

Можно заметить, что значение исследуемого показателя незначительно варьируется в промежутке от 0,8 % до 1 %. Разность между максимальным и минимальным значениями, полученными в аналитической лаборатории за рассматриваемый промежуток времени составила 0,11 %. Что свидетельствует о способности предприятия выпускать карбамид со стабильным показателем качества, не превышающим норму, и позволяет гарантировать потребителям отсутствие рисков отравления растений биуретом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об утверждении классов опасности загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и установлении порядка отнесения загрязняющих веществ к определенным классам опасности загрязняющих веществ: постановление Министерства здравоохранения Респ. Беларусь, 30 июня 2009 г., № 76 // Класс опасности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://belzakon.net/Законодательство/Постановление_Министерства_здравоохранения_РБ/2009/64694. – Дата доступа: 18.01.2023.

2. Гончаров, А. Биурет карбамида, чего бояться? [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <https://infoindustria.com.ua/biuret-karbamida-chego-boyatsya/>. – Дата доступа: 18.01.2023.

УДК 577.21

Я.Л. Страх, ассист.;

О.С. Игнатовец, канд. биол. наук, доц. (БГТУ, г. Минск).

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МАРКЕРЫ В ГЕНЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ДИКОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЙ

В настоящее время молекулярные маркеры имеют широкий спектр применения в различных областях генетических исследований. Их использование расширяет возможности оценки различных признаков, улучшают понимание отношений между видами и позволяют обеспечить более точную таксономическую классификацию и генетическую архитектуру растений. С их помощью составлены подробные молекулярные карты генома человека, многих растений и животных, на которые нанесены важнейшие гены, определяющие ключевые свойства данных организмов (морфологические признаки, рост и развитие, резистентность к заболеваниям и др.).

Молекулярные маркеры широко используются в популяционной генетике, сравнительной генетике и геномике, в филогенетических исследованиях. Кроме всего перечисленного, данный вид исследова-

ний может использоваться в целях сохранения растений. Для Республики Беларусь данная задача является достаточно актуальной под угрозой исчезновения различной степени 199 видов растений [1].

Морошка приземистая (*Rubus chamaemorus* L., семейство Розоцветные) – многолетнее невысокое травянистое растение, произрастающее преимущественно в северных и арктических районах европейской части. В Беларуси вид является редким и относится ко II категории охраны. С целью сохранения биогеноценозов и дальнейшей возможности пополнения ресурсной базы сырьем с высоким биологическим потенциалом для пищевой, фармацевтической и косметической промышленности существует острая необходимость в анализе внутри- и межпопуляционного разнообразия морошки приземистой, произрастающей в стране.

Для оценки состояния популяций могут использоваться маркеры с известной локализацией (в определенной хромосоме или участке хромосомы, или вблизи конкретного гена) и маркеры, о локализации которых ничего не известно (мультилокусные маркеры). Оба варианта находят свое применение в популяционной генетике.

Среди высокого разнообразия маркеров рассмотрим те, что нашли применение в молекулярно-генетическом анализе видов рода *Rubus*. С этой целью применяют различные типы ДНК-маркеров – от ставших уже классическими AFLP, SSR, SCAR до новейших маркеров, основанных на методах секвенирования нового поколения (NGS – next generation sequencing).

RAPD (random amplification of polymorphic DNA – случайно амплифицированная полиморфная ДНК). Поскольку работа с RAPD-маркерами не требует информации о нуклеотидных последовательностях, практически у всех культур, это были первые из применяемых ПЦР-маркеров. Наиболее активно их привлекали для генотипирования и уточнения родословных селекционных сортов растений рода *Rubus*, также использовались для дикорастущих особей. Однако в настоящее время существует мнение, что метод RAPD-анализа отличается нестабильностью и слабой воспроизводимостью результатов, поэтому на современном этапе предпочтение отдается другим типам маркеров.

AFLP (amplified fragment length polymorphism – полиморфизм длины амплифицированных фрагментов). Высокополиморфные AFLP-маркеры часто привлекались в исследования генетического разнообразия представителей рода *Rubus*. На основании результатов AFLP-анализа удавалось отделить дикорастущие образцы *R. idaeus* от сортов малины обыкновенной [2], изучать внутривидовую

генетическую изменчивость европейских видов *R. armeniacus* Focke и *R. bifrons* Vest., сделали вывод о том, что уровень полиморфизма зависит прежде всего от типа размножения растений (апомиксис или половое размножение).

Маркеры, основанные на микросателлитных повторах. Для выявления полиморфизма микросателлитных локусов наиболее часто используют SSR- и ISSR-маркеры (SSR, simple sequence repeats – простые повторяющиеся последовательности; ISSR, inter simple sequence repeats – межмикросателлитные последовательности). В настоящее время праймеры для SSR-анализа разрабатывают на основе информации о фланкирующих микросателлитных повторах участка. Для этого проводят поиск повторов в известных последовательностях или в сиквенсах, полученных в экспериментальных исследованиях. Область применения SSR-маркеров так же связана с изучением генетического разнообразия дикорастущих популяций разных видов. Среди маркеров основанных на микросателлитных повторах преимуществом ISSR-маркеров является то, что для их разработки не требуется информации о геномных последовательностях у изучаемых объектов и возможно высокоэффективное использование ISSR-маркеров для популяционно-генетического анализа.

Показано, что повторы между простыми последовательностями (ISSR) обеспечивают мощные, быстрые, простые, воспроизводимые и недорогие средства для оценки генетического разнообразия и идентификации близкородственных сортов у многих видов [3]. Следовательно, является целесообразным использование ISSR ПЦР с целью анализа полиморфизма популяций морошки приземистой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растения / Мин.природ.ресур. и охр. окр. среды РБ, Нац.академ.наук Беларуси; редкол.: И.М. Качановский [и др.]. – Минск: Беларуск. энцыкл. ім. П. Броўкі, 2015. – 448 с.
2. Miyashita, T. Assessment of genetic relationships among cultivated and wild *Rubus* accessions using AFLP-markers / T. Miyashita, H. Kunitake, N. Yotsukura, Y. Hoshino // *Sci. Hortic.* – 2015, vol. 193. – p. 165 – 173.
3. Gonzalez, A. Development of DNA markers (ISSRs) in mango / A. Gonzalez, A. Coulson, R. Brettell // *Acta Horticulturae.* – 2002, vol. 575. – p. 139 – 143.