

УДК 633.15.631.527

## МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МАРКЕРЫ И ТЕСТИРОВАНИЕ СОРТОВ РАСТЕНИЙ НА ОТЛИЧИМОСТЬ, ОДНОРОДНОСТЬ И СТАБИЛЬНОСТЬ: СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Ю.М. СИВОЛАП, Н.Э. КОЖУХОВА

Южный биотехнологический центр в растениеводстве НААН Украины  
Украина, 65036, г. Одесса, Овидиопольская дорога, 3  
e-mail: genome2006@mail.ru

*Обзорная статья посвящена современному состоянию проблемы внедрения молекулярных маркеров для оценки отличимости, однородности и стабильности (ООС) сортов растений, санкционированной Международным союзом защиты новых сортов растений. Показана позиция некоторых международных организаций относительно использования молекулярных маркеров в ООС-тесте. Приведены примеры использования молекулярных маркеров в сортовой идентификации. Охарактеризовано состояние данной проблемы в Украине.*

*Ключевые слова: молекулярные маркеры, сортовая идентификация, отличимость, однородность, стабильность.*

Растущее количество сортов-кандидатов для государственной регистрации, уменьшение их изменчивости по морфологическим признакам приводят к чрезмерному увеличению затрат на проверку их новизны, отличимости, однородности и стабильности, поэтому актуальным является усовершенствование существующих процедур оценки сортов [1].

Международный союз защиты новых сортов растений (Union pour la Protection des Obtentions Végétales, UPOV) продолжает оставаться единственной международно гармонизированной, эффективной *sui generis* системой защиты сортов растений. UPOV в 1961 году принял Международную конвенцию по охране новых сортов растений, дополнив ее в 1972, 1978 и 1991 годах [2]. Система прав селекционеров растений (Plant Breeders Rights, PBR), санкционированная UPOV, включает оценку отличимости, однородности и стабильности (distinctness, uniformity, stability, DUS) сорта-кандидата, используя морфологические и физиологические показатели. Сорт-кандидат признается PBR, когда показана его отличимость от всех существующих сортов, и он является однородным и стабильным.

В 2002 году UPOV пересмотрел руководство по экспертизе отличимости, однородности и стабильности [3], в результате чего разработана серия взаимосвязанных документов по применению принципов, установленных в генеральном руководстве, в т.ч. и относительно DUS-тестирования. Возможное использование молекулярных методов в DUS-тестировании не описано в этих документах, и до настоящего времени молекулярные маркеры не приняты для DUS-тестирования.

Возможность использования молекулярных методов в регистрации сортов, как дополнение или замена некоторым текущим морфологическим экспертизам, рассматривается в UPOV на протяжении нескольких лет. Проблема больших референсных (эталонных) коллекций может быть решена привлечением молекулярных технологий для обеспечения постоянных и экологически нейтральных описаний сортов. Молекулярная характеристика сортов устранил потребность в широкомасштабных полевых испытаниях для определения морфологических признаков сорта [4]. При формировании эталонных коллекций молекулярные маркеры позволяют уменьшить до минимума число сортов-эталонов, которые необходимо высеять или высадить вместе с новыми заявленными сортами для прохождения экспертизы. Т.е. еще до начала полевых испытаний можно провести предварительное сравнение сортов-эталонов с заявленным и с самого начала «отсеять» те из эталонных сортов, которые и без сравнения в поле четко отличаются от заявленного. С другой стороны, молекулярные маркеры позволяют обследовать значительно большую коллекцию сортов-эталонов, чем та, которая есть в наличии в отдельных национальных центрах сортосохранения и эталонных коллекциях.

В 2000 году UPOV создал рабочую группу по использованию биохимических и молекулярных методов и, в частности, ДНК-профилированию (Working group on biochemical and molecular techniques and DNA-profiling in particular, BMT), которая констатировала необходимость широкого внедрения молекулярных маркеров в процесс идентификации сортов и в которой до настоящего времени продолжается обсуждение преимуществ использования молекулярных маркеров для признания PBR. Одним из основных результатов работы этой группы стало создание специ-

альных *ad hoc* подгрупп технических и юридических экспертов по биохимическим и молекулярным методам с целью оценки возможности использования этих методов в DUS-тестировании каждой отдельной культуры. Подгруппы по культурам созданы для обсуждения вопросов, касающихся возможного применения молекулярных методов для оценки отличности, однородности и стабильности сортов конкретных культур: созданы подгруппы для кукурузы, масличного рапса, картофеля, розы, Ryegrass, сои, сахарного тростника, томата, пшеницы, ячменя и подгруппа овощных культур. Эти подгруппы подают конкретные предложения по включению определенного биохимического или молекулярного признака в тот или другой документ методик UPOV [5].

BMT-группа разработала три опции для использования молекулярных маркеров в DUS-тестировании [6]. Первая опция связана с применением молекулярных признаков, непосредственно связанных с традиционными фенотипическими признаками (так называемые ген-специфические маркеры). В данном случае маркеры используют для определения проявления фенотипических признаков, которые трудно определить однозначно и стабильно на протяжении всего периода испытаний в поле, или для них необходимы дополнительные специальные условия (например, признаки устойчивости к заболеваниям).

Опция 2 связана с калиброванием пороговых уровней чувствительности для молекулярных признаков против минимальных дистанций в традиционных фенотипических признаках. Следует учитывать, что в этом случае существует опасность равновероятно разных решений об отличности сорта по этим двум показателям, поскольку нет четкой связи между дистанциями по молекулярным маркерам и отличиями по традиционным фенотипи-

ческим признакам. Возможны варианты, когда сорта, не отличимые по традиционным признакам, отличимы по молекулярным. В этом случае необходимо решить вопрос о принятии того или иного решения об отличимости сорта по тем или иным группам признаков – фенотипическим или молекулярным – и его дальнейшего влияния на силу юридической защиты.

Опция 3 – внедрение системы так называемого импакт-анализа. Четко выявляемые отличия по молекулярным признакам принимают в качестве порогового уровня чувствительности для оценки отличимости. Особенно ценной эта опция является для культур вегетативного размножения, со сравнительно лучшей корреляцией между дистанциями, рассчитанными по молекулярным маркерам, и дистанциями по фенотипическим признакам (например, у розы).

**Позиция некоторых международных организаций относительно использования молекулярных маркеров в DUS-тесте.** В последнее время использование молекулярных маркеров в идентификации сортов растений значительно возросло для многих видов сельскохозяйственных культур. В поддержку внедрения в DUS-тестирование молекулярных маркеров выступают такие влиятельные международные организации, как Международная федерация семян (International Seed Federation, ISF), Европейская ассоциация семян (European Seed Association), Американская ассоциация по торговле семенами (The American Seed Trade Association, ASTA) [7].

ISF настоятельно поддерживает использование молекулярных маркеров для сортовой идентификации и определения генетического соответствия между сортами для решения спорных вопросов авторства [8]. В то же время ISF предостерегает о возможных проблемах. Во-первых, за исключением некоторых специфических

случаев, основанные на ДНК маркеры могут не предсказать экспрессию фенотипических признаков, используемых в DUS-тестировании и экспертизе, из-за относительно сложного генетического контроля многих фенотипических признаков. Во-вторых, использование только молекулярных маркеров, без связи с фенотипическими признаками или без использования пороговой дистанции, может создать значительный риск снижения минимального расстояния между сортами до экстремального (например, только в одну пару оснований), тем самым ставя под сомнение (угрозу) право селекционера. В-третьих, если маркеры использованы для определения отличимости, то эти же маркеры также должны быть использованы для определения однородности и стабильности и для проверки формулы родителей гибрида. В-четвертых, ДНК-маркеры или методы их обнаружения могут не быть публично доступными. Поэтому необходимо договориться о согласованном подходе к использованию технологии на основе молекулярных маркеров в процессах DUS-экспертизы организаций разных стран.

ASTA также поддерживает изменения, которые повысят эффективность, скорость или информационное содержание или сократят операционные расходы на существующие в настоящее время DUS-процедуры [9]. ASTA считает, что морфологические характеристики должны и впредь служить основой для DUS-тестирования по ряду причин, в том числе и в связи с существующими многолетними знаниями и опытом работы с морфологическими признаками. Тем не менее, не все морфологические признаки одинаково полезны или надежны. Список необходимых признаков должен регулярно пересматриваться для каждой культуры, чтобы удалить признаки, которые больше не являются надежно полезными для DUS-тестирования. ASTA рекомендует устано-

вить общедоступный набор маркеров для конкретной культуры и согласовать протоколы для создания маркерных данных и для расчета мер расстояния, основанных на маркерных данных.

Крупнейшая компания по разработке технологий в агрономической области «Proteios» (Нидерланды) предлагает схему тестирования отличимости, однородности и стабильности для кукурузы с использованием молекулярных маркеров, считая, что DUS-тестирование является дорогостоящей процедурой и требует много времени из-за большого числа морфологических признаков, которые нужно оценить как минимум для 40 растений, выращенных в поле из минимум 3 кг семян [10]. Для молекулярного фингерпринтинга 50–100 семян высаживают в поле или теплицу. Через 2–4 недели собирают по одному листу как минимум от 30 различных растений. ДНК выделяют из каждого растения, и равные количества ДНК 15 растений объединяют, таким образом каждый образец представлен двумя смесями по 15 растений. Далее осуществляют анализ на основе полимеразной цепной реакции (ПЦР) с использованием микросателлитных маркеров. «Proteios» рекомендует использовать до 45 маркеров, но и меньшее количество можно использовать в зависимости от поставленной задачи и тестируемого материала. Например, если вопрос заключается в том, различны ли две популяции, то обе выборки изначально могут быть генотипированы с использованием только пяти маркеров. Если отмечена большая разница в идентичности или частоте аллелей каждого маркера между двумя анализируемыми выборками, этот анализ окончен, и лаборатория может дать заключение, что эти две популяции – не одно и то же. Однако, если отмечено отсутствие разницы или очень небольшая разница между выборками, необходимо использовать следующие пять маркеров

до выявления существенной разницы между обеими выборками. Если же не будут найдены отличия после использования всех 45 маркеров, может быть сделано заключение, что две популяции отличны в пределах случайных флуктуаций, связанных с отбором проб или лабораторной ошибкой; следовательно, они не могут генетически отличаться друг от друга.

**Примеры использования молекулярных маркеров в сортовой идентификации и DUS-тесте.** В связи с быстрым прогрессом в области молекулярных технологий использовании молекулярных маркеров в DUS-тестировании в качестве дополнения к морфологическим показателям, или их замены, стали предметом научных исследований. Приведем несколько примеров использования молекулярных маркеров с точки зрения сортовой идентификации некоторых культур, представленных в научной периодике 2009–2010 годов.

*Кукуруза.* Для изучения потенциала SSR-маркеров в тестировании отличимости исследован набор из 41 инбредных линий кукурузы, которые были охарактеризованы по 32 DUS показателям, установленным UPOV [11]. Линии генотипированы по 28 микросателлитным локусам. Результаты были в основном в пользу использования молекулярных маркеров, подтверждая их уже известные преимущества по сравнению с морфологическими маркерами, а именно лучшее соответствие родословным и более высокая дискриминационная способность.

*Рис.* Сорты риса, адаптированные к экологическим условиям Бразилии, морфологически подобны, что делает их идентификацию трудной. В результате совместных исследований ученых Международного центра исследований растений (Вагенинген, Голландия) и Федерального университета (Лаврас, Бразилия) определены микросателлиты в пределах и около

генов, которые могут оказаться полезными для идентификации основных сортов риса, выращиваемых в Бразилии [12]. Из 50 выбранных микросателлитов, 19 были полиморфными, а небольшой набор из пяти пар праймеров был достаточен, чтобы отличить 37 сортов риса. Кластерный анализ показал, что эти маркеры группируют 37 сортов в зависимости от их подвидов, *indica* или *japonica*. Авторы считают, что молекулярные маркеры могут играть важную роль в качестве источника дополнительной информации к морфологическим признакам в DUS-тесте.

**Томат.** В DUS-тестировании томата обязательным является оценка устойчивости сортов-кандидатов к нематоды *Meloidogyne incognita*, вирусу *tomato mosaic virus*, грибам *Verticillium dahliae* и *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Коллектив авторов из научных центров Голландии, Франции, Испании разработали набор молекулярных маркеров локусов и генов устойчивости к вышеперечисленным вредителям и патогенам, а именно генов *Mi1-2*, *Tm1*, *Tm2*, *Tm2<sup>2</sup>*, *Ve1*, *Ve2*, *I* и *I2*, для использования в DUS-тестировании [13]. Хотя результаты между биологическими и маркерными анализами коррелировали, маркерные данные были более четкими, они позволяли детектировать наличие гомозиготы / гетерозиготы гена устойчивости и гетерогенность в партиях семян. Авторы считают, что в рамках UPOV молекулярные маркеры имеют потенциал для выполнения требований, необходимых для осуществления DUS-тестирования сортов-кандидатов, и могут дополнить или стать альтернативой тестам на патогенез, которые проводятся в настоящее время.

В ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси» (Минск, Республика Беларусь) показана возможность использования систем молекулярных маркеров для проверки соответствия сортов критериям

отличимости, однородности и стабильности DUS-теста [14, 15]. Разработана система идентификации и ДНК-паспортизации генотипов мягкой пшеницы, картофеля, томата, льна, яблони, груши, свеклы, которая обеспечивает возможность проверки соответствия сортов растений критериям DUS-теста.

**Состояние проблемы внедрения молекулярных маркеров для DUS-тестирования в Украине.** В Южном биотехнологическом центре в растениеводстве Национальной академии аграрных наук Украины (ЮБЦ, Одесса) осуществлена теоретическая и практическая разработка технологии сортовой идентификации на основе молекулярных маркеров для демонстрации соответствия новых сортов критериям DUS-теста. Обоснование соответствия следующее. **Критерий отличимости.** Анализ потенциально неограниченного количества локусов и генов позволит идентифицировать заявленный сорт и тестировать его на отличие от остальных. **Критерий однородности.** Генетически однородная линия будет иметь спектры идентичных гомозиготных аллелей локусов/генов в пределах выборки индивидуальных образцов. Гибрид  $F_1$  характеризуется идентичными спектрами аллелей каждого локуса/гена в пределах выборки индивидуальных образцов (как в гомо-, так и в гетерозиготном состоянии) и объединяет аллели исходных родительских форм. **Критерий стабильности.** Образцы зерен определенного сорта разных лет, разных репродукций и разных источников поставки должно иметь идентичные спектры аллелей анализируемых локусов/генов.

Разработанная в ЮБЦ методика идентификации и регистрации генотипов кукурузы, пшеницы, ячменя представлена на VII сессии рабочей группы UPOV по биохимическим и молекулярным маркерам [16–18]. Для идентификации и регистрации генотипов использовали анализ 15–20 мик-

росателлитных локусов на основе полимеразной цепной реакции (ПЦР). Выявили наборы аллелей, индивидуальные для сортов, линий и гибридов. Аллельный состав исследованных локусов зафиксировали в виде генетической формулы генотипа как буквенно-числовую запись кода локуса и размеров (в п.н.) аллелей данного локуса. В случае гомозиготного состояния локуса указывали один аллель. Например, формула генотипа инбредной линии кукурузы P502 выглядит следующим образом:

$$A_{142}B_{132}C_{132}D_{125}E_{82}F_{97}G_{182}H_{161}I_{110}J_{154} \\ K_{220}L_{161}M_{198}N_{274}O_{115}P_{175}Q_{246}R_{95}S_{110}T_{290}$$

Принципы идентификации и регистрации сортов, линий и гибридов пшеницы, ржи, ячменя, кукурузы, подсолнечника, сорго на основе ДНК-профилирования с помощью ПЦР защищены декларативными патентами Украины на изобретение [19–24] и представлены в методических рекомендациях [25], включающих описание метода, этапы анализа, обработку результатов. Выбранная маркерная система на основе микросателлитных локусов отвечает критериям, предъявляемым к индивидуализирующим маркерным системам: высокий уровень межсортовой дискриминационной способности, достаточный обхват генома, высокий уровень воспроизводимости. В дальнейшем генетическая формула может дополняться информацией об аллельном состоянии генов хозяйственно ценных признаков.

На основе полученных формул генотипов создана информационная база данных ДНК-типирования, где приведены характеристики исследованных локусов – хромосомная локализация, длина и состав повтора, количество и размеры аллелей в данной выборке и их частота встречаемости, значения индекса полиморфности. Такая база данных позволяет систематизировать получаемые данные, проводить

тестирование аутентичности, унифицировать и обобщать информацию по генофонду важных сельскохозяйственных культур в Украине. База данных, позволяющая хранить и вести сравнительный поиск информации об исследованных генотипах, будет постоянно дополняться результатами анализа новых генотипов и новых локусов и генов. Наличие такой информационной базы позволяет осуществлять независимую экспертную оценку коммерческих партий семян и регистрировать новые генотипы с целью защиты прав селекционеров.

Разработанная технология молекулярной идентификации успешно адаптирована и использована для молекулярно-генетической паспортизации сортов хмеля [26] и риса [27].

ЮБЦ неоднократно выступал с предложением введения в государственную практику регистрации сортов в Украине систему идентификации на основе молекулярных маркеров, а именно в Министерство аграрной политики Украины, Национальную академию аграрных наук Украины (НААНУ), Государственную службу по охране сортов растений (Госсортслужба). Постановлением Общего собрания НААНУ в 2008 году руководителям научных учреждений, в которых проводится селекция и производится оригинальное и элитное зерно кукурузы и подсолнечника, определено совместно с ЮБЦ провести ДНК-паспортизацию сортов и гибридов собственной селекции. В 2010 году в НААНУ рассмотрен вопрос «Состояние научно-методического обеспечения испытаний и регистрации сортов и гибридов зерновых и масличных культур», для которого ЮБЦ подготовил информацию относительно использования молекулярных маркеров для регистрации сортов. Согласно Постановления Президиума НААНУ в 2010 году ЮБЦ представил Отделению растениеводства НААНУ и Госсортслужбе Украины

предложения по использованию в сортоиспытании и регистрации сортов и гибридов растений современных биотехнологических и молекулярно-генетических методов.

Таким образом, необходимость использования молекулярных маркеров в тестировании отличимости, однородности и стабильности сортов растений не вызывает сомнений [28, 29]. Однако следует отметить затянувшуюся стадию обсуждения преимуществ использования молекулярных маркеров для признания PBR, в частности, и на последней 12-ой сессии Технической рабочей группы по использованию биохимических и молекулярных технологий, состоявшуюся 11–13 мая 2010 года в г. Оттава (Канада).

### **Список литературы**

1. *Cooke R., Reeves J.* Plant genetic resources and molecular markers: variety registration in a new era // *Plant Genetic Resources*. – 2003. – Vol. 1. – P. 81–87.
2. *International convention for the protection of new varieties of plants of December 2, 1961, as Revised at Geneva on November 10, 1972, on October 23, 1978, and on March 19, 1991* // UPOV Publication No. 221 (R). <http://www.upov.int>.
3. *General Introduction to the Examination of Distinctness, Uniformity and Stability and the Development of Harmonized Descriptions of New Varieties of Plants* // UPOV document TG/1/3.
4. *Camlin M.S.* Molecules or metresticks: the future for cultivars identification and registration // *ISHS Acta Horticulturae 634: XXVI International Horticultural Congress: IV International Symposium on Taxonomy of Cultivated Plants*. 2004.
5. *Possible Use of Molecular Techniques in DUS Testing on Maize: How to Integrate a New Tool to Serve the Effectiveness of Protection Offered Under the UPOV System* // UPOV document BMT/10/14. 2008.
6. *Button P.* New Developments in the International Union for the Protection of New varieties of plants // *Acta Hortic.* – 2006. – Vol. 714. – P. 195–210.
7. *European Seed Association Position Paper on the possible use of molecular markers for DUS testing* // Document ESA\_03.0022.6
8. *ISF View on Intellectual Property*. Adopted in Bangalore, June 2003. Paragraph 1.2.1.1.3 on “The case of DNA markers” was adopted on 27 May 2009 by the ISF General Assembly in Antalya, Turkey // [www.worldseed.org](http://www.worldseed.org).
9. *Position Statement on the Use of Molecular Markers in Testing for Distinctness, Uniformity and Stability (DUS) of The American Seed Trade Association* // Approved by the Board of Directors on June 25, 2009.
10. *DNA Fingerprinting Methodology to Distinguish Maize Open-Pollinated Varieties* // [www.proteios.nl](http://www.proteios.nl).
11. *Gunjaca J., Buhinicek I., Jukic M.* et al. Discriminating maize inbred lines using molecular and DUS data // *Euphytica*. – 2008. – Vol. I, № 161. – P. 165–172.
12. *Bonow S., Von Pinho E., Vieira M., Vosman B.* Microsatellite Markers in and around Rice Genes: Applications in Variety Identification and DUS Testing // *Crop Sci.* – 2009. – Vol. 49. – P. 880–886.
13. *Arens P., Mansilla C., Deinum D.* et al. Development and evaluation of robust molecular markers linked to disease resistance in tomato for distinctness, uniformity and stability testing // *Theor. Appl. Genet.* – 2010. – Vol. 120. – P. 655–664.
14. *Урбанович О. Ю., Козловская З. А., Картель Н. А.* Паспортизация сортов яблоки на основе SSR-маркеров // Доклады Национальной академии наук Беларуси. – 2008. – Т. 52, № 5. – С. 72–78.
15. *Урбанович О.Ю., Хацкевич А.А., Козловская З.А., Картель Н.А.* Молекулярные методы паспортизации сортов груши // Сборник научных трудов «Молекулярная и прикладная генетика», Минск. – 2009. – Т. 9. – С. 160–166
16. *Kozhukhova N., Sivolap Yu.* Maize genotypes differentiation, identification and registration by SSR-markers // Draft report on the Seventh Session of the working Group on Biochemical and Molecular Techniques and DNA-Profiling in Particular (BMT) of UPOV. Hanover, Germany. 21–23.11.2001. Document BMT/7/19 Prov. Annex III. P. 11–15.
17. *Sivolap Yu., Chebotar S.* Identification and registration of Ukrainian common wheat varieties on the bases of SNMS-analysis // Draft report on the Seventh Session of the working Group on Biochemical and Molecular Techniques and DNA-Profiling in Particular (BMT) of UPOV. Hanover, Germany. 21–23.11.2001. Document BMT/7/19 Prov. Annex III. P. 6–11.
18. *Sivolap Yu., Balvinskaya M.* Identification and certification of barley varieties of the south-ukrainian breeding // Draft report on the Seventh Session of the working Group on Biochemical and Molecular Techniques and DNA-Profiling in Particular (BMT) of UPOV. Hanover, Germany. 21–23.11.2001. Document BMT/7/19 Prov. Annex III. P. 1–5.

19. Сиволап Ю.М., Кожухова Н.Е. Спосіб реєстрації генотипів кукурудзи // Деклараційний патент на винахід № 62244 А. 2003. Бюл. № 12.
20. Сиволап Ю.М., Бальвінська М.С. Спосіб ідентифікації генотипів ячменю // Деклараційний патент на винахід № 67905 А. 2004. Бюл. № 7.
21. Сиволап Ю.М., Солоденко А.Є. Спосіб ідентифікації генотипів соняшника // Деклараційний патент на винахід № 68813 А. 2004. Бюл. № 8.
22. Чеботар С.В., Сиволап Ю.М. Спосіб реєстрації сортів жита за ДНК-типунням // Деклараційний патент на корисну модель № 10230. 2005. Бюл. № 11.
23. Чеботар С.В., Сиволап Ю.М. Спосіб визначення новизни сортів та ліній м'якої пшениці за ДНК-типунням // Деклараційний патент на корисну модель № 19828. 2007. Бюл. № 1.
24. Сиволап Ю.М., Кожухова Н.Е., Шевчук Г.Ю. Спосіб реєстрації генотипів сорго // Патент на корисну модель № 48475. 2010. Бюл. № 6.
25. Сиволап Ю.М., Волкодав В.В., Бальвінська М.С., Кожухова Н.Е., Солоденко А.Є., Чеботар С.В. Ідентифікація і реєстрація генотипів м'якої пшениці (*Triticum aestivum* L.), ячменю (*Hordeum vulgare* L.), кукурудзи (*Zea mays* L.), соняшника (*Helianthus annuus* L.) за допомогою аналізу мікросателітних локусів // Методичні рекомендації. – 2004. – 14 с.
26. Сиволап Ю.М., Захарова О.О., Кожухова Н.Е., Ігнатова С.О., Приставський М.С., Зеленіна Г.А. Сучасні біотехнології в оцінці генетичного різноманіття українських сортів хмелю звичайного (*Humulus lupulus* L.) // Цитология и генетика. – 2010. – Т. 44, № 5. – С. 3–12.
27. Безуглий М.Д., Сиволап Ю.М., Галаєв О.В., Дудченко В.В., Вожегова Р.А. ДНК-ідентифікація сортів рису (*Oryza sativa* L.) української селекції // Цитология и генетика. – 2011. – Т. 45, № 1. С. 35–40.
28. Jordens R. Progress of plant variety protection based on the International Convention for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV Convention) // World Patent Information. 2005. – Vol. 27 P. 232–243
29. Salaices L. Definition of a plant variety, its maintenance and monitoring of its properties // Workshop "Plant authentication". Geel, Belgium, 21–22.09.2000. Presentation.

Представлена В.А. Кунахом  
Поступила 01.11.2010

МОЛЕКУЛЯРНІ МАРКЕРИ І ТЕСТУВАННЯ  
СОРТІВ РОСЛИН НА ВІДМІННІСТЬ,  
ОДНОРІДНІСТЬ ТА СТАБІЛЬНІСТЬ:  
СТАН ПРОБЛЕМИ

Ю.М. Сиволап, Н.Е. Кожухова

Південний біотехнологічний центр в рослинництві  
НААН України. Україна, 65036, м. Одеса,  
Овідіопольська дорога, 3;  
e-mail: genome2006@mail.ru

Оглядова стаття присвячена сучасному стану проблеми впровадження молекулярних маркерів для оцінки відмінності, однорідності та стабільності (ВОС) сортів рослин, що санкціоновано Міжнародною спілкою захисту нових сортів рослин. Наведено позицію деяких міжнародних організацій щодо використання молекулярних маркерів в ВОС-тесті. Дано приклади використання молекулярних маркерів в сортовій ідентифікації. Охарактеризовано стан даної проблеми в Україні.

*Ключові слова:* молекулярні маркери, сортова ідентифікація, відмінність, однорідність, стабільність.

MOLECULAR MARKERS AND PLANT  
VARIETIES TESTING FOR DISTINCTNESS,  
UNIFORMITY AND STABILITY: THE STATE  
OF THE PROBLEM

Yu.M. Sivolap, N.E. Kozhukhova

South Plant Biotechnology Center of the NAAS of  
Ukraine. Ukraine, 65036, Odessa,  
Ovidiopska doroga Str., 3;  
e-mail: genome2006@mail.ru

Review article is devoted to the current state of molecular markers implementation to testing of distinctness, uniformity and stability (DUS) of plant varieties, sanctioned by the International Union for the Protection of New Varieties of Plants. The position of some international organizations regarding the molecular markers using for DUS test was demonstrated. There are examples of the molecular markers using in varietal identification. The state of the problem in Ukraine was characterized.

*Key words:* molecular markers, varietal identification, distinctiveness, uniformity and stability.