

УДК 633. 11"321":631.527

ТОЧНОСТЬ И ДОСТОВЕРНОСТЬ ОЦЕНОК В СЕЛЕКЦИОННОМ ПИТОМНИКЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Ю. Б. КОНОВАЛОВ, В. Н. ИГОНИН

(Кафедра селекции и семеноводства полевых культур)

Проведено сравнение урожайности и ее элементов по 15 сортам яровой пшеницы в конкурсном испытании и в модельных селекционных питомниках при наличии или отсутствии взаимовлияния соседних образцов и краевого эффекта в благоприятный и сухой годы. Взаимовлияние образцов и краевой эффект заметно уменьшают соответствие оценок урожайности в указанных звеньях селекционного процесса. Попытка восстановить соответствие путем посева защитных рядков вдоль полосы питомника с обеих ее сторон, снижающих краевой эффект, успеха не имела.

Результативность селекционной работы не в последнюю очередь зависит от точности и достоверности оценок образцов в питомниках и сортоиспытаниях. Между тем такие оценки в ранних звеньях селекционного процесса оставляют желать лучшего. Точность опыта в селекционном питомнике из-за малого количества семян, определяющего небольшую площадь делянки и отсутствие повторений, крайне низка [3, 4]. К искажению оценок приводит и взаимовлияние образцов соседних делянок при отсутствии защиток, а также распространение краевого эффекта на значительную часть делянки [1, 3, 5, 6]. Последнее нарушает принцип типичности, что опять-таки вызывает искажение оценок образцов вследствие взаимо-

действия генотип – среда. Точно так же действуют малые нормы высева, обычно применяемые в селекционном питомнике [2].

Эффекты взаимодействия образцов и нарушения принципа типичности по площади питания растений в селекционном питомнике были исследованы в работах кафедры селекции и семеноводства Тимирязевской академии [3, 4]. В опытах [3] изучались посевы одного и того же набора сортов яровой пшеницы в ряде модельных селекционных питомников, различающихся по площади питания растений, наличием или отсутствию защитных рядков, разделяющих учетные рядки соседних делянок. Сравнение величине посевов того же набора сортов в контрольном питомнике, где исполь-

зовали типичные нормы высева и не учитывали краевые рядки (краевой эффект). Было установлено значительное искажение оценок, вызванное влиянием взаимодействия вариантов и нарушением принципа типичности. Следует отметить, что в данном исследовании в целях приближения площади питания растений к производственной в соответствующих вариантах междурядья были уменьшены до 10 см, что в реальной селекционной работе едва ли осуществимо и что могло вызвать чрезмерно сильный эффект взаимодействия соседних рядков. Кроме того, в этих опытах не исключали краевой эффект в селекционном питомнике.

В предлагаемой статье изложены результаты сходных по идее опытов. Однако в этом случае исследованные типы селекционных питомников были близки к реально используемым в селекции яровой пшеницы, где применяются ручные и тракторные кассетные сеялки или просто ручной посев. Изучалось также влияние краевого эффекта в селекционном питомнике и в конкурсном сортоиспытании, с которым сравнивали различные типы селекционного питомника.

Методика

Опыты проводили на Селекционно-генетической станции им. П. И. Лисицына Тимирязевской академии в 1991–1992 гг. В модельных селекционных питомниках и конкурсном сортоиспытании высевали следующий набор сортов мягкой яровой пшеницы: Московская 35, Ленинградка, Жница, Приокская, Симбирка, Энита, Иволга и еще 8 перспективных линий селекции ТСХА. Указанный набор можно считать достаточно типичным для современной селекции яровой пшеницы в данном регионе.

Исследовали 5 типов селекционно-го питомника (СП), но при этом ограничились только тремя вариантами посева (рисунки), для чего в одном варианте посева выделяли два типа питомника. В 1-м варианте на каждой делянке было по 5 120-сантиметровых рядков, что позволяло исключить взаимовлияние соседних образцов. В учет брали только средний рядок. Во 2-м варианте делянка была однорядковой такой же длины. С помощью шнура рядки делили на 5 частей: 2 части по 10 см с обоих концов рядка, 2 части по 40 см за 10-сантиметровыми участками и 1 часть – 20 см в центре рядка. При I типе СП в 1-м варианте посева исключали краевые 10-сантиметровые участки, подверженные краевому эффекту, при II – средний 20-сантиметровый отрезок. Во 2-м варианте посева аналогичным образом выделяли III и IV типы СП.

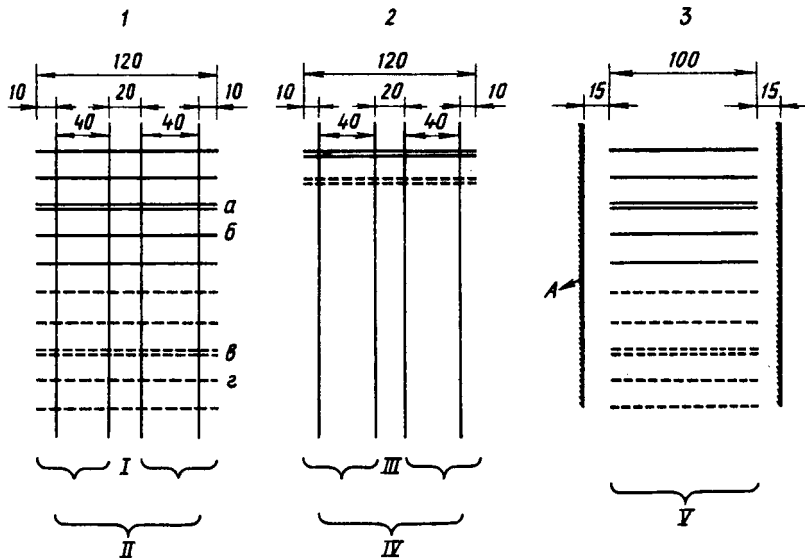
Технически учет урожая и его элементов указанных типов СП осуществляли следующим образом. Убирали отдельно краевые 10-сантиметровые участки рядка, объединяя их вместе, затем следующие 40-сантиметровые, которые также объединяли, и, наконец, 20-сантиметровый средний участок. Получили таким образом 3 снопа, которые анализировали отдельно. Путем сложения соответствующих исходных данных получали значения показателей различных типов СП.

Таким образом, I тип СП свободен от взаимовлияния образцов и краевого эффекта, II тип – от взаимовлияния, III – только от краевого эффекта, IV – подвержен тому и другому. В V типе СП, который несколько выпадает из общей схемы, исключили взаимодействие образцов и сделали попытку снять краевой эффект путем высева с каждой из сторон полосы защитного рядка сорта Иволга на 15 см от

края полосы (50 всхожих семян на 1 пог. м ряда).

Все типы СП имели однорядковую учетную делянку длиной 1 м, междурядье 20 см; норма высева 50 семян на 1 м, что довольно типично для селекционного питомника и соответствует современным средствам механизации его посева. Норма высева — 2,5 млн семян на гектар, что примерно в 2 раза меньше, чем в производственных посевах. Семена в учетных рядах раскладывали точно через 2 см по линейке в открытую борозду. Защитные рядки засеивали ручной сеялкой СР-1 при той же норме высева. Повторность в СП 10-кратная. Размещение сортов в повторении систематическое. Это позволяет сохранить во всех повторениях одно и то же положение одних сортов по отношению к другим, что важно для выявления их взаи-

модействия. Такое размещение сортов соответствует реальной ситуации: в СП посев производится, как правило, без повторений, а значит, невозможна компенсация ошибок, связанных с взаимовлиянием образцов в одном повторении за счет более удачного расположения их в других при рендомизированном размещении, не говоря уже о том, что рендомизация в ранних питомниках не применяется. С точки зрения методики опытного дела в этом случае не нарушается принцип случайности (если опять-таки не говорить о взаимовлиянии сортов), так как тренд почвенного плодородия (если он имеется) в пределах блока при малых делянках несуществен, а только он заставляет прибегать к рендомизации. В каждом повторении размещали I–IV типы СП, а V — отдельно, так как защитные



Типы селекционного питомника и варианты посева (размеры в см).

I, II, III, IV, V — типы селекционного питомника 1, 2, 3 — варианты посева; а и в — учетный рядок 1-го и 2-го образцов; б и г — защитный рядок 1-го и 2-го образцов; А — рядок обсева.

рядки вдоль полосы не позволяли совместить последнюю с полосами других типов СП по ширине.

Оценки в СП сравнивали с оценками в конкурсном сортоиспытании (КСИ) того же набора сортов. Его высевали в 6-кратной повторности на делянках 5 м² с помощью сеялки СН-10, у которой к 7 дисковым сошникам, предусмотренным конструкцией, добавили еще 2. Норма высева 5,5 млн всхожих семян на гектар. Расположение сортов в повторениях рендомизированное. На каждой делянке закладывали во время всходов пробные площадки: одну — на краевых рядках, другую — на средних. Последние чередовали в повторениях. В площадку входило 0,76 пог. м рядка. Общая ее площадь для сорта — 1 м² на краевых рядках и столько же на средних. Площадки убирали отдельно. Отдельно (вручную) убирали также оба краевых рядка в один сноп и обмолачивали его на молотилке. Остальную часть делянки убирали селекционным комбайном Хеге-125. Посев КСИ и СП проводили практически одновременно. На посев СП требовалось 2 дня, и в один из этих дней сеяли КСИ. Учитывали массу зерна с делянки, число растений перед уборкой, продуктивную кустистость, массу зерна с 1 колоса и с растения, массу 1000 зерен. Последний показатель в КСИ определяли по ГОСТ 10842—89, в СП — как среднее из двух проб по 250 зерен в 1991 г. и путем подсчета и взвешивания всего зерна в 1992 г., что вызвано малым числом зерен в этом засушливом году.

Питомники и КСИ размещали по пласту клевера. Агротехника типичная для зоны.

Результаты

Метеорологические условия вегетационных периодов в годы прове-

Т а б л и ц а 1
Метеорологические условия
вегетационного периода

Год	Май	Июнь	Июль	Август
<i>Среднесуточная температура, °С</i>				
1991	13,6	19,1	18,4	16,4
1992	12,2	17,0	19,1	18,5
Средняя многолетняя	12,0	16,4	18,5	16,4
<i>Сумма осадков, мм</i>				
1991	48	122	101	147
1992	38	31	18	50
Средняя многолетняя	55	70	83	77

дения опытов были контрастными (табл. 1): 1991 год можно охарактеризовать как благоприятный, а 1992 г. — как засушливый. При этом весенняя засуха перешла в длительную летнюю, что для региона нетипично. Благодаря особенностям погоды оказалось возможным исследовать соответствие оценок в различных типах СП и КСИ в резко различающихся условиях вегетации.

Средняя урожайность по набору сортов, представленная в табл. 2, определялась в расчете на гектар. При такого рода пересчете статистические ошибки возрастают многократно, но для грубой прикидки по всему набору это не имеет значения. Из табл. 2 видно, что урожайность в засушливом году снизилась в 1,3 раза по сравнению с благоприятным годом. Естественно, что в типах СП без краевого эффекта она меньше, чем в питомниках, где он имел место. Урожай краевых рядков в КСИ по той же причине заметно выше, чем остальных рядков делянки.

В благоприятный год на урожай краевых рядков в общем урожае приходилось 31 %, в засушливый — 25 %. Это доля урожая, полученная

Т а б л и ц а 2

Средняя урожайность (т/га) по набору сортов

Год	Типы СП					КСИ		
	I	II	III	IV	V	средние рядки	краевые рядки	вся делянка
1991	2,90	3,26	3,04	3,34	2,68	3,49	5,36	3,90
1992	1,77	1,93	1,66	1,86	1,94	2,87	3,36	3,00

в нетипичных условиях. Как видно, в благоприятный год она довольно велика и значительно превосходит долю краевых рядков в том случае, если бы краевой эффект отсутствовал ($2 \times 100 : 9 = 22$). Краевой эффект лучше выражен в благоприятный год, нежели в засушливый.

Степень соответствия оценок в различных типах СП оценкам в КСИ устанавливали по значениям коэффициентов корреляции. Анализировали также соответствие оценок по краевым рядкам КСИ оцен

кам по остальным рядкам, а также делянке в целом. Прежде всего это выполнено для интегрального показателя – урожайности (табл. 3).

Из табл. 3 следует, что корреляционная связь урожайности в СП и КСИ ухудшается под влиянием краевого эффекта. Так, у II типа СП (взаимовлияние исключено, краевой эффект присутствует) связь с КСИ менее тесная, чем у I (взаимовлияние и краевой эффект исключены), а у IV (взаимовлияние и краевой эффект присутствуют)

Т а б л и ц а 3

Коэффициент корреляции урожайности образцов в различных типах СП и КСИ

КСИ	Типы СП					КСИ	
	I	II	III	IV	V	средние рядки	краевые рядки
<i>1991 г.</i>							
Средние рядки	0,78**	0,62*	0,55*	0,51*	0,34		
Краевые рядки	0,81***	0,81***	0,74**	0,70**	0,50	0,82***	
Вся делянка	0,82***	0,70**	0,64**	0,59*	0,41	0,99***	0,90***
<i>1992 г.</i>							
Средние рядки	0,58*	0,54*	0,66**	0,55*	0,12		
Краевые рядки	0,63*	0,54*	0,56*	0,38	0,23	0,92***	
Вся делянка	0,62*	0,58*	0,62*	0,50	0,20	0,99***	0,96***

Примечание. Здесь и в табл. 5: * – значимо с вероятностью 0,05; ** – 0,01; *** – 0,001.

менее тесная, чем у III (взаимовлияние присутствует, краевой эффект исключен). Отчетливо прослеживается и отрицательная роль взаимовлияния образцов. При сравнении I и III, II и IV типов СП обнаруживается, как правило, преимущество тех из них, у которых учетные рядки образцов отделены от соседних образцов защитными рядками (I и II типы). Наихудшее соответствие с оценками в КСИ показал IV тип СП (если не рассматривать V, несколько выпадающий, как было сказано выше, из общей схемы), в котором присутствуют и взаимовлияние, и краевой эффект. Примечательно, что в оба года искажающие оценку урожайности эффекты взаимовлияния и края прослеживаются достаточно отчетливо. В благоприятный год в целом соответствие оценок СП и КСИ выражено лучше. Искажение оценки урожайности в СП в этом случае в

большей мере определяется взаимовлиянием образцов, чем краевым эффектом.

Все эти заключения сделаны на основе сопоставления результатов, полученных в СП и во всех вариантах учета урожая в КСИ в целом. Дифференциация, связанная с положением рядков, добавляет очень немного. Наиболее тесную связь между различными типами СП и КСИ в благоприятный год дают краевые рядки делянок. Это легко объяснить: у всех СП вдвое меньшая по сравнению с КСИ норма высева. Следовательно, нужно ожидать более тесного их соответствия краевым рядкам КСИ, где площадь питания растений больше, чем в средних рядках. В засушливом году сказанное не подтвердилось, что, возможно, связано с отмеченным выше менее выраженным краевым эффектом.

Отдельно следует рассмотреть V

Т а б л и ц а 4
Средние значения элементов структуры урожайности

КСИ	Типы СП					КСИ	
	I	II	III	IV	V	средние рядки	краевые рядки
<i>Продуктивность растения, т</i>							
1991	1,81	2,38	1,88	2,48	1,59	0,91	1,26
1992	1,22	1,56	1,35	1,79	1,48	0,81	1,06
<i>Продуктивность колоса, т</i>							
1991	0,88	0,93	0,98	0,99	0,83	0,76	0,76
1992	0,93	0,94	0,92	0,90	0,98	0,75	0,89
<i>Масса 1000 зерен, т</i>							
1991	31,5	31,0	31,6	30,9	31,2	31,0	30,0
1992	35,4	35,1	37,0	36,2	35,2	35,3	37,6
<i>Число растений на 1 м²</i>							
1991	163	169	156	160	168	325	370
1992	146	146	128	132	133	322	346

Т а б л и ц а 5

Коэффициенты корреляции продуктивности растения и колоса, массы 1000 зерен и числа растений на 1 м² в различных типах СП и КСИ в 1991 г. (числитель) и 1992 г. (знаменатель)

КСИ	Типы СП					КСИ	
	I	II	III	IV	V	средние рядки	краевые рядки
<i>Продуктивность растения</i>							
Средние рядки	<u>0,59*</u> 0,43	<u>0,37</u> 0,31	<u>0,27</u> 0,33	<u>0,55*</u> 0,24	<u>0,52*</u> 0,34	—	—
Краевые рядки	<u>0,67**</u> 0,56*	<u>0,37</u> 0,34	<u>0,52*</u> 0,42	<u>0,42</u> 0,10	<u>0,62*</u> 0,31	<u>0,84***</u> 0,74**	—
<i>Продуктивность колоса</i>							
Средние рядки	<u>0,85***</u> 0,54*	<u>0,59*</u> 0,42	<u>0,55*</u> 0,43	<u>0,67**</u> -0,10	<u>0,63*</u> 0,54*	—	—
Краевые рядки	<u>0,83***</u> 0,73*	<u>0,68**</u> 0,70**	<u>0,66**</u> 0,64**	<u>0,68**</u> 0,17	<u>0,70**</u> 0,72**	<u>0,91***</u> 0,73**	—
<i>Масса 1000 зерен</i>							
Средние рядки	<u>0,86***</u> 0,81***	<u>0,74**</u> 0,66**	<u>0,74**</u> 0,84***	<u>0,62*</u> 0,81***	<u>0,81***</u> 0,91***	—	—
Краевые рядки	<u>0,92***</u> 0,85***	<u>0,81***</u> 0,72**	<u>0,78**</u> 0,89***	<u>0,69**</u> 0,93***	<u>0,90***</u> 0,96***	<u>0,95***</u> 0,92***	—
<i>Число растений на 1 м²</i>							
Средние рядки	<u>0,52*</u> 0,18	<u>0,54*</u> 0,21	<u>0,50</u> 0,20	<u>0,55*</u> 0,32	<u>0,70**</u> 0,47	—	—
Краевые рядки	<u>0,68**</u> 0,29	<u>0,77**</u> 0,30	<u>0,66**</u> 0,45	<u>0,66**</u> 0,49	<u>0,70**</u> 0,54*	<u>0,61*</u> 0,73**	—

вариант СП, в котором пытались убрать краевой эффект посевом защитных рядков вдоль полосы. Результат, однако, оказался прямо противоположным ожидаемому: соответствие урожайности в селекционных питомниках и в КСИ оказалось разрушенным. Ничего не остается, как признать причиной этого взаимодействие защитных рядков с краевыми растениями делянок.

Урожайность делянки КСИ тесно коррелирует с урожайностью средних рядков, нежели с урожайностью краевых, очевидно, в силу большей

доли их в общем урожае. Впрочем, связь с краевыми рядками тоже достаточно тесная. Связь краевых и средних рядков, по крайней мере во влажный год, заметно разрушается из-за различной реакции генотипов на разную площадь питания. К сожалению, вывод об отсутствии искажения оценки урожайности краевыми рядками, который был бы очень важен для практики сортоиспытания, можно сделать только для данного набора сортов. Чтобы распространить его на все случаи сортоиспытания, нужны эксперименты с другими наборами сортов.

Не довольствуясь урожайностью, мы определяли соответствие ее элементов в СП и КСИ. Нужно иметь в виду, что если урожайность оценивается по всей делянке КСИ, то элементы ее структуры — только по площадкам. Хотя в опыте площадь последних значительно больше, чем принято в селекционных учреждениях и в госсортоиспытании (0,5 м²), все же она составляет лишь незначительную часть делянок. Значит, точность оценки элементов структуры урожайности меньше, чем урожайности. Одно это может привести к нарушению соответствия оценок в СП и КСИ (правда, многое здесь зависит от вариабельности, свойственной урожайности, а также элементам ее структуры); так что следует быть готовым к менее четким тенденциям по сравнению с выявленными для урожайности.

Преимущества 1991 г. выявляются достаточно отчетливо по продуктивности растений и их числу на 1 м² (табл. 4). Продуктивность колоса в благоприятный год меньше, что можно объяснить более значитель-

ным кущением (колосья боковых побегов мельче) и более густым стеблестоем. То же самое относится к массе 1000 зерен.

Корреляция оценок продуктивности растений в различных типах СП и КСИ (табл. 5) в общем обнаруживает те же закономерности, что и корреляция урожайности, но с нарушениями, предположительная причина которых изложена выше. Нужно отметить в общем худшее соответствие СП и КСИ, нежели в случае урожайности, связанное, очевидно, с менее точным учетом продуктивности (по площадкам).

По продуктивности колоса получается более тесная связь между СП и КСИ (табл. 5), чем по продуктивности растений, вследствие меньшей вариабельности этого показателя в КСИ. Однако и здесь в общем сохранились тенденции, отмеченные выше.

Тесная связь массы 1000 зерен в СП и КСИ также объясняется малой вариабельностью данного показателя. При этом действие краевого эффекта прослеживается достаточно отчетливо, а действие взаимовлия-

Т а б л и ц а 6

Точность опыта в КСИ и коэффициент вариации в СП (%)
в 1991 г. (числитель) и 1992 г. (знаменатель)

Показатель	Типы СП					КСИ		
	I	II	III	IV	V	средние рядки	краевые рядки	вся делянка
Урожайность	<u>46,6</u>	<u>46,2</u>	<u>43,5</u>	<u>43,9</u>	<u>38,3</u>	<u>4,4</u>	<u>5,1</u>	<u>3,6</u>
	39,4	36,7	42,1	50,0	35,9	5,4	8,1	6,0
Продуктивность растений	<u>44,7</u>	<u>43,8</u>	<u>31,9</u>	<u>37,5</u>	<u>24,7</u>	<u>11,4</u>	<u>9,3</u>	—
	38,9	38,0	48,1	36,0	24,4	17,6	13,6	
Продуктивность колоса	<u>38,9</u>	<u>47,7</u>	<u>30,4</u>	<u>38,9</u>	<u>37,1</u>	<u>8,3</u>	<u>6,8</u>	—
	36,9	43,2	46,1	38,2	30,4	10,2	7,4	
Масса 1000 зерен	<u>24,9</u>	<u>24,9</u>	<u>25,4</u>	<u>27,3</u>	<u>21,7</u>	<u>1,9</u>	<u>3,1</u>	—
	16,0	15,5	17,2	18,5	23,5	1,7	2,0	
Число растений на 1 м ²	<u>29,5</u>	<u>27,4</u>	<u>23,3</u>	<u>21,7</u>	<u>27,9</u>	<u>8,2</u>	<u>7,3</u>	—
	22,0	21,6	16,4	19,7	23,9	13,3	12,3	

ния образцов — только в благоприятный год.

Наконец, число растений в СП и КСИ также коррелирует (табл. 5), но связь примерно на уровне, отмеченном для продуктивности растения, и значима, как правило, только в благоприятном 1991 г. Взаимовлияние образцов и краевой эффект на тесноту связи в этом случае не влияют.

Из табл. 5 видно, что соответствие элементов структуры урожайности краевых площадок и площадок, заложенных на средних рядках, далеко не полное.

Точность опыта в СП (ее роль выполняет коэффициент вариации, поскольку реальные селекционные питомники повторений не имеют) значительно уступает точности опыта в КСИ, что вполне естественно (табл. 6). Интересно здесь одна деталь: если точность опыта в КСИ в сухой год значительно меньше, чем в благоприятный, то в СП картина обратная. Есть только одно объяснение этому: точная раскладка семян в учетных рядках СП и ее отсутствие в КСИ. Как можно ожидать, точная раскладка уменьшает аутоконкуренцию (конкуренцию между растениями одного генотипа), которая порождает сильную модификационную изменчивость в условиях нехватки влаги. Это заставляет предположить, что точная раскладка семян в СП является еще одним фактором, разрушающим соответствие оценок СП и КСИ, так как аутоконкуренция у различных образцов может быть неодинаковой и, следовательно, возможно взаимодействие генотип — способ посева. Нужна экспериментальная проверка этого предположения.

Выводы

1. В селекционном питомнике, типичном для современной техники его посева, оценка урожайности, а также ее элементов заметно искажается под действием взаимовлияния образцов и краевого эффекта.

2. Соответствие оценок в селекционном питомнике оценкам в конкурсном сортоиспытании в благоприятный год выражено лучше, чем в засушливый.

3. Урожайность деленок конкурсного сортоиспытания теснее коррелировала с урожайностью средних рядков, нежели краевых, хотя связь с урожайностью последних для данного набора сортов также довольно тесная.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Деревицкий Н. Ф.* Опытное дело в растениеводстве. Кишинев, 1962.—
2. *Коновалов Ю. Б., Аль-Сабати С. С.* Прогноз эффективности отбора из посевов различной густоты у сортов яровой мягкой пшеницы.— Изв. ТСХА, 1983, вып. 5, с. 43–50.—
3. *Коновалов Ю. Б., Климачева В. А.* Оценка различных признаков яровой пшеницы в селекционном питомнике.— Изв. ТСХА, 1975, вып. 6, с. 47–57.—
4. *Коновалов Ю. Б., Назаренко О. К.* Оценка линий яровой пшеницы в селекционных питомниках различных типов.— Изв. ТСХА, 1968, вып. 5, с. 91–104.—
5. *Jensen N. F., Federer W. T.*— *Grup Sci.*, 1964, vol. 4, N 6, p. 641–645.—
6. *Kempton R. A.*— *J. agr. Sci.*, 1982, vol. 98, N 2, p. 595–611.

Статья поступила 25 марта 1993 г.

SUMMARY

Coefficient of correlation between yielding ability and its elements in 15 spring wheat varieties in model selection nurseries and in competitive strain testing

decreases under the influence of mutual effect of the varieties and of border effect. There has been no big difference in the values of coefficients of correlation between the yield of the whole plot for competitive strain testing and that of border and middle rows for such set of varieties.