

УДК 575.18

АНАЛИЗ РЕПИТОМА ВЫЯВИЛ ЦЕНТРОМЕРНЫЙ ПОВТОР *CANNABIS SATIVA***О.В. Разумова¹, С.Р. Прокопчук¹, К.Д. Боне¹, Ю.В. Бочаркина² Д.В. Романов¹, Г.И. Карлов¹.***Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии, Москва, Россия**Сколковский институт науки и технологий, Москва, Россия**Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Москва, Россия*

Конопля посевная (*Cannabis sativa* L.) – одна из старейших сельскохозяйственных культур, история ее возделывания насчитывает по разным данным от шести до десяти тысяч лет. Это ценная сельскохозяйственная культура. Волокно и семена конопли являются сырьем для производства множества продукции. Масло, получаемое из семян конопли, обладает уникальным жирнокислотным составом, что позволяет широко применять его как в пищевой, так и в лакокрасочной промышленности. Волокно обладает повышенной прочностью и износостойкостью. Кроме того, в последние годы увеличиваются объемы получения из конопли биокомпозитов, биотоплива, а также бумаги и текстиля. Именно многоцелевое назначение объясняет многократно возросший в последние годы интерес производителей к данной культуре. При этом, несмотря на долгую историю возделывания, с генетической точки зрения культура недостаточно изучена, активный интерес исследователей проявился только в последнее десятилетие.

К настоящему времени получено уже достаточно большое количество полногеномных сиквенсов *Cannabis sativa* различных сортов и происхождения, однако до настоящего времени очень многое в структурно-функциональной организации генома конопли остается неясным, в частности малоизученным является значительная часть генома, состоящая из повторяющихся последовательностей ДНК – репитом.

Одной из фракций повторяющейся ДНК растений являются сателлитные повторы. Как правило это АТ-богатые последовательности ДНК, считающиеся основным компонентом гетерохроматина. Сателлитные повторы как правило сосредоточены в прицентромерных или субтеломерных областях, встречаются большинства эукариот и характеризуются широкой вариабельностью по составу и протяженности. При этом как правило они специфичны для вида или семейства, что делает их удобными объектами при выяснении филогенетических взаимоотношений. Субтеломерные последовательности достаточно часто встречаются у разных видов растений, однако их функция до настоящего времени не известна. Ранее нами была обнаружена субтеломерная последовательность конопли посевной, оказавшаяся молекулярно-цитогенетическим маркером на половые хромосомы. Однако еще один очень важный повтор, центромерный, до настоящего времени не был обнаружен у данного вида. Сателлитные ДНК образуют важный регион центромеры, необходимый для правильного расхождения хромосом во время деления. Несмотря на огромную важность центромеры для клетки, а также эволюционную древность и общность механизма деления для всех эукариот, центромерные повторы очень вариабельны, и могут отличаться не только между близкородственными видами, но даже у разных хромосом внутри одного кариотипа. Данное явление получило название центромерного парадокса.

В своей работе мы провели секвенирование ДНК мужского и женского растения сорта «Зеница» на платформе IlluminaMiSeq. Полученные сиквенсы, после проверки качества загружали в программное обеспечение RepeatExplorer. Для кластеризации были отобраны только наиболее высококопийные повторяющиеся последовательности, доля которых в геноме была не менее 0,01 %. В RepeatExplorer каждый обнаруженный кластер проверялся на гомологию к существующим охарактеризованным последовательностям. Последовательности выявленных сателлитных кластеров проверялись на соответствие имеющимся в базах данных NCBI с использованием BLAST. Последовательности, не показавшие гомологию к уже имеющимся в базах, отправлялись на дальнейший молекулярно-генетический анализ. К ним подбирались праймеры, проводилась амплификация ДНК, с последующим приготовлением ПЦР-зонда для локализации на метафазных хромосомах методом флуоресцентной *in situ* гибридизации (FISH). Всего было выявлено 5 кластеров, не обнаруживающих соответствия в базе данных NCBI. В результате один из кластеров, CL9–1637nt, показал прицентромерную локализацию. Он локализовался на 10 хромосомах из 20 диплоидного набора.

В настоящее время проводится дальнейшая работа для выявления роли обнаруженного повтора в организации перичентромерной и центромерной областей хромосом *Cannabis sativa*.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, договор № 20–316–70018\19

Литература

- Clarke, R.C., & Merlin, M.D. (2016). Cannabis domestication, breeding history, present-day genetic diversity, and future prospects. *Critical reviews in plant sciences*, 35(5–6), 293–327.
- Divashuk, M.G., Alexandrov, O.S., Razumova, O.V., Kirov, I.V., & Karlov, G.I. (2014). Molecular cytogenetic characterization of the dioecious *Cannabis sativa* with an XV chromosome sex determination system. *PloS one*, 9(1), e85118.
- Gao, S., et.al. (2020). A high-quality reference genome of wild *Cannabis sativa*. *Horticulture research*, 7(1), 1–11.
- Bolger, A.M., Lohse, M., & Usadel, B. (2014). Trimmomatic: A flexible trimmer for Illumina Sequence Data. *Bioinformatics*, btu170.
- Wang, G., Zhang, X., & Jin, W. (2009). An overview of plant centromeres. *Journal of Genetics and Genomics*, 36(9), 529–537.

УДК 664.681.15/664.681.9

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ СО СНИЖЕННОЙ САХАРОЁМКОСТЬЮ

И.М. Святославова, Ю.Ю. Усанова, А.К. Реганян

Московский государственный университет пищевых производств, Москва, Россия

Мучные кондитерские изделия пользуются высоким спросом благодаря своим органолептическим свойствам и низкому ценовому сегменту. Однако вследствие высокой калорийности и гликемического индекса возникает необходимость снижения сахара или сахарной пудры в рецептуре кондитерских изделий [1–3], при этом рационально использовать натуральные ингредиенты, поскольку они содержат моносахариды природного происхождения, которые лучше усваиваются организмом человека [4].

В качестве натуральных компонентов были выбраны яблочно-абрикосовое пюре и яблочные выжимки, так как они содержат также значительное количество пектиновых веществ. За счёт желирующей способности пектина образуются термоустойчивые белково-полисахаридные комплексы, способствующие уменьшению усушки и замедлению очерствения [5–7].

В ходе эксперимента разработана рецептура кекса творожный с добавлением фруктового сырья для снижения сахароёмкости. Опытным путём подбирался процент ввода фруктовых выжимок. Введение в рецептуру фруктового сырья в количестве 7,5 % позволило снизить сахароёмкость с 32,98 % до 30,5 %. Конечный продукт получается хорошего качества, отвечает требованиям физико-химических показателей данного изделия. Добавление выжимок не влияет на структуру и на органолептические показатели, а также проявляется небольшая нотка кисло-фруктового вкуса.

Сахароёмкость в сахарном печенье снизилась с 16,5 до 14,5 %. Полученный продукт имел приятный сладковатый вкус, нежную структуру без следов непромеса, светло-золотистый цвет и запах, характерный данному виду изделия. Готовое изделие соответствовало требованиям ГОСТ 24901–2014 по физико-химическим показателям массовой доли влаги, щёлочности и намокаемости.

Литература

- Кольман О.Я. и др. Перспективы использования шрота калины обыкновенной в производстве мучных кондитерских изделий повышенной пищевой ценности // *Современная наука и инновации*. – 2019. – № 3 (27). – С. 78–86.
- Изучение химического состава нетрадиционных видов муки / Гурьев С.С., Сафонова Э.Э., Малышев Л.Л., Хорева В.И., Смоленская А.Е., Попов В.С. // *Современная наука и инновации*. – 2019. – № 3 (27). – С. 136–144.
- Dewettinck K. Nutritional value of bread: Influence of processing, food interaction and consumer perception / K. Dewettinck [et al] // *Journal of Cereal Science*. – 2008. – Vol 48. – P. 243–257.
- Дряхлов Е.В. Здоровое питание / Е.В. Дряхлов // *Об утопии к национальной идее // Хлеб & Ко*. – 2018. – № 2. – С. 30–43.
- Ухина Е.Ю. и др. Разработка биотехнологических приемов улучшения качества мучных кондитерских изделий // *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. – 2011. – № 2–2. – С. 98–101.
- Гурновская Е.Н. Влияние льняной муки и овощного пюре на качество полуфабриката и готового сахарного печенья / Е.Н. Гурновская, Л.А. Мельникова // *Пища. Экология. Качество: Труды XIII международной научно-практической конференции*. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2016. – С. 311–315.
- Новикова А.В. и др. Разработка нового вида продукции – сахарного печенья с повышенной пищевой ценностью // *Проблемы идентификации, качества и конкурентоспособности потребительских товаров: сборник статей 6-й Международной конференции в области товароведения и экспертизы товаров*. – Курск: Закрытое акционерное общество «Университетская книга», 2018. – С. 243–245.