Перевод на английский язык https://vavilov.elpub.ru/jour

Селекция лекарственных и ароматических растений в ВИЛАР: достижения и перспективы

И.Н. Коротких 🖾, Д.Н. Балеев, А.И. Морозов, П.Г. Мизина, Н.И. Сидельников

Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений, Москва, Россия slavnica241270@vandex.ru

> Аннотация. Рассмотрены методы создания селекционного материала, а также современное состояние, проблемы и перспективы селекции лекарственных и эфирномасличных растений в Российской Федерации. Актуальность данного направления особенно возросла в связи с объявленными санкциями, возникшим дефицитом лекарственного растительного сырья и низким его качеством, не удовлетворяющим требованиям фармацевтической индустрии. Для формирования устойчивой сырьевой базы необходимо создание новых высокопродуктивных, устойчивых к воздействию биотических и абиотических факторов среды сортов лекарственных растений с применением современных молекулярно-биологических методов селекции. В этой связи большой интерес представляют коллекции Всероссийского научно-исследовательского института лекарственных и ароматических растений, в которых имеется уникальный генетический материал лекарственных и эфирномасличных, в том числе редких и исчезающих видов растений. В селекции лекарственных и эфирномасличных культур все еще перспективны традиционные методы индивидуального и индивидуально-семейного отбора, полиплоидии, химического мутагенеза и сочетание методов для получения оригинального селекционного материала. В институте создано более 90 сортов лекарственных и эфирномасличных культур, большинство которых допущены к использованию на всей территории РФ. Ключевые слова: лекарственные и эфирномасличные растения; селекция; сорт; методы селекции.

> Для цитирования: Коротких И.Н., Балеев Д.Н., Морозов А.И., Мизина П.Г., Сидельников Н.И. Селекция лекарственных и ароматических растений в ВИЛАР: достижения и перспективы. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021;25(4):433-441. DOI 10.18699/VJ21.048

Breeding of medicinal and essential oil crops in VILAR: achievements and prospects

I.N. Korotkikh , D.N. Baleev, A.I. Morozov, P.G. Mizina, N.I. Sidelnikov

All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants, Moscow, Russia slavnica241270@yandex.ru

> Abstract. This review discusses the main methods of breeding material development, the current state, problems and prospects for medicinal and essential oil plants breeding. The relevance of this area has especially increased due to the sanctions, the resulting shortage of medicinal plants and their low quality, which does not meet the requirements of the pharmaceutical industry. To produce a stable plant raw material base, it is necessary to actively develop a breeding process to create new highly productive varieties of medicinal plants resistant to biotic and abiotic environments. In breeding with the use of modern molecular biological methods, related species and generic complexes of the All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants (VILAR) collection can be involved, where there is extensive original genetic material of medicinal, essential oil, rare and endangered species. In the breeding of medicinal and essential oil crops, traditional methods of individual and individual-family selection, polyploidy, chemical mutagenesis and a combination of methods to obtain original breeding material are still promising. VILAR has created more than 90 varieties of medicinal and essential oil crops, most of which have been approved for use throughout the Russian Federation.

Key words: medicinal and essential oil plants; breeding; variety; breeding methods.

For citation: Korotkikh I.N., Baleev D.N., Morozov A.I., Mizina P.G., Sidelnikov N.I. Breeding of medicinal and essential oil crops in VILAR: achievements and prospects. Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Selektsii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2021;25(4):433-441. DOI 10.18699/VJ21.048

Нет такого растения, которое не было бы лекарственным, и нет такого заболевания, которое нельзя было бы излечить растением.

Тибетская мудрость

Введение

Растительный мир богат и разнообразен и используется человеком для разных целей, в частности как фактор оздоровления. Лечение растительными средствами (фитотерапия) развивается в двух направлениях: растения в научной медицине и растения в народной медицине. Однако в народной медицине количество используемых видов растений достигает нескольких тысяч, а в научной медицине — не превышает 500¹. При этом в России в «Государственный реестр лекарственных средств» включено только около 300 видов растений, свойства которых длительное время изучались².

В настоящее время описано около 350000 видов цветковых растений, но не каждый из них достаточно изучен, чтобы называться лекарственным. По определению «Большой медицинской энциклопедии», лекарственные растения - это растения, являющиеся источником получения лекарственного сырья и лекарственных средств природного происхождения³. Лекарственное растительное сырье – это свежие или высушенные растения либо их части (трава, листья, цветки, плоды, семена, кора, почки, корни, корневища, луковицы, клубни, клубнелуковицы и др.), используемые для производства лекарственных средств. К лекарственным средствам растительного происхождения относятся масла жирные, масла эфирные, смолы, бальзамы, экстракты, настойки, водные извлечения и др., а также индивидуальные биологически активные вещества (БАВ) или их смеси⁴. Эти средства рекомендуют для лечения и профилактики практически всего спектра заболеваний.

Химический состав лекарственных растений и растительных БАВ чрезвычайно сложен. Для того чтобы определить, какая именно группа БАВ оказывает то или иное действие, во Всероссийском научно-исследовательском институте лекарственных и ароматических растений (ВИЛАР) проводится комплекс химических и фармакологических исследований по экстрагированию, фракционированию, очистке, выделению индивидуальных веществ из каждого изучаемого объекта и определению их специфической активности. Важно то, что виды лекарственных растений, произрастающие в разных ботанико-географических зонах, могут содержать одинаковые группы БАВ, что позволяет при отсутствии одних видов использовать для получения целевых веществ другие виды лекарственных растений. К примеру, укрепляющий

капилляры флавоноид рутин (витамин Р) содержится в разных количествах в надземной части гречихи посевной (Fagopyrum esculentum Moench), плодах аронии черноплодной (Aronia melanocarpa (Michx.) Elliott) и смородины черной (Ribes nigrum L.), бутонах и плодах софоры японской (Styphnolobium japonicum (L.) Schott), цветках и плодах боярышника кроваво-красного (Crataegus sanguinea Pall.), плодах разных видов шиповника (Rosa L.), в древесине комлевой части лиственницы сибирской и Гмелина (Larix sibirica Ledeb., Larix gmelinii (Rupr.) Kuzen.). Другая группа растительных БАВ – дубильные вещества, которые присутствуют в корневищах бадана толстолистного (Bergenia crassifolia (L.) Fritsch), змеевика большого (Bistorta officinalis Delarbre), разных видов лапчатки (Potentilla L.), кровохлебки лекарственной (Sanguisorba officinalis L.), в коре разных видов дуба (Quercus L.), калины обыкновенной (Viburnum opulus L.), плодах черемухи обыкновенной (Prunus padus L.), черники обыкновенной (Vaccinium myrtillus L.), соплодиях ольхи черной (Alnus glutinosa (L.) Gaertn.), листьях скумпии обыкновенной (Cotinus coggygria Scop.) и сумаха дубильного (Rhus coriaria L.). Способность накапливать в тканях сердечные гликозиды карденолидной и буфадиенолидной природы обнаружена у 20 видов лекарственных растений, принадлежащих к 10 разным семействам (Карпук, 2011). И таких примеров множество.

Развиваемое в ВИЛАР научное направление «От биохимии растения к биохимии человека» позволяет глубоко изучить процессы биосинтеза растительных БАВ и целенаправленно использовать их для оздоровления людей, что согласуется с целью государственной лекарственной политики – своевременно обеспечить население доступными по цене и качественными лекарственными препаратами, в том числе растительными (Улумбекова, Калашникова, 2018). В настоящее время их доля занимает около 30 % от всех лекарственных средств (Широкова, 2013). И в этом аспекте актуально создание стабильной базы лекарственного растительного сырья для фармацевтической промышленности. Среди множества задач для решения данного вопроса важнейшей является выведение высокоурожайных, устойчивых к воздействию биотических и абиотических факторов новых сортов лекарственных и ароматических растений и разработка агротехнологий их возделывания.

Современные подходы к селекции лекарственных растений

Как и в случае с другими культурами, для создания новых сортов лекарственных растений наряду с традиционными методами селекции используют методы биотехнологии и молекулярной биологии. Основная цель при этом состоит в увеличении выхода лекарственного сырья и содержания в сырье определенных вторичных метаболитов. Улучшенные генотипы важны для повышения рентабельности производства высококачественного лекарственного растительного сырья.

Одним из условий эффективной селекции растений является информация о генетическом разнообразии и наследовании селектируемых признаков (Wagner et al., 2005). С развитием методов молекулярной биологии перед

¹ Лекарственные растения в официальной и народной медицине. Электрон. ресурс. Режим доступа: https://nsportal.ru/shkola/raznoe/library/2015/05/20/lekarstvennye-rasteniya-v-ofitsialnoy-i-narodnoy-meditsine

² Государственный реестр лекарственных средств. Электрон. ресурс. Режим доступа: https://qrls.rosminzdrav.ru/Default.aspx

³ Большая Медицинская Энциклопедия (БМЭ), под ред. Б.В. Петровского. 3-е изд. Т. 12. Электрон. ресурс. Режим доступа: https://xn--90aw5c.xn--c1avg/

⁴ Государственная фармакопея, 14-е изд. ОФС.1.5.1.0001.15. Лекарственное растительное сырье. Электрон. ресурс. Режим доступа: https://pharmacopoeia.ru/ofs-1-5-1-0001-15-lekarstvennoe-rastitelnoe-syre/

селекционерами открывается множество новых возможностей для решения сложных проблем, с которыми они сталкиваются при традиционной селекции лекарственных растений. Большинство современных исследований лекарственных растений сосредоточено на изучении их генетической изменчивости с помощью ДНК-маркеров (Run et al., 2020). С использованием информации, полученной в результате полногеномного секвенирования и анализа SNP, был создан новый высокоурожайный сорт периллы кустарниковой Perilla frutescens L. (Shen et al., 2017). В то же время имеется не так много сообщений о подходах к улучшению лекарственных растений на основе изучения молекулярных механизмов биосинтеза метаболитов (Máthé, 2015). Так, выделены и охарактеризованы несколько структурных генов, связанных с биосинтезом флавоноидов у горечавки (Nakatsuka et al., 2008; Shimada et al., 2009). Изучено явление моногенного наследования содержания (–)-α-бисаболола и хамазулена у ромашки (Wagner et al., 2005). Наибольшие успехи достигнуты в селекции полыни однолетней, продуцирующей важный сесквитерпеновый лактон артемизин (Graham et al., 2010; Townsend et al., 2013).

В селекции лекарственных растений часто применяют методы культивирования тканей *in vitro* (Máthé, 2015). Для некоторых видов растений, таких как *Echinacea purpurea* (L.) Moench, *Dendrobium candidum* Wall., *Aristolochia contorta* Bunge, *Centella asiatica* L. и *Curcuma wenyujin* Y.H. Chen., созданы эффективные системы культивирования и регенерации тканей, включая культивирование каллусов, пыльников и протопластов (Wang et al., 2020). Методы биотехнологии играют важную роль в сохранении некоторых видов лекарственных растений, в частности видов, находящихся под угрозой исчезновения. Несмотря на то что остается ряд проблем, перспективы развития в этой области исследований значительны.

Сорта лекарственных растений селекции ВИЛАР и перспективы их промышленного использования

В институте собран уникальный и создан оригинальный генетический материал лекарственных, эфирномасличных, в том числе редких и исчезающих видов растений, который до настоящего времени не исследовался на должном уровне. С применением современных методов в селекции могут быть задействованы морфотипы, близкородственные виды и родовые комплексы. Для этих целей в последнее десятилетие в ВИЛАР формируются коллекции родов Digitalis L., Echinacea Moench, Origanum [Tourn.] L., Atropa L., Tanacetum L., Mentha L. Paspaботка новых подходов с использованием цитологических и молекулярно-биологических методов для исследования лекарственных растений является весьма перспективной. Изучение видов лекарственных растений с помощью различных методов хромосомного анализа на ранних этапах онтогенеза (проростки, семядольные и первые настоящие листья) позволяет установить цитогенетические характеристики геномов перспективных форм и линий, которые затем могут быть включены в селекционный процесс. У многих видов лекарственных растений мелкие хромосомы (до 3 мкм). Методики выбора и применения хромосомных маркеров были апробированы на лапчатке белой (*Potentilla alba* L.) (Muravenko et al., 2003). На основании монохромного окрашивания выявили, что у *P. alba* 2n=28, хромосомы очень мелкие (от 0.88 до 1.7 мкм) и имеют сходную морфологию (Samatadze et al., 2018).

В селекции лекарственных и эфирномасличных растений успех часто достигается сочетанием методов для получения оригинального селекционного материала (например, воздействие мутагенами с целью выведения полиплоидных форм для последующей гибридизации). Селекция полиплоидных форм, полученных в результате воздействия 0.2 % раствором колхицина, успешно применялась на **ромашке аптечной** (Matricaria chamomilla L.). Среди трех сортов, рекомендованных к возделыванию в РФ, сорт Подмосковная является автотетраплоидом (2n = 36), а сорта Настенька и Сибирская бизаболольная (рис. 1, a) – диплоиды (2n = 18) (Хазиева и др., 2017). Полиплоидный сорт Подмосковная отличается более крупными соцветиями, в 1.5 раза больше, чем у стандарта (сорт Азулена), удлиненным цветоносом и слабой облиственностью, что важно для механизированной уборки. Воздействие того же мутагена на проростки дурмана обыкновенного (Datura stramonium L.) не вызвало изменения уровня плоидности, но привело к уникальной мутации: отсутствию шипов у плодов-коробочек (см. рис. $1, \delta, \epsilon$), что упрощает уборку семян и не травмирует руки сборщиков (Конон и др., 2012).

Полиплоидия была использована также на начальном этапе селекции **мяты перечной** (Mentha × piperita L.) для создания фертильных растений и их генеративных потомств: при воздействии 0.025 % раствором колхицина была выведена фертильная аллополиплоидная форма (2n = 144). В селекционной работе с мятой проводился целенаправленный отбор фертильных форм с ценными признаками (урожайность листа и надземной массы, содержание эфирного масла и ментола в нем), которые участвовали в гибридизации или получении генеративного потомства от свободного опыления. При этом вегетативное размножение и клоновый отбор применяли на этапе оценки и размножения элитных растений, отобранных в гибридных потомствах. В межвидовую гибридизацию другие виды мяты (Mentha arvensis L. и M. sachalinensis Kudo) включали для повышения зимостойкости гибридов. Так были созданы сорта, широко распространенные сейчас в производстве: Прилукская 6, Янтарная, Кубанская 6, Лекарственная 1, Лекарственная 4, Москвичка и Медичка (рис. 2). Благодаря зимостойкости и высоким показателям продуктивности в различных природно-климатических условиях, эти сорта районированы для всех регионов РФ и рекомендованы для комплексного применения, в том числе для производства эфирного масла и ментола (Морозов, 2018). Сорт мяты Ароматная тоже был выделен методом клонового отбора из гибридной популяции; эфирное масло этого сорта отличается мягким вкусом и нежным ароматом, что обусловлено низким содержанием в нем ментола - на порядок ниже, чем у большинства других сортов (Морозов и др., 2012).

В селекционной работе с **синюхой голубой** (*Polemonium coeruleum* L.) для получения полиплоидных (тетраплоидных, 2n = 4x = 36) форм также использовали хими-

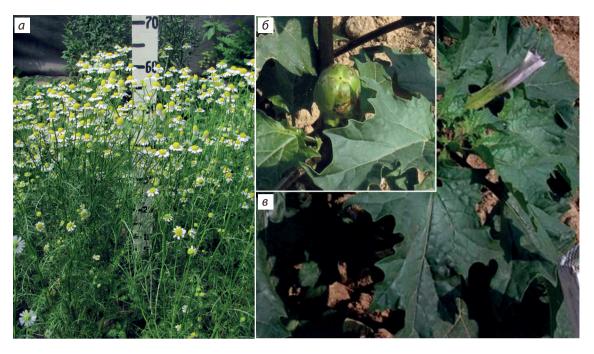


Рис. 1. Ромашка аптечная, сорт Сибирская бизаболольная (а), и дурман обыкновенный, сорт Бесшипный: плод (б), растение в фазе цветения (в).

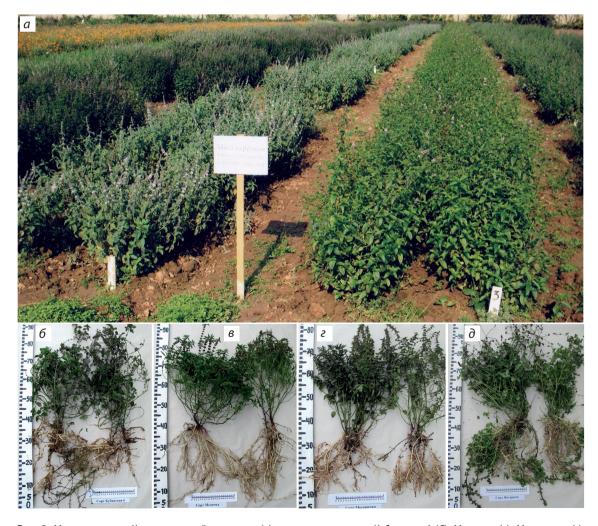


Рис. 2. Мята перечная. Коллекционный питомник (а); сортовые растения Кубанская 6 (б), Медичка (в), Москвичка (г), Янтарная (∂).



Рис. 3. Синюха голубая, сорт Лазурь (a); лист и корневище диплоидной формы (b, b, слева) и тетраплоидной формы (b, b, справа).

ческий мутагенез. Визуально полиплоидные растения синюхи второго года жизни отличались от диплоидных (рис. $3, \delta, s$): тетраплоидные формы — низкорослые неполегающие компактные растения с большим числом цветоносов. Умеренный рост надземной части способствует накоплению действующих веществ в надземной и подземной части, объем и масса корневища тоже увеличились (Glazunova et al., 2020).

Селекцию на основе форм, полученных методом мутагенеза, проводили и в отношении календулы лекарственной (Calendula officinalis L.) (рис. 4, a). Наиболее эффективными мутагенами при создании нового исходного материала для селекции С. officinalis оказались 0.05 % диэтилсульфат и 0.08 % диметилсульфат. При отборе по морфологическим признакам, по продуктивности и БАВ (в М₁) и с оценкой по однородности, отличимости и стабильности (в M_{2-3}) были выведены новые сорта календулы Золотое море (см. рис. 4, ε) и Райский сад (см. рис. 4, θ), которые по урожайности сырья на 30-39 % превышают сорт-стандарт Кальта, а по содержанию экстрактивных веществ и суммы флавоноидов – на 13-21 и 29-43 % соответственно (Хазиева и др., 2016). В структуре урожая семян увеличилась доля фракций, пригодных для механизированного посева: фракции крючковидных семян (до 86 %), фракции кольцевых семян (примерно в 2 раза) (см. рис. 4, б).

По-прежнему перспективны в селекции лекарственных и эфирномасличных растений традиционные мето-

ды индивидуального и индивидуально-семейного отбора, так как большинство этих видов введено в культуру сравнительно недавно и характеризуется высокой степенью полиморфизма. Выявление уровня фенотипической изменчивости и корреляции морфологических и хозяйственно полезных признаков позволяет отбирать наиболее продуктивные морфотипы по визуальным, легко учитываемым признакам. Селекция на продуктивность направлена на повышение как урожайности сырья, так и содержания действующих веществ в сырье.

Надо отметить, что у большинства лекарственных культур зависимость между урожайностью сырья и содержанием БАВ отрицательная, поскольку полезные для человека вещества являются вторичными метаболитами и расходуются растениями на рост, развитие и адаптацию к внешним факторам. Поэтому преимущественно проводят последовательный раздельный отбор: сначала отбирают продуктивные морфотипы по комплексу внешних признаков (обычно это число и размеры сырьевых органов), а затем среди них отбирают морфотипы с высоким содержанием БАВ. В соответствии с целями селекции и биологическими особенностями конкретной культуры используют тот или иной метод отбора и способ размножения. Например, селекционный материал наперстянки шерстистой (Digitalis lanata Ehrh.) был создан с применением принудительного самоопыления в условиях механической изоляции (рис. 5, \mathcal{M} , 3) и последующего многократного систематического индивидуального от-



Рис. 4. Календула лекарственная. Питомник размножения сорта Золотое море (a); соцветие и соплодие махровой формы (b); соцветие сортового растения Райский сад (b) и Золотое море (c).

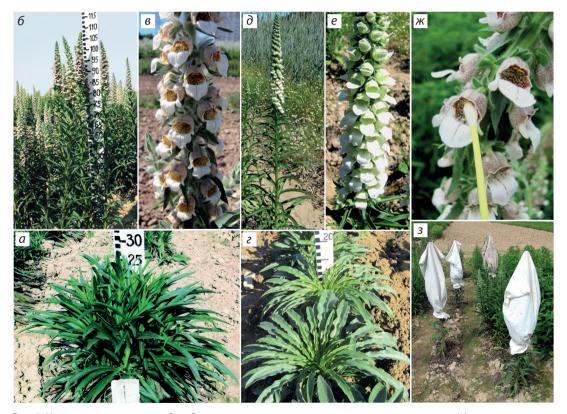


Рис. 5. Наперстянка шерстистая. Сорт Ритм: имматурная розетка растения первого года жизни (a), генеративные побеги (b) и соцветие (a) растения второго года жизни. Белоцветковая форма: имматурная розетка растения первого года жизни (a), генеративные побеги (b) и соцветие (a) растения второго года жизни. Искусственное доопыление под изолятором (a); индивидуально-изолированное растение (a).

бора в CO_{1-3} (Коротких и др., 2013). На основе одного из таких самоопыленных потомств был выведен сорт Ритм (см. рис. 5, a—s). В сравнении с сортом-стандартом Спектр урожайность сырья (листа) нового сорта выше на 25—30 %, а технологичность по приспособленности к механизированной уборке повышена за счет вертикальноотклоненного расположения листьев розетки. Морфотипы различались и по содержанию ланатозида — 0.22 и 0.65 %.

В результате многократного самоопыления была получена оригинальная форма D. lanata с белой окраской цветков (см. рис. 5, e–e), которая по декоративности не уступает широко известным сортам наперстянки пурпурной, а по продолжительности цветения (41–47 дней) превосходит декоративные сорта D. purpurea L.

В селекции эфирномасличной культуры душицы обыкновенной (*Origanum vulgare* L.) вегетативное размноже-

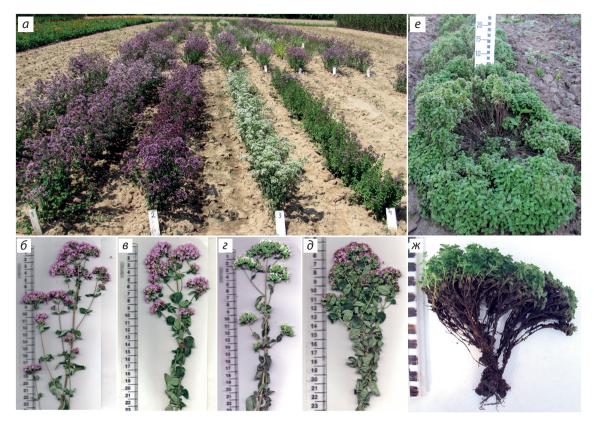


Рис. 6. Душица обыкновенная. Коллекционный питомник (*a*); генеративные побеги сортообразцов Радуга (*б*), Славница (*в*), Зима (*г*), № 12-06 (*д*); стелющаяся форма (*е*, *ж*).

ние делением корневища применяли для отбора клонов. В развитии молодых растений отмечены две репродуктивные фазы (летняя и осенняя), растения формируют семена в текущем вегетационном сезоне и могут быть использованы в селекционной работе и при сохранении в грунте коллекционного материала O. vulgare. Методом индивидуального отбора были выделены образцы-клоны душицы с высокими показателями урожайности сырья и содержания в нем эфирного масла (Коротких и др., 2015). Отбор проводили по высоте растений и окраске цветков (рис. 6, а). Высокорослые формы, в том числе сорт Радуга (см. рис. 6, δ), характеризовались максимальной урожайностью сырья. Но максимальный сбор эфирного масла возможен у средне- и низкорослых форм в связи с повышенным содержанием в их сырье эфирного масла (от 0.8 до 2.4 раза выше), что указывает на ценность этих форм для возделывания (см. рис. 6, ϵ , δ).

При многократном последовательном самоопылении $O.\ vulgare$ была получена ее оригинальная стелющаяся форма (см. рис. 6, $e,\ m$), которая не образует типичное корневище. Надземная часть растения высотой $10-12\ cm$, состоит из трехсот и более тонких сочных побегов, содержание эфирного масла соответствует таковому в исходной форме. Данная форма может быть рекомендована для пищевого или декоративного использования.

При исследовании компонентного состава образцов эфирного масла сортов душицы обыкновенной установлено, что соединения из группы сесквитерпенов (β -элемен, α -копаен, β -кариофиллен, гермакрен D, β -бисаболен и др.) преобладают во всех сортах, максимальное их содержание

обнаружено у сорта Зима (51 % в составе эфирного масла). Выявление (или создание) внутривидовых хемотипов по компонентному составу эфирного масла актуально в связи с их специфической фармакологической активностью (антимикробной, цитотоксической, обезболивающей, противовоспалительной, антибактериальной). Содержание соединений из группы монотерпенов (α-туйен, α-пинен, сабинен, β-мирцен, α-терпинен, γ-терпинен, β-линалоол, β-терпинеол, борнеол и др.) у сорта Славница в 6 раз выше, чем у сорта Радуга, и в 15 раз выше, чем у сорта Зима. Наибольшее содержание фенольных соединений (тимол, метиловый эфир, тимол карвакрол) обнаружено у сорта Радуга (Хазиева и др., 2019).

Поддерживающий отбор. С применением традиционных методов селекции в ВИЛАР проводится непрерывная улучшающая селекция с привлечением уже созданных сортов и первичное семеноводство сортов. При многократных репродукциях возделываемого сорта накапливаются малоценные морфотипы, вследствие чего сортовые показатели снижаются или утрачивают стабильность. Из-за неустойчивости метеорологических показателей все чаще происходят такие явления, как засуха, вымораживание, вымокание. Старые сорта могут быть не приспособлены к столь нетипичным условиям произрастания.

Селекция интродуцентов. В отношении интродуцируемых видов селекционная работа направлена не только на повышение хозяйственно ценных показателей (урожайности и качества сырья), но и на улучшение показателей, свидетельствующих об адаптации к региональным условиям (семенной продуктивности, продолжительности



Рис. 7. Эхинацея пурпурная. Сортовые растения Танюша (а), Южанка (б), Северянка (в).

вегетационного периода и зимостойкости). Например, для эхинацеи пурпурной (Echinacea purpurea (L.) Moench) только многолетняя акклиматизация и массовый популяционный отбор позволили получить высококачественный посевной материал местной репродукции, а впоследствии создать отечественные сорта, распространить и возделывать новую культуру на территории России. Селекционная работа с Е. ригригеа проводится в ВИЛАР с 1996 г., результатом ее стал первый отечественный сорт Танюша (рис. 7, а). Для региональных условий в Северо-Кавказском филиале ВИЛАР создан сорт Южанка (см. рис. $7, \delta$). Методом индивидуального отбора с использованием вегетативного размножения (исходной формы) и самоопыления (внутри семьи) был получен селекционный материал с устойчивыми показателями продуктивности и адаптивности, который послужил основой нового сорта Северянка для Нечерноземной зоны (см. рис. 7, в) (Коротких и др., 2018).

Заключение

За более чем 70-летний период селекционерами ВИЛАР и его филиалов с применением методов отбора, внутривидовой и межвидовой гибридизации, экспериментальной полиплоидии и мутагенеза создано свыше 90 сортов лекарственных и эфирномасличных культур. Включены в «Государственный реестр селекционных достижений» 2020 г. и допущены к использованию на территории России 62 сорта, из них 17 сортов охраняются патентами РФ. Для сохранения сортового материала созданы и поддерживаются коллекции семян и вегетирующих растений.

Многолетние исследования показали, что при селекции лекарственных и эфирномасличных культур наиболее перспективно комплексное изучение и повышение потенциала внутривидовой изменчивости селектируемых культур. В последние годы произошли масштабные изменения в области молекулярной биологии и информационных технологий, связанные с исследованием геномов, транскриптомов, протеомов, малых РНК, эпигенетики, ре-

дактированием генов и синтетической биологией. С применением современных методов в селекции могут быть задействованы морфотипы, близкородственные виды и родовые комплексы. Для этих целей в настоящее время в ВИЛАР формируются рабочие коллекции перспективных для селекции и интродукции видов. Продолжительность селекционного цикла, которая для одно- и двулетних лекарственных и ароматических культур традиционно составляет 5–6 лет, а для многолетних – 7–10 лет, может быть сокращена, если исследования будут проводиться круглогодично в лабораторных условиях и в условиях защищенного грунта и, следовательно, будут менее зависеть от продолжительности вегетационного периода.

Список литературы / References

Карпук В.В. Фармакогнозия. Минск, 2011.

[Karpuk V.V. Pharmacognosy. Minsk, 2011. (in Russian)]

Конон Н.Т., Хазиева Ф.М., Станишевская И.Е., Грязнов М.Ю., Тоцкая С.А., Коротких И.Н. Результаты 80-летней селекционной работы с лекарственными и ароматическими культурами. Вопр. биол., мед. и фармацевт. химии. 2012;1:17-22.

[Konon N.T., Khazieva F.M., Stanishevskaya I.E., Gryaznov M.Yu., Totskaya S.A., Korotkikh I.N. The results of 80-year-old breeding work with medicinal and aromatic cultures. *Voprosy Biologicheskoy, Meditsinskoy i Farmatsevticheskoy Khimii = Problems of Biological, Medical and Pharmaceutical Chemistry.* 2012;1:17-22. (in Russian)]

Коротких И.Н., Бабаева Е.Ю., Бурова А.Е. Итоги селекции *Echinacea purpurea* (L.) Moench в Центральном регионе России. *Труды по прикл. ботанике, генетике и селекции.* 2018;179(4):111-118. DOI 10.30901/2227-8834-2018-4-111-118.

[Korotkikh I.N., Babaeva E.Yu., Burova A.E. Breeding results of *Echinacea purpurea* (L.) Moench in Moscow province. *Trudy po Prikladnoy Botanike, Genetike i Selektsii = Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding.* 2018;179(4):111-118. DOI 10.30901/2227-8834-2018-4-111-118. (in Russian)]

Коротких И.Н., Хазиева Ф.М., Сидельников Н.И. Селекция *Digitalis lanata* Ehrh. методом индивидуально-семейного отбора. *Вопр. биол., мед. и фармацевт. химии.* 2013;8:8-10.

[Korotkikh I.N., Khazieva F.M., Sidelnikov N.I. Breeding of *Digitalis lanata* Ehrh. *Voprosy Biologicheskoy, Meditsinskoy i Farma-*

- tsevticheskoy Khimii = Problems of Biological, Medical and Pharmaceutical Chemistry. 2013;8:8-10. (in Russian)]
- Коротких И.Н., Хазиева Ф.М., Тоцкая С.А. Ценные морфотипы душицы. *Картофель и овощи*. 2015;4:24-25.
 - [Korotkikh I.N., Khazieva F.M., Totskaya S.A. Morphotypical varieties of *Origanum vulgare* L. *Kartofel i Ovoshchi = Potato and Vegetables*. 2015;4:24-25.(in Russian)]
- Морозов А.И. Селекция мяты разного целевого направления. *Вести. рос. с.-х. науки.* 2018;5:52-55. DOI 10.30850/vrsn/2018/5/52-55.
 - [Morozov A.I. Mint breeding for different specific purposes. *Vestnik Rossiyskoy Sel'skokhozyaistvennoy Nauki = Vestnik of the Russian Agricultural Science*. 2018;5:52-55. DOI 10.30850/vrsn/2018/5/52-55. (in Russian)]
- Морозов А.И., Дмитрачкова Н.С., Быкова О.А. Новый сорт мяты Ароматная для возделывания на аптечный лист. *Вопр. биол., мед. и фармацевт. химии.* 2012;7:21-23.
 - [Morozov A.I., Dmitrachkova N.S., Bykova O.A. New cultivar of *Mentha piperita* for pharmaceutical leaves production. *Voprosy Biologicheskoy, Meditsinskoy i Farmatsevticheskoy Khimii = Problems of Biological, Medical and Pharmaceutical Chemistry.* 2012;7:21-23. (in Russian)]
- Улумбекова Г.Э., Калашникова А.В. Анализ рынка лекарственных препаратов в РФ. *Вести. ВШОУЗ.* 2018;4(14):53-75.
 - [Ulumbekova G.E., Kalashnikova A.V. Analysis of the pharmaceutical market in the Russian Federation. *Vestnik VSHOUZ = Bulletin of the Higher School of Health Care Management*. 2018;4(14):53-75. (in Russian)]
- Хазиева Ф.М., Быкова О.А., Аникина А.Ю., Коробов Ю.П., Свистунова Н.Ю., Саматадзе Т.А. Оценка сортов и популяций *Matricaria chamomilla* L. по биохимическим и кариологическим показателям. *Вопр. биол., мед. и фармацевт. химии.* 2017;20(9): 46-51
 - [Khazieva F.M., Bykova O.A., Anikina A.Yu., Korobov Yu.P., Svistunova N.Yu., Samatadze T.A. Comparison of varieties and populations *Matricaria chamomilla* L. on biochemical and kariological indicators. *Voprosy Biologicheskoy, Meditsinskoy i Farmatsevticheskoy Khimii = Problems of Biological, Medical and Pharmaceutical Chemistry*. 2017;20(9):46-51. (in Russian)]
- Хазиева Ф.М., Коротких И.Н., Осипов В.И. Состав эфирного масла сортов душицы обыкновенной (*Origanum vulgare* L.) из коллекции ВИЛАР. *Bonp. биол., мед. и фармацевт. химии.* 2019; 22(7):38-49. DOI 10.29296/25877313-2019-07-06.
 - [Hazieva F.M., Korotkikh I.N., Osipov V.I. Composition of essential oils of *Origanum vulgare* L. varieties from VILAR collection. *Voprosy Biologicheskoi, Meditsinskoi i Farmatsevticheskoi Khimii = Problems of Biological, Medical and Pharmaceutical Chemistry*. 2019;22(7):38-49. DOI 10.29296/25877313-2019-07-06. (in Russian)]
- Хазиева Ф.М., Свистунова Н.Ю., Саматадзе Т.Е. Влияние химических мутагенов на биоморфологические и цитогенетические изменения *Calendula officinalis* L. *Bonp. биол., мед. и фармацевт. химии.* 2016;8(19):37-43.
 - [Khazieva F.M., Svistunova N.Yu., Samatadze T.E. Effect of chemical mutagens on morphological and cytogenetic changes *Calendula officinalis* L. *Voprosy Biologicheskoy, Meditsinskoy i Farmatsevticheskoy Khimii = Problems of Biological, Medical and Pharmaceutical Chemistry*. 2016;8(19):37-43. (in Russian)]
- Широкова И. Рынок фитопрепаратов тенденции, проблемы, прогнозы. *Ремедиум.* 2013;4(194):26-33.

- [Shirokova I. The market of herbal medicines: trends, challenges and forecasts. *Remedium*. 2013;4(194):26-33. (in Russian)]
- Glazunova A., Khazieva F., Samatadze T. Effect of Colchicine treatment on the cariology and morphology signs of *Polemonium caeruleum* L. In: Int. Sci.-Pract. Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019). *BIO Web Conf.* 2020;17:00210. DOI 10.1051/bioconf/20201700210.
- Graham I.A., Besser K., Blumer S., Branigan C.A., Czechowski T., Elias L., Guterman I., Harvey D., Isaac P.G., Khan A., Larson T., Li Y., Pawson T., Penfield T., Rae A., Rathbone D., Reid S., Ross J., Smallwood M., Bowles D. The genetic map of *Artemisia annua* L. identifies loci affecting yield of the antimalarial drug artemisinin. *Science*. 2010;327(5963):328-331. DOI 10.1126/science.118 2612.
- Máthé Á. (Ed.). Medicinal and Aromatic Plants of the World: Scientific, Production, Commercial and Utilization Aspects. Springer, 2015. DOI 10.1007/978-94-017-9810-5.
- Muravenko O.V., Amosova A.V., Samatadze T.E., Popov K.V., Poletaev A.I., Zelenin A.V. 9-aminoacridin: an efficient reagent to improve human and plant chromosome banding patterns and to standardize chromosome image analysis. *Cytometry*. 2003;51(1):52-57. DOI 10.1002/cyto.a.10002.
- Nakatsuka T., Sato K., Takahashi H., Yamamura S., Nishihara M. Cloning and characterization of the UDP-glucose: anthocyanin 5-O-glucosyltransferase gene from blue-flowered gentian. *J. Exp. Bot.* 2008; 59:1241-1252. DOI 10.1093/jxb/ern031.
- Run Q., Jun-Hui Z., Jian Y., Lu-Qi H., Yuan Y. Study progress on molecular marker-assisted breeding of Chinese medicinal materials. *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi*. 2020;45(20):4812-4818. DOI 10.19540/j.cnki.cjcmm.20200710.602.
- Samatadze T.E., Zoshchuk S.A., Amosova A.V., Khomik A.S., Svistunova N.Yu., Suslina S.N., Hazieva F.M., Yurkevich O.Yu., Muravenko O.V. Molecular cytogenetic characterization, leaf anatomy and ultrastructure of the medicinal plant *Potentilla alba L. Genet. Resour. Crop Evol.* 2018;65(6):1637-1647. DOI 10.1007/s10722-018-0640-7.
- Shen Q., Zhang D., Sun W., Zhang Y.J., Shang Z.W., Chen S.L. Medicinal plant DNA marker assisted breeding (II) the assistant identification of SNPs assisted identification and breeding research of high yield *Perilla frutescens* new variety. *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi*. 2017;42(9):1668-1672. DOI 10.19540/j.cnki.cjcmm.20170 418.001.
- Shimada N., Nakatsuka T., Nakano Y., Kakizaki Y., Abe Y., Hikage T., Nishihara M. Identification of gentian cultivars using SCAR markers based on intron-length polymorphisms of flavonoid biosynthetic genes. Sci. Hortic. 2009;119(3):292-296. DOI 10.1016/ j.scienta.2008.08.001.
- Townsend T., Segura V., Chigeza G., Penfield T., Rae A., Harvey D., Bowles D., Graham I.A. The use of combining ability analysis to identify elite parents for *Artemisia annua* F₁ hybrid production. *PLoS One*. 2013;8(4):e61989. DOI 10.1371/journal.pone.0061989.
- Wagner C., Friedt W., Marquard R.A., Ordon F. Molecular analyses on the genetic diversity and inheritance of (–)-α-bisabolol and chamazulene content in tetraploid chamomile (*Chamomilla recutita* (L.) Rausch.). *Plant Sci.* 2005;169(5):917-927. DOI 10.1016/j.plantsci.2005.06.010.
- Wang W., Xu J., Fang H., Li Z., Li M. Advances and challenges in medicinal plant breeding. *Plant Sci.* 2020;298:110573. DOI 10.1016/j.plantsci.2020.110573.

ORCID ID

I.N. Korotkikh orcid.org/0000-0002-0954-9353 D.N. Baleev orcid.org/0000-0002-1228-0594 A.I. Morozov orcid.org/0000-0002-4293-8457 P.G. Mizina orcid.org/0000-0001-6510-9603 N.I. Sidelnikov orcid.org/0000-0002-0132-1530

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 29.01.2021. После доработки 02.03.2021. Принята к публикации 15.03.2021.