

УДК 633.11:581.134.4:547.965

АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ БЕЛКОВЫХ ФРАКЦИЙ ЗЕРНА ПШЕНИЧНО-ПЫРЕЙНЫХ ГИБРИДОВ РАЗНОГО ГЕНОМНОГО СОСТАВА

Б. П. ПЛЕШКОВ, Н. Н. НОВИКОВ, Т. Ф. МИЛЯЕВА
(Кафедра агрономической и биологической химии)

Питательная и кормовая ценность зерна пшеницы и пшенично-пырейных гибридов зависит не только от содержания в нем белковых веществ, но и от их аминокислотного состава. В настоящее время установлено, что суммарные белки зерновки пшеницы несбалансированы по содержанию лизина, триптофана и частично других незаменимых аминокислот [1, 2, 3, 9, 13]. Это обусловлено высокой концентрацией спирторастворимой фракции глиадинов, отличающихся низкой биологической ценностью вследствие незначительного содержания лизина и других незаменимых кислот. Альбумины и глобулины являются наиболее полноценными по составу аминокислот белковыми фракциями пшеничного зерна, однако на их долю обычно приходится не более 25—30 % общего количества белков. Глютенины по содержанию многих аминокислот занимают промежуточное положение между глиадинами и фракциями легкорастворимых белков [6, 11, 14].

Между содержанием в зерне мягкой пшеницы белков и концентрацией в них лизина существует отрицательная связь, которая наиболее заметно проявляется при увеличении количества белков в зерне от 8 до 14 %. При дальнейшем повышении уровня белков связь между содержанием в зерне белков и концентрацией в них лизина становится менее выраженной [10, 15, 16].

В мировой коллекции пшениц имеется целый ряд оригинальных образцов, которые характеризуются повышенной способностью к накоплению в зерне белков и хорошо сбалансированы по содержанию незаменимых аминокислот. К их числу, по-видимому, могут быть отнесены некоторые пшенично-пырейные амфиплоиды, которые при благоприятных условиях способны накапливать в зерновках до 18—20 % белковых веществ с повышенным содержанием в суммарном белке лизина и других аминокислот [4, 5, 8]. Настоящая работа посвящена исследованию аминокислотного состава белковых фракций

зерна пшенично-пырейных гибридов разного геномного состава.

Материал и методика

Растения выращивали в мелкоделяночном полевом опыте при различных условиях азотного питания: РК, NPK, NPK+поздняя некорневая азотная подкормка. Почва на опытном участке дерново-подзолистая среднесуглинистая. Суперфосфат и хлористый калий вносили осенью из расчета 90 кг P₂O₅ и K₂O на 1 га, аммиачную селитру — осенью 40 кг и весной в подкормку 100 кг N на 1 га. Некорневую азотную подкормку проводили в начале формирования зерна мочевиной из расчета 30 кг N на 1 га.

В опыты были включены пшенично-пырейные гибриды, различавшиеся по генотипу, морфобиологическим признакам и свойствам. Гибриды амфилоидного типа (ПППГ) имеют в соматических клетках, кроме пшеничных, один или два пырейных генома. PPPG 163 наследует два пырейных генома — D_a и X_a. PPPG 19 — пырейный геном X_a, PPPG 79 — пырейный геном D_a [12]. Гибриды пшеничного типа (ППГ) представлены только пшеничными геномами, которые, однако, наследуют некоторые гены пырея. Для сравнения была взята обычная мягкая пшеница сорта Мироновская 808. Белковые фракции зерна экстрагировали по Осборну с некоторыми модификациями [7], затем выделяли чистые препараты белков. Альбумины, глобулины и глютеины осадили 10 %-ной уксусной кислотой при pH 4,5. Белковый осадок промывали 1 %-ной уксусной кислотой. После переосаждения и очистки получали чистые препараты белков, которые использовали для гидролиза. Для выделения чистых препаратов глиадиновой

фракции из спиртового экстракта отгонкой удаляли спирт, приливали небольшое количество воды и 12—14 ч настаивали в холодильнике. Для полного осаждения белков раствор насыщали ацетоном. Белковые препараты несколько раз промывали эфиром и гидролизовали в ампулах при 105° бн. HCl в течение 24 ч. Анализ гидролизатов проводили на автоматическом анализаторе аминокислот Биотроник-LC 2000.

Результаты исследований

Пшенично-пырейные гибриды разного геномного состава заметно различались по содержанию некоторых аминокислот. Наиболее полноценная альбуминовая фракция содержалась в зерне PPPG 163 и PPPG 19, общим генетическим признаком которых является наличие пырейного генома X_a (табл. 1). В альбуминах этих двух амфилоидов содержалось больше лизина, валина, метионина, серина, аланина и меньше треонина и глютаминовой кислоты, чем у обычной пшеницы. Гибриды пшеничного типа по содержанию большинства аминокислот в водорастворимых белках были сходны с пшеницей. Гибрид амфилоидного типа PPPG 79, наследующий пырейный геном D_a, по аминокислотному составу альбуминов в основном занимал промежуточное положение между PPPG 163, PPPG 19 и гибридами пшеничного типа.

Исследованные пшенично-пырейные гибриды несколько различались по содержанию аминокислот в белках. Так, в альбуминах PPPG 79 содержалось меньше валина, лейцина и метионина, водорастворимые белки зерна PPPG 19 имели пониженную концентрацию гистидина и аспарагиновой кислоты, в альбуминах PPPG 163 было мень-

Т а б л и ц а 1

Аминокислотный состав альбуминов (моль %) в варианте NPK*

Аминокислота	ПППГ 163	ПППГ 19	ПППГ 79	ППГ 186	ППГ 347	Мироновская 808
Лизин	7,3	7,2	7,0	6,9	6,8	6,8
Валин	7,9	7,9	6,9	7,3	7,9	7,6
Гистидин	2,5	2,3	2,6	2,6	2,5	2,6
Изолейцин	3,8	4,1	4,0	4,2	4,0	3,8
Лейцин	7,5	7,5	7,1	7,3	7,2	7,3
Метионин	2,5	2,3	1,4	2,1	2,1	2,2
Треонин	5,4	5,2	5,5	5,5	5,5	5,6
Фенилаланин	3,9	4,0	4,0	3,9	3,8	3,9
Аспарагиновая	9,5	9,0	9,9	9,7	9,9	9,7
Серин	5,9	6,0	5,6	5,4	5,4	5,1
Глютаминовая	9,9	10,2	12,1	13,2	13,2	13,4
Пролин	8,4	9,3	9,9	9,0	9,1	9,1
Глицин	8,0	8,5	8,1	7,7	7,1	8,1
Аланин	8,4	8,7	8,6	8,2	8,5	8,1
Тирозин	3,5	3,7	3,5	3,5	3,7	3,6
Аргинин	7,5	7,6	7,5	7,4	7,5	7,7
Сумма незаменимых аминокислот	40,8	40,5	38,5	39,8	39,8	39,8

* Данные, полученные в варианте NPK+некорневая подкормка, существенно не отличались от приведенных в этой таблице.

Аминокислотный состав глобулинов (моль %) в варианте НРК

Аминокислота	ПППГ 163	ПППГ 19	ПППГ 79	ППГ 186	ППГ 347	Мироновская 808
Лизин	5,1	5,0	5,1	4,8	4,8	4,7
Валин	7,4	7,4	7,4	6,9	7,4	7,1
Гистидин	2,9	2,8	2,8	3,0	2,8	3,0
Изолейцин	3,7	4,0	3,9	4,1	3,9	3,7
Лейцин	7,4	7,3	7,3	7,2	7,1	7,1
Метионин	1,5	1,2	1,5	1,1	1,1	1,2
Треонин	4,5	4,5	4,5	4,7	4,7	4,7
Фенилаланин	4,8	4,9	4,9	4,8	4,8	4,7
Аспарагиновая	9,0	8,3	9,5	9,2	9,3	9,3
Серин	6,8	7,0	6,4	6,2	6,3	6,0
Глютаминовая	11,1	11,8	12,2	14,1	14,1	14,4
Пролин	7,9	8,8	8,3	8,5	8,5	8,5
Глицин	8,6	9,0	8,7	8,4	8,8	8,7
Аланин	7,3	7,5	7,3	6,8	7,2	6,7
Тирозин	3,0	3,1	3,0	3,0	3,3	3,1
Аргинин	10,7	10,8	10,7	10,7	10,8	10,9
Сумма незаме- мых аминокислот	37,3	37,1	37,4	36,6	36,6	36,2

ше пролина, в аналогичной фракции ППГ 186 — аргинина. Из двух гибридов пшеничного типа ППГ 347 по аминокислотному составу альбуминов приближается к амфилоидам.

Глобулины по сравнению с альбуминами характеризовались более низким содержанием незаменимых аминокислот и прежде всего лизина, метионина, треонина и валина (табл. 2) и большим гистидина и фенилаланина. В глобулинах амфилоидов содержалось больше лизина, валина, изолейцина, метионина, серина, аланина и меньше глютаминовой кислоты, чем у пшеницы. Гибрид пшеничного типа ППГ 347 по содержанию в растворимых белках валина, изолейцина, серина и аланина был близок к амфилоидам, а по концентрации других аминокислот, как и ППГ 186, сходен с пшеницей. Глобулины зерна ППГ 19 отличались более низкой концентрацией аспарагиновой кислоты, ППГ 163 — пониженным содержанием пролина, а ППГ 186 — глицина. Из амфилоидов ППГ 79 по аминокислотному составу белков был наиболее близок к пшенице и гибридам пшеничного типа. Глиадины по содержанию большинства аминокислот заметно отличались от альбуминов и глобулинов: эта белковая фракция была беднее незаменимыми аминокислотами. Так, общее количество незаменимых аминокислот в альбуминах составляло 38,2—40,8 моль %, в глобулинах — 36,2—37,3, а в глиадинах — 28,6—29,6 моль %. Особенно резко в глиадиновой фракции снижалось содержание лизина, гистидина, треонина, аспарагиновой кислоты, глицина, аланина, тирозина и аргинина, однако в спирторастворимых белках возрастала доля глютаминовой кислоты, пролина и фенилаланина.

В глиадинах амфилоидов концентрация лизина, валина, лейцина, метионина, серина и аланина выше, чем у пшеницы и гибридов пшеничного типа, а содержание глютамино-

вой кислоты, пролина и гистидина — ниже (табл. 3). ППГ 347 по количеству валина, гистидина, серина и аланина в глиадинах сходен с амфилоидами, по содержанию большинства других аминокислот этот гибрид, как и ППГ 186, близок к пшенице. ППГ 186 отличался от всех гибридов и пшеницы более низкой концентрацией в глиадинах валина, а ППГ 163 пониженным содержанием аспарагиновой кислоты.

Глютенины по содержанию большинства аминокислот заметно отличаются от других белковых фракций зерна. В этих белках по сравнению с глобулинами содержится больше лейцина, метионина, треонина, глютаминовой кислоты и пролина, но меньше — гистидина, фенилаланина, аспарагиновой кислоты, глицина, аланина и аргинина. В глютенинах концентрация лизина, гистидина, метионина, треонина, аргинина и других аминокислот меньше, а лейцина, серина, глютаминовой кислоты и пролина больше, чем в альбуминах. Из щелочерастворимых белков содержится больше незаменимых аминокислот, чем в спирторастворимых, поэтому они являются биологически более полноценной белковой фракцией по сравнению с глиадинами.

Аминокислотный состав глютенинов у амфилоидов и ППГ 347 иной, чем у пшеницы. В глютенинах амфилоидов содержится больше лизина, валина, изолейцина, метионина, серина и аланина, но меньше гистидина, глютаминовой кислоты и пролина. ППГ 347 по содержанию в глютенинах валина, гистидина, изолейцина, серина и аланина близок к амфилоидам, а по содержанию других аминокислот практически не отличается от пшеницы. У ППГ 19 ниже концентрация в глютенинах треонина и аспарагиновой кислоты, у ППГ 186 — ниже концентрация глицина, а у ППГ 347 — выше содержание тирозина, чем у других гибридов и пшеницы. Улучшение условий азотного питания практически не сказалось на

Аминокислотный состав глиадинов (моль %) в варианте НРК

Аминокислота	ПППГ 163	ПППГ 19	ПППГ 79	ППГ 186	ППГ 347	Мионовская 808
Лизин	1,3	1,3	1,2	1,0	1,0	0,9
Валин	5,6	5,5	5,5	5,1	5,5	5,3
Гистидин	1,2	1,1	1,2	1,4	1,3	1,4
Изолейцин	4,2	4,4	4,1	4,4	4,4	4,1
Лейцин	7,2	7,2	7,2	7,0	7,0	7,0
Метионин	1,3	1,2	1,3	0,9	0,9	1,1
Треонин	3,0	3,0	2,9	3,1	3,1	3,2
Фенилаланин	5,7	5,8	5,7	5,7	5,7	5,8
Аспарагиновая	4,1	3,4	4,4	4,3	4,4	4,4
Серин	5,1	5,1	4,9	4,7	4,7	4,4
Глютаминовая	31,0	32,2	33,1	34,3	34,3	34,5
Пролин	15,3	15,8	16,1	16,3	16,4	16,3
Глицин	5,1	4,5	5,2	4,8	5,3	5,3
Аланин	4,0	4,3	4,2	3,7	3,9	3,6
Тирозин	2,1	2,2	2,0	2,1	2,4	2,2
Аргинин	3,1	3,2	3,0	3,1	3,1	3,3
Сумма незаменимых аминокислот	29,5	29,5	29,1	28,6	28,9	28,8

соотношении белковых компонентов, входящих в состав отдельных белковых фракций.

Таким образом, амфиплоиды по аминокислотному составу всех белковых фракций заметно отличаются от пшеницы и гибридов пшеничного типа. В белках амфиплоидов содержится больше лизина, валина, изолейцина, метионина, серина и аланина, но меньше глютаминовой кислоты, пролина и гистидина. В то же время для каждого амфиплоида свойственны свои особенности в содержании аминокислот в белках зерна. Так, во всех белковых фракциях зерновок ПППГ 163 содержится значительно меньше пролина и глютаминовой кислоты, а в белках ПППГ 19 меньше треонина и аспарагиновой кислоты. Гибрид ПППГ 79 по аминокислотному составу белков зерна занимает промежуточное

положение между пшеницей и амфиплоидами ПППГ 163 и ПППГ 19. Гибрид пшеничного типа ППГ 347 по концентрации в белках зерна валина, серина, аланина, гистидина и изолейцина близок к амфиплоидам, а по концентрации других аминокислот практически не отличается от обычной пшеницы. ППГ 186 по содержанию в белках зерна большинства аминокислот сходен с пшеницей, но концентрация глицина у него ниже, чем у других гибридов и пшеницы.

Необходимо также отметить, что у всех пшенично-пырейных гибридов в белках содержится больше серина и изолейцина, чем у пшеницы. По степени сходства аминокислотного состава белков зерна с соответствующим составом у пшеницы пшенично-пырейные гибриды можно расположить в сле-

Таблица 4

Аминокислотный состав глютелинов (моль %) в варианте НРК

Аминокислота	ПППГ 163	ПППГ 19	ПППГ 79	ППГ 186	ППГ 387	Мионовская 808
Лизин	5,1	5,1	5,0	4,8	4,8	4,7
Валин	7,9	7,8	7,8	7,4	8,0	7,6
Гистидин	2,2	2,2	2,3	2,4	2,1	2,4
Изолейцин	4,4	4,6	4,5	4,6	4,5	4,3
Лейцин	8,2	8,0	8,1	7,9	7,9	7,9
Метионин	1,8	1,6	1,7	1,4	1,5	1,5
Треонин	4,9	4,6	5,0	5,1	5,1	5,0
Фенилаланин	2,3	2,4	2,4	2,3	2,3	2,4
Аспарагиновая	8,3	6,7	8,5	8,5	8,7	8,5
Серин	6,3	6,5	6,2	6,0	5,9	5,7
Глютаминовая	14,7	15,8	16,6	17,7	17,6	17,9
Пролин	9,1	9,3	9,7	9,9	9,9	9,9
Глицин	7,6	7,7	7,6	7,2	7,8	7,7
Аланин	6,6	6,5	6,7	6,2	6,5	6,1
Тирозин	3,2	3,1	3,0	3,0	3,5	3,1
Аргинин	6,7	6,7	6,6	6,5	6,7	6,7
Сумма незаменимых аминокислот	36,8	36,4	36,7	35,9	36,2	35,8

дующей последовательности: ППГ 186, ППГ 347, ПППГ 79, ПППГ 19 и ПППГ 163. Сравнение гибридов разного геномного состава показывает, что пырейный геном D_a более родственен пшеничным геномам, чем X_a .

Заключение

Наиболее полноценной белковой фракцией зерна пшеницы и пшенично-пырейных гибридов являются альбумины, в которых содержалось 39—40 моль % незаменимых аминокислот. В глобулинах концентрация некоторых незаменимых аминокислот — лизина, метионина, треонина и валина — ниже, чем в альбуминах. Еще меньше содержится незаменимых аминокислот в глиадинах.

В глютелинах уровень незаменимых аминокислот ниже, чем в альбуминах, однако эта белковая фракция лучше сбалансирована по аминокислотному составу, чем глиадины.

Пшенично-пырейные гибриды разного геномного состава заметно различаются по аминокислотному составу белковых фракций, выделенных по Осборну. В белках амфилоидов содержится больше лизина, валина, изолейцина, серина и аланина, но меньше глютаминовой кислоты, пролина и гистидина, чем в белках пшеницы и гибридов пшеничного типа.

Соотношение белковых компонентов, входящих в состав отдельных белковых фракций, при различных условиях азотного питания растений практически не изменялось.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аллисон Д. Биологическая оценка белков. — В сб.: Белки и аминокислоты в питании человека и животных. М.: ИЛ, 1952. — 2. Дженсон Г. Семена как источник белка для людей. — В кн.: Белки семян зерновых и масличных культур. М.: Колос, 1977, с. 25—42. — 3. Кретович В. Л. Биохимия зерна и хлеба. М.: Изд-во АН СССР, 1958. — 4. Лебедева Н. П. Особенности белкового комплекса зерна пшенично-ржаных и пшенично-пырейных амфилоидов. — Вестн. с.-х. науки, 1965, № 1, с. 6—9. — 5. Новиков Н. Н. Состав белкового комплекса зерна пшенично-пырейных гибридов. — Автореф. канд. дис., ТСХА, 1975. — 6. Плешков Б. П. Биохимия с.-х. растений. М.: Колос, 1980. — 7. Плешков Б. П. Практикум по биохимии растений. М.: Колос, 1976. — 8. Плешков Б. П., Новиков Н. Н., Груздев Л. Г. Аминокислотный состав белков зерна пшеницы и пшенично-пырейных гибридов. — Вестн. с.-х. науки, 1978, № 2, с. 12—20. — 9. Плешков Б. П., Савицкая Е. М. Аминокислотный состав белков зерна пшеницы. — Докл. ТСХА, 1963, вып. 94, с. 271—276. — 10. Рустамова М. Р. Качество зерна австралийских образцов мягкой пшеницы. — Селекция и семеноводство, 1978, № 2, с. 39—42. — 11. Рядчиков В. Г. Улучшение зерновых белков и их оценка. М.: Колос, 1978. — 12. Ячевская Г. Л. Некоторые вопросы цитогенетики пшенично-пырейных гибридов. — В сб.: Новости с.-х. науки и практики. М.: Россельхозиздат, 1971. — 13. Daniel V. A. — Nutr. Repts., Intern., 1970, № 1, p. 169—174. — 14. Ewart I. A. D. — J. Sci. Food Agric., 1967, vol. 18, p. 111. — 15. Johnson V. A., Mattern P. I. — Agency Intern. Develop. Depart. State Washington, D.-C., 1972. — 16. Lawrence I. M., Day K. M. et al. — Cereal. Chem., 1958, vol. 35, № 3, p. 312—314.

Статья поступила 7 апреля 1981 г.

SUMMARY

Investigations of amino acid composition of grain protein fractions in wheat-couch grass hybrids of different genome structure have shown that albumins are the fraction of the fullest value as to the content of irreplaceable amino acids. Wheat-couch grass hybrids of different genome structure differed greatly in amino acid composition of protein fractions isolated by Osborn. Proteins of amphiploids contained more lysine, valine, isoleucine, methionine, serine, and alanine, but less glutamic acid, proline, and histidine than those of wheat and wheatlike hybrids.