	3	70	8,4***		
	<i>AC</i>	505	9	56,1	6,7**		
	<i>BC</i>	189	27	7,0	0,8	1,66	2,03
	<i>ABC</i>	362	27	13,4	1,6		
<i>J</i>	2 005	240	8,4	1,0			
Вес зерен в колосе	<i>O</i>	26,5	319				
	<i>A</i>	9,0	1	9,0	335***	3,92	6,85
	<i>B</i>	0,38	3	0,12	4,7**	2,68	3,95
	<i>C</i>	7,6	9	0,8	31,3***	1,96	2,56
	<i>AB</i>	0,6	3	0,2	7,4***		
	<i>AC</i>	0,8	9	0,09	3,4**		
	<i>BC</i>	0,8	27	0,03	1,1	1,66	2,03
	<i>ABC</i>	0,7	27	0,027	1,0		
<i>J</i>	6,4	240	0,026	1,0			
Вес 1000 зерен	<i>O</i>	8 774	319				
	<i>A</i>	211	1	211	16,9***	3,92	6,85
	<i>B</i>	60,9	3	20,3	1,6	2,68	3,95
	<i>C</i>	4 245	9	471	37,6***	1,96	2,56
	<i>AB</i>	114	3	38,1	3,04*		
	<i>AC</i>	520	9	57,8	4,6***		
	<i>BC</i>	364	27	13,5	1,07	1,66	2,03
	<i>ABC</i>	247	27	9,2	0,73		
<i>J</i>	3 009	240	12,5	1,0			

	1	2	3	4	5	6	7	8
Урожай, кг/м ²	<i>O</i>		1,8	319				
	<i>A</i>		0,003	1	0,003	0,894	3,92	6,85
	<i>B</i>		0,007	3	0,024	0,56	2,68	3,96
	<i>C</i>		0,44	9	0,05	12,2***	1,96	2,56
	<i>AB</i>		0,06	3	0,019	4,7**		
	<i>AC</i>		0,18	9	0,019	4,96**		
	<i>BC</i>		0,14	27	0,05	1,30	1,66	2,03
	<i>ABC</i>		0,05	27	0,002	0,49		
	<i>J</i>		0,9	240	0,004	1,0		
Число продук-	<i>O</i>	3 945 718		319	12 369			
тивных	<i>A</i>	1 447 720		1	1 447 720	311,1***	3,92	6,85
стеблей	<i>B</i>	84 730		3	28 243	6,1**	2,68	3,95
	<i>C</i>	832 630		9	92 514	19,9***	1,96	2,56
	<i>AB</i>	49 900		3	16 633	3,6*		
	<i>AC</i>	71 430		9	7 936	1,71		
	<i>BC</i>	175 970		27	6 517	1,4	1,66	2,03
	<i>ABC</i>	166 560		27	6 168	1,3		
	<i>J</i>	1 116 768		240	4 653	1,0		

Примечание. *ss* — сумма квадратов, *df* — число степеней свободы, *ms* — средний квадрат, *O* — общее, *A* — серия, *B* — уровень удобрений, *C* — сорт, *AB*, *AC*, *BC*, *ABC* — взаимодействия между факторами, *J* — случайные отклонения; * — $P < 0,05$, ** — $P < 0,01$, *** — $P < 0,001$.

Проведенный дисперсионный анализ показывает, какие признаки находятся в достоверной зависимости от серии опыта, сорта или уровня удобрений, однако не дает ответа на вопросы — какой является эта зависимость и какие различия между сортами имеют место по исследуемым признакам?

Чтобы ответить на эти вопросы, следует результаты дисперсионного анализа осмыслить и просмотреть каждый исследуемый признак отдельно.

Длина стебля

С помощью дисперсионного анализа доказана достоверная зависимость длины стебля (табл. 1) от серии опыта, сорта и взаимодействия *AC* (серия с сортом).

Достоверного действия уровня удобрения доказать не удалось. Достоверное влияние взаимодействия *AC*, в сущности, указывает на различную реакцию сортов в двух сериях опытов, и по этой причине в дальнейшем следует серии анализировать в отдельности.

Так как уровень удобрений достоверного влияния не показал, то дальнейший анализ можно вести на основе средних данного показателя по сортам и для сравнения сортов в пределах серии использовать эти средние показатели. Чтобы выяснить достоверную разницу между этими средними, следует определить минимальный промежуток (Δ мин.), т. е. промежуток, на который должны различаться два исследуемых средних значения. Δ мин. вычислено по уравнению

$$\Delta \bar{x} = t_{df_j} \sqrt{\frac{2ms_j}{n}}, \quad (1)$$

где ms_j взято из табл. 1; n — число, на основе которого определено \bar{x} (при длине стебля оно равно 16, т. е. 4 повторности на 4 фонах — 4×4).

С помощью уравнения (1) Δ мин. для длины стебля равно 2,87. Таким образом, два сорта по длине стебля должны различаться минимально на 2,87 см, чтобы получить достоверность 95%.

Наиболее удобно различия между сортами прослеживаются по графику (рис. 1), где приведены средние данные длины стебля по сортам в обеих опытных сериях и их Δ мин.

На основе зависимости длины стебля от сорта (рис. 1) можно в обеих сериях установить три группы пшеницы, достоверно отличающиеся друг от друга по длине стебля. Самый длинный стебель имеют сорт 'Пиккер' и мутант Т-36 (в среднем 117—119 см), стебель средней длины установлен у сортов 'Ленинградка', 'Норрэна' и у мутантов S-82, 0-496, Т-13 (108—113 см). Самый короткий стебель у американских короткостебельных сортов (78—82 см).

Несмотря на то что в обеих опытных сериях использовалось одинаковое количество удобрений, в опытах, проведенных в Харку, наблюдалось некоторое увеличение значений признаков (например, урожая, длины колоса и т. д.) по сравнению с серией опытов в Саку. Такое увеличение отмечалось и по длине стебля у некоторых сортов. В Харку сорт 'Пиккер' и мутантные линии Т-36 и Т-13 имели стебель на 10 см длиннее, чем в Саку. Американские короткостебельные сорта и 'Норрэна' зависимости длины стебля от места выращивания не показали.

Очевидно, длина стебля определена генетически довольно стабильно и зависит в основном только от сорта. Например, американские сорта имеют относительно небольшую норму реакции по этому признаку, а у 'Пиккер' и мутантных линий наблюдается значительно большая норма реакции, которая при совместном действии со средой выращивания дает более длинный стебель (существует разница между почвами в Харку и Саку).

Сравнивая средние по сортам (средние двух серий; см. табл. 2), получим те же результаты, что и при анализе обеих серий в отдельности. Для вычисления Δ мин. общих средних в уравнении (1) ms_j следует заменить ms_{AC} . Так как ms_{AC} больше, чем ms_j , то для сравнения длины стебля по сортам на основе общих средних используется Δ мин., равное 8,62 см.

Таблица 2

Средние значения признаков на основе данных двух опытов

	'Нор- рэна'	Т-36	S-82	0-496	Т-13	'Ленин- градка'	'Пик- кер'	WS- 1809	WS- 1812	WS- 1877	Δ мин.
Длина стебля, см	108,6	117,2	111,3	107,9	113,1	112,3	119,8	80,9	78,2	82,5	8,62
Длина колоса, см	8,01	8,78	7,97	7,69	7,94	7,82	7,69	7,45	7,51	7,39	0,2
Число колосков в колосе	13,2	15,4	15,3	13,7	15,1	13,4	13,2	11,5	12,6	12,5	0,52
Число зерен в колосе	29,5	38,2	34,4	33,2	34,2	28,1	24,2	29,7	29,3	27,0	5,3
Вес зерен главного колоса, г	1,0	1,6	1,3	1,1	1,3	1,2	1,0	1,1	1,3	1,2	0,15
Вес 1000 зерен, г	32,9	40,0	37,3	31,1	36,5	40,9	40,0	38,3	42,5	42,5	5,4
Урожай, г/м ²	323	410	379	332	324	377	298	398	349	390	68
Число продуктив- ных стеблей	544	429	478	533	404	515	462	561	465	546	34

Длина колоса

Длина колоса показала достоверную зависимость от серии опыта, фона удобрений, сорта и взаимодействия AB (серия с фоном).

Остается выяснить, является ли достоверное влияние фактора B (фон удобрений) чистым эффектом, не зависящим от серии. Для решения этого вопроса следует найти отношение F_B/F_{AB} (взяв фактическое значение F из табл. 1) и на основе $df - F$ -критического для данного отношения (Снедекор, 1961). Итак, $F_B/F_{AB} = 25,2/7,6 < 9,28$, следовательно, фон удобрений не имеет чистого, не зависящего от серии влияния, и в дальнейшем по фону необходимо обе серии рассматривать отдельно.

На основе рис. 3 можно сказать, что значительная разница в длине колоса по фонам удобрений отмечается лишь при переходе с I фона на II. Дальнейшее увеличение количества удобрения на длину колоса не влияет. По всей вероятности, уже при II фоне достигается генетическая норма длины колоса, присущая данному сорту.

В серии опытов, проведенных в Харку, увеличение длины колоса отмечалось и при переходе со II фона на III, поскольку $\Delta_{\text{мин.0,05}}$ для данной серии равна 0,1.

Различия между сортами по длине колоса явные (рис. 1). Наиболее короткий колос имеют американские сорта и 'Пиккер' (достоверной разницы между ними не установлено). Среднюю длину колоса имеют 'Норрэна' и мутантные линии T-13, S-82, которые достоверно отличаются от американских сортов и мутантной линии T-36, причем последняя имеет самый длинный колос (8,78 см).

Число колосков в колосе

Число колосков в колосе оказалось в достоверной зависимости от серии опыта, фона удобрений, сорта и взаимодействий серии и фона удобрения (AB) и серии и сорта (AC). При взаимодействии AB следует установить наличие чистого эффекта удобрения. Так как $F_B/F_{AB} = 15,5/10,1 < 9,28$ (табл. 1), то удобрение чистого эффекта не проявилось и, следовательно, фон удобрений необходимо рассматривать по сериям опыта.

Проследив зависимость числа колосков в колосе от фона (в Саку), обнаруживается аналогия с предыдущим признаком. Достоверное различие по фонам, обусловлено, вероятно, переходом от I фона ко II (рис. 3). Дальнейшее увеличение фона удобрений, как и при длине колоса, числа колосков в колосе не увеличивает ($\Delta_{\text{мин.}} = 0,37$ см; средние для II, III и IV фонов находятся в промежутке 0,29 см).

В серии, проведенной в Харку, хотя и наблюдалось некоторое увеличение числа колосков при переходе от I ко II фону удобрений, но значения $\Delta_{\text{мин.0,05}}$ эта разница не превысила ($\Delta_{\text{мин.0,05}} = 0,2$, разница — 0,2).

При сравнении сортов по числу колосков в колосе следует в первую очередь установить наличие чистого действия сортов (C). $F_C/F_{AC} = 131,7/2,6 \gg 3,18$, следовательно, число колосков в колосе находится в зависимости от сорта.

Сравнение общих средних по сортам (табл. 2) показывает некоторую аналогию между проявлениями длины колоса и числа колосков в колосе.

Так, достоверно наибольшее число колосков в колосе имеют Т-36, S-82 и Т-13, среднее — 'Норрэна', 'Ленинградка' и 'Пиккер' и наименьшее — сорт WS-1809 (см. рис. 1).

Число зерен в колосе

Как видно из табл. 1, число зерен в колосе зависит достоверно от серии опыта (А), фона (В), сорта (С) и взаимодействий АВ и АС.

При взаимодействии АВ следует установить наличие чистого эффекта фона (В). Это проверяется обычным путем с помощью критерия F . Поскольку $F_B/F_{AB} = 22,3/8,4 = 2,6 < 9,28$, то фон чистого, не зависящего от серии эффекта не имеет, и серии должны анализироваться в отдельности.

Из рис. 3 видно, что в серии опытов в Саку число зерен в колосе достоверно увеличивается с переходом с I фона на II и III, однако в серии опытов, проведенных в Харку, — только с I на II фон, а при переходе со II на III наблюдается достоверное уменьшение числа зерен в колосе.

Для выяснения специального влияния сорта необходимо поступить аналогично приведенному выше. $F_C/F_{AC} = 64,7/6,7 > 3,18$, следовательно, число зерен в колосе зависит от сорта.

Наибольшее число зерен в колосе обнаружено у линий Т-36, S-82, Т-13 и 0-496 (рис. 1), среднее количество — у сортов WS-1877, WS-1809, 'Норрэна' и 'Ленинградка' и наименьшее (24) — у сорта 'Пиккер'.

Вес зерен главного колоса

Поскольку дисперсионный анализ показал достоверное влияние тех же факторов, что и при числе зерен в колосе, то дальнейший анализ аналогичен предыдущему.

На основе критерия F ($F_B/F_{AB} = 4,7/7,4 < 9,28$) установлено, что чистый эффект фона (не зависящий от серии) не имеет места.

Вес зерен в колосе зависит от фона аналогично числу зерен в колосе. Вес увеличивается до III фона достоверно в серии опытов, проведенных в Саку, а в опытах, проведенных в Харку, достоверной зависимости веса зерен от фона удобрений не установлено (рис. 3).

С помощью критерия F ($F_C/F_{AC} = 31,3/3,4 > 31,8$) установлено, что вес зерен в колосе достоверно зависит от сорта и, хотя достоверность взаимодействия АС показывает, что в обеих сериях сорта влияют по-разному, анализ следует проводить по общим средним (рис. 2).

Наименьший вес зерен имеют сорта 'Пиккер', 'Норрэна' и линия 0-496. Достоверно больший вес зерен в колосе имеют все остальные сорта и линии (особенно линия Т-36).

Вес 1000 зерен

Как показал дисперсионный анализ (табл. 1), вес 1000 зерен не имеет достоверной зависимости от фона удобрений. Очевидно, величина и тяжесть зерна генетически определены довольно стабильно. Из рис. 2 выясняется также, что вес 1000 зерен — сортоспецифичен. Для установления статистической достоверности чистого эффекта сорта найден критерий F ($F_C/F_{AB} = 37,6/4,6 > 3,18$). В данном случае чистый эффект сорта имеет место и, несмотря на достоверность взаимодействий АС, дальнейший анализ следует проводить на основе общих средних (табл. 2), хотя и наблюдаются некоторые различия в весе 1000 зерен между сериями опытов в Харку и Саку.

Самый высокий вес зерен имеют сорта WS-1812 и WS-1877 (вес 1000 зерен — 42,5 г), достоверно меньший вес — линии Т-13 и S-82 и самый низкий — 'Норрэна' и 0-496.

Урожай

Достоверное влияние на урожай оказали факторы С (сорт) и взаимодействия АВ и АС.

Для определения чистого, не зависящего от серии эффекта сорта найдем отношение F_C/F_{AC} . Поскольку $F_C/F_{AC} < 3,18$, обе серии следует анализировать в отдельности. В серии опытов, проведенных в Саку, наиболее урожайными следует считать линию Т-36 и сорт WS-1809 (примерно 44 ц/га). Среднюю урожайность показали 'Ленинградка' и 'Норрэна', и достоверно низкую — 'Пиккер' и линия Т-13. В опытной серии, проведенной в Харку, лучшими оказались также линия Т-36 и WS-сорта (рис. 2), а наименьшую урожайность показали 'Норрэна' и 'Пиккер'.

В результате двух серий опытов наименьший урожай был получен у сорта 'Пиккер'. Достоверно наивысший урожай дали WS-1812, WS-1809, 'Ленинградка' и линии S-82 и Т-36. На основе Δ мин. общих средних (Δ мин. $_{0,05} = 68,0$) и данных табл. 2 по урожайности сорта можно определить в ряд — Т-36 (41 ц/га), WS-1809 (39,8 ц/га), линия Т-13 (32,4 ц/га), 'Норрэна' (32,3 ц/га) и 'Пиккер' (29,8 ц/га).

Поскольку взаимодействие АВ оказало на урожай достоверное влияние, то обе серии следует анализировать отдельно (по фонам удобрений).

На основе результатов опытной серии в Саку можно сказать, что урожай зерна достоверно повышается с переходом с I фона на II (рис. 3), а дальнейшее повышение фона удобрений урожая не увеличивает. В опытах, проведенных в Харку, достоверного повышения урожая в связи с переходами с I на следующие фоны удобрений не отмечалось вообще (Δ мин. $_{0,05} = 29,5$ га). Это можно объяснить значительной полегаетостью многих сортов и линий, таких как Т-36, WS-1809, S-82.

Обстоятельство, что повышение фона удобрений не обусловило повышения урожая, вероятно, можно объяснить влиянием какого-либо другого фактора, который при анализе не учитывался (например, степень окультуренности почвы, режим влажности и температура, наличие микроэлементов и пр.).

Число общих и продуктивных стеблей

Из табл. 1 явствует, что число продуктивных и общих стеблей на единицу площади достоверно зависит от серии опыта, фона удобрений, сорта и взаимодействия АВ.

С помощью критерия F ($F_B/F_{AB} = 6,1/3,6 < 9,28$) установлено, что фон чистого, не зависящего от серии эффекта не имеет. Серии необходимо анализировать в отдельности. Из рис. 3 видно, что в опытах, проведенных в Саку, в связи с повышением фона удобрений наблюдается достоверное уменьшение числа продуктивных стеблей (Δ мин. $= 34,0$), а в серии опытов, проведенных в Харку, эта зависимость не установлена.

Рассматривая число продуктивных и общих стеблей по сортам (рис. 2), можно сказать, что наименьшее оно у линий Т-13 и Т-36, достоверно большее — у 'Пиккер', WS-1812 и линии S-82 (табл. 2) и наибольшее — у WS-1809 и 'Норрэна'.

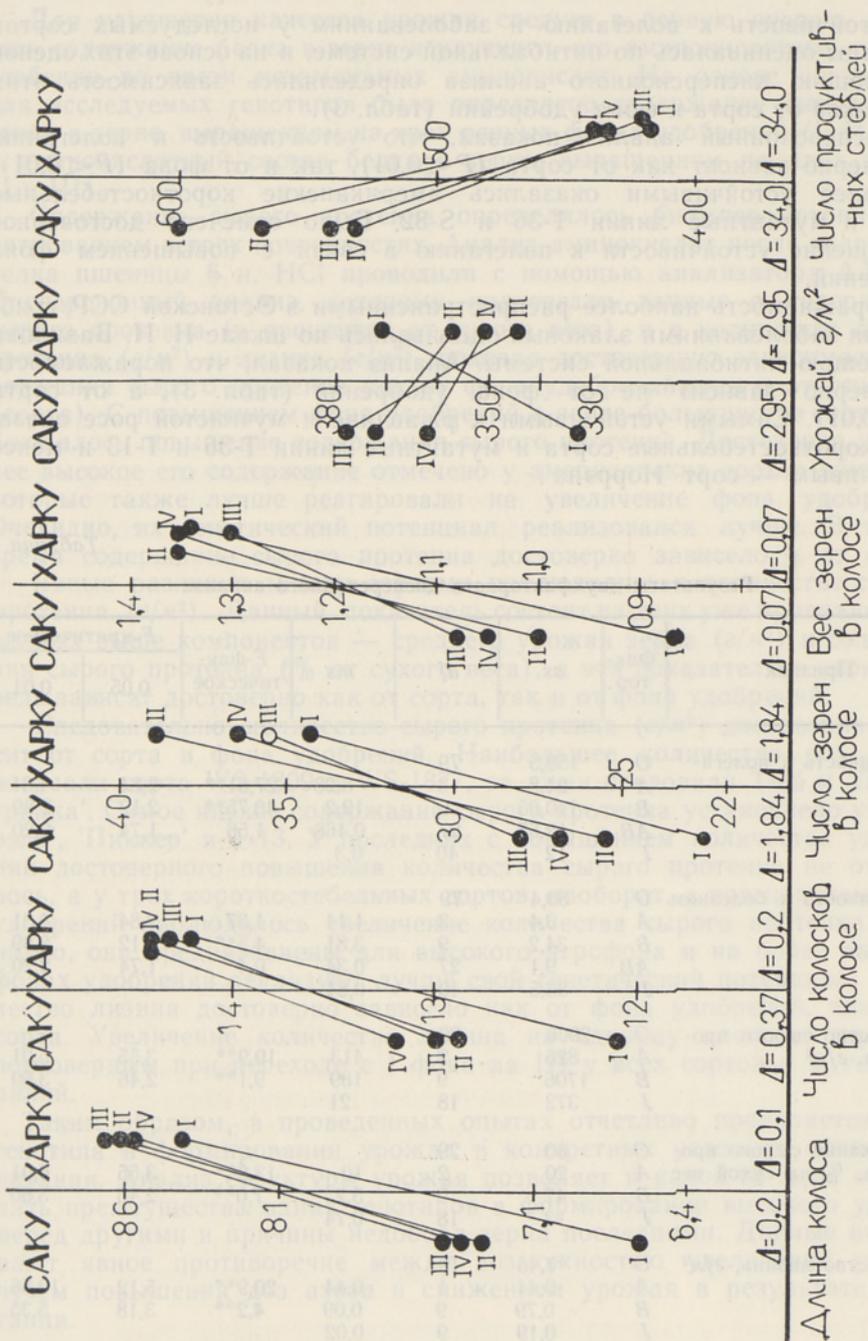


Рис. 3. Средние значения признаков по фонам без учета сорта.

Устойчивость к полеганию и заболеваниям

Устойчивость к полеганию и заболеваниям у исследуемых сортов пшеницы оценивалась по пятибалльной системе, и на основе этих оценок с помощью дисперсионного анализа определялась зависимость этих признаков от сорта и фона удобрений (табл. 3).

Дисперсионный анализ показал, что устойчивость к полеганию достоверно зависит как от сорта ($P < 0,01$), так и от фона ($P < 0,01$). Наиболее устойчивыми оказались американские короткостебельные сорта и мутантные линии Т-36 и S-82. Было отмечено достоверное уменьшение устойчивости к полеганию в связи с повышением фона удобрений.

Поражаемость наиболее распространенными в Эстонской ССР грибковыми заболеваниями злаковых оценивалась по шкале Н. И. Вавилова с помощью пятибалльной системы. Анализ показал, что поражаемость достоверно зависит не от фона удобрений (табл. 3), а от сорта ($P < 0,01$). Самыми устойчивыми к ржавчине и мучнистой росе оказались короткостебельные сорта и мутантные линии Т-36 и Т-13 и менее устойчивым — сорт 'Норрэна'.

Таблица 3

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа

Признак	Фактор	ss	df	ms	F-фактическое	F-критическое	
						0,05	0,01
Устойчивость к полеганию	O	159,5	79				
	A	24,8	3	8,28	27,61**	2,84	4,31
	B	110,05	9	12,2	40,75**	2,12	2,89
	AB	12,65	27	0,468	1,56	1,74	2,20
	J	12	40	0,3			
Устойчивость к болезням	O	80,4	79				
	A	3,4	3	1,14	1,37	2,84	4,31
	B	34,2	9	3,81	4,5**	2,12	2,89
	AB	9,1	27	0,34	0,4	1,74	2,20
	J	33,5	40	0,84			
Количество сырого протеина, г/м ²	O	2906	29				
	A	826	2	413	19,9**	3,55	6,01
	B	1706	9	189	9,1**	2,46	3,60
	J	372	18	21			
	Содержание сырого протеина, % на сухой вес	O	80	29			
A		20	2	10	13,8**	3,55	6,01
B		47	9	5,2	7,0**	2,46	3,60
J		13	18	0,74			
Количество лизина, г/м ²		O	1,43	19			
	A	0,44	1	0,44	20,9**	5,12	10,56
	B	0,79	9	0,09	4,2**	3,18	5,35
	J	0,19	9	0,02			

Примечание. O — общее, A — фон удобрений, B — сорт, AB — взаимодействие, J — случайное варьирование.

Качество урожая

Для улучшения качества урожая следует в первую очередь повысить содержание белка в зерне и улучшить его аминокислотный состав, особенно по части незаменимых аминокислот. На основе сказанного для исследуемых генотипов было определено содержание сырого протеина в зерне, выращенном на трех разных фонах удобрений (I, II, III), и аминокислотный состав белка в зерне, выращенном на двух фонах (I и III).

Содержание сырого протеина определялось биамперометрическим титрованием в трех повторностях. Анализ аминокислот после гидролиза белка пшеницы 6 н. HCl проводили с помощью анализатора ААА-81. Дисперсионный анализ, которому подвергали данные о содержании сырого протеина (в процентах от сухого веса), и о количестве сырого протеина ($г/м^2$) и лизина ($г/м^2$), показал достоверную зависимость содержания сырого протеина как от фона удобрений, так и от генотипа (сорта). С повышением фона удобрений в зерне большинства сортов наблюдалось повышение содержания сырого протеина. Достоверно наиболее высокое его содержание отмечено у американских сортов пшеницы, которые также лучше реагировали на увеличение фона удобрений. Очевидно, их генетический потенциал реализовался лучше. В то же время содержание сырого протеина достоверно зависело и от сорта.

Явные различия между сортами наблюдались в количестве сырого протеина ($г/м^2$). Данный показатель состоит из двух уже проанализированных выше компонентов — среднего урожая зерна ($г/м^2$) и содержания сырого протеина (% от сухого веса), а эти показатели в свою очередь зависят достоверно как от сорта, так и от фона удобрений.

Следовательно, количество сырого протеина ($г/м^2$) достоверно зависит от сорта и фона удобрений. Наибольшее количество его ($г/м^2$) показали сорта WS-1809 и WS-1877, за ними следовали Т-36 и 'Ленинградка'. Самое низкое содержание сырого протеина установлено у 'Норэна', 'Пиккер' и Т-13. У последних с повышением количества удобрений достоверного повышения количества сырого протеина не отмечалось, а у трех короткостебельных сортов, наоборот, с повышением фона удобрений наблюдалось увеличение количества сырого протеина. Очевидно, они предназначены для высокого агрофона и на более высоких фонах удобрений реализуют лучше свой генетический потенциал. Количество лизина достоверно зависело как от фона удобрений, так и от сорта. Увеличение количества лизина на единицу площади является достоверным при переходе с I фона на III у всех сортов и мутантных линий.

Таким образом, в проведенных опытах отчетливо проявляется роль генотипа в формировании урожая в конкретных условиях почвенного питания. Анализ структуры урожая позволяет в какой-то мере определить преимущества одних генотипов в формировании высокого урожая перед другими и причины недобора зерна последними. Данные показывают явное противоречие между возможностью увеличения урожая путем повышения доз азота и снижением урожая в результате полегания.

Выводы

1. Увеличение доз удобрений, вносимых предпосевно в почву, от $N_{60}P_{42}K_{60}$ до $N_{180}P_{126}K_{180}$ на 1 га показало у разных генотипов яровой пшеницы достоверную зависимость длины колоса, числа колосков в ко-

лосе, веса зерен в колосе, урожая, устойчивости к полеганию, количества общих и продуктивных стеблей, содержания сырого протеина, количества сырого протеина и лизина от фона удобрений. Длина стебля, вес зерен (1000 зерен) и устойчивость к заболеваниям от фона удобрений достоверно не зависят и определяются в основном генотипом.

В реакции растений на изменение фона удобрений отмечалась разница, зависящая от степени окультуренности почвы.

2. Повышение урожая зерна отмечено при переходе с I фона удобрений ($N_{60}P_{42}K_{60}$) на II ($N_{120}P_{84}K_{120}$), а дальнейшее увеличение количества удобрений достоверного повышения урожая зерна не показало, поскольку более высокий фон удобрений обуславливал сильную полегаемость, в результате чего урожай зерна понижался.

3. Установлена достоверная зависимость содержания сырого протеина (% от сухого веса) и количества сырого протеина на единицу площади ($г/м^2$) от фона удобрений и сорта. С повышением количества удобрений увеличивалось содержание сырого протеина (%), которое достоверно зависело и от сорта.

Несмотря на то что урожай зерна начиная со II фона достоверно не увеличивается, с увеличением количества удобрений можно получить прирост количества сырого протеина на единицу площади (за счет повышения содержания сырого протеина в процентах).

4. С повышением фона удобрений наблюдалось понижение содержания лизина в сыром протеине, но в результате увеличения количества протеина и урожая зерна общее количество лизина на единицу площади значительно увеличивалось.

5. Испытанные мутантные линии можно охарактеризовать следующим образом.

T-36 имеет длинные стебель и колос, самое большое число колосков в колосе, наибольшее число и наибольший вес зерен в колосе, высокие вес 1000 зерен и урожай (более 40 $ц/га$). Устойчивость к полеганию и заболеваниям средняя. Количество сырого протеина и лизина высокое.

S-82 — стебель и колос средней длины, больше число и вес зерен, а также колосков в колосе, высокий урожай (около 40 $ц/га$). Устойчивость к полеганию и заболеваниям средняя. Содержание сырого протеина и лизина хорошее.

O-496 — стебель и колос средней длины, число колосков и зерен в колосе среднее, но низкий вес зерен в колосе. Урожай 32—34 $ц/га$. Устойчивость к полеганию и заболеваниям, а также содержание сырого протеина и лизина средние.

T-13 — высокий стебель и длинный колос, число колосков и зерен в колосе высокое. Малоустойчив к полеганию, урожай небольшой (30—35 $ц/га$). Содержание сырого протеина и лизина среднее.

6. Самой продуктивной следует считать линию T-36, которая по урожаю зерна опережает другие сорта. По содержанию лизина находится на первом месте и по содержанию сырого протеина на третьем, но является относительно позднеспелой, имеет длинный стебель и мелкое зерно по сравнению с американскими сортами и 'Ленинградкой', по устойчивости к полеганию и заболеваниям занимает соответственно пятое и четвертое места.

7. На основе наших опытов перспективными можно считать представителей короткостебельных сортов WS-1809, WS-1877 и WS-1812, которые на повышение удобрений реагировали увеличением урожая, были скороспелыми и устойчивыми к заболеваниям и полеганию, а также имели высокое содержание сырого протеина. Особо следует выделить сорт WS-1809.

ЛИТЕРАТУРА

- Павлов А. Н., Минеев В. Г., 1974. Влияние азотных удобрений на количество зерна пшеницы. Вестник с/х наук 8 : 61—66.
- Прийлинн О. Я., 1971а. Мутации у яровой пшеницы, вызванные действием N-нитрозотилмочевины и N-нитрозометилмочевины. В кн.: Химический мутагенез и селекция. М. : 217—222.
- Прийлинн О. Я., 1971б. Наследование изменений, выявленных в M_1 и M_2 у яровой пшеницы после воздействия N-нитрозоалкилмочевин. В кн.: Теория химического мутагенеза. М. : 136—139.
- Райг Х. А., Кюйтс Х. Д., 1975. Научные основы высоких урожаев ячменя в колхозах и совхозах Эст. ССР. В кн.: Проблемы интенсификации растениеводства. Таллин : 52—61.
- Рокицкий П. Ф., 1967. Биологическая статистика. Минск.
- Снедекор Дж. У., 1961. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии. М.
- Чмелева З. В., Медведева А. М., 1973. Влияние удобрений на накопление белка и лизина в сортах яровой пшеницы. Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции 52 (1) : 242—248.
- Austin A., Ahuja V. P., 1974. Effect of nitrogen fertilization on the protein content and amino acid composition on wheat grain. Acta Agronomica 23 (1—2) : 123—126.

Институт экспериментальной биологии
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
23/X 1975

Oskar PRIILINN, Alli VALJAOTS, Vello KASK, Maimu TOHVER

MÖNEDE MUTANTSETE SUVINISULIINIDE JA -SORTIDE REAGEERIMINE
SUURTELE MINERAALVÄETISEDOOSIDELE

Resümee

Kahes põldkatses uuriti 4 mutantse suvinisuliini ja 6 -sordi geneetilist potentsiaali erinevate mineraalväetisefoonide korral. Kahe- ja kolmefaktorilise dispersioonanalüüsi ja t-testi abil näidatakse saagi sõltuvust genotüübist ja toitumistingimustest. Terade struktuurianalüüsi alusel selguvad genotüüpide eelised saagikuse seisukohast.

Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Ekspérimentaalbioloogia Instituut

Toimetusse saabunud
23. X 1975

Oskar PRIILINN, Alli VALJAOTS, Vello KASK, Maimu TOHVER

REACTION OF SOME MUTANT LINES AND SORTS OF SUMMER WHEAT
TO BIG DOSES OF MINERAL FERTILIZER

Summary

In two field tests, the genetic potentials of 4 mutant lines and 6 sorts of summer wheat were studied on the background of different mineral fertilizers. With the aid of two- and three-factor dispersion analysis and t-test, the role of the genotype in the formation of the yield under concrete nutritional conditions was determined. By an analysis of the structure of the yield, the advantages of certain genotypes for obtaining high yields were determined.

Academy of Sciences of the Estonian SSR,
Institute of Experimental Biology

Received
Oct. 23, 1975