

УДК 633.12:631.811.1:631.027

СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКОВ В ЗЕРНЕ ГРЕЧИХИ ПРИ РАЗНОМ УРОВНЕ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ И ОБРАБОТКЕ СЕМЯН СОЛЯМИ КОБАЛЬТА

Б. А. ЯГОДИН, Ю. Б. БЕЛОПУХОВА, В. Ф. ВОЛОБУЕВА

(Кафедра агрономической и биологической химии)

Приводятся данные об изменении количества и качества белка зерна гречихи в зависимости от нормы азота и предпосевной обработки семян раствором CoSO_4 . Показана необходимость внесения азотных удобрений не только для повышения урожайности гречихи, но и улучшения качества зерна. Предпосевная обработка семян раствором CoSO_4 целесообразна лишь при внесении 60 кг азота на 1 га.

Вопрос о получении высоких урожаев зерна гречихи при сохранении или улучшении его технологических показателей в результате применения минеральных удобрений до сих пор весьма актуален. Проведено довольно много исследований, посвященных влиянию основных элементов питания, их сочетаний, способов и сроков внесения на урожай и качество зерна гречихи. Было установлено, что на урожайность данной культуры в большей степени влияет азотно-фосфорное питание, а на качество — азотное. При увеличении нормы азота до 60—90 кг д. в. на 1 га белковость зерна повышается на 1,0—3,0 % [3, 5, 13, 17, 25]. Использование более высоких норм азота (120N) не приводит к значительному увеличению содержания белка в зерне, при этом урожайность практически не возрастает или даже снижается [1, 26].

В последнее время применяется дробное внесение высоких норм азота, что обуславливает увеличение как урожая, так и количества белка в зерне гречихи [19]. Белковость зерна возрастает и при некорневой подкормке мочевиной [5, 11], урожайность в этом случае не изменяется, но усиливается формирование спелых и зеленых зерен [17].

Одним из основных биохимических показателей качества зерна являются содержание белка и его фракционный состав. Большинство авторов считают, что белковый комплекс зерна гречихи состоит в основном из водо- и солерастворимых фракций белков. В табл. 1 представлены результаты исследований белков зерна гречихи, проведенных разными авторами. По мнению одних [1, 16—18, 21], условия азотного питания не влияют на фракционный состав белков зерна, по мнению других, он несколько изменяется. Так, Н. М. Городний [5] считает, что в условиях достаточного снабжения азотом доля спирто- и щелочерастворимых белков возрастает, а солерастворимых — уменьшается. С. К. Кирилленко отмечает [12], что при повышении белковости зерна содержание солерастворимой фракции возрастает, а количество щелочерастворимых и спирторастворимых белков снижается. При некорневой подкормке мочевиной увеличивается содержание альбуминов и глобулинов [5].

Ценность зерна гречихи как источника белка определяется его аминокислотным составом. Характерной особенностью зерна гречихи

Белковый комплекс зерна гречихи

Литературный источник	Содержание белка, %	N _{общ} , %					остаток
		альбуми-ны	глобули-ны	пролами-ны	глютели-ны		
С. К. Кирилленко [12]	15,9—18,0	33	42	3,5	16,6	—	
Мурри [12]	13,7	8—13	20—24	—	—	—	
М. А. Белозерский [2]	—	23,6	45,6	1,2	10,5	20,2	
Н. М. Городний [5]	10,7	—	—	—	—	—	
О. А. Соколов [18]	—	8,7	53,0	1,3	14,8	22,1	
В. П. Яцко [21]	—	12,4	54,7	3—7	5,3	9,8	
В. Javornik [24]	12,0	12,82	30,56	0,59	16,1	10,53	
К. Miyaza [22]	16,3		63,8	0,7	35,5	—	

является высокое содержание лизина и серосодержащих аминокислот в белке. Влияние удобрений на аминокислотный состав суммарного белка оценивается неоднозначно. Отмечается [17], что повышение уровня азотного питания приводит к увеличению содержания серосодержащих аминокислот в белке. Указывается также, что одновременно с увеличением содержания цистеина возрастает количество аргинина, серина, глицина, аланина, глютаминной и аспарагиновой кислот в белках зерна гречихи [6]. Автор этой работы полагает, что биохимические показатели зерна гречихи могут изменяться в зависимости от условий питания. Азотные удобрения вызывают также увеличение содержания лейцина, гистидина и лизина в суммарном белке зерна [6, 14]. Между тем в некоторых работах показано, что количественные изменения аминокислотного состава незначительны и не зависят от условий питания [12, 21, 22, 26].

Синтез белков может быть усилен путем применения микроэлементов. Неспецифическим катализатором синтеза белка в рибосомах считается кобальт. Влияние этого микроэлемента на качественный состав белков зерна мало изучено. Отмечается [7, 15, 20], что внесение кобальта в почву или предпосевная обработка семян солями кобальта приводят к увеличению урожая зерна гречихи, при этом в нем повышается содержание белка. В то же время существует мнение, что кобальт не влияет на урожай, его качества [9] и даже может снижать содержание белка [4].

Таким образом, вопрос о применении высоких норм азотных удобрений в сочетании с предпосевной обработкой семян солями кобальта в целях получения высокого урожая исследован недостаточно. В связи с этим нами изучались изменения количества и качества белков зерна гречихи в зависимости от норм азотных удобрений и обработки семян сульфатом кобальта.

Методика

Объектом исследований служил сорт тетраплоидной гречихи селекции Института биологии развития им. Н. К. Кольцова АН СССР Большевик 4. Растения выращивали в полевом опыте в 1984—1985 гг. на территории Кропотовской биостанции ИБР (Московская область) при трех уровнях питания: 1 — 90P60K (фон); 2 — 60N90P60K; 3 — 60N90P60K + некорневая подкормка 30N. Семена перед посевом были разделены на две части: одну замачивали в дистиллированной воде, другую — в 0,02 % растворе CoSO₄. Просушенные семена высевали из расчета 2 млн. шт. на 1 га при ширине междурядий 45 см, общая площадь делянки — 2 м², учетная — 1 м². Повторность опыта для учета урожая — 3-крат-

ная. Агрохимическая характеристика пойменной дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы: рН_{соль} — 5,5, N_r — 2,45 мг·экв, содержание гумуса — 1,8 %, V — 82 %, содержание P₂O₅ и K₂O по Кирсанову — соответственно 9,1 и 35,0 мг на 100 г. В качестве азотного удобрения использовали аммиачную селитру. Некорневую подкормку проводили в фазу бутонизация — начало цветения 3 % раствором мочевины из расчета 30 кг азота на 1 га. В качестве фосфорного удобрения использовали двойной суперфосфат, а калийного — сульфат калия. Агротехника в опыте общепринятая для данной зоны. Содержание белкового и небелкового азота в зерне определяли микрометодом Кьельдаля, фракционный состав

белков — по Осборну, аминокислотный состав белков — методом кислотного гидролиза с последующей дифференциацией аминокислот на аминокислотном анализаторе.

Электрофореграммы легкорастворимых белков получали при проведении дискэлектрофореза в полиакриламидном геле, рН — 8,9.

Результаты

Внесение азота (вариант 2) вызывало повышение урожая зерна гречихи независимо от года проведения исследований. В этом варианте повышалось содержание общего азота в зерне за счет увеличения количества белкового азота, в то время как уровень небелкового азота существенно не менялся (табл. 2).

Поздняя некорневая подкормка не повлияла на урожай зерна гречихи, но привела к значительному повышению белковости зерна, что обусловило более высокое содержание общего азота по сравнению с таковым в варианте 2.

Вследствие повышения белковости зерна в варианте 3 в оба года сбор белка был наибольший (табл. 2).

В результате предпосевной обработки семян солями кобальта по сравнению с вариантами без предпосевного замачивания с внесением азота урожайность возросла на 7—10 г/м². В контроле действие кобальта не проявилось.

Повышение в зерне гречихи количества общего азота при предпосевной обработке семян солями кобальта сопровождалось также увеличением содержания белкового азота, в то время как концентрация небелковых азотистых соединений практически не изменялась.

Следует отметить, что наибольший эффект от замачивания семян в CoSO_4 проявился в варианте с некорневой подкормкой независимо от условий выращивания. Именно в этом варианте в оба года получено зерно с самым высоким содержанием белка (2,9—2,8 %).

Белки зерна гречихи представлены в основном альбуминами и глобулинами. При внесении азотных удобрений увеличилось содержание всех фракций белков зерна (табл. 3) и несколько изменилось их соотношение. Так, доля альбуминов и глобулинов возросла, в то время как доля прочих белков снизилась (табл. 3).

Предпосевное замачивание семян в растворе CoSO_4 оказало влияние на фракционный состав белков только при проведении азотной подкормки, что выразилось в увеличении доли легкорастворимых белков.

Таблица 2

Урожай и качество зерна гречихи

Показатель	1984 г.				1985 г.			
	фон	фон + 60N	фон + 60N + 30N	НСР	фон	фон + 60N	фон + 60N + 30N	НСР
Урожай, г/м ²	33,3	58,9	55,7	5,5	34,8	75,2	72,0	4,7
	37,9	69,9	66,5		36,5	81,7	83,5	
Содержание N, %:								
общего	2,09	2,55	2,89	0,06	2,03	2,48	2,82	0,06
	2,27	2,66	3,09		2,33	2,60	3,01	
небелкового	0,30	0,23	0,23	0,06	0,29	0,22	0,21	0,05
	0,28	0,23	0,18		0,25	0,22	0,19	
белкового	1,79	2,32	2,66	0,06	1,74	2,26	2,61	0,06
	1,99	2,43	2,90		2,08	2,38	2,82	
Содержание белка, %	10,7	13,9	16,0	1,9	10,6	13,6	15,7	1,7
	11,9	14,6	17,4		12,5	14,3	16,9	
Сбор белка, г/га	36	80	92	12	37	100	116	15
	45	100	119		46	118	140	

Примечание. Здесь и в табл. 3 в числителе — при обработке семян H_2O , в знаменателе — в растворе CoSO_4 .

Фракционный состав белков зерна гречихи

Фракция белка	1984 г.			1985 г.		
	фон	фон + 60N	фон + 60N + 30N	фон	фон + 60N	фон + 60N + 30N
N фракций, % к сухому веществу						
Альбумины	0,26	0,41	0,51	0,24	0,38	0,47
	0,29	0,43	0,56	0,30	0,40	0,52
Глобулины	0,87	1,19	1,36	0,83	1,13	1,31
	0,96	1,24	1,49	0,99	1,19	1,42
Проламины + глутелины	0,29	0,31	0,35	0,31	0,34	0,39
	0,32	0,33	0,39	0,38	0,36	0,43
Остаток	0,37	0,41	0,44	0,36	0,40	0,44
	0,41	0,43	0,45	0,42	0,42	0,45
N фракций, % к N белка						
Альбумины	14,71	17,70	19,03	14,05	17,00	17,98
	14,98	17,69	19,46	14,28	17,01	18,41
Глобулины	48,39	51,15	51,25	14,42	50,16	50,19
	48,43	51,20	51,45	47,45	50,17	50,31
Проламины + глутелины	16,13	13,43	13,32	18,07	15,13	15,05
	16,21	13,54	13,51	18,19	15,20	15,18
Остаток	20,77	17,72	16,40	20,46	17,71	16,78
	20,43	17,54	15,58	20,08	17,62	16,10

Вполне естественно, что количественные изменения, которые произошли во фракционном составе суммарного белка, должны проявиться и в изменении суммарного аминокислотного состава белков. Как видно из табл. 4, в которой представлены литературные данные и результаты наших исследований, белки гречихи характеризуются высоким содержанием лизина, лейцина и валина, общее содержание незаменимых аминокислот в зерне более 30 моль%. Азотные удобрения и особенно некорневая подкормка способствовали увеличению содержания незаменимых аминокислот в зерне (табл. 4).

Предпосевная обработка семян кобальтом практически не повлияла на аминокислотный состав зерна, за исключением содержания лизина. Аминокислотный состав фракций зерна гречихи мало изменился и при внесении азотных удобрений (табл. 5). Таким образом, увеличение содержания незаменимых аминокислот в зерне связано с повышением доли легкорастворимых белков.

При увеличении нормы азота и проведении предпосевной обработки семян повысилась белковость зерна, причем в основном за счет водо- и солерастворимых фракций суммарного белка. Предстояло выяснить, происходит ли это только за счет количественного изменения

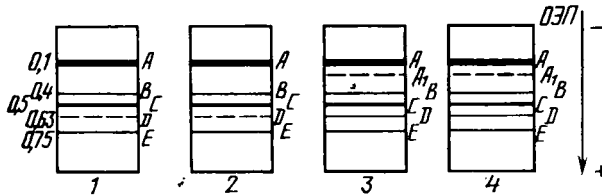
Таблица 4
Содержание незаменимых аминокислот в зерне гречихи (моль%)

Литературный источник и вариант опыта	Лизин	Треонин	Валин	Метионин	Изолейцин	Лейцин	Фенил-аланин	Σ
С. К. Кирилленко [12]	6,12	4,50	6,28	3,43	3,64	6,57	7,07	39,3
Н. М. Городний [5]	8,00	2,10	4,10	1,10	—	6,70	3,50	30,0
Фон	6,16	3,85	4,49	2,64	3,30	5,93	4,31	30,68
Фон + 60N + 30N	8,01	5,11	6,39	2,83	4,97	8,57	5,68	47,86
Фон + 60N + 30N + Co ³⁺	8,60	5,21	6,46	2,88	4,03	8,65	5,74	48,87

Аминокислотный состав фракций белков зерна (г на 1 кг муки)

Фракция аминокислоты	Фон			Фон + 60N			Фон + 60N + 30N			Фон + 60N + 30N + +Co ⁺²		
	альбумины	глобулины	проламины + глютелины	альбумины	глобулины	проламины + глютелины	альбумины	глобулины	проламины + глютелины	альбумины	глобулины	проламины + глютелины
Незаменимые:												
лизин	6,74	6,18	5,82	6,91	6,27	6,87	6,90	6,27	6,92	6,96	6,26	5,94
треонин	5,08	5,45	4,07	5,11	5,47	4,12	5,14	5,48	4,14	5,16	5,52	4,16
валин	6,74	5,51	6,49	6,87	5,64	6,55	6,91	5,69	6,59	6,90	5,70	5,61
метионин	3,78	3,10	3,01	3,81	3,14	3,02	3,83	3,15	3,04	3,84	3,20	3,05
изолейцин	2,70	3,01	3,88	2,79	3,06	3,92	2,85	3,09	3,99	2,87	3,11	3,98
лейцин	5,88	5,72	6,82	6,01	5,87	7,00	6,07	5,88	7,01	6,06	5,90	7,00
фенилаланин	6,59	6,14	6,59	6,56	6,17	6,63	6,61	6,19	6,64	6,60	6,20	6,63
Заменимые:												
аспарагин	7,50	7,09	8,11	7,55	7,12	8,13	7,59	7,15	8,16	7,00	7,18	8,18
гистидин	3,12	2,65	2,29	3,17	2,71	2,34	3,21	2,78	2,42	3,22	2,80	2,44
глутаминовая кислота	19,65	20,08	20,50	19,83	20,19	20,68	19,82	20,26	20,61	19,80	20,25	20,65
НСР = 0,19												

данных фракций или же в рассматриваемом случае изменяется качественный состав легкорастворимых белков. Хорошо известно, что белковые фракции неоднородны, они представляют собой белки, близкие по физико-химическим свойствам. При изучении компонентного состава белков зерна гречихи была установлена их большая гетерогенность. Неоднороден и состав альбуминов при электрофорезе в щелочном ге-



Электрофореграммы легкорастворимых белков зерна гречихи.

1 — РК (фон); 2 — фон + 60N; 3 — фон + 60N + 30N; 4 — фон + 60N + 30N + Co⁺².

ле (рН 8,9) — выявлено от 11—12 [2, 8, 25] до 7—8 компонентов [8, 16, 23]. При этом отмечается, что большое число компонентов в геле — это результат частичного гидролиза белков. Как показал электрофоретический анализ белков в щелочном геле (рН 8,9), фракция водорастворимых белков неоднородна и состоит из 5 подфракций. Азотные удобрения не оказывали влияния на число компонентов данной фракции белков (рисунок), они лишь увеличивали количество последних. Некорневая азотная подкормка стимулировала синтез белкового компонента А₁, а предпосевная обработка CoSO₄ не вызвала существенных изменений в компонентном составе легкорастворимых белков.

Заключение

Результаты исследований показывают необходимость внесения азотных удобрений не только для повышения урожайности гречихи, но и для улучшения качества зерна, которое происходит за счет увеличе-

ния содержания белка, причем в большей степени за счет более биологически ценных легкорастворимых белков.

Предпосевная обработка семян гречихи целесообразна только при достаточном уровне основных элементов питания в почве, особенно при совместном ее применении с некорневой подкормкой мочевиной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артемьева А. Е. Биохимические свойства сортов гречихи при различных условиях минерального питания в Западной Белоруссии. — Автореф. канд. дис. Л., 1974. — 2. Белозерский М. А. Выделение и изучение свойств белков семян гречихи. — Автореф. канд. дис. М., 1970. — 3. Броваренко С. У. Использование минеральных удобрений под гречиху в Западной Сибири. — В кн.: Генетика, селекция, семеноводство и возделывание гречихи на Подоле. Кишинев, 1981, с. 240—243. — 4. Власюк П. А., Шварук Н. М., Сапатый Е. Е. Химические элементы и аминокислоты в жизни растений, животных и человека. — Киев: Наукова думка, 1974. — 5. Городний Н. М. Влияние минеральных удобрений на технологические и биохимические качества зерна гречихи. — Науч. тр. УСХА: Удобрения и качество растениеводческой продукции. Киев, 1976, вып. 180, с. 28—35. — 6. Городний Н. М., Штупун Н. В., Мунина М. Я., Медведев А. А. Влияние удобрений на фракционный и аминокислотный состав белков зерна гречихи. — Сб. науч. тр.: Генетика, селекция, семеноводство и возделывание гречихи. М.: Колос, 1976, с. 28—32. — 7. Гринкевич Н. И., Грибовская И. Ф., Баландина И. А. Влияние некорневой подкормки солями микроэлементов на увеличение биологической массы, накопление флавоноидов и повышение активности ферментов гречихи okayмленной. — Агрохимия, 1973, № 4, с. 98—104. — 8. Донцова Т. В., Паушева З. П. Изучение компонентного состава легкорастворимых белков в плодах гречихи методом электрофореза в полиакриламидном геле. — Докл. ТСХА, 1919, вып. 254, с. 26—29. — 9. Жилковский В. И., Ковтуник И. Н. Роль микроудобрений в повышении урожая и качества зерна гречихи. — В сб.: Селекция, семеноводство и возделывание гречихи на Подоле. Кишинев, 1981, с. 111—114. — 10. Кадыров Ю. К. Влияние координационных соединений кобальта на азотный обмен и продуктивность хлопчатника. — Узбекский биол. журн. Ташкент, 1983, № 3, с. 21—23. — 11. Калашник Д. И. Влияние некорневой подкормки на продуктивность гречихи. — В сб.: Селекция, семеноводство и возделывание гречихи на Подоле. Кишинев, 1981, с. 114—119. — 12. Кирилленко С. К. Аминокислотный состав и биологическая ценность фракций белков зерна гречихи. — В сб.: Селекция, семеноводство и возделывание гречихи на Подоле. Кишинев, 1981, с. 73—78. — 13. Колосова Н. А. Влияние условий минерального питания на продуктивность растений гречихи. — В сб.: Физиологические основы минерального питания зерновых культур. Тр. ВИУА, 1981, вып. 60, с. 113—124. — 14. Курганова Л. Н. Аминокислотный состав белков гречихи в связи с предпосевным облучением семян и различными условиями почвенного питания. — Уч. зап. Горьков. гос. ун-та, 1968, вып. 90, с. 16—18. — 15. Мунина А. А. Влияние кобальта на интенсивность азотфиксации гороха. — В сб.: Микроэлементы в сельск. хоз-ве и медицине. Улан-Удэ 1966, т. 3, с. 63—69. — 16. Соколов О. А., Семихов В. Ф. Накопление белков в зерне гречихи при различных условиях азотного питания. — Агрохимия, 1974, № 8, с. 14—19. — 17. Соколов О. А. Минеральное питание растений в почвенных условиях. М.: Наука, 1980. — 18. Соколов О. А. Обмен азотистых и фосфорных соединений у растений гречихи и формирование урожая в зависимости от условий минерального питания. — Автореф. канд. дис. М., 1980. — 19. Хорошкова Е. Д. Действие азотных удобрений и некоторых стимуляторов роста на урожай гречихи в условиях Полесья УССР. — В кн.: Генетика, селекция, семеноводство и возделывание гречихи. — М.: Колос, 1976, с. 235—239. — 20. Ягодин Б. А., Троицкая Г. Н., Генерозова И. П. и др. Кобальт в метаболизме растений. — В кн.: Биологическая роль микроэлементов и их применение в сельск. хоз-ве и медицине. М.: Наука, 1974, с. 329—332. — 21. Яцко В. П. Биохимическая характеристика белков плодов гречихи. — Автореф. канд. дис. М., 1963. — 22. Kusano T., Chiue H., Ikeda K. e. a. — In: Buckwheat research, 1983, p. 213—220. — 23. Javornik V. Buckwheat proteins. Buckwheat symp. Ljubljana Sept. 1—3 1980, p. 121—126. — 24. Javornik V., Eggum B., Krut J. — J. Genetica, vol. 13, N 2, 1981, p. 115—120. — 25. Ono T., Sato T., Odagiri S. — Agricul. a. Biolog. Chemistry, 1978, vol. 42, N 9, p. 1779—1780. — 26. Ptoszynski M. — Buckwheat News letters, 1984, N 4, p. 39—40.

Статья поступила 1 февраля 1988 г.

SUMMARY

Variation in the amount and quality of proteins in buckwheat grain depending on nitrogen rate and presowing treatment of seed with cobalt sulphate was studied. It is shown that nitrogenous fertilizers should be applied not only to increase buckwheat yield, but also to improve grain quality due to higher amount of proteins, mostly ready-soluble proteins of higher biological value and protein components containing increased amount of lysine. Presowing treatment with cobalt is recommended only if more than 60 kg of nitrogen are applied per 1 ha.