

Исследование Влияния Ультразвука на Выделение из Сои Сорта «Алтом» Белковой Фракции и Активность Ферментов и Ингибитора Трипсина

Ю А. Кошелев, М Э. Ламберова,
А С. Косолапова

Бийский Технологический Институт (филиал) ГОУВПО «Алтайский Государственный Технический Университет имени И. И. Ползунова»

Abstract—Актуальным является выделение белковой фракции из соевых бобов, стеблей и листьев, приготовление на ее основе пищевых и кормовых продуктов, использование содержащихся в ней ферментов и антиферментных веществ.

Известно, что ультразвуковое воздействие интенсифицирует экстракцию, но при этом может изменить активность ферментов и привести к разрушению компонентов белковой фракции. При УЗ – обработке соевых бобов мощностью 20 Вт в течение 1 минуты наблюдалось максимальное увеличение содержания общего белка в водном экстракте, равное 560 мкг/мл.

Index Terms—Ultra sonic extraction, tripsine, protein faction

I. ВВЕДЕНИЕ

В НАСТОЯЩЕЕ время актуальным является интенсификация процессов экстракции белковой фракции из растительного сырья без потери ценных компонентов этой фракции и активности ферментов и антиферментных веществ.

Наиболее ценным растительным белком является белок сои, который сбалансирован по аминокислотному составу и применяется в различных видах пищи и кормов [1].

Кроме того, в сое содержатся липиды, витамины и минеральные вещества. Но при этом в соевых бобах присутствуют также антипитательные вещества: ингибиторы трипсина, гемагглютинины, липоксигеназа и олигосахариды (стахиоза, раффиноза). При этом антиферментные препараты используются в медицине, как средства, подавляющие активность ферментов. К числу таких веществ относятся ингибиторы трипсина, которые на сегодняшний день получают из поджелудочной железы или легких крупнорогатого скота, и применяют при лечении панкреатита. Кроме того, за счет действия ингибитора трипсина сырые соевые бобы подавляют рост раковых клеток у животных [2].

Известно, что ультразвук интенсифицирует процесс экстракции. В случае разрушения белка ультразвуком получают стимуляторы роста клеток, используемые в растительной культуре клеток и тканей *in vitro*.

Целью данного исследования является изучение влияния ультразвука на выделение из сои сорта «Алтом» белковой фракции и активность ферментов и ингибитора трипсина в ней.

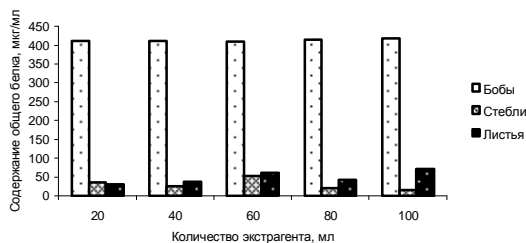
Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

- исследовать зависимость содержания общего белка от соотношения сырья и экстрагента в водных экстрактах из листьев, стеблей и бобов сои;
- исследовать зависимость содержания общего белка от воздействия ультразвука на водные экстракты из листьев, стеблей и бобов сои;
- определение активности ферментов и антиферментных веществ в выделенной белковой фракции;
- изучение способа выделения ингибиторов трипсина из соевых бобов;
- исследование зависимости активности ферментов и антиферментных веществ от воздействия ультразвука на вытяжку общего белка из бобов сои.

II. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СОДЕРЖАНИЯ ОБЩЕГО БЕЛКА В ВОДНОМ ЭКСТРАКТЕ ИЗ ЛИСТЬЕВ, СТЕБЛЕЙ И БОБОВ СОИ ОТ СООТНОШЕНИЯ СЫРЬЯ И ЭКСТРАГЕНТА

Для приготовления экстрактов использовали листья, стебли и корни растения. Сырье измельчали в ступке, а затем заливали экстрагентом. В качестве экстрагента использовали дистиллированную воду. Варьировали соотношение массы сырья и экстрагента (1:20; 1:40; 1:60; 1:80; 1:100). Экстрагирование проводили при постоянном перемешивании и температуре 30 °С. По окончании экстрагирования раствор отфильтровали через бумажный фильтр и определили содержание общего белка. По данным таблицы видно, что максимальное содержание общего белка в водных экстрактах из листьев и бобов при соотношении 1:100, из стеблей - при соотношении 1:60. Минимальное содержание белка в водных экстрактах из листьев и стеблей при соотношении 1:20, из бобов - при 1:60.

По полученным результатам построили диаграмму (рисунок 1).



Постоянное перемешивание.

Температура 30 °С.

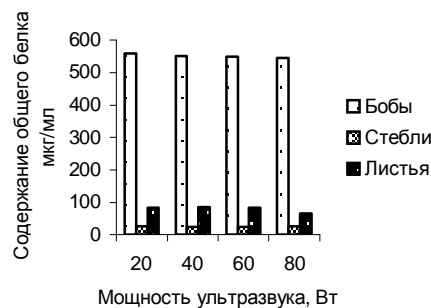
Рисунок 1 - Зависимость содержания общего белка в водном экстракте из листьев, стеблей и корней сои от соотношения сырья и экстрагента

Наибольшее содержание общего белка в водном экстракте из листьев и бобов сои, равное 71,20 мкг/мл и 418 мкг/мл соответственно, наблюдается при соотношении сырья к экстрагенту 1:100, а из стеблей – 1:60. Эти соотношения использовались для следующего опыта.

III. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СОДЕРЖАНИЯ ОБЩЕГО БЕЛКА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ УЛЬТРАЗВУКА НА ВОДНЫЙ ЭКСТРАКТ ИЗ ЛИСТЬЕВ, СТЕБЛЕЙ И БОБОВ СОИ

Для приготовления экстрактов использовали листья, стебли и бобы растения. Сырье измельчали в ступке, а затем заливали дистиллированной водой. Экстракт обрабатывался ультразвуком различной мощности и продолжительности. Все опыты проводились в трехкратной повторности, результаты обрабатывали статистически.

Исходя из оптимального соотношения сырья и экстрагента 1:20 взяли 5 г листьев, бобов и стеблей и залили 100 мл воды. Затем проводили обработку ультразвуком мощностью 80 Вт, 60 Вт, 40 Вт и 20 Вт с длительностью 2 мин, 3 мин, 4 мин, 5 мин. Экстрагирование проводили при постоянном перемешивании и температуре 30 °С. По окончании экстрагирования раствор отфильтровали через бумажный фильтр и определили содержание общего белка. По полученным результатам построили диаграмму (рисунок 2).



Постоянное перемешивание.

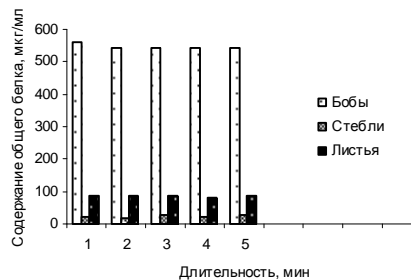
Температура 30 °С.

Длительность обработки – 1 минута.

Рисунок 2 - Зависимость содержания общего белка в водном экстракте из листьев, стеблей и корней сои от мощности ультразвука

Наибольшее содержание общего белка в водном экстракте из стеблей и бобов сои, равное 560 мкг/мл и 26 мкг/мл соответственно, наблюдается при обработке ультразвуком мощностью 20 Вт, листьев – 85,5 мкг/мл при 40 Вт.

В следующем опыте экстракты из листьев, стеблей и бобов сои обрабатывали ультразвуком оптимальной мощности для каждого экстракта (стебли и бобы сои – 20 Вт, листья – 40 Вт) и длительностью 2, 3, 4, 5 минут. По полученным результатам построили диаграммы (рисунок 3 и 4).



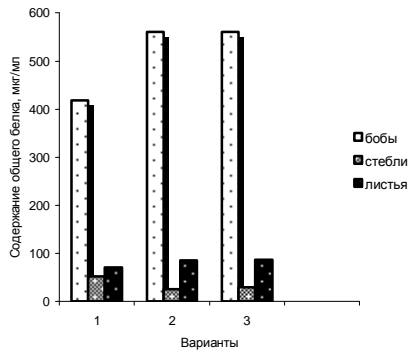
Постоянное перемешивание.

Температура 30 °С.

Мощность ультразвука: стебли и бобы сои – 20 Вт, листья – 40 Вт.

Рисунок 3 - Зависимость содержания общего белка в водном экстракте из листьев, стеблей и бобов сои от длительности ультразвуковой обработки

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАТАЛАЗЫ



Постоянное перемешивание;
Температура 30 °С;
1- Соотношение сырья к экстрагенту:
бобы - 1:100,
стебли - 1:60,
листья - 1:100;
2- Мощность ультразвука, длительность 1 минута:
бобы - 1:20,
стебли - 1:20,
листья - 1:40;
3- Длительность ультразвука, мин:
бобы - 1; 20 Вт
стебли - 3; 20 Вт
листья - 5; 40 Вт

Рисунок 4 – Сравнительная диаграмма зависимости содержания общего белка в водном экстракте из бобов, стеблей и листьев сои от ультразвука и соотношения сырья к экстрагенту

Из сравнительной диаграммы видно, что максимальное содержание общего белка в водных экстрактах из соевых бобов наблюдается при соотношении сырья к экстрагенту 1:20 при ультразвуковой обработке мощностью 20 Вт в течение 1 минуты. При дальнейшем увеличении мощности и длительности ультразвукового воздействия содержание общего белка в водных экстрактах из соевых бобов снижается.

Максимальное содержание общего белка в водных экстрактах из стеблей сои наблюдается при соотношении сырья к экстрагенту 1:60 без ультразвуковой обработки. При воздействии ультразвука содержание общего белка в водных экстрактах из стеблей сои снижается.

Содержание общего белка в водных экстрактах из листьев сои под воздействием ультразвука разной мощности и длительности практически не изменяется.

IV. ИССЛЕДОВАНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ БЕЛКОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ СОЕВЫХ БОБОВ

Белки сои могут иметь как ферментативный, так и запасающий характер, поэтому целью следующего опыта стало изучение ферментативных свойств соевых бобов.

0,5 г муки из соевых бобов растерли в ступке с 3,5 мл фосфатного буфера в течение 20 мин. Затем перенесли в колбу 1 мл вытяжки, разбавили 45 мл дистиллированной воды, прибавили 1 мл 0,3 % раствора H₂O₂. Выдержали 8 мин, а реакцию останавливали прибавлением 2,5 мл 20 % раствора H₂SO₄. Исследуемый раствор титровали 0,1 Н раствором KMnO₄ до розового цвета и отмечали количество мл раствора KMnO₄, пошедшего на титрование. Одновременно ставили контроль по аналогии, но вместо вытяжки добавляли 1 мл фосфатного буфера. Раствор титровали 0,1 Н раствором KMnO₄ до розового цвета и отмечали количество мл раствора KMnO₄, пошедшего на титрование:

$$E = (A-B) \cdot T \cdot 0,17/n, \quad (1)$$

где А- количество KMnO₄, пошедшее на титрование стандартной пробы в мл;

В - количество KMnO₄, пошедшее на титрование исследуемого раствора в мл;

Т- титр, Т=1,066;

n- масса навески исследуемого материала [3].

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ АМИЛАЗЫ

Метод основан на гидролизе крахмала ферментами амилолитического комплекса до декстринов различной молекулярной массы. Амилолитическая активность характеризует способность амилолитических ферментов катализировать гидролиз крахмала до декстринов различной молекулярной массы и выражается числом единиц в 1 г препарата.

За единицу активности амилолитических ферментов принято такое их количество, которое в строго определенных условиях температуры, рН и времени действия катализирует разрушение до декстринов различной молекулярной массы 1г растворимого крахмала, или 30 % от введенного в реакцию.

В две пробирки диаметром 2 и высотой 18 см наливали по 10 мл 1 %-ного раствора крахмала и ставили их в термостат или водяную баню с температурой 30±0,2 °С на 5-10 мин. Затем, не вынимая пробирок из термостата, наливали в первую пробирку 5 мл дистиллированной воды (контрольная), а во вторую 5 мл ферментного раствора (опытная). Смеси быстро перемешивали и выдерживали в термостате 10 мин (по секундомеру). Затем из реакционных смесей (контрольного и опытного растворов) отбирали по 0,5 мл раствора и переносили их в колбы с предварительно налитыми туда 50 мл рабочего раствора йода. Содержимое колб перемешивали. Полученные растворы приобретали следующую окраску: контрольный - синюю, опытный - фио-

летовую различной интенсивности в зависимости от количества непрогидролизованного крахмала.

Непосредственно после смешивания растворов определяли их оптическую плотность на фотозлектроколориметре, используя светофильтр с максимумом светопропускания при $\lambda = 656$ нм, пользуясь кюветами с толщиной поглощающего свет слоя 1 см. Контрольным раствором при колориметрировании исследуемых растворов являлась дистиллированная вода.

Оптическая плотность контрольного раствора D_1 соответствует количеству исходного крахмала субстрата. Оптическая плотность опытного раствора D_2 соответствует количеству крахмала, оставшегося после действия фермента. Разница между показателями оптических плотностей растворов соответствует гидролизованному количеству крахмала субстрата.

Количество гидролизованного крахмала C (в г) определяют по формуле:

$$C = 0,1 \cdot (D_1 - D_2) / D_1, \quad (2)$$

где 0,1 - количество крахмала, взятое для испытания в качестве субстрата, г.

Если количество гидролизованного крахмала меньше 0,02 или больше 0,07 г, то испытание повторяли. Для этого при приготовлении рабочего раствора фермента брали большее или меньшее количество исходного раствора для разбавления.

Если в результате ферментативной реакции количество превращенного крахмала находится в указанных пределах, полученные данные используют для расчета амилолитической активности.

Амилолитическую активность AC (в ед./г) препаратов бактериального происхождения определяют по формуле:

$$AC = [(5,885 \cdot C + 0,001671) \cdot 1000] / n, \quad (3)$$

а амилолитическую активность AC_1 (в ед./г) препаратов грибного происхождения - по формуле:

$$AC_1 = [(7,264 \cdot C - 0,03766) \cdot 100] / n, \quad (4)$$

где 5,885; 0,001671; 7,264; 0,03756 - коэффициенты расчетного уравнения, полученные при математической обработке экспериментальных данных зависимости количества гидролизованного крахмала от количества фермента, взятого для испытания; в коэффициенты введен множитель для пересчета на 1 ч действия фермента,

C - количество гидролизованного крахмала, г; 100, 1000 - коэффициенты пересчета миллиграммов в граммы;

n - количество ферментного препарата, взятое на испытания, мг [3].

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОСТИ УРЕАЗЫ

Приготавливали буферные растворы. Взвешивали две пробы одна и двузамещенных солей калия ($KH_2PO_4=3,4$ г, $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O=5,7$ г) растворяли в дистиллированной воде, доводя раствор до

1 литра. Полученный буферный раствор A хранили в темном месте не более 1 месяца. Для приготовления буферного раствора B с мочевиной растворяли мочевины в растворе A в колбе на 1 литр из расчета 1,5 г мочевины на 50 мл, раствора A .

Для проведения измерений брали три пробы измельченного материала массой $1 \pm 0,01$ г и помещали в стеклянный стакан на 200 мл. В первый стакан наливали 50 мл раствора A и помещали его в водяную баню с температурой (30 ± 2) °C. Во второй и третий стаканы с интервалом в 5 минут приливали по 50 мл раствора B и помещали в ту же баню. Термостатировали 30 минут, при перемешивании каждые 5 минут стеклянной палочкой. По истечении 30 минутной выдержки жидкость над осадком из каждого стакана декантировали в стаканчик рН-метра и определяют рН.

Активность уреазы в единицах рН определяли по формуле:

$$A = pH_B - pH_A, \quad (5)$$

где pH_A - значение рН в контрольном измерении раствора A ,

pH_B - значение рН в основном измерении раствора B [4].

Рассчитывали среднее арифметическое в двух параллельных измерениях, расхождение не должно превышать 30 % от среднего арифметического значения рН. Вычисления проводили с записью результатов до второго знака после запятой.

Экспериментальные данные по исследованию ферментативной активности белков в водных экстрактах из соевых бобов представлены в таблице 1

Таблица 1 - Ферментативная активность белков в водных экстрактах из соевых бобов

Объекты	Активность ферментов и антиферментных веществ			
	Амилаза, Ед./г	Количество каталазы, мг/г	Ингибитор трипсина, мИЕ/г	Уреаза Δ pH
Соевые бобы	-	0,234	804,06	0,5

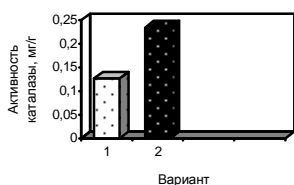
Из результатов, приведенных в таблице 1, видно, что в водных экстрактах из соевых бобов белковая фракция имеет значительные активность уреазы и ингибитора трипсина, а также незначительную каталазную активность. Из литературы известно, что в сое содержится много антипитательных веществ белковой природы, в

том числе ингибитора трипсина 5 – 10 % от общего содержания белка, а также уреазы составляет до 6 % от общего содержания белка сои [560 МКГ/МЛ].

Целью дальнейших экспериментов стало выделение общего белка и ингибитора трипсина из соевых бобов.

V. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ АКТИВНОСТИ КАТАЛАЗЫ В ВОДНЫХ ЭКСТРАКТАХ ИЗ СОЕВЫХ БОБОВ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ УЛЬТРАЗВУКА РАЗЛИЧНОЙ МОЩНОСТИ И ДЛИТЕЛЬНОСТИ

Навеску муки из соевых бобов массой 0,5 г растирали в ступке с 3,5 мл фосфатного буфера в течение 20 минут. Затем перенесли в колбу 1 мл вытяжки, разбавили 45 мл воды, прибавили 1 мл 0,3% раствора H_2O_2 . Выдержали 8 минут, затем реакцию остановили прибавлением 2,5 мл 20% раствора H_2SO_4 . Исследуемый раствор оттитровали 0,1 Н раствором $KMnO_4$ до розового цвета. Обработку ультразвуком применяли на стадии приготовления вытяжки общего белка с вариацией мощности и длительности воздействия ультразвука.



1 – Мощность ультразвука 80 Вт, длительность 1 мин;
2 – Мощность ультразвука 80 Вт, длительность 7 мин.
Рисунок 5 – Сравнительная диаграмма зависимости активности каталазы в водных экстрактах из соевых бобов от мощности и длительности ультразвука

Из сравнительной диаграммы видно, что при обработке водных экстрактов из соевых бобов ультразвуком мощностью 80 Вт активность каталазы повышается при увеличении длительности воздействия ультразвука до семи минут.

VI. ВЫДЕЛЕНИЕ ИНГИБИТОРА ТРИПСИНА ИЗ СЕМЯН СОИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОСТИ ИНГИБИТОРА В ВОДНОМ ЭКСТРАКТЕ

Три навески соевых бобов по 10 г, стерилизовали 70 %-ным этанолом в течение 5 минут от поверхностной микрофлоры. Промывали и затем различное время выдерживали в водопроводной воде; 0,5 %-ном растворе карбоната натрия; 0,1 Н растворе серной кислоты при комнатной температуре. Соотношение раствора к массе покоящихся семян составляло 10:1. В экстрактах семян определяли активность ингибиторов протеиназ по модифицированному методу Ансона, в качестве субстрата использовали 2 %-ный раствор казеина.

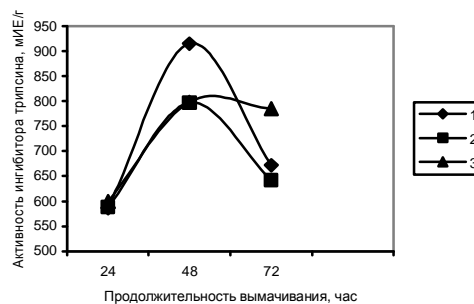
Активность ингибитора трипсина определяли по торможению гидролиза трипсином казеина, и выражали МИЕ (милиингибиторные единицы). 1 МИЕ приняли количество ингибитора в экстракте, тормозящего расщепление 1 мг казеина за 1 мин инкубации при 30 °С. Оптическую плотность определяли КФК – 2МП при 670 нм. Определяли общее содержание белка по методу Лоури. Опыт проводили в пятикратной повторности, полученные результаты обработали в соответствии с методами математической статистики. Расхождения между параллельными опытами не превышает 20 % от определенного значения при доверительной вероятности 80 %. Для вымачивания использовались три варианта растворов:

вариант 1 - в качестве раствора для вымачивания - 0,5% -ный раствор Na_2CO_3 ;

вариант 2 - в качестве раствора для вымачивания - водопроводная вода;

вариант 3 – в качестве раствора для вымачивания - 0,1 н раствор H_2SO_4 .

По полученным результатам был построен график зависимости изменения активности ингибитора трипсина в экстракте от времени вымачивания соевых бобов (рисунок 6).



вариант 1 - в качестве раствора для вымачивания – 0,5% -ный раствор Na_2CO_3 ;
вариант 2 - в качестве раствора для вымачивания - водопроводная вода.
вариант 3 - в качестве раствора для вымачивания – 0,1 н раствор H_2SO_4 .

Рисунок 6 – График зависимости изменения активности ингибитора трипсина в водном экстракте от продолжительности вымачивания соевых бобов

Из рисунка 6 можно предположить, что при вымачивании семян сои ингибиторы протеиназ диффундировали в окружающую жидкость. При этом диффундировавшие в воду белки-ингибиторы подавляли активность трипсина. Существенной зависимости активности ингибитора трипсина от pH водной среды не обнаружено. Максимум активности ингибитора трип-

сина в водном экстракте наблюдался на 2-3 сутки вымачивания.

По мере вымачивания соевых бобов удельная активность ингибиторов в экстрактах снижалась, что, очевидно, происходило за счет повышения концентрации белка в растворах и частичной инактивацией ингибиторов трипсина. При набухании и прорастании семян сои ингибиторы протеиназ диффундировали в раствор. При этом диффундировавшие в воду белки-ингибиторы подавляли активность трипсина.

VII. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ АКТИВНОСТИ ИНГИБИТОРА ТРИПСИНА В ВОДНЫХ ЭКСТРАКТАХ ИЗ СОЕВЫХ БОБОВ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ УЛЬТРАЗВУКА РАЗНОЙ МОЩНОСТИ И ДЛИТЕЛЬНОСТИ

Опыт проводился по методике, представленной ранее. На стадии приготовления вытяжки проводили обработку ультразвуком мощностью 100 Вт, 80 Вт, 60 Вт, 40 Вт и 20 Вт, и длительностью 3 мин, 5 мин, 7 мин, 9 мин и 10 мин. Экстрагирование проводили при постоянном перемешивании и температуре 30 °С. По окончании экстрагирования раствор подвергли центрифугированию. Надосадочную жидкость использовали для определения активности трипсина и ингибитора трипсина [5].

По экспериментальным данным были построены диаграммы зависимости изменения активности ингибитора трипсина в водных экстрактах из соевых бобов от ультразвукового воздействия разной мощности и длительности (рисунки 7 и 8).

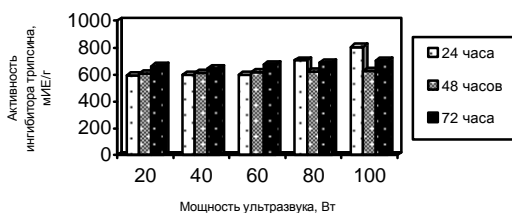
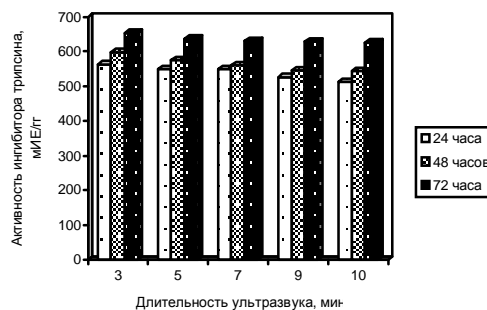


Рисунок 7 – Зависимость активности ингибитора трипсина в водном экстракте соевых бобов от мощности ультразвука

Из диаграммы видно, что с увеличением мощности ультразвука активность ингибитора трипсина повышается и достигает максимального значения при мощности 100 Вт.



Мощность ультразвука 100 Вт
Рисунок 8 – Зависимость активности ингибитора трипсина в водном экстракте соевых бобов от длительности воздействия ультразвука

Из диаграммы видно, что при увеличении длительности ультразвукового воздействия активность ингибитора трипсина более заметно снижается на 51,35 МИЕ/г на 1 – 2 сутки замачивания бобов.

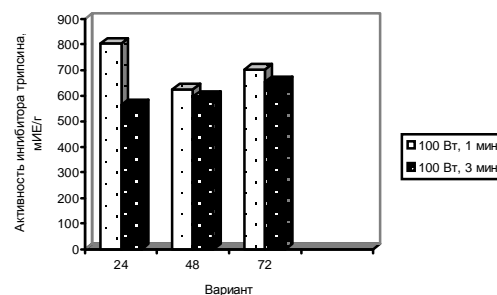


Рисунок 9 – Сравнительная диаграмма зависимости продолжительности вымачивания соевых бобов от мощности и длительности ультразвука

Из сравнительной диаграммы видно, что уровень антипротеолитической активности экстрактов зависит от содержания ингибиторов в покоящихся семенах. Активность ингибитора трипсина находится в прямой зависимости от количества выделившегося белка и продолжительности вымачивания.

Наибольшая удельная активность ингибиторов протеиназ в окружающем растворе проявлялась в начале прорастания семян.

Большой интерес представляет начальные стадии прорастания семян, предшествующие видимому прорастанию. Эти стадии включают в себя периоды набухания, и лаг-фазы. В этот период активность ингибитора в экстракте увеличивается во времени и достигает максимального значения, равного 804,06 МИЕ/г в начале прорастания зерна.

На начальной стадии прорастания белки-ингибиторы семян способствуют защите образующихся проростков от вредного воздействия окружающей микрофлоры. По мере прорастания активность ингибиторов в экстрактах снижалась, что, очевидно, происходило за счет повышения концентрации белка в растворах и частичным подавлением ингибитора.

VIII. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам данной работы можно сделать следующие выводы:

– исследована зависимость содержания белка от соотношения сырья и экстрагента в водных экстрактах листьев, стеблей и бобов сои (оптимальное соотношение для листьев и бобов – 1:100, для стеблей – 1:60);

– исследована зависимость содержания общего белка от воздействия ультразвука разной мощности и длительности на водные экстракты из листьев, стеблей и бобов сои (максимальное извлечение белка при воздействии ультразвуком из бобов – мощностью 20 Вт и длительностью обработки 1 минута, стебли – 20 Вт и 3 минут, листья – 40 Вт и 5 минут);

– исследована зависимость активности ферментов и антиферментных веществ от воздействия ультразвука на вытяжку общего белка из бобов сои (амилаза – не обнаружено; Количество каталазы - 0,234 мг/г; уреазы $\Delta pH=0,5$; ингибитор трипсина - 804,06 мИЕ/г);

– исследована зависимость активности каталазы соевых бобов от воздействия ультразвука различной мощности и длительности обработки (при УЗ – обработке мощностью 80 Вт активность каталазы повышается при увеличении длительности воздействия ультразвука до семи минут);

– изучен способ выделения ингибиторов трипсина из соевых бобов, исследована зависимость активности ферментов и антиферментных веществ от воздействия ультразвука на водную вытяжку общего белка из бобов сои (максимальная активность ингибитора трипсина в экстракте наблюдается на первые сутки вымачивания при одной минуте ультразвукового воздействия мощностью 100 Вт).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] [1] Доценко С. М., Тильба В. А., Иванов С. А., Абрамкина Е. А. Проблема дефицита белка и соя // Пищевая промышленность. – 2002. - №8. – С. 38-40.
- [2] [2] Соевые бобы – ключевое звено современного производства и повышения качества пи-

тания человека // Пищевая промышленность – 1998. - №8. – С. 36-38.

- [3] [3] Толстогузов В. Б. Новые формы белковой пищи (Технические проблемы и перспективы производства). – М.: Агропромиздат, 1987. – 303 с.
- [4] [4] Химия и биология бобовых растений: Пер. с англ. / Спектрова К. С.; Под ред. - Запрометова М. Н. – М.: Агропромиздат, 1986. – 336 с.
- [5] [5] Диановая В.Г., Толстогузов В.Б. Фракционирование компонентов соевых бобов // Техника и технология. – 1988 - №11 – С. 36-37.