

УДК 575.224:664

ОЦЕНКА ГЕНОПРОТЕКТОРНЫХ СВОЙСТВ ВТОРИЧНЫХ ПРОДУКТОВ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА ГОРОХОВОЙ МУКИ

Сураева Н.М., доктор биологических наук

Зайцева М.В., Куликов Д.С., кандидат технических наук,

тел. 8(495)541-87-00, n.suraeva@fneps.ru

ВНИИТеК – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М.
Горбатова» РАН

Ключевые слова: горох, сыворотка, качество, биотестирование, антигенотоксичность

Работа посвящена изучению протекторных свойств растворов вторичного продукта переработки гороховой муки белковый изолят (сыворотка) на динамику спектра хромосомных aberrаций, возникающих в клетках корней лука, на фоне индуцированного сорбиновой кислотой оксидативного стресса. Была обнаружена положительная динамика в распределении видов генетических нарушений при возрастании концентрации данной сыворотки.

Введение. Одним из приоритетных направлений увеличения рентабельности и улучшения экологического статуса предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности является снижение количества вырабатываемых отходов. В контексте производства белковых изолятов и гидролизатов из растительного сырья актуальной остается проблема накопления большого количества жидких вторичных продуктов – сыворотки. Образующиеся отходы производства зачастую содержат остаточное количество низкомолекулярных белков, пептидов, углеводов, поэтому являются перспективным сырьем для биоконверсии различными штаммами микроорганизмов [1–5]. При использовании таких питательных сред были получены дрожжи, которые содержали в своем составе 40–60 % белка, были обогащены аминокислотами, минеральными и биологически активными веществами и

рекомендовались к использованию в качестве кормовой добавки в рационе сельскохозяйственных животных [1, 3, 5, 6].

Ранее методом биотестирования на корнях лука нами был изучен антиоксидантный потенциал и защитные свойства гороховой сыворотки в различных концентрациях (0,1; 1,0 и 10 %), образующейся после ферментативной экстракции муки отечественными препаратами в технологии получения белкового гидролизата [7]. Пр продемонстрировано наличие антиоксидантной активности во всех опытных образцах сыворотки в условиях оксидативного стресса под действием сорбиновой кислоты со снижением уровня МДА на 4,35–13,56 %. При концентрации сыворотки 0,1 % достигнуто полное нивелирование токсичного эффекта консерванта на прирост массы корней, а также зафиксировано устранение эффектов снижения уровня митотического индекса (на 34,29 %) и роста хромосомных aberrаций (в 3,2 раза) в клетках корней. Однако использование концентраций сыворотки 1 и 10 %, наоборот, способствовало снижению митотического индекса и увеличению уровня хромосомных aberrаций. Изучение спектра выявленных хромосомных нарушений в меристеме корней лука после обработки гороховой сывороткой представляется актуальным с точки зрения генопротекторных свойств вторичного продукта, в том числе для потенциального выращивания кормовых дрожжей, и является целью настоящей работы.

Материалы и методы исследований. Материалом для исследований являлась гороховая сыворотка – вторичный продукт двухстадийной экстракции муки ферментными препаратами российского производства с последующим осаждением белка в изoeлектрической точке по технологии [8]. Нейтрализацию сыворотки до pH 7,0±0,1 проводили с помощью раствора 1 N NaOH. Тест-объектом служили корни лука-севка *Allium cepa* сорта «Stuttgarter Riesen». Процедура биотестирования растворов гороховой сыворотки различных концентраций и окрашивание цитологических препаратов описана в работе [9]. Статистический сравнительный анализ отдельных категорий выявленных хромосомных нарушений выполнен при помощи программы Microsoft Excel с использованием точного критерия Фишера при уровне доверительной вероятности 95 % ($p \leq 0,05$).

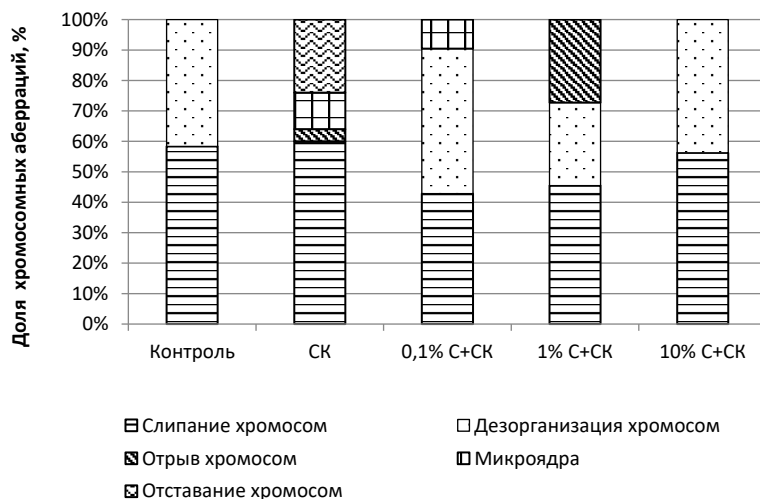


Рисунок 1. - Распределение хромосомных aberrаций в клетках меристемы корней *Allium cepa* L. после обработки раствором гороховой сыворотки. Примечания: СК – сорбиновая кислота, 50 мг/л, С – сыворотка.

Результаты исследований и их обсуждение. После оценки цитологических препаратов клеток меристемы корней лука опытных и контрольных образцов были зафиксированы два преобладающих вида хромосомных нарушений, а именно, слияния (от 43 до 60 %) и дезорганизация (от 27 до 48 %) хромосом. Между данными группами нарушений не было зафиксировано статистически достоверных различий частот по критерию Фишера ($p \leq 0,05$). Наибольшее число видов aberrаций было отмечено в варианте с обработкой корней раствором сорбиновой кислоты (слипание, отрыв, отставание хромосом и микроядра). Можно отметить, что с увеличением концентрации гороховой сыворотки значительно менялся спектр хромосомных aberrаций. Если в образцах с минимальной концентрацией сыворотки, также как и при обработке корней только сорбиновой кислотой, еще были обнаружены микроядра, то в остальных опытных образцах таковые уже отсутствовали. Хотя такого рода нарушения относят к важным маркерам генетической нестабильности. Более того, в образцах

с 10% сыворотки спектр хромосомных aberrаций уже не отличался от контрольных значений. Таким образом, наблюдался доза зависимый защитный эффект сыворотки при токсичном воздействии сорбиновой кислоты на корни лука. В исследованиях по изучению биологических свойств пептидов растения из семейства бобовых *M. pruriens* также была продемонстрирована их высокая активность в отношении защиты ДНК от повреждений, вызванных алкилирующим агентом метилметансульфонатом в мононуклеарных клетках человека [10].

Заключение. На основании полученных результатов можно заключить, что гороховая сыворотка может быть полезным природным источником соединений, которые способны осуществлять защитную функцию ДНК в условиях оксидативного стресса.

Библиографический список:

1. Исследование препаратов, полученных биоконверсией гороховой и нутовой сыворотки / Р. В. Уланова, В. В. Колпакова, Д. С. Куликов [и др.] // Химия растительного сырья. – 2023. – № 2. – С. 279-288.
2. Биоконверсия вторичного продукта переработки нутовой муки на белковый концентрат в кормовые дрожжи / В. В. Колпакова, Д. С. Куликов, В. А. Гулакова [и др.] // Пищевая промышленность. – 2023. – № 9. – С. 90-95.
3. Vethathirri, R. S. Microbial community-based protein production from wastewater for animal feed applications / R. S. Vethathirri, E. Santillana, S. Wuertz // Bioresource Technology. – 2021. – V. 341. – Article: 25723.
4. Биоконверсия вторичных продуктов переработки гороха с получением кормовых белковых концентратов / В. В. Колпакова, Р. В. Уланова, Д. С. Куликов, В. А. Гулакова // Крахмал и его производные. – 2023. – № 1. – С. 33-40.
5. Türker, M. Waste(water) to feed protein effluent characteristics, protein recovery, and single-cell protein production from food industry waste streams / M. Türker, S. Mert Selimoğlu, H. Taşpınar-Demir // Clean Energy and Resource Recovery: Wastewater Treatment Plants as Biorefineries. – 2022. – P. 201–243.

6. Новый кормовой микробно-растительный концентрат в комбикормах для цыплят-бройлеров кросса "Росс 308" / И. Ф. Горлов, М. И. Сложенкина, З. Б. Комарова [и др.] // Птица и птицепродукты. – 2021. – № 6. – С. 21-24.

7. Оценка защитных и антиоксидантных свойств вторичных продуктов ферментативного гидролиза гороховой муки / А. В. Самойлов, Н. М. Сураева, М. В. Зайцева, Д. С. Куликов // Пищевая промышленность. – 2026. – № 3. – С. 108-113.

8. Биокаталитический способ получения горохового изолята с использованием российских карбогидраз и протеазы / Д. С. Куликов, А. А. Королев, З. И. Калугина [и др.] // Пищевая промышленность. – 2025. – № 8. – С. 88-94.

9. Самойлов, А. В. Оценка последствий токсических эффектов пищевых подсластителей методом биотестирования / А. В. Самойлов, Н. М. Сураева, М. В. Зайцева // Пищевые системы. – 2023. – Т. 6, № 1. – С. 95-102.

10. Therapeutic peptides of *Mucuna pruriens* L.: Anti-genotoxic molecules against human hepatocellular carcinoma and hepatitis C virus / S. F. Taghizadeh, M. Azizi, J. Asili [et. al.] // Food science and nutrition. – 2021. – V. 6, N 9. – P. 2908-2914.

EVALUATION OF GENOPROTECTIVE PROPERTIES OF SECONDARY PRODUCTS OF ENZYMATIC HYDROLYSIS OF PEA FLOUR

Suraeva N.M., Zaitseva M.V., Kulikov D.S.

**All-Russian Research Institute of Canning Technology - Branch of
V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of RAS**

Keywords: *peas, serum, quality, biotesting, antigenotoxicity.*

This study examines the protective properties of solutions of a secondary product of pea flour processing, a protein isolate (whey), on the dynamics of the spectrum of chromosomal aberrations occurring in onion root cells under sorbic acid-induced oxidative stress. Positive dynamics in the distribution of genetic abnormalities were observed with increasing serum concentrations.