

**АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ БЕЛКОВ СЕМЯН
РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ СОИ И СОЕВОЙ СЕННОЙ МУКИ****И. Ф. Беликов, Н. П. Выхрестюк, О. А. Шландакова, Г. В. Ярыгина***(Биолого-почвенный ин-т ДВ научного центра АН СССР)*

Обследования, проведенные пищевой и сельскохозяйственной организацией Объединенных наций (ФАО) в различных странах мира, показали, что проблема белкового питания населения является сейчас более острой (Сингх, 1967). В СССР особенно велик недостаток белка в кормах для животных (Лебедев, 1961; Иконникова, 1965). Дефицит белка в кормах и его неудовлетворительное качество (несбалансированность по аминокислотному составу) — одна из главных причин, сдерживающих рост продуктивности животных и обуславливающих большие затраты на образование единицы продукции и ее высокую себестоимость. Поэтому давно стоит вопрос об увеличении производства белка в стране, в том числе наиболее дешевого — растительного, о повышении содержания его в кормах. Пути для этого могут быть различны: увеличение площадей, занимаемых высокобелковыми культурами, селекция и разведение улучшенных сортов и разновидностей, богатых белком в количественном и качественном отношении, применение современных методов возделывания растений, использование удобрений, борьба с вредителями и болезнями растений и т. д.

Большая роль в решении белковой проблемы может принадлежать высокобелковым культурам. На Дальнем Востоке основной высокобелковой культурой является соя. «...Именно соя даст возможность немного увеличить производство растительного белка в нашей стране. Являясь одновременно продовольственной, технической и кормовой культурой, она не имеет себе равных по универсальности применения» (из решения Всесоюзного совещания по вопросам биологии и возделывания сои в Советском Союзе, 1968).

Известно, что в состав белков сои входят все незаменимые аминокислоты (Снопка а. Jones, 1933; Смирнова и Лаврова, 1934; Губерниев и Товарицкий, 1935; Клименко, 1954; Kuiken а. Lumen, 1958).

О высокой пищевой ценности соевых белков говорится в работах многих исследователей (Блок и Боллинг, 1949; Пейн и Стюарт 1952; Adolphson, 1963; Watanabe Togi, 1965; Иконникова, 1965). Однако аминокислотный состав дальневосточных сортов сои изучен слабо. Имеются лишь данные И. Ф. Беликова и Е. Я. Неделько (1956) и Е. Я. Неделько (1960), характеризующие содержание аминокислот в амурских сортах сои, А. М. Турукиной и Н. И. Пилюк (1964), установивших количество

аминокислот в тостированном соевом шроте, и А. Н. Добриковой (1958) по аминокислотному составу 3 приморских сортов сои.

Приморский край неоднороден по климатическим условиям и для получения высоких и устойчивых урожаев в разных частях его должны возделываться различные сорта сои. Однако исследований по характеристике белков семян приморских сортов сои недостаточно. Правда, некоторые авторы считают, что сортовых различий в содержании аминокислот в белках семян растений нет. (Плешков и др. 1957; Стюард и Томпсон, 1958). Но есть и противоположное мнение (Jones et al., 1939, 1941; Смирнова-Иконникова, 1952; Иконникова, 1965; Krober, 1956; Лукашик и др., 1966). Кроме того, известно, что белки листьев богаты незаменимыми аминокислотами, и сено из листьев является хорошим белковым кормом. Кормовые сорта сои дают богатый урожай вегетативной массы, но характеристики аминокислотного состава пока еще нет.

Работами Лаборатории биохимии Биолого-почвенного института ДВ научного центра установлено, что внекорневые подкормки азотом и молибденом повышают содержание белка в семенах и вегетативной массе сои (Беликов и др., 1965, 1966). Поэтому задачами нашей работы явились:

- 1) характеристика аминокислотного состава суммарных белков, выделенных из районированных и наиболее перспективных дальневосточных сортов сои, для установления пищевой ценности;
- 2) установление аминокислотного состава сеной муки из листьев сои кормового сорта Уссурийская 154;
- 3) проверка влияния внекорневых подкормок молибденом и азотом на аминокислотный состав белков семян и листьев сои.

Материал и методы исследования

Для исследования брались семена следующих основных районированных и перспективных для Приморского края сортов сои: Приморская 529, Приморская 41, Манцзанзин, Уссурийская 29, Приморская 762, Приморская 494, Юбилейная и Салют 216 (последние два районированы в Амурской области, но высеваются и в северных районах края). Семена всех сортов были получены на Приморской сельскохозяйственной опытной станции, за исключением сорта Салют 216, предоставленного Амурской опытной станцией.

Для приготовления сеной муки из вегетативных частей растений сои использовали кормовой сорт Уссурийская 154. Кроме того, для установления влияния внекорневых подкормок молибденом и азотом на аминокислотный состав семян и листьев мы использовали материал полевых опытов, заложенных на опытном поле Приморского сельскохозяйственного института сотрудниками Лаборатории биохимии БПИ и кафедры растениеводства ПСХИ (Сидоренко, 1966; Выхрестюк и Чуб, 1967).

Перед анализами семена (всегда средней пробы) отмывали водой от грязи, просушивали между листами фильтровальной бумаги и освобождали от оболочки и зародышей. Семядоли грубо измельчали в кофейной мельнице и обезжиривали настаиванием с бензолом и петролейным эфиром при комнатной температуре. Затем муку измельчали более тонко, дообезжиривали, растворитель удаляли испарением в вытяжном шкафу и обезжиренную муку в агатовой ступке растирали до состояния пудры и просеивали через капроновое сито с диаметром отверстий

0,1 мм. Хорошо перемешанный материал в таком виде использовали для анализов.

В обезжиренной соевой муке определяли количество общего азота по микро-Кьельдалю, белкового и небелкового азота.— по В. И. Товарническому (1935), дисахаров, крахмала и клетчатки — по А. Н. Белозерскому и Н. И. Проскуракову (1951); учитывали соотношение белковых фракций и проводили извлечение белков. Выделенные белки характеризовались содержанием общего азота, фосфора, золы и спектрами поглощения в ультрафиолетовой области. Наличие углеводов проверяли реакциями Молиша и Бналя.

В белках определяли содержание наиболее распространенных аминокислот методом количественной хроматографии на бумаге по объединенному способу Гирри (Giri et al., 1953) и Боде (Bode, 1955) в модификации Г. Н. Зайцевой и Н. П. Тюленевой (1958), принятой на кафедре биохимии растений МГУ. Количество дикарбоновых кислот определяли по Фореману, метионина — по методу Мак-Карти и Салливан (Mc Carthy a. Sullivan, 1941), цистина — по Фолину и Марензи (Folin a. Margenze, 1929), триптофана — по Спиз и Чамберс (Spies a. Chambers, 1949). Кроме того, количество тирозина и триптофана определяли спектрофотометрическим методом (Бейли, 1965); α -аминный азот — методом Починка и Бернштейна (1956), являющимся модификацией метода Мура и Штейна (Moore a. Stein, 1954, 1958), в которой цианистый калий заменен аскорбиновой кислотой.

Идентификация аминокислот на хроматограммах проводилась с помощью использования показателя R_f аминокислот — свидетелей, а также с помощью специфических реакций на отдельные аминокислоты на бумаге (Магницкий и др., 1959) и многоцветным проявлением по методу А. Н. Бояркина, 1956. Кроме того, пятна аминокислот на хроматограммах проверяли на гомогенность с помощью двумерной хроматографии. Статистическая обработка калибровочных графиков, построенных по способу наименьших квадратов, и результатов анализа показала, что ошибка метода редко превышает $\pm 5\%$. Более сильные отклонения зависят от неправильного выполнения всей процедуры, плохого проведения гидролиза и неудовлетворительной обработки гидролизата.

Извлечение «суммарных» белков из семян сои. Экстракция белков проводилась по методу, предложенному В. Г. Клименко (1956), основанному на многократном извлечении суммарного белка из обезжиренной муки семян 0,1 норм. NaOH на холоду и последующем осаждении его 20%-ным CH_3COOH в изоэлектрической точке. Выбор метода обусловлен тем, что определение содержания аминокислот проводилось для установления пищевой ценности белков, и мы считали более рациональным извлечение всей суммы белков сразу, а не последовательное извлечение белков различными растворителями (которое все равно не приводит к выделению индивидуальных белков, но сопровождается большими потерями). Полученные препараты белков содержали 15,4—17,2% общего азота и 0,23—0,60% фосфора. Это указывает на достаточную степень их чистоты.

Извлечение белковых фракций из обезжиренной соевой муки сорта Приморская 762. Фракция I — «водорастворимое вещество», получалась шестикратным экстрагированием водой при комнатной температуре, центрифугированием при 6000 об/мин., фильтрованием через мязгу и последующим лиофильным высушиванием всего экстракта.

Фракция II — «альбумины», выделялась диализом солевого экстракта, высаливанием альбуминов при полном насыщении сернокислым аммонием, отделением осадка альбуминов центрифугированием;

перерастворением в воде с последующим диализом, концентрированием диализата сефадексом G-25 грубым и лиофильным высушиванием.

Фракция III — «глобулины», получалась перерастворением выпавшего при диализе солевого экстракта осадка глобулинов в 10%-ном NaCl с добавлением щелочи и повторным диализом против часто сменяемой дистиллированной воды. Выпавший осадок сушили возрастающими концентрациями (начиная с 50°) этанола и эфиром. Пары эфира поглощались в вакуумном эксикаторе парафином.

Фракция IV — «глобулины», выделялась подкислением щелочного экстракта соевых белков (получен после извлечения белков солью) 20%-ной CH_3COOH в изoeлектрической точке, перерастворением их с последующим повторным подкислением. Сушка проводилась возрастающими концентрациями этилового спирта и эфиром.

Фракция V — «суммарный белок», получалась так же, как и остальные белки других сортов, по методу В. Г. Клименко.

Полученные результаты и их обсуждение

Общая характеристика сортов сои, культивируемых в Приморском крае. Данные по содержанию основных веществ в семенах сои представлены в табл. 1. Анализируя их, следует признать, что лучшими сортами

Таблица 1

Общая характеристика Приморских сортов сои

Сорт	Год урожая	Содержание жира в % на абс. сухой вес	Содержание в % на вес сухой обезжиренной муки			
			белка	сахарозы	клетчатки	крахмала
Приморская 529	1956	18,28	41,27	10,13	5,21	0,96
Приморская 41	1956	18,36	43,61	10,38	5,49	0,75
Уссурийская 29	1956	18,23	43,88	10,26	5,73	2,63
Уссурийская 154	1956	16,13	51,56	7,86	5,66	0,76
Манчжэнцзи	1956	19,09	48,34	10,56	5,67	0,56
Приморская 529	1957	19,15	46,19	10,32	5,13	2,07
Приморская 41	1957	18,93	47,90	9,89	5,75	1,71
Уссурийская 29	1957	19,14	49,28	13,77	5,01	2,14
Уссурийская 154	1957	17,52	51,86	9,25	5,54	2,20
Манчжэнцзи	1957	19,44	48,04	12,14	5,38	—
Приморская 529	1964	19,52	47,56	—	—	—
Приморская 529	1965	18,72	53,56	—	—	—
Приморская 494	1965	20,32	53,93	—	—	—
Приморская 762	1964	18,64	51,62	—	—	—
Юбилейная	1965	20,89	56,50	—	—	—
Салют 216	1965	18,59	48,25	—	—	—

по содержанию белка и жира являются Приморская 494 и Юбилейная. Они же — наиболее высокоурожайные и скороспелые, что особенно важно, т. к. районированный в нашем крае сорт Приморская 529 не всегда успевает вызреть, особенно в северных районах края. Высоким содержанием белка характеризуется и кормовой сорт Уссурийская 154. Содержание клетчатки примерно одинаково во всех сортах, содержание крахмала и дисахаров зависит от условий выращивания. Но так как существенного значения для народного хозяйства эти группы веществ из семян сои не имеют, подробно останавливаться на содержании их мы не будем.

Определение соотношения белковых фракций. Экстракция белков проводилась последовательно при постоянном встряхивании 20—25-кратным объемом воды 6 раз при комнатной температуре, 15-кратным объемом 10%-ной NaCl и 0,2 норм. Na OH по 5 раз на холоду. Все три белковых экстракта имели максимумы поглощения в ультрафиолетовом свете при 220—230 мк, 255—260 мк и 273—280 мк и давали реакции Молиша и Бналя на углеводы. По-видимому, в состав водных, солевых и щелочных экстрактов входят самые разнообразные простые и сложные соевые белки, в том числе и нуклеопротеиды и комплексные соединения с углеводами. При разделении экстрактов электрофорезом на бумаге в веронал-мединаловом буфере pH 8,6 оказалось, что водная и щелочная вытяжки не поддаются четкому разделению, а солевая — делится на 4 фракции.

Количество водорастворимого азота в различных образцах колебалось от 61,8 до 69,9%, белкового водорастворимого азота — от 51,7 до 60,1%, солерастворимого — от 7,4 до 17,0%. Щелочерастворимый азот составляет 8,2—12,6%, азот остатка — 8,1—16,5%. Особенно высоким содержанием азота остатка характеризовался сорт Салют 216. Какой-либо закономерности в содержании водорастворимого азота в зависимости от сорта или условий выращивания не обнаружено.

Альбумины и глобулины из семян сои выделялись диализом солевого экстракта на холоду. Количество их в различных образцах составило 6,3—7,5%. Интересно отметить, что обработка растений сои молибденом привела к значительному повышению содержания альбуминов (с 7,5 до 9,7% в 1964 г. и с 6,8 до 8,7—10,2% в 1965 г.).

Во фракцию альбуминов входят в основном биологически активные вещества соевых семян — многие ферменты, ингибиторы роста, трипсиновый ингибитор и т. д. Эта фракция наиболее ценна по аминокислотному составу, как это видно из табл. 2. Она содержит наибольшее количество цистина и метионина, аминокислот, лимитирующих пищевую ценность соевых белков.

Основную массу белков сои составляют глобулины. В приморских сортах сои количество их достигает 46,8—49,3%. В состав этой фракции входят в основном 7S — и 11S-белки, немного 2S-компонента и 19S-белка.

Количество белков, извлекаемых щелочью, составляет в изученных сортах, по нашим данным, 11,7—18,3%. По-видимому, в эту группу входят белки, первоначально связанные в комплексы с углеводами (Клименко, 1964). Щелочь разрывает эти связи и поэтому они извлекаются ею. Вероятно, это те же глобулины, что и переходящие в солевой раствор. Такое предположение в отношении белков бобовых было высказано в работах В. Г. Клименко с сотрудниками (Клименко, Пинегина, 1964; Клименко и Березовиков, 1963; Клименко, 1964; Клименко, Павлова, 1965) и убедительно показано И. П. Гаврилюк (1966).

Азот остатка, который, очевидно, тоже представляет собой комплексно связанные с углеводами и липидами белки в семенах приморских сортов сои составлял 10—12% общего азота, но зато в семенах амурского сорта Салют 216 количество его оказалось равным 23,2%. Несколько ниже азот остатка семян сорта Салют 216 при последовательном извлечении белков водой, солью и щелочью (16,2%). Вероятно, количество связанных соединений белков с липидами в семенах этого сорта было наибольшим. Это подтверждается тем, что и щелочной экстракт, и остаток муки после извлечения белков давали качественную реакцию на липопротенды.

Аминокислотный состав белков различных сортов сои. Нами охарактеризовано содержание аминокислот в важнейших сортах сои, воз-

делываемых в Приморском крае. Аминокислотный состав белков семян всех приморских сортов довольно близок. В среднем они содержат лизина 5,5—6,5%, аргинина — 8,5—10,0%, гистидина — 2,0%, аспарагиновой кислоты — 4,5—8,5%, серина — 3,8—4,5%, гликокола — 3,8—4,5%, глютаминовой кислоты — 11,0—18,1%, треонина — 4,1%, аланина — 4,4%, тирозина — 4,00%, метионина — 1,8—2,0%; валина — 7,8—8,0%, фенилаланина — 5,5%, лейцинов — 14,4—18,0%, пролина — 3,9%, цистина — 1,2%, триптофана — 1,8—2,7%.

Кроме изучения аминокислотного состава белков приморских сортов сои, нами прослежено влияние внекорневой подкормки молибдатом аммония на содержание аминокислот в белках семян сои. Оказалось, что аминокислотный состав белков семян существенно не изменяется под воздействием этого удобрения. Некоторому колебанию было подвержено лишь количество цистина и метионина. Возможно, это произошло за счет изменения содержания альбуминов в семенах. Поэтому для установления пищевой ценности белков сои в дальнейшем определять в них содержание всех аминокислот не имеет смысла. Можно ограничиться лишь определением количества метионина и цистина.

В состав семян сои входит большая группа различных белков. Каждый из них характеризуется своим, только ему присущим аминокислотным составом, который, очевидно, обусловлен генетической природой растений. Однако количество каждой из белковых фракций, составляющих всю сложную многокомпонентную систему белков семян сои, зависит, очевидно, от внешних условий, в которых формировалось это семя. Содержание аминокислот в различных белках сои не одинаково: как видно из табл. 2, лучшим белковым компонентом являются водорастворимое вещество и альбуминовая фракция семени. Эти фракции включают биологически активные белки (ферменты, трипсиновые ингибиторы и т. д.). Как показала работа Н. А. Нарбут (1968), они наиболее подвижны в процессе прорастания и созревания семян, особенно у ранне-спелых сортов.

Таблица 2

Аминокислотный состав различных типов белков, выделенных из сорта Приморская 762 (в % на абс. сухой вес)

Аминокислота	Водорастворимая фракция	Альбумин	Глобулин	Глютелин	Суммарный белок
Цистин	1,8±0,04	1,6±0,07	1,3±0,06	1,2±0,02	1,3±0,03
Лизин	8,2±0,05	7,9±0,08	5,8±0,10	6,1±0,07	6,9±0,20
Гистидин	1,5±0,04	1,6±0,03	1,8±0,04	2,0±0,03	1,9±0,03
Аргинин	8,5±0,06	7,4±0,30	8,3±0,05	9,1±0,05	10,0±0,10
Аспарагиновая кислота	7,0±0,10	7,1±0,20	6,3±0,08	6,4±0,20	6,1±0,06
Серин	5,0±0,10	5,5±0,10	3,4±0,20	3,8±0,10	4,1±0,01
Гликокол	3,6±0,06	4,0±0,04	4,2±0,06	4,1±0,04	4,0±0,10
Глютаминовая кислота	11,0±0,20	10,0±0,20	12,8±0,30	13,0±0,20	13,8±0,20
Треонин	5,0±0,10	5,1±0,20	4,0±0,20	4,6±0,07	4,8±0,06
Аланин	5,0±0,09	4,9±0,10	4,0±0,06	4,1±0,06	4,3±0,10
Тирозин	3,6±0,04	3,1±0,06	3,3±0,05	3,6±0,03	3,1±0,05
Метионин	2,0±0,04	2,1±0,03	1,6±0,08	1,6±0,05	1,7±0,04
Валин	8,7±0,05	8,5±0,10	7,6±0,20	7,1±0,10	8,0±0,10
Фенилаланин	4,0±0,04	4,2±0,20	5,8±0,10	5,5±0,20	6,0±0,09
Лейцин	17,6±0,30	16,6±0,20	18,7±0,70	18,2±0,40	18,1±0,60
Триптофан	2,2±0,08	2,1±0,05	2,3±0,06	2,2±0,04	2,3±0,04
Сумма	94,7±1,39	91,7±1,96	91,2±2,34	92,6±1,66	96,4±1,81

Дальнейшее внимание исследователей необходимо сосредоточить на изучении количества и качества белковых фракций, входящих в состав соевого семени и выяснении причин, от которых оно зависит. Знание этих причин даст возможность управлять накоплением нужных белков в семени, а значит позволит получать белки с лучшей пищевой ценностью, а также облегчит выведение более скороспелых сортов.

Аминокислотный состав сенной муки из листьев сои кормового сорта Уссурийская 154. Содержание аминокислот в сенной муке из листьев сои представлено в табл. 3. Работы по определению аминокислотного состава сенной муки из вегетативных частей растений сои нам не известны. Лучшей сенной мукой до сих пор считалась люцерновая. В ней содержится (к весу муки) лизина 0,84—1,2%, гистидина — 0,24—0,34%, аргинина — 0,67—0,96%, треонина — 0,57—0,82%, метионина — 0,14—0,2%, валина — 0,64—0,92%, лейцинов — 1,7—2,3% (Попов, 1965).

Таблица 3

Содержание аминокислот в сенной муке из листьев сои сорта Уссурийская 154

Аминокислота	В % на абс. сухой вес муки		Содержание общего азота в % к общему азоту гидролизата		Содержание аминного азота в % к аминному азоту гидролизата	
	Год урожая					
	1964	1965	1964	1965	1964	1965
Лизин	1,38	1,10±0,03	4,85	4,80±0,20	4,82	4,70±0,30
Гистидин	0,30	0,50±0,03	1,34	2,10±0,10	0,89	1,40±0,08
Аргинин	0,66	0,76±0,03	4,39	4,90±0,40	2,19	2,50±0,20
Аспирагиновая кислота	1,49	1,40±0,02	4,08	4,60±0,10	8,06	9,50±0,60
Серин	1,01	0,75±0,05	3,76	2,60±0,20	7,47	5,70±0,40
Гликокол	0,49	0,58±0,01	2,18	2,40±0,20	4,32	5,70±0,20
Глютаминная кислота	1,31	0,90±0,02	1,66	2,50±0,06	3,27	5,00±0,20
Треонин	1,10	0,95±0,02	3,10	2,80±0,30	6,15	5,80±0,50
Аланин	0,53	0,50±0,05	2,00	2,90±0,10	3,90	6,00±0,20
Аминомасляная кислота	0,65	—	1,95	—	3,87	—
Валин	1,99	1,60±0,10	5,74	6,30±0,20	11,40	12,80±0,40
Метионин	0,44	0,45±0,02	1,97	1,07±0,02	3,91	2,20±0,03
Фенилаланин	4,67	3,50±0,30	10,09	9,00±0,20	20,03	19,00±0,90
Лейцины	4,26	3,10±0,07	10,87	8,60±0,20	21,51	18,30±0,80
Тирозин	0,15	0,24±0,02	0,29	0,70±0,07	0,57	1,40±0,20
Пролин	0,37	—	—	—	—	—
Цистин	—	—	—	—	—	—
Сумма	20,80	16,00±0,80	58,37	55,27±2,35	102,36	100,0±5,01

Как видно из сравнения полученных данных по аминокислотному составу соевой муки с такими же данными по люцерновой муке, соевая сенная мука из листьев и черешков растений сои по содержанию всех изученных аминокислот превосходит люцерновую. Только содержание аргинина в них одинаково.

Внекорневые подкормки растений сои молибденом и азотом изменяют количество аминокислот в сенной муке. Наибольшее действие на растения сои в 1964 г. оказала подкормка молибденом. При этом повышалось содержание почти всех аминокислот, за исключением серина, треонина, аланина, лейцина и пролина, количество которых было таким же, как в контроле.

Опрыскивание молибденом с фосфором привело лишь к увеличению содержания аргинина, аминокислотной кислоты и лейцина, тогда как подкормка мочевиной — к увеличению фенилаланина в листьях сои.

Селитра дала отрицательный эффект. Общее содержание аминокислот понизилось при опрыскивании ею с 20,80 до 18,45%.

Следует отметить, что 1964 г. отличался обильным выпадением осадков и переувлажнением почвы. В это время соя обычно испытывает острый недостаток элементов питания в доступной форме, поэтому подкормки должны давать хороший эффект. Во время переувлажнения обычно наблюдается резкая убыль нитратов в почве, поэтому неудивительно, что внесение молибдена оказалось эффективным. Несколько непонятно, что подкормка азотом привела к снижению количества аминокислот. Возможно, это объясняется погрешностями при проведении гидролиза, т. к. при пересчете данных на содержание общего азота оказалось, что в случае с аммиачной селитрой наблюдалось увеличение количества дикарбоновых кислот в листьях сои. Возрастало содержание валина, зато количество лейцинов и лизина снижалось. Подкормка молибденом привела к увеличению доли щелочных аминокислот, аспарагиновой кислоты и валина в белках листьев, в то время как внесение мочевины и молибдена с фосфором, видимо, оставляет белки листьев без изменения и влияет лишь на содержание азота в них.

При подкормках молибденом, мочевиной и селитрой доля белков в общем балансе азотистых веществ в листьях возрастала.

1965 г. характеризовался острым недостатком осадков в первую половину лета. При иссушении почвы тоже нарушается режим минерального питания и соя опять-таки испытывает голодание. Кроме того, оптимальная температура для развития сои — 22°. Среднепогодная температура в условиях Приморской опытной станции 19°. В 1965 г. она была на 0,6° ниже нормы.

Известно, что при недостатке тепла цветение и созревание сои запаздывают. В этих условиях действие удобрений, особенно молибдена, который в наших опытах ускорял развитие и созревание сои, должно быть эффективным. И действительно, все удобрения, которыми подкармливалась соя, дали эффект. Прежде всего содержание аминокислот в листьях сои контрольного варианта ниже в этом году, чем в 1964 г. (16,39 и 20,80% соответственно). При опрыскивании молибденом количество аминокислот возросло до 24,16%, мочевиной — до 21,92% и селитрой — до 20,04%. Доля аминокислот в балансе азотистых веществ в листьях тоже возрастала под влиянием удобрений с 55,06% в контроле до 77,05% в варианте с молибденом и 61,38% в варианте с селитрой.

В опыте с применением молибденового удобрения происходило достоверное повышение содержания (в пересчете на общий азот гидролизата) лизина, гистидина, аргинина, аспарагиновой кислоты, гликокола, метионина, лейцина. С достоверностью до 90% увеличивалось содержание серина и фенилаланина.

При подкармливании мочевиной достоверно повышалось содержание аспарагиновой кислоты, метионина, фенилаланина, а количество гистидина и аланина падало.

При воздействии на растение сои селитры увеличивалось количество азота аспарагиновой кислоты, валина, лейцина и уменьшалось фенилаланина.

Под влиянием молибдена возрастало содержание амминого азота гистидина, глутаминовой кислоты, метионина, валина. Действие мочевины привело к увеличению количества амминого азота метионина и снижению содержания гистидина, глутаминовой кислоты и аланина.

И, наконец, опрыскивание растений сои селитрой увеличило количество аммиачного азота аргинина, метионина, валина, а гликокола, аналлина и фенилаланина — снизило.

Таким образом, с помощью внекорневых подкормок можно изменять качество сеной муки.

ЛИТЕРАТУРА

- Бейли Дж., 1965. Методы химии белков. М.
- Беликов И. Ф., А. И. Чуб, Л. А. Андреева, П. К. Сидоренко, 1965. Внекорневая подкормка сои. «Зернобобовые культуры», № 2.
- Беликов И. Ф., Р. А. Бурцева, Н. П. Выхрестюк, Н. А. Пенчукова, П. К. Сидоренко, 1966. Физиолого-биохимические основы некорневой подкормки сои. В сб.: Проблемы биологии на Дальнем Востоке. Владивосток.
- Беликов И. Ф., Е. Я. Неделько, 1960. Биохимическая характеристика амурских сортов сои. «Маслобояно-жировая промышленность», № 4.
- Беликов И. Ф., Е. Я. Неделько, 1960. Аминокислотный состав семян амурских сортов сои. Изв. Сиб. отд. АН СССР, № 8.
- Белозерский А. Н., Н. И. Проскураков, 1951. Практическое руководство по биохимии растений. М.
- Блок Р. и Д. Боллинг, 1949. Аминокислотный состав белков и пищевых продуктов. ИЛ.
- Бояркин А. Н., 1956. Разноцветное проявление аминокислот на бумажных хроматограммах. «Физиол. раст.», т. 3, вып. 4.
- Выхрестюк Н. П., А. И. Чуб, 1967. Влияние молибдена на качество соевой сеной муки. В сб.: Всесоюзное совещание по вопросам биологии и возделывания сои в Советском Союзе. Владивосток.
- Гаврилюк И. П., 1966. Иммунохимические исследования белков гороха. Автореф. дисс. на соиск. учен. степени к.б.н. Уфа.
- Губерниев А. М., В. И. Товарницкий, 1935. Содержание главнейших аминокислот в белке различных сортов сои. В сб.: Труды ВНИИ зернобобовых культур, т. IV.
- Добрикова А. Н., 1958. Аминокислотный состав семян сои Приморского края. В сб.: Биохимия зерна, т. 4.
- Зайцева Г. Н., Н. П. Тюленева, 1958. Количественное определение аминокислот на хроматограммах посредством определения медных производных с нингидрином. «Лабораторное дело», № 3.
- Иконникова М. И., 1965. Биохимическое изучение зерновых бобовых культур в связи с проблемой растительного белка. (Докл. на соиск. учен. степени доктора биол. наук по совокупности опублик. работ). Л.
- Клименко В. Г., 1956. Формы азота и серы белка зерна бобовых растений. Учен. зап. Кншиневск. ун-та, т. 23, № 3.
- Клименко В. Г., 1964. О природе глютелинов семян бобовых и других растений. В сб.: Тез. докл. второй всесоюз. межвуз. отчетно-координ. конф. по химии природ. соед. Ташкент.
- Клименко В. Г., А. Д. Березовиков, 1963. Превращение белков и небелковых азотсодержащих веществ при созревании кормовых бобов (*Vicia faba* L.). «Биохимия», т. 28, вып. 2.
- Клименко В. Г., Л. С. Павлова, 1965. Изменение содержания белков в органах некоторых видов чины в онтогенезе. В сб.: Тр. по химии природн. соед., вып. 6. Кишинев.
- Клименко В. Г., Р. И. Пинегина, 1964. Изменчивость белков семян гороха при созревании. «Биохимия», т. 29, вып. 3.
- Лебедев И. А., 1961. Соя — ценная кормовая культура. М.
- Лукашик Н. А., Е. Е. Колодзева, З. Ф. Табакова, Л. В. Григорьева, 1965. Аминокислотный состав протенина злаков, бобовых и некоторых кормовых трав. Изв. ТСХА, № 1.
- Магницкий К. П., Ю. А. Шугаров, В. К. Малков, 1959. Новые методы анализа растений и почв. М. Сельхозгиз.
- Нарбут Н. А., 1968. Изменение белков семян сои в процессе созревания и прорастания семян. Дисс. на соиск. учен. степени к.б.н. Владивосток.
- Пейн Л., Л. Стюарт, 1952. Пищевая ценность белков сои. В сб.: Белки и аминокислоты в питании человека и животных, ИЛ.

Плешков Б. П., М. Иванко, Г. В. Антонова, 1957. Влияние условий питания на содержание свободных аминокислот в листьях фасоли. ДАН СССР т. 17, № 6.

Попов И. С., 1965. Аминокислотный состав кормов. М. Россельхозиздат.

Починюк X. M., Б. И. Бернштейн, 1956. Колориметрический нингидриновый метод определения аминного азота в растениях. «Укр. биохим. журн.» т. 28, № 3.

Решение Всесоюзного совещания по вопросам биологии и возделывания сои в Советском Союзе, 1968. Благовещенск.

Сидоренко П. К., 1966. Внекорневая подкормка сои в условиях Приморского края. Дисс. на соиск. учен. степени к.с.-х.н., Уссурийск.

Сингх Н., 1967. Проблемы белкового питания в странах Азии и Африки (сокращенный вариант доклада на симпозиуме ВФНР в Будапеште). «Мир науки», № 2.

Смирнова-Иконникова М. И., 1952. Характеристика растительных ресурсов зерновых и бобовых культур по количественному и качественному составу белка. В сб.: Белки в промышленности и в сельском хозяйстве. М.—Л.

Стюард и Дж. Томпсон, 1958. Белки и белковый обмен в растениях. В кн.: Белки. т. 3, ч. 1. ИЛ.

Товарицкий В. И., 1935. К вопросу о биохимических признаках сортов сои. В сб.: Труды ВНИИ зернобобовых культур, т. IV.

Турукина А. М., Н. И. Пилюк, 1964. Химический состав и питательная ценность тостированного соевого шрота. В сб.: Соя — ведущая культура в интенсификации земледелия на Дальнем Востоке. Хабаровск.

Vode F., 1955. Eine Vereinfachung und Verbesserung der Methode der quantitativen Bestimmung von Aminosäuren und Peptiden des Ninhydrin Kupfer Komplex. B. d. 326, 433.

Csonka F. A. a D. B. Jones, 1933. Differences in the Amino Acids Content of the chief Protein (Glicinin from Seeds of Several Varieties of the Soybeans). J. Agric. Res. 3, 46, 51—56.

McCarty a N. A. Sullivan, 1941. A New and Highly Specific Colorimetric Test for Methionine. J. Biol. Chem., 141, 871.

Folin O. a A. Marenze, 1929. Improved Colorimetric Methode for the Determination of Cystine in Proteins. J. Biol. Chem, 83, 163.

Giri K. V., A. N. Radhakrishnan, C. S. Vaidyanathan, 1953. The Quantitative Determination of Amino Acids. J. Ind. Inst. Sci., 35, 2, 145.

Jones B. D. a C. E. Gersdorff, 1941. The Effect of Storage on the Proteins of Wheat, White Flour and Whole Flour. Cereal. Chem., 18, 4, 417—434.

Krober O. A., 1956. Methionine Content of Soybeans as Influenced by Location and Season. J. Agric. a Food Chem., 4, 3, 254.

Kuiken K. A. a C. M. Lyman, 1949. Essential Amino Acid Composition of Soybean Meal Prepared from Twenty Strains of Soybeans. J. Biol. Chem. 177, 1, 29.

Moore S. a W. N. Stein, 1954. Procedures for the chromatographic Determination of Amino Acids on Four per cents Cross-Linked Sulfonated Polystyrene Resins. J. Biol. Chem., 211, 2, 893.

Spies S. J. a D. Chambers, 1949. Chemical Determination of Tryptophan in Proteins. Anal. Chem., 21, 1249.

Watanabe Togi. 1963. Chemistry and Utilisation of Soybean Protein. J. Japan Oil Chem. Soc. 12, 1, 14—21.