

УДК 633.11:631.527.4:631.524

ВЛИЯНИЕ ОНТОГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ГЕНЕТИКО-СТАТИСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ОТБОР ПО РОСТОВЫМ ПРИЗНАКАМ У МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

А.В. СМИРЯЕВ, В.В. ПЫЛЬНЕВ, ТАО ЮНШЭН

(Кафедра генетики, кафедра селекции и семеноводства полевых культур)

В течение трех лет изучалась онтогенетическая изменчивость высоты растений, длины колоса и площади флагового листа по 22 сортам мягкой озимой пшеницы, районированным в разные сроки. Для этих признаков исследованы динамика в период роста растений и изменчивость по годам испытания коэффициентов наследуемости в широком смысле, коэффициентов автокорреляции и степени детерминации, которая оценивается с применением метода селекционных индексов. Два последних параметра впервые использованы для изучения надежности отбора конечных значений ростовых признаков, а также продуктивности растений и массы 1000 зерен по промежуточным измерениям ростовых признаков.

Урожайность является комплексным признаком, тесно коррелирующим с показателями роста и развития растений и в значительной степени зависящим от складывающихся в ходе онтогенеза агроэкологических условий [4, 5, 8, 11, 12]. Формирование урожая происходит на всех этапах онтогенеза, тем не менее в подавляющем большинстве работ, посвященных изучению зависимости показателей урожайности от количественных признаков, последние рассматриваются по их

конечному значению на момент уборки, т.е. без учета их онтогенетической изменчивости [1, 6, 8]. Следует подчеркнуть, что сложность онтогенетического процесса состоит в следующем: во-первых, в разных экологических условиях и на разных этапах роста и развития проявление признака зависит от различных полиморфных генов, во-вторых, в изменении активности одних и тех же полиморфных генов в ходе органогенеза. В результате этого не только на разных этапах онтогене-

за, но и в разные годы выращивания признаки детерминируются неодинаково [2]. Выяснение особенностей онтогенетической изменчивости количественных признаков в процессе всего периода развития растения позволит в значительной мере повысить надежность отбора в селекционном процессе.

Нами исследовалась изменчивость количественных признаков сортов озимой мягкой пшеницы в онтогенезе и по годам испытания. Эта изменчивость складывается из генотипических и средовых эффектов. Выделив долю средовых влияний, можно выявить генотипические эффекты онтогенетической изменчивости количественных признаков с большой степенью вероятности, что повысит надежность подбора родительских пар для скрещивания и увеличит эффективность отбора в популяции. Характер отношения онтогенетической изменчивости количественных признаков к показателям урожайности проанализирован нами, в частности, по коэффициентам корреляции последней со значениями этих ростовых признаков в онтогенезе с использованием метода селекционных индексов, что позволяет оценить эффективность отбора генотипов.

Методика

Полевые эксперименты проводили на поле Лаборатории селекции и генетики полевых культур Тимирязевской академии в 1992—1994 гг. Для изучения были взяты 22 сорта озимой мягкой пшеницы различных лет районирования, которые рассматривались как модельная популяция. Опыт был заложен в 3-кратной повторности с рандомизирован-

ым размещением делянок. Площадь делянки — 5 м².

В ходе эксперимента измеряли высоту растений, длину колоса и площадь флагового листа на 20 растениях в каждой повторности. Исследование в процессе роста формы ростовых реакций этих легкоучитываемых количественных признаков на колебания условий выращивания обусловлено несколькими причинами. Во-первых, данные признаки являются биологическими «индикаторами» среды; во-вторых, за ними может стоять большое число генов, представляющих иную часть генома, чем те, которые выявляются методами биохимической и молекулярной генетики; в-третьих, большинство признаков, важных в смысле особенностей морфологии и физиологии растений, являются количественными признаками [3, 9].

Высоту растений измеряли с начала фазы кущения, длину конуса нарастания — с начала выхода в трубку, длину колоса — с начала колошения. При появлении флагового листа определяли его длину (d) и ширину (W), а затем — площадь (S) по формуле $S = 0,67dW$. Измерения проводили через каждые 5 дней. Математическую обработку данных проводили с помощью IBM PC-286.

Онтогенетическую изменчивость количественного признака (X) анализировали в рамках следующей простейшей модели:

$$X_{ki} = G_{ki} + e_{ki},$$

где X_{ki} — фенотипическое выражение признака в i -м измерении у k -го сорта в l -м повторении опыта; G_{ki} — истинное генотипическое значение признака; e_{ki} — средовое

отклонение в l -м повторении. Изучали изменчивость в онтогенезе коэффициента наследуемости (H^2) и коэффициента автокорреляции (R) каждого признака, коэффициента корреляции $r(I, G)$, используемого в методе селекционных индексов, а также других генетико-статистических параметров.

Коэффициент наследуемости в широком смысле, который введен Luch [13], для каждого измерения признака в онтогенезе определяли по формуле

$$H^2 = \sigma_G^2 / \sigma_P^2,$$

где σ_G^2 — дисперсия генотипической изменчивости исходного набора генотипов на момент измерения признака; σ_P^2 — дисперсия фенотипической ценности для данного набора генотипов. При этом предполагается, что отбор лучших по степени выражения признака будет проведен среди константных в поколениях генотипов. Следует подчеркнуть, что всюду речь идет об эффектах однократного отбора.

Средовой коэффициент автокорреляции (R_{ij}) для признака равен обычно коэффициенту корреляции случайных ошибок e_i и e_j двух его измерений (i -го и j -го) в онтогенезе. Он характеризуется соотношением уровней средовых отклонений e_i и e_j при удалении во времени этих двух измерений и существенно зависит от разности средних значений признака $|\bar{X}_i - \bar{X}_j|$ всех 22 исследуемых сортов.

На значение R_{ij} влияют 2 фактора: во-первых, случайная ошибка выборочности при измерении признака у сортов по 20 растениям в одном повторении (a); во-вторых, влияние случайных «стартовых» различий

сортов по изучаемому признаку, возникающих из-за пестроты почвенного плодородия на опытном поле (b). В работе коэффициент R_{ij} впервые использован для изучения динамики влияния этих «стартовых» различий на ошибки селекционно-генетических опытов по конкретным ростовым признакам.

Влияние фактора (b), по-видимому, снижается при увеличении $|\bar{X}_i - \bar{X}_j|$. Для проверки такого предположения в качестве аппроксимирующей кривой, характеризующей регрессионную зависимость R_{ij} каждого признака от разности средних значений $|\bar{X}_i - \bar{X}_j|$, использовалась квадратическая регрессия

$$R_{ij} = A + B|\bar{X}_i - \bar{X}_j| + C|\bar{X}_i - \bar{X}_j|^2.$$

Влияние фактора (a), видимо, мало зависит от $|\bar{X}_i - \bar{X}_j|$. Естественно предположить, что при $|\bar{X}_i - \bar{X}_j| = 0$ $R_{ij} = 1$. Учитывая это соображение, для компенсации влияния фактора (a) на результаты анализа все полученные значения R_{ij} были умножены на $1/R^0$, где R^0 численно характеризуется аппроксимацией R_{ij} квадратичной регрессией при $|\bar{X}_i - \bar{X}_j| = 0$. Далее исследовали лишь новые значения $R'_{ij} = 1/R^0 \cdot R_{ij}$ и их аппроксимацию с помощью квадратичных регрессий по каждому признаку и году отдельно.

Для оценки возможности отбора в наборе генотипов по данным, полученным в онтогенезе, нами впервые был использован метод селекционных индексов по Smith [15]. При этом в генотипический критерий G включали конечное значение одного (главного) признака на момент уборки урожая, а в индекс I — значения 2—3 измерений того же или(и) других исследуемых признаков в онтогенезе:

$$I_k = \sum X_{ki} b_i$$

Здесь X_{ki} — среднее по повторениям опыта значение i -го измерения признака у k -го образца; b_i — относительные фенотипические веса i -го измерения того же или других признаков, максимизирующие $r(I, G)$ — коэффициент корреляции генотипических критериев (G) с индексами (I) — или, что то же самое, максимизирующие ΔG — успех (надежность) отбора главного признака, включенного в G , по I [10].

В каждом отдельном опыте метод индексов позволяет выявить наборы признаков и их измерений в онтогенезе, которые при включении их в индекс дают наиболее точную информацию о главном признаке, включенном в генотипический критерий (G). Чтобы реализовать эти свойства метода, следует провести предварительный анализ надежности отбора (ΔG) или $r(I, G)$ на основе разных измерений изучаемых признаков в онтогенезе.

Результаты и их обсуждение

Характер изменения коэффициентов наследуемости высоты растений в онтогенезе (H^2) показывает, что в начале роста генетические различия четко проявляются на фоне средовых отклонений (рис. 1). Отбор надежен, но только для этих моментов роста. На пути к конечным значениям признака взаимодействие генотип — время (аналог взаимодействия генотип — среда в онтогенезе) может вызвать сильные изменения рангов генотипов по высоте.

На средних этапах роста коэффициенты наследуемости (H^2) резко снижаются, что связано с увеличе-

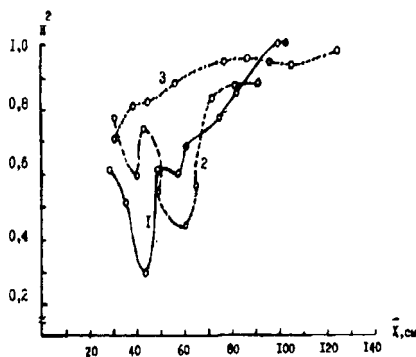


Рис. 1. Онтогенетическая изменчивость коэффициента наследуемости (H^2) по высоте растений в зависимости от средних значений (X) этого признака в онтогенезе: 1 — 1992 г.; 2 — 1993 г.; 3 — 1994 г.

нием вклада средовой изменчивости и снижением генотипической изменчивости сортов. Начиная с высоты растений 60—70 см коэффициент наследуемости (H^2) в широком смысле снова высок. Это значит, что отбор генотипов по признаку «высота растений» будет надежен, если его проводить среди растений выше 60—70 см. Но и здесь следует помнить об искажающем влиянии взаимодействия генотип — время.

Поведение H^2 признаков «длина колоса» и «площадь флагового листа» в онтогенезе такое же, как и у предыдущего признака. Начиная с длины колоса в 2—6 см и с площади флагового листа в 12—15 см² коэффициенты наследуемости (H^2) повышаются, а на заключительных стадиях развития и при достижении размеров, близких к максимальным, сохраняются на определенном высоком уровне. Поэтому отбор сортов в онтогенезе по трем изучаемым признакам надежен с периода, когда коэффициент наследуемости (H^2) начинает повышаться, т.е. на поздних стадиях развития растений.

В результате анализа онтогенети-

ческой изменчивости коэффициента автокорреляции, который характеризует стабильность сохранения «стартовых» различий, установлено, что общая тенденция — снижение R'_{ij} при увеличении $|\bar{X}_i - \bar{X}_j|$ до определенных значений к концу роста.

Аппроксимация значений R'_{ij} в онтогенезе по высоте растений в зависимости от разности средних значений $|\bar{X}_i - \bar{X}_j|$ проводилась с помощью квадратных регрессий:

$$R'_{ij} = 1 - 0,0092|\bar{X}_i - \bar{X}_j| + 0,0004|\bar{X}_i - \bar{X}_j|^2 \text{ (1992 г.)},$$

$$R'_{ij} = 1 - 0,0147|\bar{X}_i - \bar{X}_j| + 0,0011|\bar{X}_i - \bar{X}_j|^2 \text{ (1993 г.)},$$

$$R'_{ij} = 1 - 0,0055|\bar{X}_i - \bar{X}_j| + 0,00001|\bar{X}_i - \bar{X}_j|^2 \text{ (1994 г.)}.$$

Коэффициент автокорреляции ростового признака снижается при увеличении $|\bar{X}_i - \bar{X}_j|$ на заключительных этапах роста и развития почти стабилизируется на определенных положительных уровнях — случайные «стартовые» различия по высоте растений в онтогенезе в зависимости от года сохраняются на 50—70% (рис. 2).

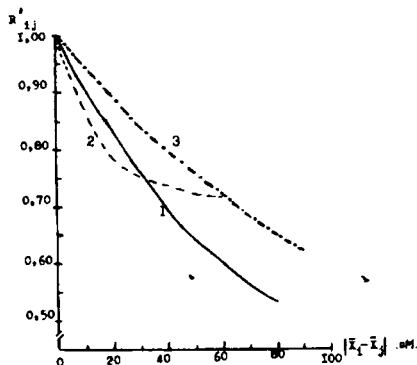


Рис. 2. Аппроксимация значения R'_{ij} для высоты растений в зависимости от разности средних значений этого признака в онтогенезе с помощью квадратных регрессий. Обозначения те же, что на рис. 1.

Аналогичные аппроксимации значений R'_{ij} по длине колоса и площади флагового листа в зависимости от разности средних значений этих признаков в онтогенезе (1992—1994 гг.) дали следующие формулы квадратных регрессий:

$$R'_{ij} = 1 - 0,1676|\bar{X}_i - \bar{X}_j| + 0,0098|\bar{X}_i - \bar{X}_j|^2 \text{ (длина колоса, 1992 г.)},$$

$$R'_{ij} = 1 - 0,1003|\bar{X}_i - \bar{X}_j| + 0,0054|\bar{X}_i - \bar{X}_j|^2 \text{ (длина колоса, 1994 г.)},$$

$$R'_{ij} = 1 - 0,2261|\bar{X}_i - \bar{X}_j| + 0,0142|\bar{X}_i - \bar{X}_j|^2 \text{ (площадь флагового листа, 1993 г.)},$$

$$R'_{ij} = 1 - 0,1189|\bar{X}_i - \bar{X}_j| + 0,0049|\bar{X}_i - \bar{X}_j|^2 \text{ (площадь флагового листа, 1994 г.)}.$$

«Стартовые» различия между изучаемыми сортами по длине колоса в 1992 г. на момент уборки сохранились на 30%, в 1994 г. — на 60% (рис. 3), по площади флагового листа в 1993 г. — на 11%, в 1994 г. — всего на 30% (рис. 4).

Метод селекционных индексов был применен для оценки надежности отбора, т.е. по детерминации

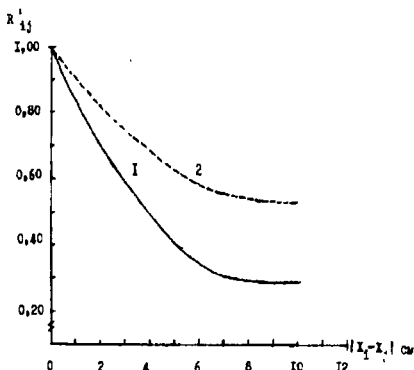


Рис. 3. Аппроксимация значения R'_{ij} для длины колоса в зависимости от разности средних значений этого признака в онтогенезе с помощью квадратных регрессий. 1 — 1992 г.; 2 — 1994 г.

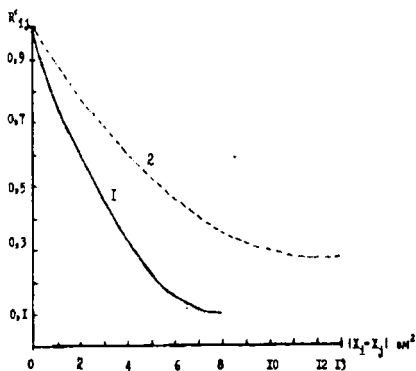


Рис. 4. Аппроксимация значения R_y для площади флагового листа в зависимости от разности средних значений в онтогенезе с помощью квадратичных регрессий. 1 — 1993 г.; 2 — 1994 г.

конечного значения «главного» признака на момент уборки тремя промежуточными соседними измерениями признаков, полученными в онтогенезе за несколько суток (Δt) до уборки. Детерминация оценивается коэффициентом корреляции $r(I, G)$ — между индексом I и критерием G (табл. 1).

Из-за изменчивости генетико-статистических параметров детерминация конечной высоты растений тремя ее измерениями иногда существенно меняется. Так, при включении в индекс трех измерений высоты, проведенных за 20—25 сут до момента уборки, $r(I, G)$ менялся от 0,42 в 1993 г. до 0,84 в 1994 г., при включении в индекс измерений длины колоса за 10—15 сут до момента уборки — от 0,78 в 1992 г. до 0,49 в 1994 г., а при измерении площади флагового листа за 5—10 сут до уборки — от 0,64 в 1993 г. до 0,12 в 1994 г. (табл. 1). Однако остальные варианты индексов дают более стабильные оценки детерминации. Можно сказать, что примерно за 20 сут до полного созревания можно с большой степенью надежности прогнозировать ранжирование сортов по конечной высоте растений.

Следует отметить, что за 24—29 дней до уборки коэффициент наследуемости признака «высота расте-

Т а б л и ц а 1

Коэффициент корреляции $r(I, G)$ между конечным значением высоты растения (G) и тремя соседними измерениями (включенными в I) высоты растений (A), длины колоса (B) или площади флагового (C) листа в онтогенезе (1992—1994 гг.)

Признак в I	Год	Число суток до уборки (Δt)						
		39	34	29	24	19	14	9
(A)	1992	0,40	0,66	0,85	0,79	0,81	0,88	0,97
	1993	—	0,62	0,62	0,42	0,85	0,89	0,89
	1994	—	0,39	0,58	0,84	0,92	0,94	0,95
(B)	1992			0,75	0,86	0,78	0,78	0,53
	1994			0,84	0,82	0,67	0,49	0,49
(C)	1993			—	0,64	0,71	0,59	0,64
	1994			—	—	0,55	0,55	0,12

ний» начинает увеличиваться, что свидетельствует о повышении надежности отбора генотипов по фено-

типическому проявлению рассматриваемого признака именно с этого момента. Но, как уже отмечалось,

H^2 не учитывает взаимодействие генотип — время, искажающее результаты отбора лучших конечных значений признака по данным измерений его в онтогенезе, а метод индексов учитывает. Именно влиянием взаимодействия следует объяснить то, что $r(I, G)$, когда в I — высота за 20—25 сут до уборки, меньше H^2 для того же периода роста, несмотря на то, что при построении индексов используются данные не одного, а трех измерений этого признака.

Изменчивость детерминации конечной длины колоса тремя соседними измерениями признаков найдется на том же уровне, что и для конечной высоты. Так, при включении в индекс трех измерений высоты растений за 35—40 сут до уборки $r(I, G)$ составил 0,65 в 1992 г. и 0,68 в 1994 г., при включении измерений длины колоса за 10—15 сут — 0,82 в 1992 г. и 0,85 в 1994 г., при включении измерений площади флагового листа за 15—20 сут — 0,78 в 1994 г. (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Коэффициент корреляции $r(I, G)$ между конечными значениями длины колоса (G) и тремя соседними измерениями (включенными в I) высоты растений (A), длины колоса (B) или площади флагового (C) листа в онтогенезе (1992—1994 гг.)

Признак в I	Год	Число суток до уборки (Δt)						
		39	34	29	24	19	14	9
(A)	1992	0,65	0,43	0,46	0,46	0,29	0,50	0,39
	1994	0,68	0,65	0,62	0,63	0,62	0,64	0,62
(B)	1992	—	—	—	0,39	0,39	0,82	0,96
	1994	—	—	—	0,47	0,62	0,85	0,78
(C)	1994	—	—	—	—	0,76	0,77	0,55

Детерминация конечной площади флагового листа тремя промежуточными соседними измерениями признаков несколько ниже, чем в вариантах, рассмотренных в табл. 1 и 2. Так, при включении в индекс трех измерений высоты всего за 5—10 сут до момента уборки $r(I, G)$ составил 0,70 в 1993 г. и 0,91 — в 1994 г., при включении измерений длины колоса за 35—40 сут — только 0,23 в 1994 г., при включении измерений площади флагового листа за 10—15 сут — 0,81 в 1993 г. и 0,37 — в 1994 г. (табл. 3).

При сравнительной оценке 22 сортов озимой мягкой пшеницы начиная с указанных выше сроков до момента уборки по каждому конкретному признаку детерминация рассматриваемых главных признаков двумя другими признаками, а также самим этим признаком проявляет сходное варьирование в онтогенезе. Поэтому начиная с указанных сроков можно прогнозировать ранжирование конечных значений или высоты растений, или длины колоса, или площади флагового листа на основании измерений всех трех

Коэффициент корреляции $r(I, G)$ между конечными значениями площади флагового листа (G) и тремя соседними измерениями (включенными в I) высоты растений (A), длины колоса (B) или площади флагового (C) листа в онтогенезе

Признак в I	Год	Число суток до уборки (Δt)					
		30	25	20	15	10	5
(A)	1993	0,51	0,40	0,38	0,49	0,41	0,70
	1994	0,44	0,32	0,15	0,11	0,11	0,91
(B)	1994	0,23	0,25	0,26	0,37	0,41	—
(C)	1993			0,54	0,64	0,81	—
	1994				0,37	0,37	—

признаков на ранних этапах онтогенеза. Следует отметить, что этим методом можно прогнозировать конечное значение длины колоса еще до фазы начала колошения по размерам конусов нарастания.

Отдельные показатели роста и развития тесно коррелируют с конечными показателями продуктивности и устойчивости сортов и гибридов сельскохозяйственных растений [11]. Поэтому степень точности прогноза конечной продуктивности и массы 1000 зерен на основании данных по другим ростовым признакам, полученных в онтогенезе, является важным моментом в селекционном процессе.

Проведенный нами генетико-статистический анализ продуктивности растений и массы 1000 зерен в 1992 г. в связи с изменением в онтогенезе высоты растений, длины колоса и площади флагового листа свидетельствует о возможности прогнозировать показатели продуктивности с учетом коэффициентов корреляции признаков в онтогенезе. Так, можно приблизительно прогнозировать ранжирование продуктивности растения и массы 1000 зерен по трем

соседним измерениям высоты растений за 15 сут до момента уборки ($r(I, G) = 0,50$), за 20 сут до уборки — по трем соседним измерениям длины колоса. За 15 сут до уборки можно приблизительно прогнозировать ранжирование продуктивности растений двумя соседними измерениями высоты растений и двумя соседними измерениями длины колоса. За 20 сут можно прогнозировать ранжирование массы 1000 зерен по двум соседним измерениям высоты растений и двум соседним измерениям длины колоса (табл. 4). Однако в 1992 г. большинство таких прогнозов оказалось весьма приблизительным — $r(I, G)$ невысокие.

Другая ситуация сложилась в 1994 г. Включение в G массы 1000 зерен показало, что ее конечное значение можно надежно оценить за 15 сут по трем соседним измерениям высоты растений, за 20 сут — по трем соседним измерениям площади флагового листа и за 30 сут — по трем соседним измерениям длины колоса, а также за 10 сут до момента уборки по одному измерению высоты растений, длины колоса и пло-

Детерминация изменчивости конечной продуктивности растений (G_1) и массы 1000 зерен (G_2) ростовыми признаками в I по методу селекционных индексов (1992 г.)

В индексе (I)	В критерии (G)	Число суток до уборки (Δt)							
		40	35	30	25	20	15	10	5
3 измерения высоты растений	(G_1)	0,39	0,31	0,25	0,21	0,35	0,53	0,39	0,38
	(G_2)	0,55	0,44	0,23	0,32	0,34	0,52	0,34	0,29
3 измерения длины колоса	(G_1)	—	—	—	0,36	0,44	0,39	0,39	0,34
	(G_2)	—	—	—	0,19	0,22	0,16	0,14	0,18
2 измерения высоты и 2 длины	(G_1)	—	—	0,23	0,41	0,41	0,47	0,42	0,36
	(G_2)	—	—	0,23	0,24	0,51	0,40	0,31	0,24

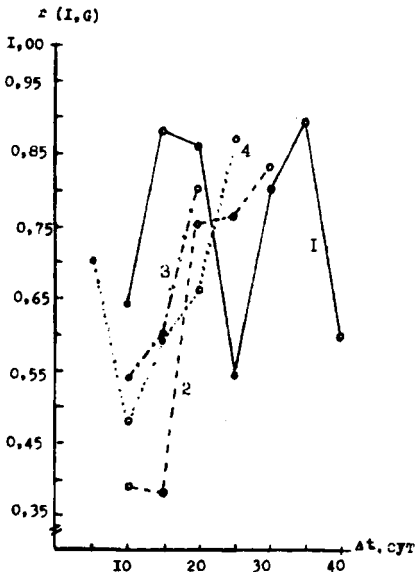


Рис. 5. Динамика $r(I, G)$ коэффициентов корреляции между G , включающим конечную массу 1000 зерен, и индексом I , включающим или 3 соседних измерения одного ростового признака или по одному измерению трех признаков, сделанных за Δt суток до уборки. 1 — в 1—3 измерения высоты растений; 2 — то же для длины колоса; 3 — то же для площади флагового листа; 4 — в 1 — по одному измерению высоты, длины колоса и площади флагового листа.

щади флагового листа, объединенных в I (рис. 5).

По данным 1994 г., ранжирование продуктивности сортов можно надежно прогнозировать за 20 сут по трем соседним измерениям высоты растений, за 15 сут — длины колоса или за 15—20 сут — площади флагового листа. За 10 сут до момента уборки по измерениям высоты растений, длины колоса и площади флагового листа, объединенным в I , можно достаточно точно прогнозировать генотипические значения продуктивности сортов на конечных этапах онтогенеза (рис. 6). Здесь следует отметить, что оценка $r(I, G)$ иногда больше 1 из-за того, что дисперсии в повторностях опытов существенно различаются у испытываемых генотипов, что нарушает предположения генетико-статистического анализа.

Выводы

1. Как генетические, так и средовые параметры модельной популяции озимой пшеницы для исследуе-

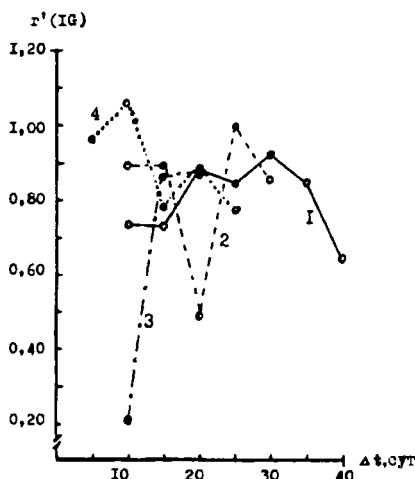


Рис. 6. Динамика $r(I, G)$ коэффициентов корреляции между G , включающим продуктивность растений, и индексом I , включающим или 3 соседних измерения одного ростового признака или по одному измерению 3 признаков, сделанных за Δt суток до уборки. 1 — в I — 3 измерения высоты растений; 2 — то же для длины колоса; 3 — то же для площади флагового листа; 4 — в I — по одному измерению высоты, длины колоса и площади флагового листа.

мых признаков существенно меняются в онтогенезе и в экологических градиентах (по годам испытаний).

2. Коэффициенты наследуемости (H^2) по высоте растений, длине колоса и площади флагового листа имеют сходный характер изменений в онтогенезе и в экологических градиентах. На определенных этапах роста и развития коэффициенты наследуемости начинают повышаться, а на заключительных этапах роста и развития сохраняются на определенном уровне.

3. С методической точки зрения представляет интерес характер онтогенетической изменчивости коэффициента автокорреляции для ростовых признаков, который позво-

ляет оценить, насколько случайные «стартовые» различия условий выращивания сортов, вызванные невыравненностью почвенного плодородия, сохраняются к моменту уборки урожая. Сохранение этих стартовых различий существенно зависит от рассматриваемого признака и в меньшей степени — от условий года. «Стартовые» различия сортов по площади флагового листа в онтогенезе почти не сохраняются.

4. Метод селекционных индексов в применении к данным, полученным в онтогенезе, открывает новые возможности для теоретического анализа онтогенетической изменчивости количественных признаков и повышения надежности отбора лучших генотипов по фенотипам. В частности, установлено, что генотипические различия сортов по таким признакам, как конечная высота растений и длина колоса, могут быть достаточно надежно спрогнозированы почти за месяц до окончания роста этих признаков. Прогнозирование ранжирования площади флагового листа возможно не ранее чем за 20 сут до момента уборки.

5. Метод селекционных индексов, применяемый к полученным в онтогенезе данным для определения степени надежности прогноза продуктивности растений и массы 1000 зерен сортов, открывает новые возможности эффективной сравнительной оценки сортов и повышения надежности отбора лучших генотипов по фенотипу ростовых признаков в онтогенезе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батоев Б.Б. Анатомо-морфологические особенности сортов ози-

мой пшеницы различной продуктивности. — Канд. дис. М.: ТСХА, 1991. — 2. Драгавцев А.В., Аверьянова А.Ф. Механизмы взаимодействия генотип — среда и гомеостаз количественных признаков растений. — Генетика, 1983, т. 19, № 11. — 3. Животовский Л.А. Популяционная биометрия. М.: Наука, 1991. — 4. Коновалов Ю.Б., Пыльнев В.В., Пыльнев В.М. и др. Изменение продуктивности колоса у озимой пшеницы в результате селекции. — Изв. ТСХА, 1987, вып. 4, с. 47. — 5. Пушкаренко А.Я. Особенности строения проводящей системы колосонесущего междоузлия у различных сортов озимой пшеницы. — В сб.: Физиолог. аспекты продуктивности и устойчивости озимой пшеницы. Одесса: ВСГИ, 1984. — 6. Пучков Ю.М. Селекция полукарликовых сортов озимой пшеницы на урожай и качество зерна. — В сб.: Селекция, семеноводство и интенсивная технология возделывания озимой пшеницы. М.: Агропромиздат, 1989. — 7. Пыльнев В.В., Нефедов А.В. Адаптационные механизмы роста урожайности

озимой пшеницы в степных условиях. — В сб.: Экологическая генетика растений и животных. Кишинев, 1984. — 8. Пыльнев В.В., Нефедов А.В. Изменение урожайности и элементов структуры урожая озимой мягкой пшеницы в результате селекции. — Изв. ТСХА, 1987, вып. 2, с. 50. — 9. Смиряев А.В., Мартынов С.П., Кильческий А.В. Биометрия в генетике и селекции растений. М.: МСХА, 1992. — 10. Смиряев А.В., Гохман М.В. Биометрические методы в селекции растений. М.: Агропромиздат, 1985. — 11. Шевелуха В.С. Рост растений и его регуляция в онтогенезе. М.: Колос, 1992. — 12. Vorojevic S. et al. Green area parameters in relation to grain yield of different wheat genotypes. — Z. Pflanzenzucht, 1980, № 4. — 13. Lush J.L. Animal breeding plans. — Iowastate Coll. Press, 1945: — 15. Socolofsky H.E. The world food crisis and progress in wheat breeding. — Agr. Hist., 1969, vol. 43, № 4. — 16. Smith H.F. A discriminant function for plant selection. — Ann. Eugen., 1937, vol. 7, № 2.

Статья поступила 23 мая
1995 г.

SUMMARY

During three years ontogenetic variability of plant height, ear length and area of flag leaf were studied in 22 varieties of soft winter wheat regionalized at different time. For these characters the dynamics during plant growth and variability in the years of testing inheritance coefficients in a wide sense, coefficients of autocorrelation and the degree of determination evaluated using the method of selection indices were investigated. The last two parameters have been used for the first time to investigate reliability of selecting the final values of growth characters, as well as productivity of plants and weight of 1000 grains according to intermediate measurement of growth characters.