

СОДЕРЖАНИЕ СВОБОДНЫХ АМИНОКИСЛОТ В СЕМЕНАХ ФАСОЛИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ЕЕ ВЫРАЩИВАНИЯ

Г. С. ПОСЫПАНОВ, Л. А. БУХАНОВА
(Кафедра растениеводства)

Известно, что под влиянием условий питания в семенах изменяется содержание отдельных аминокислот и соотношение между ними [4], но действие минерального азота на биохимический состав семян фасоли до конца не выяснено. В связи с этим нами был проведен ряд полевых опытов с целью изучить влияние высоких доз азотных удобрений в различных почвенно-климатических условиях на урожайность и качество семян фасоли. Данные об урожае семян и о содержании в них белка и его фракционным и аминокислотном составе опубликованы ранее [6, 7].

В этой работе изложены результаты исследований зависимости содержания свободных аминокислот в семенах фасоли от условий выращивания.

Методика исследований

Семена фасоли Латвия 800 были получены в полевых опытах на дерново-подзолистых почвах Подмосковья и темно-серых лесных почвах Орловской области. Содержание гумуса по Тюрину в них составило

соответственно 1,3—2,0 и 4,4—4,8 %, $pH_{\text{сол}}$ после известкования — 5,6—6,2 и 5,0—5,5, обеспеченность подвижными формами фосфора по Кирсанову — 8—16 и 9—12 мг и калия по Масловой — 5—10 и 12—16 мг на 100 г почвы.

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

При закладке полевого опыта были внесены калийные, фосфорные и азотные удобрения по следующей схеме: РК (фон), далее по фону РК— N_1 (180—270 кг/га) и N_2 (360—540 кг/га). При данной системе удобрения в первом случае создавались благоприятные условия для симбиотической азотфиксации, во втором — полностью удовлетворялась потребность культуры в азоте, в третьем — обеспеченность минеральным азотом была избыточной. При определении доз минеральных удобрений учитывалось плодородие опытных участков.

Содержание свободных аминокислот (мг на 100 г абсолютно сухого вещества) в семенах фасоли в опытах на серых лесных почвах

Группа аминокислот	1971		1972		1973		Среднее	
	PK	PKN ₁	PK	PKN ₁	PK	PKN ₁	PK	PKN ₁
Нейтральные	71	64	48	33	100	82	73	60
Основные	139	176	38	58	132	170	103	135
Кислые	366	321	172	191	403	302	314	271
Ароматические	18	19	8	4	24	25	17	16
Гетероциклические	8	14	6	5	17	23	10	14
Прочие	216	298	160	108	244	258	207	221
Сумма аминокислот	818	892	432	399	920	860	724	717

Содержание свободных аминокислот в семенах определяли на автоматическом анализаторе «Биотроник» (ФРГ) в агрохимической лаборатории кафедры растениеводства Тимирязевской академии.

Результаты исследований

Идентифицированные аминокислоты нами по составу функциональных групп и изоэлектрическим точкам разделены на нейтральные, основные, кислые, ароматические и гетероциклические.

Среди свободных аминокислот семян фасоли преобладали группы кислых и основных аминокислот, на долю которых приходилось соответственно 35—56 и 9—20 % (табл. 1, 2). Меньше всего было ароматических и гетероциклических аминокислот.

Метеорологические условия вегетационных периодов оказывали существенное влияние на количественный состав свободных аминокислот.

В условиях прохладной и влажной погоды 1973 г. в опытах на серых лесных почвах нейтральных, ароматических и гетероциклических свободных аминокислот в семенах фасоли было в 3—5 раз, а основных и кислых — в 1,5—3 раза больше, чем в благоприятном 1972 г., когда в период налива и созревания семян в 1972 г. стояла теплая погода при достаточной влагообеспеченности почвы. В засушливом 1971 г. свободных аминокислот содержалось меньше, чем в 1973 г., но больше, чем 1972 г.

По-видимому, в условиях 1972 г. процессы полимеризации аминокислот проходили более интенсивно и содержание всех свободных аминокислот в семенах было значительно меньше, чем в другие более благоприятные для растений годы. При такой погоде и достаточной влажности в период созревания формируются семена фасоли с повышенным содержанием белка [1].

На дерново-подзолистых почвах метеорологические условия меньше отразились на содержании нейтральных, ароматических и гетероциклических свободных аминокислот. При низких температурах в 1973 г. накапливалось больше основных (на 45—47 %) и кислых (на 20—32 %) свободных аминокислот, чем в 1974 избыточно влажном году.

Определенное влияние на содержание в семенах фасоли свободных аминокислот оказывает также уровень минерального питания. В опытах на дерново-подзолистой почве фосфорно-калийные удобрения несколько повышали содержание основных, нейтральных и кислых и снижали содержание ароматических аминокислот. Азотные удобрения в дозах 180—270 кг/га способствовали увеличению количества свободных основных аминокислот как на дерново-подзолистых, так и на серых лесных почвах при любых метеорологических условиях. При этом содержание нейтральных и кислых аминокислот на серых лесных почвах уменьшалось (на 10—26 %), а на дерново-подзолистых увеличилось (на 6—38 %). В отно-

Таблица 2

Содержание свободных аминокислот (мг на 100 г абсолютно сухого вещества) в семенах фасоли в опытах на дерново-подзолистых почвах

Группа аминокислот	1973		1974				Среднее	
	PK	PKN ₁	конт- роль	PK	PKN ₁	PKN ₂	PK	PKN ₁
Нейтральные	72	85	80	88	93	72	80	89
Основные	177	237	87	98	127	130	138	182
Кислые	409	675	319	330	465	253	370	570
Ароматические	25	18	21	12	22	11	19	20
Гетероциклические	8	11	10	11	12	12	10	12
Прочие	174	176	181	195	169	178	185	173
Сумма аминокислот	865	1202	698	734	888	656	802	1046

Содержание свободных аминокислот (мг на 100 г абсолютно сухого вещества) в семенах фасоли в опыте на серых лесных почвах

Аминокислота	1971		1972		1973		Среднее	
	PK	PKN ₁	PK	PKN ₁	PK	PKN ₁	PK	PKN ₁
Алифатические								
Моноаминокарбоновые (нейтральные)								
Метионин	25,7	12,3	19,0	14,4	32,6	19,0	25,8	15,2
Треонин	1,7	1,1	2,3	2,2	1,6	1,5	1,9	1,6
Валин	9,1	9,3	8,0	4,7	14,4	15,0	10,5	9,7
Лейцин	6,3	2,3	6,0	2,8	7,1	6,7	6,5	3,9
Изолейцин	1,4	1,0	0,6	0,5	0,6	0,5	0,9	0,7
Серин	1,2	1,2	0,8	0,9	1,1	1,1	1,0	1,1
Глицин	5,5	8,7	3,4	2,6	8,6	9,6	5,8	7,0
Аланин	12,0	11,3	4,7	3,2	15,9	12,3	10,9	8,9
α -аминомасляная	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,5	0,3	0,3
γ -аминомасляная	8,0	16,6	2,6	2,0	17,6	15,8	9,4	11,5
Диаминомонокарбоновые (основные)								
Лизин	4,7	8,3	0,8	0,8	8,2	10,3	4,6	6,5
Аргинин	134,3	166,4	37,2	57,0	123,1	159,1	98,2	127,5
Орнитин	0,4	0,8	0,2	0,2	0,4	0,4		
Моноаминодикарбоновые (кислые)								
Аспарагиновая	124,3	104,1	73,8	76,6	108,8	91,1	102,3	90,6
Аспарагин	78,6	86,1	32,1	49,1	39,9	40,4	50,2	58,5
Глутаминовая	61,0	62,3	31,6	30,4	116,6	105,5	69,7	66,1
α -аминоадипиновая	102,3	68,7	34,4	34,7	137,4	65,3	91,4	56,2
Ароматические								
Фенилаланин	6,6	5,9	1,6	0,9	11,3	11,5	6,5	6,1
Тирозин	11,5	12,6	6,4	3,2	13,0	13,9	10,3	9,9
Гетероциклические								
Гистидин	0,3	0,5	0,2	0,2	0,9	0,8	0,5	0,5
Пролин	7,9	13,3	6,0	5,1	16,0	22,2	10,0	13,5

шении ароматических аминокислот какой-либо закономерности не выявлено.

В варианте PKN₂ (избыток азота) в семенах содержалось меньше нейтральных и кислых аминокислот, чем в вариантах PK и PKN₁, содержание других аминокислот менялось незначительно.

По литературным данным [2], изменения содержания отдельных свободных аминокислот под влиянием условий выращивания носят неопределенный характер. К таким аминокислотам относятся треонин и тирозин, участвующие в построении полипептидов, серин, входящий в состав фосфопротеидов и участвующий в углеводном обмене, а также пролин. В наших опытах метеорологические условия оказывали неодинаковое воздействие на содержание аминокислот, входящих в одну и ту же группу. Так, в 1971 и 1973 гг. на серых лесных почвах в семенах фасоли в группе нейтральных аминокислот обнаружено повышенное количество аланина, глицина, валина, γ -аминомасляной кислоты, метионина, а в 1972 г. — треонина (табл. 3). Содержание других аминокислот меньше зависело от погодных условий. Аналогичная картина наблюдалась и в других группах аминокислот.

В 1973 г. по сравнению с другими года-

ми в семенах содержалось больше валина и аланина и меньше аргинина, аспарагина и аспарагиновой кислоты. Надо сказать, что некоторые исследователи [2] связывают усиленное накопление валина и аланина с высокой температурой и недостатком воды в почве. У нас к этому же привели низкие температуры и высокая влажность. Поэтому мы можем предположить, что любые температурные отклонения от оптимума нарушают ход азотного обмена и способствуют увеличению накопления указанных аминокислот.

Обращает на себя внимание тот факт, что содержание аспарагиновой кислоты увеличивалось в засушливых условиях 1971 г. на серых лесных почвах и в менее влажном 1973 г. на дерново-подзолистых почвах.

В Московской области метеорологические условия в период созревания семян в 1973 и 1974 гг. незначительно различались между собой и содержание свободных аминокислот в семенах также было близким (табл. 4).

Внесение азотных удобрений лишь в отдельных случаях вызывало изменение содержания аминокислот (в большинстве случаев отмечалась тенденция увеличения или уменьшения их количества). Так, азотные

Содержание свободных аминокислот (мг на 100 г абсолютно сухого вещества)
в семенах фасоли в опыте на дерново-подзолистых почвах

Аминокислота	1973		1974				Среднее	
	PK	PKN ₁	конт- роль	PK	PKN ₁	PKN ₂	PK	PKN ₁
Алифатические								
Моноаминокарбоновые (нейтральные)								
Метионин	21,0	19,7	18,6	28,3	22,0	15,7	24,7	20,9
Треонин	1,8	1,6	1,7	1,9	1,8	1,6	1,9	1,7
Валин	8,9	9,2	9,1	8,2	10,1	8,4	8,6	9,7
Лейцин	6,1	6,2	7,4	8,4	9,5	6,8	7,3	7,9
Изолейцин	1,3	1,0	0,7	0,7	0,9	1,8	1,0	1,0
Серин	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2
Глицин	6,5	10,2	6,9	8,1	10,0	9,8	7,3	10,1
Аланин	8,4	11,2	11,4	10,2	15,0	12,6	9,3	13,1
α-аминомасляная	0,3	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,5
γ-аминомасляная	16,5	24,1	22,7	20,9	22,0	14,9	18,7	23,1
Диаминомонокарбоновые (основные)								
Лизин	4,1	4,3	5,0	5,0	5,1	5,1	4,6	4,7
Аргинин	172,1	231,7	81,9	92,3	121,0	123,9	132,2	176,4
Орнитин	0,3	0,5	0,3	0,3	0,4	1,0	0,3	0,5
Моноаминодикарбоновые (кислые)								
Аспарагиновая	135,9	112,5	96,9	101,0	118,6	95,5	118,5	165,6
Аспарагин	60,6	97,1	43,0	34,4	48,4	45,0	47,5	72,8
Глутаминовая	83,6	100,7	84,7	63,9	108,7	55,9	73,8	104,7
α-аминоадипиновая	128,8	264,5	94,5	130,5	188,9	56,7	129,7	226,7
Ароматические								
Фенилаланин	9,4	8,4	8,5	3,1	8,3	3,5	6,3	8,4
Тирозин	15,7	9,4	12,4	8,8	13,7	7,2	12,3	11,6
Гетероциклические								
Гистидин	1,1	1,2	0,3	0,8	0,9	0,3	1,0	1,1
Пролин	7,3	9,7	9,8	9,8	10,9	12,1	8,6	10,3

удобрения способствовали увеличению содержания аргинина, аспарагина и пролина в семенах фасоли, выращенной на обоих типах почв. Особенно заметно увеличилось количество аргинина. Аргинин связывает избыток азота, поступающий в растения и не используемый для синтеза белка [3].

В группе нейтральных аминокислот под влиянием азотных удобрений снижалось содержание метионина и треонина, а количество серина практически не изменялось.

Известно, что биологическая ценность протеина определяется содержанием как свободных, так и связанных в белках незаменимых аминокислот. Но практика пока-

Таблица 5

Содержание незаменимых аминокислот (мг на 100 г абсолютно сухого вещества)
в семенах фасоли в опыте на серых лесных почвах

Аминокислота	1971		1972		1973		Среднее	
	PK	PKN ₁	PK	PKN ₁	PK	PKN ₁	PK	PKN ₁
Метионин	25,7	12,3	19,0	14,4	32,6	19,0	25,8	15,2
Треонин	1,7	1,1	2,3	2,2	1,6	1,5	1,9	1,6
Валин	9,1	9,3	8,0	4,7	14,4	15,0	10,5	9,7
Лейцин	6,3	2,3	6,0	2,8	7,1	6,7	6,5	3,9
Изолейцин	1,4	1,0	0,6	0,5	0,6	0,5	0,9	0,7
Лизин	4,7	8,3	0,8	0,8	8,2	10,3	4,6	6,5
Аргинин	134,3	166,4	37,2	57,0	123,1	159,1	98,2	127,5
Фенилаланин	6,6	5,9	1,6	0,9	11,3	11,5	6,5	6,1
Гистидин	0,3	0,5	0,2	0,2	0,9	0,8	0,5	0,5
Сумма аминокислот	190,1	207,1	75,7	83,5	199,8	224,4	155,4	171,7

Содержание незаменимых аминокислот (мг на 100 г абсолютно сухого вещества) в семенах фасоли в опыте на дерново-подзолистых почвах

Аминокислота	1973		1974			Среднее		
	РК	РК _{N₁}	конт- роль	РК	РК _{N₁}	РК _{N₂}	РК	РК _{N₁}
Метионин	21,0	19,7	18,6	28,3	22,0	15,7	24,7	20,9
Треонин	1,8	1,6	1,7	1,9	1,8	1,6	1,9	1,7
Валин	8,9	9,2	9,1	8,2	10,1	8,4	8,6	9,7
Лейцин	6,1	6,2	7,4	8,4	9,5	6,8	7,3	7,9
Изолейцин	1,3	1,0	0,7	0,7	0,9	0,8	1,0	1,0
Лизин	4,1	4,3	5,0	5,0	5,1	5,1	4,6	4,7
Аргинин	172,1	237,7	81,9	92,3	121,0	123,9	132,2	176,4
Фенилаланин	9,4	8,4	8,5	3,1	8,3	3,5	6,3	8,4
Гистидин	1,1	1,2	0,3	0,8	0,9	0,3	1,0	1,1
Сумма аминокислот	225,8	283,3	133,2	148,7	179,6	166,1	187,6	231,8

зывает, что в рационы надо включать наряду с незаменимыми аминокислотами и заменимые, так как белок и органические вещества используются лучше, когда аминокислоты поступают равномерно и комплектно [5].

В наших опытах условия вегетации существенно влияли на сумму незаменимых аминокислот в семенах фасоли (табл. 5). Так, в засушливых условиях 1971 г. на серых лесных почвах этот показатель был на 61 % в варианте РК и на 60 % в варианте РК_{N₁} выше, чем в 1972 г., а во влажном 1973 г. — на 62 и 63 %. Внесение азотных удобрений способствовало накоплению незаменимых аминокислот. Если в варианте РК сумма незаменимых аминокислот составила 75—199 мг, то в вариантах с N₁ и N₂ по фону РК — 83—224 мг. Причем ее увеличение происходило в основном за счет диаминокислот (лизина и аргинина), что же касается незаменимых ациклических моноаминокислот, к которым относятся лейцин, треонин и метионин, то при внесении азота их количество уменьшалось.

На дерново-подзолистых почвах сумма эссенциальных аминокислот в семенах фасоли была больше в вариантах с азотными

удобрениями на 31—58 мг (табл. 6). При внесении только фосфорно-калийных удобрений несколько увеличивалась сумма незаменимых аминокислот, главным образом за счет аргинина, метионина и лейцина.

Следует отметить, что азотные удобрения, особенно большие дозы, заметно снижали содержание метионина — аминокислоты, которая имеет крайне важное значение для организма. Причем это снижение отмечалось в опытах на обоих типах почв.

Таким образом, наши исследования показали, что содержание свободных аминокислот в семенах фасоли зависит от метеорологических условий в период вегетации значительно больше, чем от доз минерального азота, при этом более подвержено изменениям содержание основных и кислых аминокислот.

Минеральный азот способствовал некоторому увеличению содержания основной группы аминокислот в семенах фасоли на обоих типах почв. При внесении азотных удобрений содержание метионина снижалось, а аргинина заметно возрастало.

Сумма незаменимых аминокислот в вариантах с минеральным азотом была больше, чем на фоне РК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лаханов А. П., Балачкова Н. Е. Результаты изучения физиологических особенностей холодостойкости фасоли и гречихи. — В кн.: Селекция, биохимия, агротехника зернобобовых и крупяных культур. Науч. тр., т. 5, Орел, 1976, с. 102—112. — 2. Михалева Е. Н. Содержание свободных аминокислот в растениях в связи с их географическим происхождением. — В кн.: Физиолог. исслед. интродуцируемых растений. М.—Л.: Наука, 1966, с. 25—34. — 3. Плешков Б. П. Изменение качественного состава белков и содержание свободных аминокислот в растениях под влиянием условий питания. — Докл. ТСХА, 1957, вып. 31, с. 60—66. — 4. Плешков Б. П. Условия питания и аминокислот-

ный состав растений. — Автореф. докт. дисс. М., 1966. — 5. Попов И. С., Дмитриченко А. П., Крылов В. М. Протеиновое питание животных. М.: Колос, 1975. — 6. Посыпанов Г. С., Буханова Л. А., Князева Л. Д., Русаков В. В. Фракционный состав белка семян фасоли, гороха и сои в зависимости от условий выращивания. — Изв. ТСХА, 1977, вып. 4, с. 84—91. — 7. Посыпанов Г. С., Буханова Л. А., Демьянов С. И. Аминокислотный состав белков семян фасоли в зависимости от условий выращивания. — Изв. ТСХА, 1978, вып. 3, с. 125—129.

Статья поступила 6 декабря 1979 г.