

УДК 633.11'16:581.48:581.192

**ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ХИМИЧЕСКИМ СОСТАВОМ СЕМЯН  
ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И ИХ ПОСЕВНЫМИ  
И УРОЖАЙНЫМИ КАЧЕСТВАМИ  
В ЦЕНТРАЛЬНОМ РАЙОНЕ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РСФСР**

**А. Н. БЕРЕЗКИН, Л. Г. ГРУЗДЕВ, Н. А. КЛОЧКО, В. Н. ГУЙДА, В. В. БАКЕЕВ,  
Л. Л. БЕРЕЗКИНА**

(Кафедра генетики, селекции и семеноводства полевых культур)

На кафедре генетики, селекции и семеноводства полевых культур Тимирязевской академии с 1975 г. ведется определение районов, наиболее благоприятных для промышленного семеноводства. В этой связи

представляет большой интерес разработка достоверных методов прогнозирования урожайных качеств семян. Наличие таких тестов позволит проводить более рациональное распределение семян и их закладку в страховые, переходящие фонды и госресурсы.

В данной статье приводятся результаты изучения химического состава семян и его взаимосвязи с посевными и урожайными качествами.

В исследованиях, проведенных на посевном материале различного экологического [15, 16, 25] и агротехнического [2, 26] происхождения, была установлена положительная зависимость между посевными или урожайными качествами семян и содержанием в них белка. При анализе литературных данных отмечено [16], что подавляющее большинство ученых, исследовавших связь между химическим составом семени, его всхожестью и энергией первичного роста, пришли к заключению о решающей роли содержания белков в зерне. Преимущество в силе роста растений из семян с большим содержанием белка в конечном итоге сказывается на их продуктивности [14]. В то же время имеются данные [4, 7, 9, 24], указывающие на отсутствие связи между содержанием белка в семенах и их урожайными качествами. Нет также единого мнения о характере зависимости между посевными и урожайными качествами семян и содержанием в них фосфора. Одними исследователями [4, 9, 18, 20] найдена положительная зависимость, другие ее не обнаружили [7, 23].

Элементы питания, содержащиеся в посевном материале, необходимо рассматривать не только как запас веществ, который может лимитировать или стимулировать развитие ростка, но и как своего рода индикатор условий, в которых формировались семена, их физиологической зрелости. Жизнедеятельность растений, в том числе синтез белков в них, в большой степени зависит от условий произрастания (количество осадков, сумма температур, количество и качество света, почвенные разности) [12]. При этом особенно велики различия семян из разных районов возделывания в накоплении фракций белков, фосфора и аминокислот [5, 12, 16].

Учитывая это, целесообразно изучать не только основные питательные вещества семян (белок, фосфор), но и их компоненты, в частности аминокислотный состав белка [11], что и было сделано нами в данной работе.

### Материал и методика

Материалом для исследований служили семена озимой пшеницы сорта Мироновская 808 и ярового ячменя сорта Московский 121 различного экологического происхождения, полученные из 12 областей Центрального района Нечерноземной зоны РСФСР (ЦРНЗ РСФСР) и ярового ячменя того же сорта из 42 хозяйств и трех научных учреждений Московской области. Урожайные качества семян определяли одновременно в трех пунктах. Анализ химического состава проводили на приборах Kjel-Foss Automatic 16210 (белок), флуоресцентном анализаторе ТЕФА (фосфор), автоанализаторах аминокислот 1200 Е и D-500. Реакцию семян на прорастание при отсутствии поступления фосфора извне изучали на питательном растворе. В чашки

Петри на влажную фильтровальную бумагу помещали около 60 семян и ставили их на 3 дня в термостат. После наклевывания отбирали семена, явно способные в последующем дать проростки, раскладывали их равномерно между слоями влажной бумаги, которую сворачивали в рулоны и ставили в сосуды. На 7-й день после первой закладки высаживали в литровые банки с питательным раствором Кнопа (по 7 шт. в 4-кратной повторности). Недостаток калия в растворе, возникающий вследствие удаления фосфорного компонента, восполняли эквивалентным количеством углекислого калия. Через 14 дней (всего 21 день) ростки отделяли от семени и взвешивали.

Результаты обрабатывали методами дисперсионного и корреляционного анализов.

### Результаты исследований

Посевной материал как из ЦРНЗ РСФСР, так и из Московской области различался по содержанию элементов питания. Так, коэффициент вариации содержания белка у ячменя из ЦРНЗ, выражаемого в

Размах изменчивости\* и коэффициенты вариации по содержанию белка и фосфора в семенах

Годы урожа семян	Белок				Фосфор			
	%	V, %	мг в 1 зерне	V, %	%	V, %	мг в 1 зерне	V, %
Ячмень из ЦРНЗ								
1975	10,9	11,0	4,86	13,3	0,287	8,8	0,134	12,7
	14,7		7,56		0,380		0,198	
1976	10,5	11,3	4,44	17,8	0,292	11,2	0,120	13,0
	14,2		6,87		0,402		0,164	
1977	9,0	19,8	4,06	23,5	0,216	16,5	0,100	17,1
	17,4		7,12		0,375		0,181	
Ячмень из Московской области								
1975	8,5	11,0	3,35	11,9	0,208	11,4	0,088	14,6
	13,7		6,37		0,359		0,187	
1976	9,1	10,5	3,56	12,8	0,225	10,4	0,095	12,9
	15,3		6,26		0,376		0,166	
1977	10,0	9,4	4,03	12,3	0,249	8,7	0,103	10,2
	15,7		6,55		0,352		0,164	
Оз. пшеница из ЦРНЗ								
1974	11,4	7,5	3,59	12,3	0,190	15,5	0,068	15,4
	14,4		5,72		0,315		0,144	
1975	10,8	12,6	4,10	15,0	0,249	6,8	0,108	7,2
	16,0		6,89		0,310		0,133	
1976	11,7	6,8	3,71	13,3	0,231	10,4	0,096	14,1
	15,1		6,38		0,331		0,157	
1977	10,1	20,9	3,82	16,6	0,206	10,7	0,073	16,7
	14,1		6,34		0,315		0,141	

\* В числителе — минимум, в знаменателе — максимум.

процентах, составлял в различные годы 11,0—19,8 %, а содержания, выражаемого в миллиграммах на 1 зерно, — 13,3—23,5 %, по фосфору — соответственно 8,8—16,5 и 12,7—17,1 % (табл. 1). У семян из Московской области установлена большая стабильность коэффициентов вариации.

Максимальные колебания содержания белка приходятся на более сухие годы (1977 — ячмень и пшеница, 1975 — пшеница). Отмечено [8], что общая картина изменения содержания белка нарушается в годы с избыточными осадками и при использовании удобрений. И в наших исследованиях во влажные 1976 и 1974 гг. различия в содержании белка были меньше, чем в сухие 1975 и 1977 гг. Колебания содержания фосфора хотя и усиливались в отдельные годы (1977 — ячмень и 1974 — озимая пшеница, материал из ЦРНЗ), но в общем оказались меньше колебаний содержания белка. Вероятно, уровень фосфора в семенах является более стабильным признаком, чем концентрация белка. Об этом же свидетельствуют литературные данные [16].

При выражении содержания элементов питания в миллиграммах на 1 семя вариация возрастает, что обусловлено разной крупностью семян.

Прежде чем перейти к рассмотрению взаимосвязей, полученных в наших опытах, необходимо обратить внимание на следующее. Определение посевных качеств семян проводится в относительно короткие

Количество корреляционных связей между содержанием белка (% и мг на 1 зерно) и различными характеристиками семян за годы исследований

Показатели	Ячмень (ЦРНЗ)			Ячмень (Московская обл.)			Оз. пшеница (ЦРНЗ)		
	всего	в т. ч. достоверных		всего	в т. ч. достоверных		всего	в т. ч. достоверных	
		+	-		+	-		+	-
Лабораторная всхожесть	6	0	0	6	0	0	8	1	0
Энергия прорастания	6	0	0	—	—	—	8	0	0
Сила роста:									
% ростков	6	0	0	6	0	0	8	1	1
масса ростков	6	2	0	6	4	0	8	2	0
масса 100 ростков	6	2	0	6	4	0	8	2	0
Полевая всхожесть семян, % от:									
высеянных	6	0	0	—	—	—	8	0	0
всхожих	6	0	0	6	1	0	8	0	0
Урожайность в потомстве	30	6	0	24	3	0	18	0	0

сроки (максимум 10 дней) и на среде, исключая дополнительное поступление питательных веществ извне, а урожайные качества выявляются в течение длительного времени, при этом из почвы поступают элементы минерального питания. Последний фактор может быть решающим в определении характера зависимости между запасом веществ

в семени и урожайностью. Показано [22, 23, 27], что положительное влияние дополнительного запаса белка и фосфора в семени может сказаться лишь на бедных почвах. В вегетационных опытах установлена разная реакция семян при проращивании на бедном и богатом фонах [3, 22, 27].

В нашем опыте содержание белка в 13,8% случаев имело положительную достоверную связь с посевными качествами и в 11,1% — с урожайностью (табл. 2). При этом в основном достоверными были коэффициенты корреляции между содержанием белка и массой ростков, а также массой 100 ростков (84,2%). Из 40 изученных зависимостей 16, т. е. 40%, оказались достоверными. Это довольно высокий процент, если учитывать, что посевной материал различается не только по содержанию белка, но и по другим признакам.

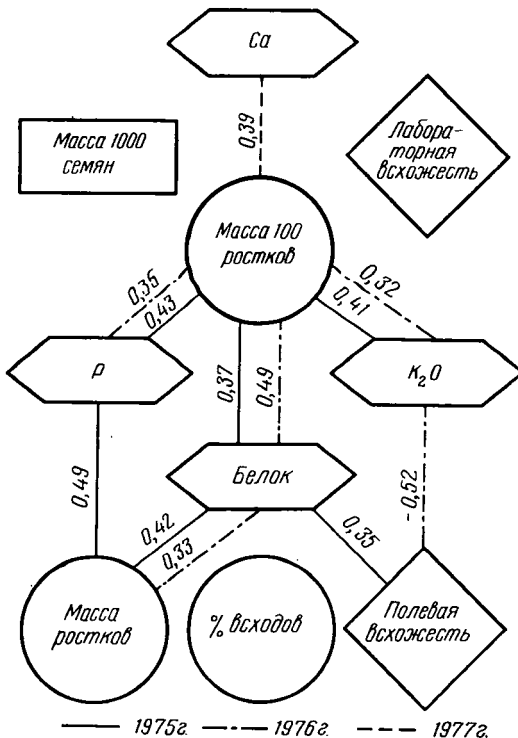


Рис. 1. Взаимосвязь посевных качеств, полевой всхожести и силы роста (масса ростков, % всходов, масса 100 ростков) семян ячменя с содержанием в них P, K<sub>2</sub>O, Ca и белка, выраженным в процентах.

У ячменя взаимосвязь между содержанием белка и силой роста (масса ростков, масса 100 ростков) проявилась более четко, чем у пшеницы. Особенно это заметно у ячменя из Московской области. В двух случаях (1975, 1976 гг.) из трех установлена достоверная связь (рис. 1, 2). Подобная зависимость была отмечена и другими исследователями [14, 25—27].

Такие показатели, как лабораторная всхожесть, энергия прорастания, сила роста (%), полевая всхожесть, характеризующиеся только числом ростков, практически не имели связи с содержанием белка в семенах. Тесная сопряженность между лабораторной всхожестью, энергией прорастания и содержанием белка, выявленная ранее [16], вряд ли обусловлена непосредственным влиянием дополнительного запаса белка в семенах, так как семена были получены авторами в резко различающихся экологических условиях, что скорее всего определило их неодинаковую физиологическую зрелость, а соответственно и разные всхожесть и энергию прорастания. В случае меньших экологических различий, таких как в нашем опыте, подобной зависимости уже не было.

Достоверных зависимостей между урожайными качествами семян и содержанием белка было меньше, чем между силой роста и содержанием белка. Вероятно, влияние содержания белка, сказывающееся на силе роста, в полевых условиях было компенсировано минеральными веществами почвы. Максимальное количество достоверных зависимостей наблюдалось для семян ячменя из ЦРНЗ. У этого посевного материала также была отмечена более тесная сопряженность между силой роста и урожайностью, чем у семян двух других опытов.

Более частые взаимосвязи между силой роста и урожайностью в потомстве у ячменя можно объяснить тем, что у этой культуры, характеризующейся быстрыми начальными темпами роста и развития, различия, возникающие в автотрофный период, могут сохраняться в гетеротрофный период с большей вероятностью, чем у пшеницы.

Содержание фосфора в отличие от содержания белка практически не имело положительной зависимости ни с одним из показателей качества семян (табл. 3). Только для семян из Московской области наблюдались две достоверные связи между содержанием фосфора и силой роста (масса 100 ростков). У озимой пшеницы все достоверные зависимости между содержанием фосфора в семени и посевными качествами были отрицательными. В литературе [4, 10, 21] указывается на поло-

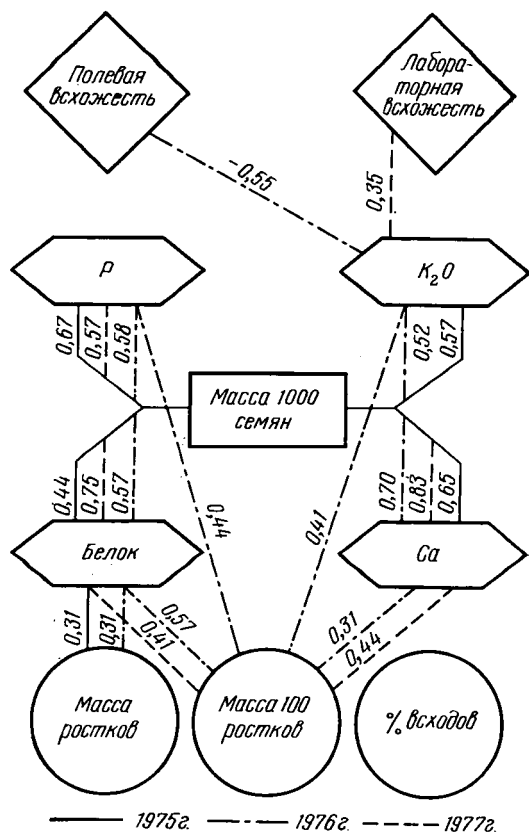


Рис. 2. Взаимосвязь посевных качеств, полевой всхожести и силы роста семян ячменя с содержанием в них Р, К<sub>2</sub>О, Са и белка, выраженным в миллиграммах на 1 зерно.

Количество изученных связей между содержанием в семенах фосфора (в % и мг на 1 зерно) и различными характеристиками семян за годы исследований

Показатели	Ячмень (ЦРНЗ)			Ячмень (Московская обл.)			Оз. пшеница (ЦРНЗ)		
	всего	в т. ч. достоверных		всего	в т. ч. достоверных		всего	в т. ч. достоверных	
		+	-		+	-		+	-
Лабораторная всхожесть	6	0	0	6	0	0	8	0	1
Энергия прорастания	6	0	0	—	—	—	8	0	2
Сила роста:									
% ростков	6	0	0	6	0	0	8	0	1
масса ростков	6	0	0	6	0	0	8	0	1
масса 100 ростков	6	0	0	6	2	0	8	0	0
% от:									
Полевая всхожесть семян, высеянных	6	0	0	—	—	—	8	0	0
всхожих	6	0	0	6	0	0	8	0	0
Урожайность в потомстве	30	0	0	24	0	0	18	4	2

жительное влияние фосфора, содержащегося в семени, на посевные качества, но в то же время имеются сведения об обратной зависимости. Так, в опытах с горохом [13] семена, содержащие мало фосфора, давали всходы быстрее, чем нормальные. Однако мы не считаем полученные нами отрицательные связи результатом неблагоприятного влияния фосфора на посевные качества, так как наш посевной материал различался и по другим признакам, которые могут иметь большее значение на начальных этапах роста, чем фосфор.

Для семян ячменя содержание фосфора не имело тесной сопряженности с урожайностью, но у пшеницы это был один из тех признаков, по которому можно было предсказывать урожайность. Из четырех лет испытания только в 1979 г. не было отмечено достоверной зависимости между этими показателями (рис. 3). Две отрицательные зависимости были получены для семян урожая 1976 г. (испытание в 1977/78 г.), когда посевы пострадали от выпревания, а преимущество по урожайности имели варианты, в которых растения обладали меньшей интенсивностью роста в осенний период.

Чтобы выяснить причины, определяющие достоверную связь между урожайностью озимой пшеницы и содержанием фосфора в семенах, последние проращивали в условиях, исключающих поступление фосфора извне. Содержание этого элемента обусловило различия по массе ростков только у семян 1974 г., что связано с меньшим содержанием фосфора в них вследствие более низких массы 1000 семян и относительного содержания фосфора. Следовательно, фосфор может ограничить развитие проростков лишь у мелких семян, и то в случае полного отсутствия поступления его извне. Масса ростков в вегетационном опыте не была сопряжена с урожайностью. С повышением содержания фосфора в семенах увеличивалось абсолютное его количе-

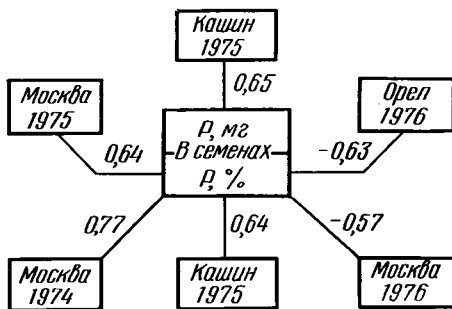


Рис. 3. Достоверные взаимосвязи между содержанием фосфора в семенах и урожайными качествами семян озимой пшеницы.

Размах изменчивости по содержанию аминокислот (г на 100 г зерна)  
в семенах ячменя, числитель — материал из ЦРНЗ, знаменатель — из Московской обл.

Аминокислоты	Годы получения семян					
	1975		1976		1977	
	max—min	V, %	max—min	V, %	max—min	V, %
Лизин	0,54—0,41	8,4	0,50—0,39	8,6	0,51—0,34	13,4
	0,38—0,23	14,1	0,59—0,43	9,8	0,59—0,39	14,0
Гистидин	0,31—0,22	11,4	0,28—0,21	10,9	0,33—0,19	18,0
	0,36—0,14	26,8	0,36—0,28	7,1	0,29—0,21	10,3
Аргинин	0,73—0,53	9,5	0,70—0,52	10,1	0,72—0,44	16,7
	0,55—0,29	17,4	0,76—0,57	10,4	0,66—0,53	7,2
Аспарагиновая ки- слота	0,95—0,71	8,6	0,86—0,69	8,8	0,92—0,54	14,5
	0,75—0,38	20,1	0,92—0,76	5,3	0,88—0,67	8,7
Треонин	0,53—0,39	9,5	0,48—0,37	10,3	0,49—0,30	16,7
	0,39—0,18	24,3	0,58—0,43	10,0	0,48—0,37	9,4
Серин	0,69—0,47	11,2	0,67—0,46	12,7	0,71—0,37	19,5
	0,59—0,28	21,6	0,66—0,50	8,5	0,61—0,44	10,1
Глютаминовая ки- слота	4,39—3,01	12,5	4,09—2,61	16,2	4,96—2,17	24,9
	3,57—1,51	27,9	3,92—2,84	9,7	4,01—2,82	11,6
Пролин	1,85—1,25	12,9	1,72—1,08	17,9	2,08—0,86	27,5
	1,47—0,67	22,0	0,93—0,67	10,1	1,64—1,11	12,9
Глицин	0,63—0,45	9,7	0,57—0,45	9,8	0,59—0,38	14,6
	0,50—0,25	19,4	0,79—0,50	13,7	0,57—0,43	8,5
Аланин	0,62—0,47	7,8	0,57—0,44	9,2	0,60—0,38	13,8
	0,52—0,26	20,3	0,65—0,50	7,8	0,57—0,45	7,5
Валин	0,68—0,53	8,0	0,66—0,45	13,9	0,71—0,45	15,7
	0,51—0,26	19,7	0,75—0,62	7,1	0,66—0,52	8,2
Изолейцин	0,53—0,38	11,0	0,48—0,35	13,5	0,55—0,29	21,1
	0,43—0,12	35,8	0,52—0,39	8,6	0,49—0,39	8,2
Лейцин	1,25—0,84	12,8	1,14—0,79	14,4	1,25—0,63	22,0
	1,22—0,41	27,4	1,14—0,85	9,2	1,09—0,79	10,7
Тирозин	0,47—0,21	21,6	0,49—0,28	18,1	0,45—0,16	31,8
	0,46—0,20	26,6	0,54—0,36	16,0	0,36—0,22	18,6
Фенилаланин	0,82—0,57	15,7	0,76—0,48	16,6	0,97—0,40	27,3
	0,89—0,29	33,1	0,95—0,62	13,5	0,76—0,52	13,1

ство в проростках семян урожая 1974 и 1976 гг. Но если в 1974 г. это было связано с увеличением массы ростков у семян, богатых фосфором, то в 1976 г. — с повышением процентного содержания этого элемента в ростках. Итак, в данном случае содержание фосфора в семенах (в % и в мг) обусловило качественное изменение ростков, что, вероятно, явилось одним из ведущих факторов, определивших отрицательную зависимость между содержанием фосфора в семенах (в %) и урожайностью в 1978 г. Так как в нашем опыте достоверную связь с урожайностью преимущественно имело процентное содержание элементов питания в семени, можно предположить, что эта зависимость скорее обусловлена физиологическим состоянием семени, чем дополнительным количеством элементов питания. Положительная зависимость урожайности от абсолютного содержания фосфора в семени была отмечена лишь при испытании в пункте с менее благоприятными почвенными условиями (Кашин).

Аналогичный вегетационный опыт, в котором семена проращивали при отсутствии поступления фосфора извне, был проведен и с ячменем. В данном случае ни масса ростков, ни концентрация фосфора в них не зависели от содержания фосфора в семенах.

Размах изменчивости по содержанию аминокислот (г на 100 г зерна)  
в семенах оз. пшеницы

Аминокислоты	Годы получения семян					
	1974		1975		1976	
	max—min	V. %	max—min	V. %	max—min	V. %
Лизин	0,491—0,355	8,8	0,528—0,381	10,4	0,545—0,353	12,7
Гистидин	0,425—0,372	3,8	0,818—0,310	13,7	0,456—0,288	14,5
Аргинин	0,946—0,702	13,6	0,918—0,702	9,7	0,880—0,579	13,6
Аспарагиновая ки- слота	0,897—0,486	15,6	0,961—0,618	13,6	0,881—0,632	11,7
Треонин	0,563—0,367	12,7	0,593—0,386	14,4	0,548—0,371	13,7
Серин	0,795—0,674	5,8	0,841—0,559	11,7	0,828—0,603	8,6
Глютаминовая ки- слота	6,17—4,70	9,1	7,23—4,15	16,1	5,967—4,390	8,7
Пролин	0,961—0,662	11,2	1,005—0,692	11,5	1,680—0,661	14,9
Глицин	0,716—0,589	6,8	0,728—0,500	9,9	0,720—0,495	11,3
Аланин	0,669—0,531	7,5	0,734—0,480	13,3	0,684—0,465	11,3
Валин	1,049—0,528	17,6	1,077—0,713	14,5	1,068—0,525	14,2
Изолейцин	0,602—0,412	11,0	0,614—0,438	12,3	0,615—0,436	9,3
Лейцин	1,222—0,817	11,7	1,812—0,942	24,8	1,231—0,107	10,9
Тирозин	0,562—0,437	7,6	0,589—0,399	15,8	0,616—0,285	8,7
Фенилаланин	0,909—0,644	10,0	0,900—0,676	9,9	0,909—0,561	12,7

Таким образом, по содержанию белка в семенах ячменя можно в какой-то степени судить об их силе роста. Для ярового ячменя из ЦРНЗ в 20 % случаев отмечена достоверная связь содержания белка с урожайностью. Для семян ячменя из Московской области и озимой пшеницы из ЦРНЗ процент таких достоверных зависимостей был значительно ниже (8,3 и 5,6). По содержанию фосфора можно судить об урожайных качествах семян озимой пшеницы, но не ячменя и нельзя судить о посевных качествах семян той и другой культуры.

Известно, что аминокислотный состав отдельных белков является одним из наиболее стабильных признаков, изменение которого возможно лишь при перестройке генетического аппарата [1]. В то же время составляющие суммарного белка отличаются по содержанию аминокислот, и это может определить различия в аминокислотном составе белков в пределах одного сорта [4, 17]. Так, соотношение фракций белка в семенах изменяется в процессе созревания под действием минерального питания и погодных условий [4, 5, 12]. Колебания содержания аминокислот исследуемых семян в основном незначительны (табл. 4, 5), однако у ячменя они несколько больше. Установлены определенные различия этого показателя по годам исследования. Например, у ячменя для семян из ЦРНЗ урожая 1977 г. коэффициенты вариации выше, чем в предыдущие два года, а у семян из Московской области наибольшая вариабельность отмечена для урожая 1975 г. У ячменя из ЦРНЗ более высокими были значения коэффициентов вариации содержания тирозина (23,8 %), фенилаланина (19,9), пролина (19,4), глютаминовой кислоты (17,9), из Московской области — тирозина (20,4), фенилаланина (19,9), изолейцина (17,5) и глютаминовой кислоты (16,4), а у пшеницы — валина (15,4) и лейцина (15,8 %).

На фракционный и аминокислотный состав белка могут влиять условия созревания зерна. Так, в районах с влажным климатом снижается содержание белка и увеличивается в нем количество альбумина и глобулина [19]. Поэтому можно предположить, что аминокислотный состав белка является косвенным показателем зрелости семян, условий их формирования, посевных и урожайных качеств.



Количество корреляционных связей между содержанием аминокислот в семенах и характеристиками семян за 1974—1979 гг.

Показатели	Ячмень (ЦРНЗ)			Ячмень (Московская обл.)			Оз. пшеница (ЦРНЗ)		
	всего	в т. ч. достоверных		всего	в т. ч. достоверных		всего	в т. ч. достоверных	
		+	-		+	-		+	-
Лабораторная всхожесть	90	0	0	96	0	2	90	0	0
Энергия прорастания	90	0	0	—	—	—	90	3	2
Сила роста:									
% ростков	90	0	0	96	0	11	90	2	0
масса ростков	90	18	0	96	0	1	90	5	1
масса 100 ростков	90	38	0	96	7	0	90	4	0
Полевая всхожесть семян, % от:									
высеянных	90	0	0	96	0	1	90	2	0
всхожих	90	0	0	96	2	1	90	1	0
Урожайные качества	450	67	0	384	41	2	270	4	4

Процент достоверных зависимостей между посевными качествами семян и аминокислотным составом белка был ниже, чем между посевными качествами и содержанием белка, и составлял всего 5,5 (табл. 6), но так же, как и в случае зависимости от содержания белка, основная их часть приходилась на массу ростков и массу 100 ростков (72,2). Уменьшилась также доля достоверных зависимостей между рассматриваемыми признаками и урожайными качествами. Однако соотношение достоверных коэффициентов корреляции по трем опытам было такое же, как и по белку. Это можно объяснить тем, что общее содер-

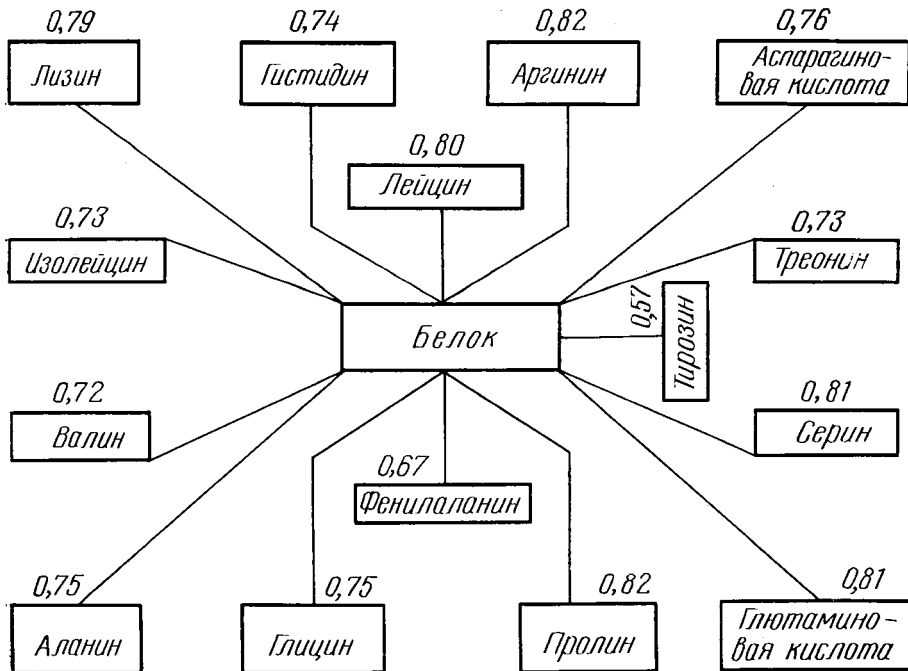


Рис. 4. Взаимосвязи между содержанием белка и отдельных аминокислот у семян ячменя сорта Московский 121 (достоверность на уровне значимости 0,001 во всех случаях).

жание каждой из аминокислот находится в тесной связи с общим содержанием белка [5]. Между содержанием белка и силой роста (масса ростков) отмечена довольно тесная связь, она также сохранилась и для ряда аминокислот, имеющих высокую сопряженность с белком. Изучение зависимости между процентным содержанием белка и аминокислот показало наличие тесной связи между этими признаками (рис. 4). При этом по ячменю зависимости были выше, чем по озимой пшенице. Следует отметить, что на рис. 4 приводятся коэффициенты корреляции между процентом белка и процентом аминокислот в расчете на единицу массы семени. Это не исключает то, что в процессе накопления белка возможны изменения в соотношении аминокислот. Однако при общем повышении содержания белка такие колебания в соотношении аминокислот перекрываются соответствующим увеличением количества каждой из аминокислот. Например, установлено, что высокобелковые пшеницы могут давать на единицу массы зерна больше лизина, чем низкобелковые, хотя высокое содержание белка связано обычно с пониженным содержанием лизина в белке [6].

### Выводы

1. Несмотря на относительно большую разницу в процентном содержании белка в семенах урожая различных лет (по ячменю из ЦРНЗ — от 3,7 до 8,4 %, по ячменю из Московской области — от 5,2 до 6,2, по озимой пшенице — от 3,0 до 5,2 %), установлено отсутствие корреляционной зависимости между этим показателем и лабораторной и полевой всхожестью.

2. Более часто содержание белка коррелировало с такими показателями силы роста, как масса ростков и масса 100 ростков (от 25 до 66,7 % случаев), и значительно реже — с урожайными качествами семян (от 5,5 до 20 % случаев).

3. Количество фосфора в семенах ячменя не влияло на их урожайность в потомстве, в то же время у озимой пшеницы это был один из показателей, по которому можно предсказать урожайные качества: в трех случаях из четырех обнаружена достоверная корреляционная зависимость между этими признаками. Однако количество фосфора в семенах не коррелировало с посевными качествами семян ячменя и озимой пшеницы.

4. Количество отдельных аминокислот коррелировало с различными показателями семян при наличии аналогичной зависимости этих показателей с содержанием белка в семенах. Это вызвано тем, что между аминокислотным составом и содержанием белка выявлена тесная корреляционная связь. Так, у ячменя сорта Московский 121 коэффициенты корреляции между этими показателями при  $n=129$  колебались от 0,57\*\*\* до 0,82\*\*\*.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Авундшли Э. С., Асмаева А. П. Аминокислотный состав белковых фракций зерна пшеницы при длительном применении удобрений. — Сельскохозяйств. биол., 1968, № 3, с. 437—439. — 2. Алещенко П. И. Улучшение урожайных свойств семян кукурузы. — Кукуруза, 1979, № 1, с. 26—27. — 3. Алов А. Последствие удобрений через семена. — Докл. ВАСХНИЛ, 1943, вып. 4, с. 19—21. — 4. Гриценко В. В., Калюшина З. М. Семеноведение полевых культур, М.: Колос, 1976. — 5. Груздев Л. Г. Теоретические аспекты прогнозирования качества белкового комплекса зерна в различных условиях выращивания. — Сиб. вестн. с.-х. науки, 1978, № 2, с. 21—27. — 6. Джонсон В., Маттерн П., Шмидт Д. Генетические исследования белков пшеницы. — В кн.: Белки семян зерновых и масличных культур, М.: Колос, 1977, с. 130—139. — 7. Задонцев А. И., Калюжный А. И., Литвиненко Е. И. Формирование и свойства семян озимой пшеницы разных сроков посева. — В кн.: Биол. и технол. семян. Харьков, 1974, с. 230—233. — 8. Иванов Н. Н. Химический состав пшеницы СССР. Результаты географ. опытов 1923—1926 гг. — Тр. по прикладной

ботанике и генетике, 1929, вып. 21, № 4, с. 47—320. — 9. Иванов Я. А. Семеноводство и семеноведение зерновых культур в Киргизии. Фрунзе, 1978. — 10. Ижик Н. К. Полевая всхожесть семян. Киев: Урожай, 1976. — 11. Методические указания по выделению зон оптим. семеновод. зерновых и зернобобовых культур в связи с переводом его на пром. основу в условиях Нечерноземной зоны РСФСР. М.: ВНИЭСХ, 1978. — 12. Овчаров К. Е. Физиология формирования и прорастания семян. М.: Колос, 1976. — 13. Остин Р. Б. Влияние окружающей среды до уборки урожая на жизнеспособность семян. — В кн.: Жизнеспособность семян. М.: Колос, 1978, с. 113—146. — 14. Павлов А. Н. Некоторые закономерности накопления белка в зерне пшеницы. — В сб.: Повышение качества зерна пшеницы. М.: Колос, 1972, с. 157—170. — 15. Писаренко Г. С. Особенности семеноводства озимой пшеницы в условиях вертикальной зональности Кабардино-Балкарской АССР. — Селек. и семеновод., 1958, № 1, с. 32—36. — 16. Реймерс Ф. Э., Илли И. Э. Физиология семян культурных растений Сибири. Новосибирск: Наука, 1974. — 17. Савицкайте Е. М. Изменчивость аминокислотного состава пшениц в зависимости от условий питания. — Автореф. канд. дис. М., 1963. — 18. Семихненко П. Г.,

Сухарева О. Н. Урожайные свойства семян подсолнечника. — Селек. и семеновод., 1976, № 5, с. 55—57. — 19. Смирнова-Иконникова М. И., Покровская Н. Ф., Луковникова Г. А. Пути улучшения химического состава урожая сельскохозяйственных растений. — В кн.: Физиол. и биохим. сорта. Иркутск, 1969, с. 74—79. — 20. Страна И. Г., Кислинский А. Г. Посевные и урожайные свойства семян Харьковской 46 на разных фонах. — Селек. и семеновод., 1974, № 3, с. 50—52. — 21. Страна И. Г. Способы улучшения урожайных и посевных качеств семян. — В сб.: Селек. и семеновод. зерновых культур. Киев: Урожай, 1978, с. 291—297. — 22. Томашевская Е. Г., Штурмова В. С. Влияние удобрений материнских растений на содержание фосфора в семенах и на продуктивность потомства. — Химия в сельск. хоз-ве, 1970, № 2, с. 18—21. — 23. Austin R. B., Longden P. S. — Nature, 1965, N 265, p. 819—820. — 24. Das Gupta P. R., Austenson H. M. — Agronomy J., 1973, vol. 3, p. 417—422. — 25. Lowe L. B., Ayers G. S., Ries S. K. — Agronomy J., 1972, vol. 64, N 5, p. 608—611. — 26. Lowe L. B., Ries S. K. — Plant Physiology, 1979, vol. 51, N 1, p. 57—60. — 27. Welch R. W. — J. agric. sci., 1977, vol. 88, N 1, p. 119—125.

*Статья поступила 18 марта 1980 г.*

#### SUMMARY

Seed of barley Moskovsky 121 and winter wheat Mironovskaja 808 of different geographical origin were used in the experiments. It is found that there is no correlation between the laboratory and effective germination and the amount of protein in the seeds of these crops. There were not so many reliable correlations between yielding qualities of seed and protein contents as between growth power and protein content: in barley and wheat from the Central region—20 and 5.5 respectively in barley from Moscow region—12.5 % as against 33.3; 25.0 and 66.7 % respectively.

In winter wheat seed, unlike barley, yielding qualities may be quite exactly forecasted by phosphorus content (a reliable correlation between these characters was found during three years out of four years of investigations).