

УДК 608

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР РОССИЙСКИХ ПАТЕНТОВ ПО СЕЛЕКЦИИ И ГЕННОЙ ИНЖЕНЕРИИ РАСТЕНИЙ ЗА 2012–2016 гг.

Ю.Л. ЮРЬЕВ – доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой химической технологии древесины,
биотехнологии и наноматериалов
e-mail: charekat@mail.ru*

Т.М. ПАНОВА – доцент той же кафедры
e-mail: ptm55@yandex.ru*

А.Ю. АБРАМОВА – бакалавр той же кафедры
Ashera61@yandex.ru*

* ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
620010, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37

Ключевые слова: патент, селекция растений, генная инженерия, древесные породы.

Представлен обзор патентов, выданных в России за период с 1 января 2012 г. по 31 декабря 2016 г. по материалам Федерального института патентной собственности. Рассмотрены патенты подкласса А01Н (новые виды растений и способы их выращивания) и группы С12N15 (получение мутаций и генная инженерия). Показано, что в подклассе А01Н больше всего патентов выдано на способы модификации генотипов, а в группе С12N15 – на использование эукариотов в качестве хозяина клеток растения. Представлены перспективные изобретения. Особое внимание уделено патентам, относящимся к селекции и генной инженерии древесных пород.

Показано, что генная инженерия – одно из наиболее быстро развивающихся направлений исследований. За последние 5 лет количество выданных патентов по этой тематике выросло в 1,5 раза по сравнению с предыдущим пятилетием. Из 1068 выданных по этой тематике патентов к растениям относится 83, или примерно 8 %. Выявлено, что из зарубежных патентовладельцев патентов в России больше всего представлено фирм и организаций из США.

ANALITICAL REVIEW OF RUSSIAN PATENTS ON PLANT BREEDING AND GENETIC ENGINEERING OF PLANTS FOR 2012-2016 YEARS

Y.L. YURYEV – Doctor of technical sciences, Professor,
Head of the Department of chemical technology of wood,
biotechnology and nano-materials
e-mail: charekat@mail.ru*

T.M. PANOVA – Associate Professor the same Department
e-mail: ptm55@yandex.ru*

A.Y. ABRAMOVA – Bachelor the same Department
e-mail: Ashera61@yandex.ru*
Ural State Forestry University

* 620010, Russia, Yekaterinburg, sibirskiy Trakt, 37

Keywords: patent, plant breeding, genetic engineering, tree species.

Provides an overview of patents granted in Russia for the period January 1, 2012 year on December 31, 2016 onwards. Reviewed patents subclass A01N (new species of plants and growing methods) and C12N15 (obtaining mutations and genetic engineering). It is shown that in the subclass A01H most patents granted

on processes for modifying genotypes and C12N15 group-for the use of eukaryotes as host cells of plants. Presented promising inventions. Special attention is paid to patents related to breeding and genetic engineering of tree species.

It is shown that genetic engineering is one of the most rapidly developing areas of research. Over the past 5 years, the number of issued patents on this topic has grown 1.5 times as compared to the previous occasion. From 1068 issued on the subject of patents 83 applies to plants or approximately 8 %. It was revealed that foreign patent owners of patents of Russia most of all presented firms and organizations from the United States.

Нами рассмотрены патенты, выданные за пятилетний период (с 01.01.12 по 31.12.16 гг.) и относящиеся к подклассу A01H (новые виды растений и способы их выращивания), а также группе C12N15 (получение мутаций или генная инженерия).

В подклассе A01H признаны перспективными 6 патентов (здесь и далее в скобках – номер патента РФ и патентовладелец).

Использование гена мембранной пирофосфатазы бактерии *Rhodospirillum Rubrum* для изменения свойств растений (2378379, Центр «Биоинженерия» РАН). Авторы: Дьякова Е.В., Камионская А.М., Скрыбин К.Г., Равин Н.В., Ракитин А.Л., Байков А.А.

В геном растения вводится ген мембранной пирофосфатазы бактерии *Rhodospirillum rubrum*. Этот приём обеспечивает синтез соответствующего белка в растительных клетках. В результате трансгенные растения растут быстрее контрольных.

Способ генетической трансформации растений селекционно-ценных образцов клевера лугового (2420060, Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В.Р. Вильямса РАСХН). Авторы: Солодкая Л.А., Лапотышкина Л.И., Клименко И.А., Агафодорова М.Н.

Образцы морфогенной ткани с побегами клевера лугового нарезают на части размером 3–5 мм, которые помещают на среду Гамборга В5 с 2 мг/л 6-бензиламинопурина. Верхнюю поверхность среза эксплантов инокулируют агробактерией. После кокультивирования в течение 48 ч, экспланты отмывают от остатка агробактерий на среде Гамборга В5 с добавлением 50 мг/л канамицина и 500 мг/л цефотаксима. Регенерацию растений с корнями производят на среде того же состава, но без цефотаксима при отсутствии проявления агробактериальной инфекции.

Культура корня *Hed.th.* (*Hedysarum theinum* Krasnob.) – продуцент изофлавонов (2360964, Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН). Авторы: Кузовкина И.Н., Вдовитченко М.Ю., Альтерман И.Е., Гусева А.В.

Изобретение может быть использовано в фармацевтике. Химический анализ вторичных метаболитов подтверждает, что сохраняется способность к синтезу изофлавонов, характерных для корней целого растения.

Штамм культивируемых клеток растения женьшеня настоящего Pg-1 (*Panax ginseng* С.А. Мей) в условиях *in vitro* –

продуцент гинзенозидов (2415927, Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН). Авторы: Смоленская И.Н., Смирнова Ю.Н., Решетняк О.В., Воеводская С.Ю., Черняк Н.Д., Орешников А.В., Носов А.В., Носов А.М.

Изобретение может быть использовано для получения ценных биологически активных соединений – гинзенозидов. Качественный состав и количество гинзенозидов в клетках не отличались от показателей дикорастущего женьшеня.

Способ отбора растений пшеницы с высокой продуктивностью (2443104, Донской зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Россельхозакадемии). Авторы: Козлечков Г.А., Лабынцев А.В., Пасько С.В.

В фазу полной спелости определяют массу зерна колоса и вегетативную массу побега. В качестве показателя продуктивности рассчитывают коэффициент зависимости массы зерна колоса от вегетативной массы побега. К высокопродуктивным сортам относят те, которые имеют максимальное значение этого коэффициента.

Способ определения биологического потенциала кущения культурных пшениц (2442315, Донской зональный научно-

исследовательский институт сельского хозяйства Россельхозакадемии). Автор Козлечков Г.А.

В способе подсчитывают число листьев главного побега с последующим расчетом по уравнению зависимости. При этом осуществляют подсчет числа окончивших рост листьев и еще растущих листьев. Способ позволяет оптимизировать технологию возделывания пшениц для повышения продуктивности агроценоза.

Все патенты на перспективные изобретения по тематике подкласса А01Н выданы в период 2009-2012 гг. После этого патентов на перспективные изобретения не получено.

Патенты, относящиеся к новым видам растений или способам их выращивания (А01Н), между группами распределились следующим образом: большинство патентов выдано по тематике группы А01Н1 (способы модификации генотипов) – 109. Затем (44 патента) следует группа А01Н4 (разведение растений из тканевых культур) и с большим отставанием (всего 4 патента) – группа А01Н3 (способы модификации фенотипов). По тематике группы А01Н7 (голосеменные растения) ни одного патента за 5 лет не получено.

Среди способов модификации генотипов больше половины патентов (67) выдано на способы селекции, из них 4 патента – на способы селекции древесных пород.

Способ отбора сокопродуктивных деревьев клена траутветтера (*Acer trautvetteri* Medw.)

(2553327, Горский государственный аграрный университет).

Деревья с высокой сокопродуктивностью выделяют из одностолбчатых произрастающих в диапазоне высот над уровнем моря 1100–1800 м в первой половине дня, причем подсочку осуществляют каждые два часа на 15–20 модельных деревьях. Интенсивность соковыделения должна быть 120 мл/ч и более.

Способ подбора лучших сортов опылителей для насаждений яблони (2475020, Мичуринский государственный аграрный университет).

Лучшим опылителем считают сорт, пыльца которого содержит больше водорастворимых веществ. Наиболее предпочтительными опылителями являются сорта яблони, пыльца которых содержит водорастворимых веществ свыше 50 % от своей сухой массы.

Способ повышения встречаемости быстрорастущих семей ели финской *Picea fennica* (Regel) Kom. (2597201, Пермский государственный национальный исследовательский университет).

Способ заключается в том, что для выращивания ели финской *Picea fennica* (Regel) Kom., хвоя которых в возрасте от 3 лет и старше входит в число 30 % образцов с минимальным содержанием золы в хвое по отношению к массе высушенной хвои до сжигания. Способ позволяет увеличить встречаемость быстрорастущих семей после отбора.

Способ формирования лесосеменных плантаций сосны обыкновенной (2579798, Поволжский государственный технологический университет).

Способ включает двухэтапный отбор при проведении изреживаний. При первом изреживании оставляют перспективные деревья, имеющие различия электрического сопротивления привоя и подвоя от 10 до 20 кОм. Деревья, имеющие различия электрического сопротивления более 30 кОм, удаляют. При втором изреживании оставляют семенники, имеющие показатели биоэлектрических потенциалов деревьев с интенсивными обменными процессами, потенциальными возможностями роста и семенной продуктивности.

На способы модификации фенотипов выдано 4 патента (2581945, 2588483, 2487520, 2553206), из которых для нас наибольший интерес представляет следующий:

Способ увеличения биомассы растения (2531945, биомасс Бустер, С.Л.). Авторы: Мартинес Рамирес Альфредо (ES), Аренас Видаль Хорхе Конрадо (Испания).

Настоящее изобретение позволяет увеличивать растительную биомассу растения без необходимости применения гормонов или агрохимических продуктов. Применимо, в частности, для растений, используемых для производства биотоплива первого или второго поколения.

Из 44 патентов, относящихся к способам разведения растений из тканевых культур, 10 патентов

разработано применительно к древесным породам:

Применение трансгенных растений лесных древесных пород в качестве биологических моделей при прогнозировании круговоротов азота и углерода в лесных экосистемах (2605906, Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН).

Проводится длительное разложение образцов органов растений, данные которого используются в модели динамики органического вещества ROMUL. Изобретение позволяет применять трансгенные растения в качестве биологических моделей при прогнозировании круговоротов азота и углерода в лесных экосистемах.

Способ подготовки микропобегов *in vitro* ясеня, осины, ивы для последующего укоренения в условиях *ex vitro*. (2565906, Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН).

Растения после стадии мультипликации переносят на питательную среду WPM, куда добавляют глутамин. Культивирование растений проводят при повышенной освещенности – от 5 до 8 тыс. лк. Изобретение позволяет получать физиологически и морфологически выравненные побеги осины, ясеня и ивы, что обеспечивает значительное повышение эффективности их укоренения.

Способ сохранения качественных характеристик культуры *in vitro* некоторых древесных видов растений (лимонник китайский, рододендрон, сирень,

береза повислая) (2590703, Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН).

Способ включает размножение микропобегов на искусственных питательных средах, где через 7–10 дней после культивирования в стандартных условиях побеги помещают в условия с температурой 4–8 °С и уровнем освещенности 500–1000 лк на срок до 8 (лимонник китайский, береза повислая) или до 12 мес. (рододендрон, сирень). Изобретение позволяет повысить сохранность качественных характеристик культуры *in vitro*.

Способ криоконсервации пазушных почек *in vitro* растений осины (2565803, Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН).

Способ позволяет проводить прямую регенерацию из почек, обеспечивая выживаемость до 80 % после хранения в течение года.

Способ клонального микро-размножения и оздоровления подвоев яблони *in vitro* с использованием антибиотика гризеофульвин (2557387, Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства, ООО МИП «Здоровый сад», ОООМИП «Деметра»).

Способ клонального микро-размножения подвоев яблони, где на этапах введения в культуру в среду Мурасиге-Скуга добавляется в качестве санирующего агента антибиотик гризеофульвин 500 мг/л. Изобретение

позволяет повысить выход оздоровленных подвоев яблони, полученных меристемным методом *in vitro* за счет снижения доли погибших эксплантов.

Питательная среда для ризогенеза яблони и груши *in vitro* (2485768, ВНИИ садоводства им. И.В. Мичурина РАСХН).

Изобретение позволяет упростить технологию приготовления питательных сред, ускорить ризогенез, увеличить укореняемость и улучшить качество корневой системы побегов яблони и груши.

Способ микроклонального размножения ольхи черной *in vitro* (2515385, Воронежская государственная лесотехническая академия).

В способе культивируют каллусные культуры из стерильных эксплантов стеблевых сегментов, листьев, листовых черешков. Используют базовые питательные среды Мурасиге-Скуга, Вуди Планта Медиум, содержащие регуляторы роста: 6-бензиламинопурина, α -нафтилуксусную кислоту, индолилмасляную кислоту. Далее проводят адаптацию при освещенности 2000 лк и питательном режиме регенерантов в теплице с получением посадочного материала для лесных культур. Способ позволяет вырастить посадочный материал с высокими наследственными свойствами.

Способ длительного хранения *in vitro* растений осины (2522823, Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН).

Способ хранения растений осины в условиях *in vitro*, включающий культивирование микропобегов осины на питательной среде, причем хранение растений осуществляют при температуре +4°C в режиме освещения 8 ч день/16 ч ночь с интенсивностью 2000 лк. Изобретение позволяет повысить сохранность *in vitro* культур ценных селекционных генотипов и генетически модифицированных клонов осины.

Питательная среда для размножения яблони и груши *in vitro* (2486237, ВНИИ садоводства им. И.В. Мичурина Россельхозакадемии).

Изобретение позволяет улучшить качество и количество побегов оптимальной для укоренения длины и упростить технологию приготовления питательной среды.

Способ микроклонально-го размножения лиственницы сибирской в культуре *in vitro* через соматический эмбриогенез на среде аи для плантационного лесовыращивания (2456344, Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН).

Готовят базовую среду АИ, включающую микро- и макроэлементы, витамины, источники железа, органические вещества в заданном количественном содержании компонентов в соответствующей модификации состава среды по MSG. В полученную среду вводят экспланты зародышей семян, отобранных на стадии созревания семядолей с деревьев лиственницы сибирской, устойчивых к лиственнич-

ной почковой галлице. Способом выращены соматические растения-регенеранты лиственницы сибирской, устойчивые к лиственничной почковой галлице, из которых создают здоровые лиственничные леса, отличающиеся быстрым ростом и высокой урожайностью.

По тематике группы С12N15 признаны перспективными три патента.

Рекомбинантная плазмида, обеспечивающая экспрессию гена экстраклеточной рибонуклеазы *Zinnia elegans* ZRNaseII в трансгенных растениях, и способ получения вирусоустойчивых форм растений (2393226, Институт цитологии и генетики СО РАН). Авторы: Трифонова Е.А., Сангаев С.С., Романова А.В., Кочетов А.В., Сапоцкий М.В., Малиновский В.И., Шумный В.К.

Плазмида pC27RNS содержит ДНК кодирующей части гена экстраклеточной рибонуклеазы ZRNaseII под управлением индущибельного MAS2'-промотора. Плазмида pBiRNS включает ДНК кодирующей части гена экстраклеточной рибонуклеазы ZRNaseII под управлением 35S-промотора. Плазмиду pC27RNS или pBiRNS переносят в штамм *Agrobacterium tumefaciens*. Полученными агробактериями производят трансформацию растительного материала кокультивацией с *Agrobacteria* с последующим отбором трансгенных растений на селективной среде. Экспрессия гена экстраклеточной рибонуклеазы ZRNaseII в растениях

придает им повышенную устойчивость к вирусным инфекциям.

Использование гена мембранной пиррофосфатазы бактерии *rhodospirillum rubrum* для изменения свойств растений (2378379, Центр «Биоинженерия» РАН). Авторы: Дьякова Е.В., Камионская А.М., Скрябин К.Г., Равин Н.В., Ракитин А.Л., Байков А.А.

В геном растения вводят ген мембранной пиррофосфатазы фотосинтезирующей бактерии *Rhodospirillum rubrum*, что обеспечивает синтез соответствующего белка в растительных клетках. Трансгенные растения значительно обгоняют в росте контрольные растения.

Антитело против фактора роста эндотелия сосудов и способ продукции антитела в растении (2412251, Дорохов Ю.Л.). Авторы: Дорохов Ю.Л., Комарова Т.В., Фролова О.Ю.

С помощью экспрессионных векторов в клетку растения вводят нуклеотидные последовательности, кодирующие легкую и тяжелую цепи антитела, связывающего VEGF (Vascular endothelial growth factor) человека. Продуцирование антитела в клетках растения обеспечивает возможность его получения в промышленных масштабах по существенно более низкой цене, чем при получении в системе экспрессии на основе культуры клеток млекопитающих. Кроме того, исключается присутствие в полученном препарате антитела возбудителей заболеваний млекопитающих.

Довольно интересной особенностью патентов РФ в области генной инженерии (C12N15) является тот факт, что отнюдь не все патентообладатели являются российскими.

Если в подклассе 15/05 (клетки растений) из трёх выданных патентов у всех российские патентообладатели (2528748, Вафин Р.Р.; 2456345, 2582263 – Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН), в подклассе 15/00 (мутации, полученные генной инженерией на клетках или тканях растений) все 4 (2593721, 2587623, 2593722, 2603081, все – Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова) имеют российских патентообладателей, то в подклассе 15/29 (гены, кодирующие растительные белки) из 16 выданных патентов российских патентообладателей имеют только 4 (2483109, Институт общей генетики им.Н.И.Вавилова РАН; 2457251, Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН; 2522828, Центр

«Биоинженерия РАН; 2531505, Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН). Остальные патентообладатели – из Китая, Японии, США, Великобритании, Нидерландов, Бельгии и Германии.

В подклассе 15/82 (использование эукариотов в качестве хозяев для клеток растений) из 57 выданных патентов российских патентообладателей имеют только 6 (2593691, Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии; 2593721, 2599445, 2593722 – Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН; 2557389, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова; 2460796, Центр «Биоинженерия» РАН). Среди зарубежных патентообладателей преобладают фирмы и организации из США (23 патента), Нидерландов и Германии (по 5 патентов). Остальные патентообладатели – Великобритания, Франция, Япония, Китай, Бельгия, Испания, Израиль, Индия и Канада.

Выводы

Выявлены тенденции патентования. Показано, что в подклассе A01H больше всего (109) патентов, касающихся растений, выдано на способы модификации генотипов, затем (44) на разведение растений из тканевых культур. В группе C12N15 больше всего патентов (57) выдано на использование эукариотов в качестве хозяина клеток растения, затем (16) – на гены, кодирующие растительные белки.

Показано, что генная инженерия – одно из наиболее быстро развивающихся направлений исследований. За последние 5 лет количество выданных патентов по этой тематике выросло в 1,5 раза по сравнению с предыдущим пятилетием. Из 1068 выданных по этой тематике патентов к растениям относится 83, или примерно 8%. Выявлено, что из зарубежных патентовладельцев патентов России больше всего представлено фирм и организаций из США.