

УДК 635.652:547.965

АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ СЕМЯН ФАСОЛИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ

ПОСЫПАНОВ Г. С., БУХАНОВА Л. А., ДЕМЬЯНОВ С. И.

(Кафедра растениеводства)

Условия выращивания фасоли оказывают значительное влияние не только на уровень урожая, но и на его качество. Фракционный состав белка семян фасоли одного сорта, выращенной в разных почвенно-климатических зонах при различных метеорологических условиях, неодинаков [11]. Для получения большего урожая семян фасоли необходима высокая обеспеченность всеми элементами минерального питания [1—3, 13]. Однако до настоящего времени действие этих факторов, особенно высоких доз азотных удобрений, на аминокислотный состав белка данной культуры изучено недостаточно.

В своих исследованиях мы попытались выяснить, изменяется ли аминокислотный состав белка семян фасоли одного и того же сорта, выращенной при разной обеспеченности минеральным азотом на дерново-подзолистых и серых лесных почвах при различных метеорологических условиях.

Методика исследований

Полевые опыты проводили в 1971—1974 гг. на дерново-подзолистых почвах Подмосковья и темно-серых лесных почвах Орловской области (табл. 1) с фасолью сорта Латвия 800.

Семена перед посевом обрабатывали специфичным активным вирулентным штаммом клубеньковых бактерий и молибденовокислым аммонием. Нормы удобрений рассчитаны по максимальному потреблению элементов питания при урожае семян 30 ц/га.

Посев производили в оптимальные для условий зоны сроки широкорядным способом с междурядьями 45 см. Норма посева — 0,35—0,4 млн. всхожих семян на гектар. Агротехника общепринятая.

Т а б л и ц а 1

Агрохимический состав почв опытных участков

Место проведения опытов	рН _{KCl}	Гумус. %	N _{лг}	P ₂ O ₅	K ₂ O	Гидролитическая кислотность	Сумма поглощенных оснований	Степень насыщенности оснований, %
			мг/100 г почвы					
Московская обл.	5,6—6,2	1,3—2,0	4—5	8—16	4—16	1,09—3,96	13,4—18,1	84—94
Орловская обл.	5,0—5,5	4,4—4,8	7	8—12	5—7	4,6—4,2	22—24	84

П р и м е ч а н и е. лг — легкогидролизуемый.

Схема опыта: 1 — контроль, без макроудобрений; 2 — РК; 3 — PKN₁; 4 — PKN₂. В варианте 2 вносили фосфорно-калийные удобрения в расчете на получение урожая семян фасоли 30 ц/га (фон). В варианте 3, помимо фосфорно-калийных удобрений, вносили полную норму азотных — 180—270 кг/га, диапазон доз обуславливался различным плодородием опытных участков. В варианте 4, где вносили РК и высокие дозы азота — 350—540 кг/га, изучалось влияние избыточной обеспеченности минеральным азотом на аминокислотный состав белка семян фасоли.

Метеорологические условия 1971—1975 гг. были различными. В Орловской области наиболее засушливым оказался 1971 г., когда осадков выпало 63% нормы, а температура воздуха на 3,3° превысила средне-многолетнюю. 1972 год был более благоприятным для развития фасоли. 1973 год отличался обилием влаги во вторую половину вегетации, количество осадков на 34% превышало норму.

В Московской области 1973 год характеризовался недостатком влаги в первую половину вегетации и низкой температурой во вторую. 1974 год был избыточно влажным.

Белок осаждали по Барнштейну [10], количество белкового азота определяли по Кьельдалю. Выделение препаратов суммарных белков и их кислотный гидролиз проводили по методике Плешкова [9]. Содержание аминокислот в гидролизатах определяли на автоматическом анализаторе «Биотроник» (ФРГ).

Результаты исследований

Известно, что белки фасоли богаты лизином, аргинином, лейцином и изолейцином. По содержанию ряда аминокислот они близки к белкам животного организма [3, 4, 5, 12]. Приведенные в табл. 2 и 3 данные показывают, что в белках семян фасоли на долю заменимых аминокислот приходится две трети суммы (59—63%). Высокое содержание их обусловлено большим количеством аспарагиновой кислоты, глутаминовой кислоты и пролина, составляющих 37—41% суммы всех аминокислот.

Т а б л и ц а 2

Содержание аминокислот в суммарных белках семян фасоли, выращенной на серых лесных почвах (%)

Аминокислота	1971 г.		1972 г.		1973 г.	
	РК	PKN ₁	РК	PKN ₁	РК	PKN ₁
Лизин	6,3	6,2	6,4	7,1	6,7	6,5
Гистидин	1,6	1,3	1,5	1,6	1,6	1,5
Аргинин	3,1	3,2	3,3	3,4	3,4	3,0
Метионин	0,10	0,14	0,04	0,13	0,20	0,11
Треонин	3,6	3,2	3,8	3,9	3,4	3,7
Валин	4,3	4,4	5,0	5,2	3,2	3,3
Фенилаланин	3,4	3,0	3,0	2,9	3,2	3,0
Лейцин	8,5	8,3	7,5	8,3	8,2	7,9
Изолейцин	3,7	3,5	3,5	3,2	3,8	3,1
Сумма незаменимых	34,6	33,2	34,0	35,7	33,7	32,1
Аспарагиновая кислота	10,3	10,1	9,1	9,3	10,0	10,9
Серин	6,9	7,2	6,7	6,6	6,8	7,3
Глутаминовая кислота	11,7	13,4	9,8	10,1	11,5	11,1
Пролин	16,6	17,2	20,2	18,1	19,3	19,0
Глицин	4,4	4,6	4,5	4,9	4,5	4,5
Аланин	3,9	3,7	4,1	4,4	3,7	4,1
Тирозин	1,1	1,3	1,2	1,2	1,0	0,9
Аммиак	5,5	4,3	5,8	4,8	4,8	5,2
Сумма заменимых	60,4	61,8	61,4	59,4	61,6	63,0
Всего	94,8	95,0	95,4	95,0	95,3	95,1

Содержание аминокислот в суммарных белках семян фасоли, выращенной на дерново-подзолистых почвах (%)

Аминокислота	1973 г.		1974 г.			
	РК	РК _{N₁}	контроль	РК	РК _{N₁}	РК _{N₂}
Лизин	6,9	6,8	6,3	6,8	6,6	6,6
Гистидин	1,6	1,8	1,6	1,5	1,5	1,5
Аргинин	3,3	3,9	3,3	3,2	3,2	3,3
Метионин	0,12	0,26	0,04	0,07	0,11	0,14
Треонин	3,7	3,0	3,3	4,0	3,4	3,9
Валин	2,7	2,8	4,6	2,9	3,1	3,1
Фенилаланин	3,4	3,4	3,2	3,1	3,2	3,0
Лейцин	8,4	9,0	7,9	7,9	8,4	8,5
Изолейцин	2,9	3,4	2,8	3,4	4,0	3,3
Сумма незаменимых	33,0	34,4	33,0	32,9	33,5	33,3
Аспарагиновая кислота	8,1	6,9	9,7	10,4	9,6	9,9
Серин	7,1	5,9	6,9	8,3	7,2	6,6
Глутаминовая кислота	12,5	13,4	11,5	9,9	10,9	11,2
Пролин	18,6	18,0	18,4	19,5	18,6	18,4
Глицин	4,5	4,9	4,4	4,3	4,7	4,7
Аланин	4,3	4,7	4,2	3,8	4,4	4,5
Тирозин	1,1	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9
Аммиак	5,7	6,7	5,6	4,8	5,1	5,5
Сумма заменимых	61,9	61,4	61,7	62,0	61,4	61,7
Всего	94,9	95,8	94,7	94,9	94,9	95,0

Биологически полноценными считаются те белки, в состав которых в достаточном и сбалансированном количестве входят все незаменимые аминокислоты. В наших опытах на дерново-подзолистых почвах в белках фасоли содержалось 33% незаменимых аминокислот, а на серых лесных — 32—35%. Основная доля в сумме незаменимых аминокислот принадлежит лизину (18—20%), лейцину (22—27%), в меньшем количестве содержатся валин, фенилаланин и треонин (около 32%), совсем мало метионина (не выше 1%). Низкое содержание метионина в белках фасоли отмечалось и другими исследователями [6, 7, 8].

На дерново-подзолистых почвах в белках содержалось несколько больше лизина, аргинина, фенилаланина и лейцина, чем в белках семян на серых лесных почвах. Разница в содержании отдельных заменимых аминокислот была незначительной.

Отмечены различия данных показателей по годам. Так, на дерново-подзолистых почвах в вариантах 2 и 3 содержание в белках семян лизина, гистидина, аргинина, фенилаланина и лейцина было несколько больше в менее влажном 1973 г., а треонина и валина — во влажном 1974 г. На серых лесных почвах в засушливом 1971 г. лизина, гистидина, аргинина и валина содержалось меньше, а фенилаланина, лейцина и изолейцина — больше, чем в благоприятном 1972 г. При избыточной влажности в 1973 г. сумма незаменимых аминокислот снизилась.

Под влиянием минеральных азотных удобрений происходили небольшие изменения в содержании незаменимых аминокислот в белках: на дерново-подзолистых почвах несколько увеличивалось содержание аргинина, лейцина и изолейцина, уменьшалось содержание треонина, на серых лесных немного снижалось относительное содержание фенилаланина и изолейцина. Суммарное количество незаменимых аминокислот в белке практически не изменялось, даже при избыточном питании азотом в варианте РК_{N₂}.

При оценке семян продовольственных культур как источника полноценного белка необходимо располагать данными о содержании незаменимых аминокислот в единице массы продукта.

Содержание незаменимых аминокислот в семенах фасоли
(г на 1 кг абсолютно сухих семян)

Год	Вариант опыта	Сумма	Лизин	Гистидин	Аргинин	Метионин	Треонин	Валлин	Фенил-ланин	Лейцин	Изолейцин
Серые лесные почвы											
1971	РК	134,8	25,8	6,9	15,3	0,03	12,1	14,2	15,8	31,1	13,6
	РК _{N₁}	127,2	25,0	5,7	15,2	0,6	10,5	14,3	13,5	29,8	12,6
1972	РК	123,3	22,9	6,1	15,3	0,2	12,1	15,5	13,2	25,8	12,2
	РК _{N₁}	143,0	30,1	7,2	17,3	0,6	13,2	17,5	13,6	31,4	12,1
1973	РК	129,1	25,3	6,2	15,2	0,8	10,5	9,6	13,9	34,7	12,9
	РК _{N₁}	133,4	28,0	6,8	15,9	0,6	13,2	11,3	14,6	30,9	12,1
Дерново-подзолистые почвы											
1973	РК	125,2	27,1	6,8	15,5	0,5	11,9	8,8	14,9	29,5	10,2
	РК _{N₁}	147,0	30,1	8,3	20,5	1,2	10,9	9,8	17,2	35,7	13,3
1974	Контроль	91,5	18,2	4,8	11,5	0,1	7,8	10,7	10,5	20,6	7,3
	РК	91,4	19,8	4,6	11,0	0,1	9,5	6,8	10,1	20,7	8,8
	РК _{N₁}	125,7	26,7	6,4	15,5	0,5	9,4	9,9	14,8	30,4	12,1
	РК _{N₂}	136,7	28,2	6,8	17,0	0,6	13,6	10,6	14,6	32,6	12,7

Из табл. 4 можно видеть, что в различные годы и на разных почвах азотные удобрения способствовали повышению питательной ценности семян фасоли. Содержание всех незаменимых аминокислот было выше в семенах, полученных в вариантах с азотными удобрениями: 125—147 против 91—135 г/кг в вариантах без удобрения.

Даже при одинаковом урожае семян в варианте РК_{N₁} незаменимых аминокислот было на 11—14% больше, чем при внесении РК. Это обусловлено главным образом различиями в содержании белков в семенах.

В наших опытах под влиянием минеральных азотных удобрений увеличивалось относительное содержание белка в семенах фасоли (табл. 5, 6). Так, на серых лесных почвах в благоприятном по метеорологическим условиям 1972 г. и влажном 1973 г. в варианте с полной нормой азота оно было больше, чем без азотных удобрений (различия 2,8—3,0%). В засушливом 1971 г. варианты по этому показателю практически не различались, поскольку азотные удобрения слабо использовались из-за недостатка влаги.

На дерново-подзолистых почвах полная норма азотных удобрений способствовала повышению содержания белка в семенах, при избыточном азотном питании (РК_{N₂}) оно увеличивалось еще больше, почти на одну треть по сравнению с вариантом РК.

В благоприятные по влажности годы при полной норме азотных удобрений значительно повышался урожай семян фасоли на почвах обоих типов. На серых лесных в 1972 и 1973 гг. прибавка урожая была 74 и 76% и даже в засушливом 1971 г. она составила 30%.

Таблица 5

Урожай семян фасоли и сбор белка с гектара на серых лесных почвах

Показатель	1971 г.		1972 г.		1973 г.	
	РК	РК _{N₁}	РК	РК _{N₁}	РК	РК _{N₁}
Белок, % на абсолютно сухое вещество	29,5	28,7	27,4	30,2	27,4	31,2
Урожай, ц/га	14,5	18,6	17,8	31,0	12,5	22,0
Сбор белка, кг/га	368,0	459,0	420,0	805,0	295,0	589,0

Таблица 6

Урожай семян фасоли и сбор белка с гектара на дерново-подзолистых почвах

Показатель	1973 г.		1974 г.			
	PK	PKN ₁	контроль	PK	PKN ₁	PKN ₂
Белок, % на абсолютно сухое вещество	28,1	31,6	20,6	20,8	28,7	30,7
Урожай, ц/га	25,1	29,0	21,9	19,2	30,9	32,6
Сбор белка, кг/га	605,0	789,0	389,0	343,0	763,0	862,0

Таблица 7

Сбор незаменимых аминокислот с урожаем семян фасоли на серых лесных почвах (кг/га)

Аминокислота	1971 г.		1972 г.		1973 г.	
	PK	PKN ₁	PK	PKN ₁	PK	PKN ₁
Всего незаменимых аминокислот	166	203	189	381	128	251
Лизин	32	40	35	80	25	48
Фенилаланин	20	22	20	36	14	28
Лейцин и изолейцин	56	68	58	116	44	81
Валин	18	23	24	48	10	21

Таблица 8

Сбор незаменимых аминокислот с урожаем семян фасоли на дерново-подзолистых почвах (кг/га)

Аминокислота	1973 г.		1974 г.			
	PK	PKN ₁	контроль	PK	PKN ₁	PKN ₂
Всего незаменимых аминокислот	294	373	173	149	329	377
Лизин	59	76	34	35	71	79
Фенилаланин	32	41	20	17	37	41
Лейцин и изолейцин	109	126	53	45	106	122
Валин	19	28	20	11	26	30

На дерново-подзолистых почвах при сравнительно благоприятных метеорологических условиях и внесении полной нормы азота в оба года опытов был получен близкий к расчетному урожай семян, около 30 ц/га. В 1974 г. прибавка урожая составила 11,7 ц, или 62%. При двойной дозе азота урожай повысился незначительно.

В связи с тем, что в варианте с высокими дозами азотных удобрений не только повышалась урожайность, но увеличивалось и содержание белка в семенах, возрастал сбор его с единицы площади. Так, на серых лесных почвах в 1972—1973 гг. сбор белка в этом варианте был в 2 раза выше, чем в безазотном; на дерново-подзолистых в 1973 г. — на 30%, а в 1974 г. — в 2,2 раза.

Валовой сбор незаменимых аминокислот с единицы площади прямо коррелировал со сбором белка (табл. 7, 8). Высокие дозы азотных удобрений увеличивали сбор лизина с гектара в 1,5—2 раза. В засушливых условиях 1971 г. — только на 20%. Аналогичное влияние они оказали на сбор других незаменимых аминокислот.

Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что метеорологические условия оказывают большое влияние не только на уровень урожая семян фасоли и содержание в них белка, но и на его аминокислотный состав.

В засушливые годы при одинаковой обеспеченности элементами питания (РК) содержание белка в семенах было на 1—2% выше, чем в-годы с благоприятной влажностью, а содержание некоторых незаменимых аминокислот в белке — ниже.

При равных условиях питания и водообеспеченности качество семян фасоли было практически одинаковым в обеих почвенно-климатических зонах.

Внесение высоких доз минерального азота (180—270 кг/га) в благоприятные по влажности годы способствовало увеличению урожая семян на 10—13 ц/га на почвах обоих типов, при этом содержание белка повышалось на 3,5—7,9%, а при избыточном азотном питании — на 9,9%. Сбор белка с гектара возрастал в 2—2,2 раза. Аминокислотный состав белка почти не изменялся, но содержание всех незаменимых аминокислот в единице массы семян значительно увеличивалось. Таким образом, азотные удобрения улучшали пищевые качества семян фасоли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гнетиева Л. Н., Летунский В. И. Дозы и соотношение минеральных удобрений под фасоль. Науч. тр. ВНИИЗБК, 1968, т. II, с. 109—117. — 2. Декапрелевич Л. Л. Фасоль. М.-Л., Сельхозгиз, 1966. — 3. Иванов Н. Р. Фасоль. М., «Колос», 1965. — 4. Иконникова М. И. Биохим. изучение зерновых бобовых культур в связи с проблемой растит. белка. Л., ВИР, 1965. — 5. Ленарский И. И., Пайер Е. Г. Биолог. ценность белков зернобобовых с точки зрения аминокислотного состава. В сб.: Биохимия зерна и хлебопечения. М., «Наука», 1964, с. 209—215. — 6. Неринг К. Кормовая ценность зернобобовых культур. В сб.: Физиолого-биохим. особенности зернобобовых культур. Орел, 1973, с. 139—157. — 7. Плешков Б. П. Влияние условий питания на содержание свободных аминокислот и аминокислотный состав белков некоторых сельскохозяйственных растений. «Изв. ТСХА», 1964, вып. 3, с. 141—151. — 8. Плешков Б. П. Фракционный и аминокислотный состав белков зерна фасоли. «Докл. ТСХА», 1964, вып. 9, с. 355—358. — 9. Плешков Б. П. Практикум по биохимии растений. М., «Колос», 1968. — 10. Петербургский А. В. Практикум по агроном. химии. М., «Колос», 1968. — 11. Посыпанов Г. С., Буханова Л. А., Русаков В. В., Князева Л. Д. Фракционный состав белка семян фасоли, гороха и сои в зависимости от условий выращивания. «Изв. ТСХА», 1977, вып. 4, с. 51—57. — 12. Томмэ М. Ф., Мартыненко Р. В. Аминокислотный состав кормов. М., «Колос», 1972. — 13. Шевелева Л. К. Влияние калийных удобрений на содержание и сбор белка у гороха и фасоли. В сб.: Физиолого-биохим. особенности зернобобовых культур. Орел, 1973, с. 296—301.

Статья поступила 11 августа 1977 г.

SUMMARY

In trials with the beans Latvia 800 the effect of different types of soils, meteorologic conditions and high doses of nitrogenous fertilizers on the amino acid composition of seed protein was studied. It has been found that under favourable moisture conditions nitrogenous fertilizers produce greater effect on the yield, protein, content and amino acid composition of the protein than all the other factors mentioned.

When nitrogen was applied at full rate (180—270 kg/ha), the seed yield increased by 74—76% (by 10—13 q/ha), the protein content in seed — by 3.5—7.9%, and the yield of protein per 1 hectare became 2—2.2 times as large; the amino acid composition of protein remained almost the same, but the content of all non-replaceable amino acids per unit of seed mass increased considerably in comparison with their content in the version without nitrogenous fertilizers, i. e. high doses of nitrogenous fertilizers improved food qualities of bean seed.