

УДК 615.322

ВЛИЯНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ ОБРАБОТКИ И ВРЕМЕНИ ФЕРМЕНТАЦИИ НА СТЕПЕНЬ ИЗВЛЕЧЕНИЯ СУЛЬФОРАФАНА ИЗ РЕПЫ

Матыцина В.В. (Национальный исследовательский университет ИТМО),

Рухляда К.А. (Национальный исследовательский университет ИТМО),

Научный руководитель – к.т.н, доцент Баракова Н.В.

(Национальный исследовательский университет ИТМО)

Введение. Использование растительного сырья в продуктах функционального и лечебного назначения признается перспективным, так как считается общедоступным, экономически целесообразным и включает в себя большой и разнообразный спектр биологически активных веществ [1]. Фрукты, овощи и их обработанные агропродовольственные побочные продукты являются хорошими источниками натуральных полезных для здоровья соединений. Культуры *Brassica* (брокколи, капуста, репа) являются одними из самых производимых культур в мире и являются хорошим источником глюкорафанина, который после гидролиза высвобождает сульфорафан путем активации мирозиназы [2]. При механическом воздействии (измельчении) растительный фермент мирозиназа трансформирует глюкорафанин в сульфорафан, который, являясь антибактериальным агентом, участвует в системе растительной защиты от инфекции. При этом молярное количество глюкорафанина эквивалентно содержанию молей антиоксиданта сульфорафана. Сульфорафан представляет собой молекулу изотиоцианатной группы сероорганических соединений и препятствует окислительному стрессу, усталости и воспалению. Имеются также данные об использовании сульфорафана в качестве химиопрофилактики рака, профилактики и облегчения симптомов расстройств аутистического спектра благодаря его потенциальным антиканцерогенным и антиоксидантным свойствам, некоторые из этих свойств уже были установлены с помощью моделей на животных и людях. Овощи *Brassica* широко потребляются в основном после обработки и приготовления. Эти методы обработки и приготовления не только могут влиять на вкус, текстуру, аромат и питательные вещества этих овощей, но также влияют на уровни некоторых важных биологически активных, в том числе сульфорафана [3].

Усиленное высвобождение этих биоактивных веществ из растительных клеток путем разрушения клеток и экстракции через клеточную стенку может быть оптимизировано с использованием ферментных препаратов. Однако биотехнологическое применение ферментов в настоящее время не используется с максимальным потенциалом в пищевой промышленности.

Также при приеме глюкорафанина не все организмы способны достичь его превращения в сульфорафан, скорее всего, из-за различий в популяциях микрофлоры и общем состоянии здоровья, поэтому необходимо изучить влияние ферментативной обработки на степень извлечения сульфорафана [1].

Основная часть. Корнеплод репы - это один из растительных источников глюкозинолата – глюкорафанина. Он является предшественником сульфорафана, который в свою очередь обладает высокой фармакологической активностью. Среднее значение изотиоцианатов в растениях репы может составлять от 3,0 до 13,7 мг/100 г сырого вещества [4]. В эксперименте сульфорафан извлекался из репы, обработанной ферментными препаратами и из чистой репы (контроль). Для интенсификации процесса экстрагирования сульфорафана проводилась обработка измельченной репы ферментными препаратами пектолитического действия: Vegazym M, Vegazym HC, Fructozym BE, Fructozym MA-LG от производителя «ERBSLÖH» Geisenheim (Германия) в дозировке 0,7%.

Был проведен скрининг ферментных препаратов с целью определения ферментного препарата, обеспечивающего наибольший выход сульфорафана. Ферментативная обработка образцов проводилась при температуре 60°C в течение 0, 60, 120 мин, при этих же параметрах

параллельно испытывались контрольные образцы без добавления ферментных препаратов. Сушка измельченной и обработанной ферментным препаратом репы и контрольных образцов проводилась при температуре 60°C до массовой доли влаги в репе 10%.

Определение сульфорафана основано на проведении гидролиза порошка репы концентрированной щелочью до образования сульфидов, обработке гидролизата концентрированной соляной кислотой до получения сероводорода, последующей его отгонке с водяным паром в колбу с поглотителем (аммиачный раствор сульфата цинка). Определение содержания в растворе-поглотителе серосодержащих соединений в пересчете на прогоитрин проводили методом йодометрического титрования по остатку [5].

По результатам исследования было выявлено наибольшее содержание сульфорафана в образцах репы, обработанных ферментным препаратом Vegazym HC с продолжительностью ферментации на водяной бане при 60 °C 60 минут и составило 11,25 мг/100 г. При длительности ферментации 120 мин содержание составило немного меньше - 11,07 мг/100 г; а при 0 мин еще несколько меньше - 10,73 мг/100 г.

Второй результат по содержанию этого вещества показал образец, обработанный ферментным препаратом Vegazym M в течении 120 минут - 9,79 мг/100 г. При длительности ферментации 60 мин содержание составило 4,85 мг/100 г. При 0 мин - 6,17 мг/100 г.

Третий результат по количеству извлеченного сульфорафана продемонстрировали образцы, обработанные ферментными препаратами Fructozym MA-LG и Fructozym BE в течение 60 мин, содержание глюкозинолатов составило 7,97 и 7,54 мг/100 г соответственно. При длительности ферментации 120 мин содержание составило 4,69 и 5,36 мг/100 г соответственно. При 0 мин - 5,42 и 6,09 мг/100 г соответственно.

Уровни сульфорафана в контрольных образцах с продолжительностью ферментации на водяной бане при 60 °C 0 мин составил 5,25 мг/100 г; 60 мин - 5,84 мг/100 г; 120 мин - 4,45 мг/100 г.

Выводы. На основании проведенных экспериментов можно сделать вывод, что выход сульфорафана из репы зависит от торговой марки ферментного препарата и длительности ферментативной обработки.

Список использованных источников:

1. Оробинская, В.Н. Использование биологически активных соединений антиканцерогенного действия в производстве функциональных продуктов питания / В.Н. Оробинская, О.Н. Писаренко //Современные научные исследования. – 2015. - №. 13. – С.1706-1710.
2. Martins T. et al. Potential effects of sulforaphane to fight obesity //Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2018. – Т. 98. – №. 8. – С. 2837-2844.
3. Corssac G. B. et al. Sulforaphane effects on oxidative stress parameters in culture of adult cardiomyocytes //Biomedicine & Pharmacotherapy. – 2018. – Т. 104. – С. 165-171.
4. Бабичев, И.А. Биохимия брюквы, репы, редьки, редиса и хрена / И.А. Бабичев // Л. – 1989. –756 с.
5. ОСИК Н. С., ПОПОВ П. С., БОРОДУЛИНА А. А. Способ определения глюкозинолатов в семенах крестоцветных. – 1988.