

Теоретические основы интродукции эфирномасличных растений

ВАЛЕРИЙ ДМИТРИЕВИЧ РАБОТЯГОВ

РАБОТЯГОВ В.Д., 2009: **Теоретичні основи інтродукції ефіроолійних рослин.** *Чорноморськ. бот. ж.*, т. 5, N3: 307-318.

Сформульовано теоретичне обґрунтування інтродукції ефіроолійних рослин, що включає питання мобілізації вихідного матеріалу, його вивчення та введення в культуру. Відповідно до висунутої концепції інтродукція ґрунтується на пошуку теоретично можливих терпенів у досліджуваних родах та видах. На прикладі родини *Lamiaceae* і *Asteraceae* складені схеми-матриці пошуку гіпотетично можливих терпеноїдів у рослин.

Ключові слова: інтродукція, ефіроолійні рослини, терпеноїди, ефірна олія

RABOTJAGOV V.D., 2009: **Theoretical basis of essential-oil-bearing plants introduction.** *Chornomors'k. bot. z.*, vol. 5, N3: 307-318.

Theoretical foundations of essential-oil-bearing plants' introduction is established including issues of selection, study and cultivation of source material. According to the conception, introduction is based on the search of theoretically possible terpenoids among genera and species studied. Schemes-matrixes of plants' hypoteticaly possible terpenoids search are compiled using *Lamiaceae* and *Asteraceae* families as examples.

Key words: introduction, essential-oil-bearing plants, terpenoids, essential oil

РАБОТЯГОВ В.Д., 2009: **Теоретические основы интродукции эфирномасличных растений.** *Черноморск. бот. ж.*, т. 5, №3: 307-318.

Сформулировано теоретическое обоснование интродукции эфирномасличных растений, включая вопрос мобилизации исходного материала, его изучения и внедрения в культуру. В соответствии с выдвинутой концепцией интродукция основана на поиске теоретически возможных терпенов в исследуемых родах и видах. На примере семейств *Lamiaceae* и *Asteraceae* составлены схемы-матрицы поиска гипотетически возможных терпеноидов в растениях.

Ключевые слова: интродукция, эфирномасличные растения, терпеноиды, эфирное масло

Интродукция растений как область человеческой деятельности своими корнями уходит к началу становления земледельческих культур. Первые документальные сведения об интродукции растений встречаются в памятниках письменности Шумера, Древнего Египта и Китая [КОХНО, КУРДЮК, 1994].

В середине прошлого века деятельность по переселению растений и животных в новые районы оформилась в самостоятельное научно-практическое направление под общим названием интродукция. К настоящему времени этим термином пользуются только в отношении растений.

В понятийно-терминологическом аппарате этого направления научной и практической деятельности прочно закрепились три термина: интродукция, акклиматизация и натурализация. В задачу наших исследований не входит разбор этих терминов, т.к. они подробно изложены многими исследователями, занимающимися интродукцией растений [МАЛЕЕВ, 1928, 1929; 1933; GOOD, 1931; Вульф, 1928; Гинкул,

1940; БАЗИЛЕВСКАЯ, КУЛЬТИАСОВ, 1952, 1953; ВАСИЛЬЕВ, 1952; АВРОРИН, 1956; РУСАНОВ, 1954, 1957; СОКОЛОВ, 1957, 1969; ХАРКЕВИЧ, 1966; ЩЕРБИНА, 1970; ЛАПИН, 1972; КОЛЕСНИКОВ, 1974; ЛЫПА, 1978; КОХНО, 1980, 1982; НЕКРАСОВ, 1980; БАЗИЛЕВСКАЯ, МАУРИНЬ, 1982; КОХНО, КУРДЮК, 1994; ВАВИЛОВ, 1987 и др.].

Среди теоретических разработок в области интродукции растений большую популярность в начале прошлого века получила теория климатических аналогов немецкого дендролога и лесовода Генриха Майра. Он считал, что подбор для интродукции и результаты выращивания растений в новом районе определяются степенью близости показателей климата в естественном ареале и территории, куда растение переселяется. Идеи Майра нашли отражение в трудах Г.Т. СЕЛЯНИНОВА [1937], предложившего метод агроклиматических аналогов, Н.Д. КОСТЕЦКОГО [1934], обращавшего внимание на необходимость при выборе объектов для интродукции учитывать сходство сезонного хода изменения погодно-климатических условий в наиболее значимые для растений периоды.

Для решения вопросов подбора растений при интродукции были разработаны различные принципы и методы. А. Н. КРАСНОВЫМ [1909] была предложена эколого-географическая и историко-биологическая концепция интродукции растений, в которой потенциальные возможности интродукции растений из других областей он связывал с событиями планетарного масштаба, оказавшими влияние на расселение растений, и со сходством природы и ландшафтов природного ареала и места введения растений в культуру.

На развитие теории и практики интродукции растений в нашей стране решающее влияние на долгие годы оказали идеи Н.И. ВАВИЛОВА [1987]. Детально разработанный им дифференциальный ботанико-географический метод установления основных областей формообразования, или географических центров происхождения культурных растений, представление о виде как сложной, подвижной морфофизиологической системе, связанной в своём историческом развитии с определённой средой и ареалом, являются теоретической основой для подбора, целенаправленного поиска и привлечения в культуру внутривидовых наследственных форм как культурных, так и дикорастущих растений.

Становление современных представлений об интродукции и акклиматизации растений в значительной степени связано с именем С.Я. СОКОЛОВА [1957, 1969; СОКОЛОВ, СВЯЗЕВА, 1965]. В интродукционной деятельности он различал три группы методов: предварительного выбора интродуцентов, непосредственной интродукции растений без существенного изменения наследственности растений и методов с существенным изменением наследственности растений.

Таким образом, только комплексный подход, включающий историко-географическую, флороценотическую, экологическую и биоморфологическую сравнительную оценку дают наиболее полную информацию для успешного интродукционного испытания и утилитарного использования растений в культуре.

Для определения степени приспособленности растений к новым условиям многими исследователями разработаны шкалы оценки успешности интродукции и устойчивости интродуцентов к лимитирующим факторам среды и успешности акклиматизации (интродукции), основанные на комплексной оценке особенностей роста и развития, регулярности семеношения, качестве семян и способности давать самосев и внедряться в естественные фитоценозы [МАЛЕЕВ, 1933; ВАСИЛЬЕВ, 1957, СОКОЛОВ, 1957; БАЗИЛЕВСКАЯ, 1964; ЛАПИН, СИДНЕВА, 1973].

Краткий вышеприведенный обзор основных теоретических положений синтетической теории эволюции (микроэволюционного учения) и результатов их экспериментальной проверки свидетельствует о необходимости дальнейшего совершенствования теории и практики интродукции. Расширение и углубление

представлений о сложности популяционной организации видов вследствие их эволюционного приспособления к изменяющимся во времени и пространстве абиотическим и биотическим условиям среды существенно повышают разрешающую способность и теоретическую базу эколого-исторического [КУЛЬТИАСОВ, 1952, 1953, 1957, 1958], флоро-географического [ЖУКОВСКИЙ, 1971], флоро-генетического [ГУРСКИЙ, 1957, КОРМИЛИЦЫН, 1969, 1979], филогенетического [РУСАНОВ, 1950, 1957] и других принципов и методов интродукции растений, основанных на общебиологических закономерностях.

Таким образом, в интродукции растений как разделе современной экспериментальной ботаники, предметом изучения является выяснение закономерностей переселения растений в новые физико-географические условия. Для решения общих и частных вопросов в интродукционных исследованиях широко используются методы систематики, палеоботаники, хорологии и исторической географии растений, экологии, климатологии, таких смежных разделов биологии как генетика, популяционная биология.

В настоящее время в Украине возделывается 15-20 видов эфирномасличных растений, в то время как в мировой практике для производства косметических изделий используется более 200 натуральных эфирных масел. Значительное количество эфирных масел ввозится из других стран, на что затрачиваются большие валютные средства. В мировой практике известно около трех тысяч эфирномасличных растений, на территории стран, бывших республик СССР, произрастает свыше тысячи.

В связи с вышесказанным главной задачей интродукции ароматических растений является максимальное расширение ассортимента эфирных масел, необходимых для парфюмерно-косметической, пищевой и фармацевтической промышленности, медицины и других отраслей. Основной задачей исследований по интродукции эфирномасличных растений является изыскание ароматических растений, дающих масла с новыми типами запахов, а также ароматических смол-фиксаторов и дешевых источников для получения важнейших компонентов эфирных масел, путем введения в культуру новых высокопродуктивных и устойчивых к экстремальным условиям внешней среды видов [МАШАНОВ и др., 1988; РАБОТЯГОВ и др., 1999]. В связи с тем, что ассортимент вырабатываемых эфирных масел очень ограничен и никак не удовлетворяет потребностей фармацевтической и парфюмерно-косметической промышленности Украины, необходимо создать новые высокопродуктивные сорта. С каждым годом увеличивается спрос на масла с цветочным, цитрусовым и бальзамическим направлением запахов, на масла с высоким содержанием цитраля, евгенола, нерола, анетола, цитронеллола, линалилацетата и др.

При организации интродукции растений с целью производства эфирных масел важное значение придается анализу почвенно-климатических условий произрастания и предполагаемого района интродукции [МАШАНОВ и др. 1978, 1988; РАБОТЯГОВ, МАШАНОВ, АНДРЕЕВА, 1999; ЛИБУСЬ и др., 2004].

Подбор исходного материала эфирномасличных растений сводится к поиску эфирносов, дающих масла с новыми типами запахов при высоких парфюмерных достоинствах, хорошие и дешевые ароматические смолы-фиксаторы, дешевые источники сырья для получения важнейших терпеноидов, сырье и эфирные масла, пригодные для использования в пищевой промышленности и медицине [МАШАНОВ и др., 1988; РАБОТЯГОВ и др., 1999].

Важное значение имеет изыскание эфирносов с разными сроками уборки сырья, а также эфирномасличных растений, представляющих ценность как исходный материал для селекции [РАБОТЯГОВ, 1978, 1982; РАБОТЯГОВ и др., 2003]. Кроме того, необходимо вести поиск таких растений, эфирные масла которых по направлению

запаха тождественны импортным, получаемых из сырья тропических растений [РАБОТЯГОВ и др., 1999; РАБОТЯГОВ, ХЛЫПЕНКО, 2003; РАБОТЯГОВ и др., 2007].

Интродукция эфирномасличных растений проводилась на популяционном уровне с привлечением исходного материала из разных эколого-географических зон стран Средиземноморья, Южной Европы, Малой Азии, Китая, США и других стран путем выписки семян по делектусам [ФРОЛОВ, 1964; МАШАНОВ, 1978; АНДРЕЕВА, КАПЕЛЕВ, 1987].

Изучение исходного материала проводится по методике, принятой в отделе новых ароматических и лекарственных растений [РАБОТЯГОВ и др., 1999]. Растения оцениваются по биоморфологическим признакам, урожайности сырья, массовой доли эфирного масла. Фенологические наблюдения проводятся по методике И.Н. БЕЙДЕМАН [1974], определение массовой доли эфирного масла - методом Гинзберга, компонентный состав – методом ГЖХ на кварцевой колонке с жидкими фазами Carbowax – 20 и SE [ГОРЯЕВ, ПЛИВА, 1962; ЕРМАКОВ, 1969; МАШАНОВ и др., 1988].

Первичное интродукционное изучение эфирномасличных растений предполагает выяснение возможности выращивания данного вида в иных условиях обитания, получения максимума сведений о реакции вида на изменившиеся условия обитания, исследование его биологии, биохимии, фенологии и экологии для получения предварительной оценки возможности и перспектив использования данного вида в конкретных условиях выращивания [РАБОТЯГОВ и др., 2003а,б].

Под первичной интродукцией эфирномасличных растений природной флоры мы понимаем весь процесс переноса и введения дикорастущих растений в культуру из одних ценозов и различных экологических ниш в другие, как в самом ареале, так и за его пределами. При интродукции растений вскрывается потенциальная экологическая пластичность вида, обусловленная филогенезом его в конкретных условиях среды и от наличия и реализации которой зависит ее успех. При этом также выявляются адаптивные возможности вида, не всегда заметные в естественных условиях обитания. Так, если переселения растений в новые условия жизни происходит в пределах их экологической амплитуды пластичности, то норма реакции их остается прежней, хотя при этом могут возникнуть различные модификационные изменения. Изменение нормы реакции организма означает возникновение нового генотипа, что связано с процессом акклиматизации растений [РАБОТЯГОВ и др., 2003].

Каждое семейство, род, вид эфирномасличных и пряно-ароматических растений характеризуется определенным химическим составом. Так, растения рода *Mentha* L. содержат ментол, пиперитон; *Thymus* L. – тимол и карвакрол; *Coriandrum sativum* L. – линалоол; *Lavandula angustifolia* Mill. – линалилацетат, линалоол. Таким образом, создается впечатление об относительном постоянстве набора химических компонентов. Однако изучение родовых и видовых комплексов показывает широкий полихимизм. В роде чабер (*Satureja* L.) обнаружены формы ментольного направления, в роде эльсгольция (*Elsholtzia* Benth.) – формы с запахом розы. Направленная интродукция эфирномасличных растений должна опираться на выводы о химическом параллелизме, центрах (очагах) присхождения и биогенетической связи терпеновых соединений [НИЛОВ, 1936; ВАВИЛОВ, 1987].

Наши исследования показывают, что какой бы род не был взят, у его разных видов мы найдем четыре типа углеродного скелета: алифатический, циклический, бициклический и ароматический. Биохимическая теория интродукции эфирномасличных, по нашему мнению, должна основываться на поиске теоретически возможных терпенов в изучаемых родах, видах [РАБОТЯГОВ, МАШАНОВ, АНДРЕЕВА, 1999]. Особой актуальной проблемой является разработка на базе отечественного сырья рецептур аналогов таких тропических пряностей как *Zingiber officinale*, *Elletaria cardamomum*, *Pimenta officinalis*, *Myristica fragrans*, *Caryophyllis aromaticum*. Ведется

поиск растений для создания новых интенсивных культур, масла которых могут укрепить сырьевую базу синтеза душистых веществ, основанный на химическом параллелизме и биогенетическом родстве терпенов. В результате исследований нами составлены схемы матрицы для направленного поиска на примере двух семейств (*Lamiaceae* и *Asteraceae*) и трех родов (*Ocimum* L., *Thymus*, *Artemisia* L.). У *Lamiaceae* очень отчетливо проявляется химический параллелизм (табл. 1)

Таблица 1

Схема поисков теоретически возможных заданных терпенов в растениях (терпены расположены по классам соединений и конфигурации углеродного скелета)

Table 1

Scheme of searching theoretically possible terpenoids in plants (terpenoids are arranged by compound classes and carbonic configuration)

Компоненты	<i>Lamiaceae</i>		<i>Asteraceae</i>
	<i>Ocimum</i>	<i>Thymus</i>	<i>Artemisia</i>
Оцимен	+	+	+
Лимонен	+	+	+
Пинен	+	+	+
Терпинен	+	+	+
Кадинен	+	+	+
Фелландрен	+	+	+24%
Камфен	+	+	+
Линалоол	+40%	+85%	+
Тимол	+30%	+78%	-
Борнеол	+	+	+
Метилхавикол	+	+	+
Карвакрол	+	+70%	-
Эвгенол	+	+	+
Туйиловый спирт	-	+	+
Цитронеллаль	+	+	+70%
Цитраль	+60%	-	+70%
Камфора	+	+	+
Цинеол	+40%	+80%	+
Туйоловый эфир	+	+70%	+30%

Этому закону подчиняются как близкие, так и отдаленные семейства. На основании созданной схемы биогенетической связи терпенов можно начать поиск гипотетически возможных заданных химических соединений линалоола, геранилацетата, метилхавикола, эвгенола, цитраля и других. Для интродукции заданных хемотипов в каком-либо семействе или роде необходимо учитывать изолированные очаги происхождения растений и, еще лучше, границы их ареалов.

Для работы с пряно-ароматическими растениями и создания пряностей, заменяющих ввозимые, очень удобно использовать закон химического параллелизма. Для наглядности приводим экспериментальные данные, полученные отделом новых ароматических и лекарственных культур НБС-ННЦ.

Piper nigrum содержит в эфирном масле набор терпеновых углеводов (мирцен, пинен, лимонен), фенолы (эвгенол, карвакрол), органическую окись -1,8-цинеол, бициклический кетон-камфору и алифатический спирт – цитронеллол. Распределение компонентов относительно равномерное. Запах варьирует от морковно-цитрусового (пинен-лимонен), напоминающего *Elletaria cardamomum*, через запах грибов (кариофиллен), остро-камфорный (цинеол, камфора) до гвоздично-фенольного (эвгенол, карвакрол) с розовым оттенком (цитронеллол). Для сравнения приводится состав *Satureja montana*. *Elletaria cardamomum* считается королем пряностей. В состав его эфирного масла входят терпеновые углеводороды пинен и лимонен, которые дают

основное направление аромата (морковно-апельсиновый), эвгенол и терпенилацетат – оттенок гвоздики и слабо бергамотный.

Таблица 2

Параллелизм химической изменчивости у ароматизаторов (терпеновые соединения расположены по классам соединений и конфигурации углеродного скелета)

Table 2

Parallelism in chemical variability for aromatic compounds (terpenoids are arranged by compound classes and carbonic configuration)

Компоненты	<i>Pimenta officinalis</i> Lindl.	<i>Illieum anisatum</i> Georg.	<i>Elletaria cardamonum</i> Maton	<i>Lophantus anisatus</i> Benth.	<i>Satureja montana</i> L.
Оцимен	-	-	-	-	-
Лимонен	+	+	+	+	+
Пинен	+10%	+	+	+	+
Терпинен	+	+40%	-	-	+6%
Кадинен	+	-	-	-	+
Фелландрен	+	-	-	-	+
Кариофиллен	+	+	+	+	+
Бизаболен	+	-	-	-	+
Камфен	+	+	+	+	+
Линалоол	-	+35%	-	+	+
Цитронеллол	+4%	+	-	+	-
Терпинеол	-	+	+	+	+
Анегол	-	+	-	+	-
Тимол	-	+	-	+	+88%
Карвакрол	+	+	-	+	+
Эвгенол	+	+	+	-	-
Метилхавикол	-	+50%	-	+90%	-
Борнеол	-	+	+	+	-
Цитраль	-	+	+	-	-
Пулегон	-	-	-	-	+
Камфора	+	+30%	+	+	-
Ментон	-	-	-	-	+
Цинеол	+	+	+	+	-
Терпинелацетат	-	+	+	+	-

Для сравнения взят состав эфирного масла *Lophantus anisatus* (*Agastache foeniculum* Benth.). На популяционном уровне встречаются хемотипы с высоким содержанием камфоры, метилхавикола, цитронеллола. По аромату эти формы делятся на бергамотные, ореха мускатного, анисовые и другие. При помощи схемы- матрицы появляется возможность создания пряностей аналогов на основе отечественного сырья. Основное внимание сосредотачивается на изучении потенциала перспективных видов, отборе из популяции форм и хеморас, содержащих эфирные масла с набором ценных компонентов для использования их в парфюмерно-косметической, пищевой и медицинской промышленности. Так, в результате многолетней кропотливой работы в роде *Thymus* были созданы перспективные сортаобразцы. Биохимический анализ компонентного состава эфирного масла гибридов *Thymus* показал, что среди синтезированных растений имеются хемотипы с высоким содержанием линалоола (85,8%), 1,8-цинеола (83%), тимола (78%), карвакрола (75%) и промежуточные гибриды цинеольно терпинеольного типа в сумме содержащие 72%, гибриды линалоольно-карвакрольного типа в сумме содержащие 88%, тимольно-линалоольного типа, содержащие в сумме 65% терпенов, линалоольно-линалилацетатный тип с суммой терпенов до 90% [РАВОТЯГОВ, 1975; РАБОТЯГОВ, 1997] и тимольно-кавакрольный тип с суммой 82%. Кроме того, нами показано, что эфирное масло *Artemisia balchanorum*

содержит в большом количестве такие ценные терпеноиды, как цитраль (20-40%), линалоол (до 50%), гераниол (до 35%) и другие.

При отборе растений необходимо учитывать то, что состав эфирного масла в сильной степени изменяется в процессе их развития и количественно и качественно. Отбор лучших популяций вида необходимо проводить в период максимального накопления эфирного масла.

Основным источником интродукции эфирносов, по мнению Жуковского [1971], является Средиземноморский очаг происхождения культурных растений, в котором сосредоточены важнейшие эфиромасличные растения: *Lavandula*, *Rosa*, *Mentha piperita*, *Salvia*, *Rosmarinus*, *Iris*, *Hyssopus*, *Thymus*, *Foeniculum*, *Pimpinella*, *Cistus* и другие.

Второй по значению очаг – Юго-Восточная Африка, родина дикорастущих ценных форм *Ocimum gratissimum* и многочисленных видов герани, фрезии. Интерес представляет Индийский очаг, отличающийся большим разнообразием видов и форм *Ocimum* и – родина *Jasminum grandiflorum* с ним может соперничать Китайский очаг с богатым разнообразием ароматических растений в дикорастущей флоре. Индомалайский очаг включает Малайский архипелаг, острова Ява, Борнео, Суматра, Филиппины и Индокитай. Это центр происхождения *Myristica fragrans*, иланг-иланга, *Elettaria cardamomum*, *Caryophyllis aromaticum*, *Eucalyptus globulus*. Эти центры являются основными первичными очагами происхождения эфиромасличных растений, и только Средиземноморский можно считать одновременно и вторичным очагом, поскольку большинство дикорастущих ароматических растений введено здесь в культуру.

Флора бывшего СССР благодаря большому разнообразию почвенно-климатических условий также является обширным источником для поиска ароматических растений. Наибольший интерес для интродукторов представляют Среднеазиатский и Переднеазиатский очаги. В Средней Азии издавна возделываются такие пряные и эфиромасличные растения *Trachyspermum corticum*, *Ocimum*, *Rosa* и другие. Однако богатая дикая флора Средней Азии так же, как и Переднеазиатского очага, изучена недостаточно. Только во флоре Азербайджана имеется 825 видов эфиромасличных растений, относящихся к 237 родам и 50 семействам. Из них используется лишь незначительная часть, как, например, дикорастущие заросли азалии. Несомненно, что эта флора таит в себе большие возможности. Переднеазиатский очаг – родина *Pimpinella*, *Crocus*. Значительный интерес представляют также Украина и некоторые районы России.

Интродукцию субтропических и тропических эфиромасличных растений в первую очередь следует вести из высокогорных местообитаний, где условия произрастания более суровые. Многие тропические растения содержат ценные эфирные масла и смолы в листьях и побегах, поэтому некоторые из них в наших условиях можно будет возделывать как растения однолетней или порослевой культуры [Машанов, 1978].

Длительный опыт интродукционной работы с эфиромасличными растениями в Никитском ботаническом саду свидетельствует о том, что возможности отыскивания и введения в культуру новых эффективных видов далеко не исчерпаны. Однако эта работа кропотливая и трудоемкая. Необходимо провести тщательный отбор нужных форм, изучить их биологию, особенно химический состав, разработать приемы размножения и возделывания, а также технологию переработки сырья.

Из природной флоры необходимо широко привлечь на популяционном уровне исходный видовой материал таких растений, как *Piper nigrum* L., *Pimenta officinalis* Lindl., *Myristica fragrans* Houtt., *Jasminum grandiflorum*, *Cananga odorata* (Lam.), *Caryophyllis aromaticum*, *Eucalyptus globules* Labill., *E. cinerea* F.V. Mull.,

Trachyspermum corticum Zink., *Ocimum gratissimum* L., *Rosa gallica* и *R. damascena* Mill., *Azalea pontica* L., *Pimpinella anisum* L., *Tagetes signata* Bartl., *Calaminta officinalis* Moench., *Origanum vulgare* L., *Anthoxanthum odoratum* L., *Ziziphora bungeana* Zuz., *Dracocephalum moldavicum* L., *Hyssopus officinalis* L., *Pyrethrum majus* (Desf.) Tzvel., *Nepeta cataria* var. *citriodora* Beck.(f. *citriodora* Dum.), *Lophanthus anisatus* Benth., *Levisticum officinale* Koch., *Melisa officinalis* L., *Silaum silaus* (L.) Schizet Thell., *Mentha piperita* L., *Perovskia abrotanoides* Kar., *P. atriplicifolia* Benth., *Tanacetum boreale* Tisch., *Artemisia balchanorum* Krasch., *Prangos fabularia*, *Achillea colina* Beck. et Reicch., *Ferula assasfoetida* L., *Cephalophora aromatica* Schrod., *Satureja hortensis* L., *S. montana* L., *Thymus vulgaris* L., *Th. serpyllum* L., *Elsholtzia stauntonii* Benth., *E. ciliate* Thynb., *Artemisia dracunculus* L., *Cistus ladaniferus* L., *Elletaria cardamonum* Maton., *Coriandrum sativum* L., *Illicium verum* Hookf., *Vanilla planifolia* Andr., *Rosmarinus officinalis* L., *Majorana hortensis* Moench., *Monarda fistulosa* L., *Pogostemon patchouli* Pellet., *Cinnamonum verum*, *Zingiber officinale* Roscoe., *Cymbopogon citrates* (DC) Stapf., *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle, *Piper cubeba* L. f., *Lavandula hybrida* Rev., *Elettaria cardamonum* White et Maton.

Многолетний опыт интродукционной работы Никитского ботанического сада свидетельствует о том, что биологические и хозяйственно-ценные признаки у одних и тех же видов эфирномасличных растений разные [РАБОТЯГОВ, 1986]. Часто встречаются растения, которые по морфологическим признакам практически идентичны, но могут сильно различаться по содержанию эфирного масла и его компонентному составу. Внутривидовая химическая изменчивость очень широко распространена в природе. Поэтому при обследовании дикорастущей флоры необходимо выявить отдельные хемотипы растений того или иного вида, наиболее интересные по качеству запаха, т.е. нужно проводить не видовую, а внутривидовую целенаправленную интродукцию.

Оценка экологической пластичности интродуцента, как правило, проводится всесторонне на основании визуальных наблюдений в течение многих лет интродукционного эксперимента. Основной метод экологического изучения растений - наблюдения за ним в различных условиях роста и развития, т.е. в разные периоды его жизни и в разнообразных местообитаниях, природных и произвольно изменяемых [РАБОТЯГОВ и др., 2003а,б]. В практике феноэкологического изучения интродуцента главную роль играет непрерывность наблюдения за жизнью растения, его реакция на новые, искусственно измененные условия местообитания в течение многих лет [РАБОТЯГОВ, КОРСАКОВА, 2001].

Южный берег Крыма расположен на границе субтропической зоны, где многие тропические и субтропические виды могут произрастать, но не иметь хозяйственного значения, поэтому Никитский ботанический сад должен служить базой для создания новых, более зимостойких форм с целью расширения их ареала.

Отдаленная гибридизация – один из главных методов для создания форм, разновидностей и даже видов с более высокой продуктивностью и резистентностью к экстремальным условиям среды. В.Н. Цицин [1974] пишет: «В решении проблемы интродукции важная роль принадлежит отдаленной гибридизации как методу преобразования природы растения при перенесении его в новые экологические условия. Значительную часть вопросов, связанных с переносом растений, не поддающихся акклиматизации, можно решать только с помощью отдаленной гибридизации». Привлечение исходного материала для изучения осуществляется путем выписки семян по делектусам преимущественно из средиземноморских стран, Юго-Восточной Азии, Южной Америки и других регионов, путем сбора на популяционном уровне лучших по запаху и морфологическим признакам образцов из флоры бывшего СССР и завоза растений, возделываемых за рубежом.

Интродукция не ограничивается изысканием исходного материала. Не менее важным является изучение и оценка интродукционного материала по продуктивности и особенно химическому составу эфирного масла с тем, чтобы установить целесообразность введения перспективных растений в культуру [РАБОТЯГОВ, КОРСАКОВА, 2001].

Необходимый этап интродукционного процесса – глубокое изучение биологии интродуцируемых растений с целью установления для них районов возможного возделывания и методов культуры [РАБОТЯГОВ и др., 2003а,б].

Испытание перспективных образцов интродуцируемого материала в различных почвенно-климатических зонах позволит определить условия, в которых синтезируется наибольшее количество эфирного масла и его ценных компонентов [РАБОТЯГОВ и др., 2003а,б].

Для выявления компонента (терпеновые соединения) при первичном отборе эфиромасличных растений основным показателем является качество и стойкость запаха. На первом этапе этот признак определяется органолептически и подкрепляется определенным содержанием эфирного масла и его химического состава. Получение хотя бы минимального количества эфирного масла позволяет провести дегустационную оценку (запах растения не всегда идентичен запаху масла). Эти показатели определяют целесообразность поиска среди близких форм и видов этих растений. Следует выявить органы растения, содержащие эфирное масло или смолу (органолептически), и на этой основе определить продуктивность интересующего нас растения.

Следующим этапом является сбор семян. Параллельно проводится (хотя бы глазомерно) ориентировочное определение природных запасов растения. Если эфирное масло представляет значительный интерес, необходимо провести в ближайших районах поиск более продуктивных форм, экотипов и даже видов, а также форм с другим направлением запаха.

Объект необходимо перенести в питомник для размножения в количествах, позволяющих определить продуктивность и направление аромата эфирного масла или смолы и перспективность дальнейшей работы с этим растением [АНДРЕЕВА, КАПЕЛЕВ, 1987; МАШАНОВ, 1988]. Определение количества и качества эфирного масла проводится в различные фазы развития растений. Урожай сырья на первых этапах изучения определяется глазомерно, а в дальнейшем путем взвешивания. При отборе и выбраковке растений учитываются их биологические особенности: зимостойкость, засухоустойчивость, повреждаемость вредителями и поражаемость болезнями.

Для закрепления хозяйственно-полезных признаков у отобранных перекрестноопыляющихся растений размножение проводится вегетативным путем (черенками, корневищами). Многие теплолюбивые растения не могут произрастать в условиях юга Украины. Поэтому необходимо использовать методы, направленные на индивидуальное приспособление путем возделывания многолетних растений как однолетних, путем изменения генетической природы растения методом межвидовой гибридизации и геномной инженерии. Так в роде *Lavandula* [РАБОТЯГОВ, 1975, 1978, 1979, 1982, 1983, 1986, 1997; РАБОТЯГОВ, АКСЕНОВ, 1987, 1990] впервые преодолена стерильность у лавандинов F₁ и получены фертильные формы F₂ и F₃. Путем интервалентных скрещиваний получены ауто-и аллотетраплоидные формы, а также аллотриплоиды различного геномного состава с комплексом утилитарных признаков для использования в следующих отраслях:

- автотетраплоидные гибриды с высоким содержанием линалилацетата (до 61%)
- для высшей парфюмерии;

– высокопродуктивные аллогамноидные и аллотриплоидные гибриды (лавандины) с содержанием линалилацетата и линалоола в сумме (до 85%) – для парфюмерно-косметической и мыловаренной промышленности;

– аллотриплоидные гибриды с содержанием линалоола (77%) – для технического производства данного компонента;

– сесквидиплоидные гибриды типа *L. angustifolia* и *L. latifolia*.

Экспериментальное получение авто- и полиплоидных растений позволяет создавать гибридные формы лаванды с различным соотношением геномов исходных видов, что дает возможность ослабить или усилить комплекс признаков того или иного компонента скрещивания.

Проблема интродукции и акклиматизации растений является по своему существу комплексной, и ее решение не может быть успешным без тесной связи с другими биологическими дисциплинами. В этой работе должны быть использованы новейшие достижения биологических исследований и управления процессами.

Заключение

В результате интродукции базовая коллекция эфирномасличных растений включает около 820 образцов, относящихся к 30 семействам, 170 видам, 40% коллекции - представители семейства *Lamiaceae*, 16% – *Asteraceae*, 10% – *Apiaceae* и 34% - другие. Наиболее ценными и перспективными очагами привлечения исходного материала для расширения коллекции эфирномасличных растений являются Средиземноморский, Европейско-Сибирский, Среднеазиатский. В результате изучения большого количества различных видов и образцов эфирномасличных растений по биоморфологическим и хозяйственно-ценным признакам методом индивидуального отбора выделено около 90 сортообразцов, на основе которых создан 21 сорт, внесенных в Реестр сортов растений Украины [РАБОТЯГОВ и др., 2007].

На основании установленных закономерностей наследования биохимических признаков у синтетически созданных растений при отдаленной гибридизации и полиплоидии выделены высокопродуктивные формы с оригинальным направлением запаха, высоким содержанием отдельных компонентов (цитраля – 70% у *Artemisia balchanorum*, линалоола – 83% у *Thymus serpyllum* и 74% у *Lavandula hybrida*, тимола – 78% и карвакрола – 75% у *Thymus vulgaris*, цитронеллола – 70% у *Artemisia*, 1,8-цинеола до 80% у *Thymus camphoratus*, 90% метилхавикола у *Lophanthus anisatus*, 90% геранилацетата у *Nepeta cataria*, 91% карвакрола у *Satureja montana* и 97% α - и β -туйононов у *Artemisia taurica* и другие.

В результате комплексных исследований растений родов *Lavandula*, *Artemisia*, *Thymus*, *Nepeta* и других разработана теория создания растений с заданным компонентным составом эфирных масел, опирающаяся на «Закон гомологических рядов наследственной изменчивости» и о химическом параллелизме у растений, очагах их происхождения и биогенетической связи терпеновых соединений. На основании созданной нами схемы-матрицы биогенетической связи терпеноидов можно вести поиск гипотетически возможных терпеновых соединений, где основное внимание сосредоточивается на изучении потенциала перспективных видов, отборе из популяций форм и хеморас, содержащих эфирное масло с набором ценных компонентов для использования их в парфюмерно-косметической, пищевой промышленности и медицине.

Список литературы

- АВРОРИН Н.А. Переселение растений на полярный север. – М. - Л.: Издательство АН СССР, 1956. – 286 с.
АНДРЕЕВА Н.Ф., КАПЕЛЕВ И.Г. Результаты интродукции эфирномасличных растений // Бюлл. Никит. бот. сада. – 1987. – Вып. 63. – С. 67-74.
БАЗИЛЕВСКАЯ Н.А. Теория и методы интродукции растений. – М.: Издательство Московск. гос. ун-та, 1964. – 131 с.

- БАЗИЛЕВСКАЯ Н.А., МАУРИНЬ А.М. Интродукция растений: история и методы отбора исходного материала. – Рига: Издательство Латвийского ун-та им. П. Стучки, 1982. – 103 с.
- БАЗИЛЕВСКАЯ Н.А., ЩЕРБИНА Д.М. Акклиматизация // БСЭ. – 3-е изд. – М., 1970. – Т. 1. – С. 333.
- БЕЙДЕМАН И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. – Новосибирск, 1974. – 155 с.
- БЕЛОЛИПОВ И.В. Краткие итоги первичной интродукции растений природной флоры Средней Азии // Ботан. сад УзССР. Интродукция и акклимат. Растений. – Ташкент: Изд-во «Фан» УзССР, 1976. – Вып. 13. – С. 9-58.
- ВАВИЛОВ Н.И. Интродукция растений в советское время и ее результаты (итоги интродукционной работы Всесоюзного института растениеводства за период 1921-1940 гг.) // Происхождение и география культурных растений. – Л.: Наука, 1987. – С. 402-417.
- ВАСИЛЬЕВ А.В. Акклиматизация субтропических растений в природных условиях Западной Грузии // Труды Ботан. ин-та АН СССР. – 1957. – Сер. 6. – Вып. 5. – С. 75-88.
- ВАСИЛЬЕВ А.В. К биологической характеристике субтропических пород по этапам акклиматизации // Труды Сухум. ботан. сада. – 1952. – Вып. 6. – С. 81-95.
- ВУЛЬФ Е.В. Хвойные натурализованные в Никитском ботаническом саду на Южном берегу Крыма // Тр. по прикл. ботанике генетике и селекции. – 1928. – Т.18, вып. 2. – С. 15-66.
- ГИНКУЛ С.Г. Итоги интродукции растений в Батумском ботаническом саду (1912-1938 гг.) // Изв. Батумск. субтропич. сада. – 1940. – № 5. – С. 84-95.
- ГОРЯЕВ М.И. Эфирные масла флоры СССР. – Алма-Ата: Изд-во АН Каз.ССР, 1952. – 380с.
- ГОРЯЕВ М.И., ПЛИВА И. Методы исследования эфирных масел // Алма-Ата: Изд-во Академии наук Казахской ССР, 1962. – 751 с.
- ГУРСКИЙ А.В. Основные итоги интродукции древесных растений в СССР. – М.-Л.: Изд. АН СССР, 1957. – 303 с.
- ЖУКОВСКИЙ П.М. Мировой генофонд растений для селекции (мега- и микрогенцентры) // Генетические основы селекции растений. – М.: Наука, 1971. – С. 33-88.
- КОЛЕСНИКОВ А.И. Декоративная дендрология. – М.: Лесн. пром, 1974. – 704 с.
- КОРМИЛИЦЫН А.М. Флорогенетические и экологические принципы подбора древесных интродуцентов // Труды Никит. ботан. сада. – 1979. – Т. 77. – С. 25-33.
- КОСТЕЦКИЙ Н.Д. Использование стран аналогов для зеленого строительства Азербайджана // Труды Азерб. отделения Закавказского филиала АН СССР. Секция ботаники. – 1934. – Т. 2. – С. 201-231.
- КОХНО Н.А. К методике оценки успешности интродукции листопадных древесных растений // Материалы республиканской конференции: Теория и методы интродукции растений и зеленого строительства". – К.: Наук. думка, 1980. – С. 52-53.
- КОХНО Н.А. Клены Украины. – К.: Наук. думка, 1982. – 184 с.
- КОХНО Н.А., КУРДЮК А.М. Теоретические основы и опыт интродукции древесных растений в Ураине. – К.: Наук. Думка, 1994. – 187 с.
- КРАСНОВ А.Н. Курс земледения. – Санкт-Петербург, 1909. – 249 с.
- КУЛЬТИАСОВ М.В. Организация исследовательских работ в системе Академии наук СССР по эколого-историческому анализу флоры Кавказа, Средней Азии, Дальнего Востока в целях интродукции // Труды Ботан. ин-та АН СССР. Сер. VI. – 1957. – Вып. 5. – С.107-110.
- КУЛЬТИАСОВ М.В. Эколого-исторический метод в акклиматизации растений природной флоры СССР // Тез. докл. на совещании представителей ботан. садов СССР. – М.: Изд. АН СССР. – Т. 52. – С. 10-13.
- КУЛЬТИАСОВ М.В. Эколого-исторический метод в интродукции растений // Бюл. Главн. ботан. сада АН СССР. – 1953. – Вып. 15. – С. 24-40.
- КУЛЬТИАСОВ М.В. Эколого-исторический метод и его значение в теории и практике интродукции растений // Изв. АН СССР. Сер. биол. – 1958. – № 3. – С. 257-270.
- ЛАПИН П.И. О терминах, применяемых в исследованиях по интродукции и акклиматизации растений // Бюл. Главн. ботан. сада АН СССР. – 1972. – Вып. 83. – С. 10-18.
- ЛАПИН П.И., СИДНЕВА С.В. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений // Опыт интродукции древесных растений. – М.: Главн. ботан. сад АН СССР. – 1973. – С. 7-67.
- ЛИБУСЬ О.К., РАБОТЯГОВ В.Д., КУТЬКО С.П., ХЛЫШЕНКО Л.А. Эфирномасличные и пряноароматические растения. – Херсон: Айлант, 2004. – 272 с.
- ЛЫПА А.Л. Интродукция и акклиматизация древесных растений на Украине. – К.: Вища школа, 1978. – 112 с.
- МАЛЕЕВ В.П. Методы акклиматизации в применении к фитоклиматическим условиям южного Крыма // Записки Никит. ботан. сада. – 1928/29. – Т. 10, вып. 4. – С. 3-40.
- МАЛЕЕВ В.П. Теоретические основы акклиматизации растений: Приложение к Трудам по прикладн. ботан., генетике и селекции. – Л., 1933. – 262 с.
- МАШАНОВ В.И. Некоторые итоги и проблемы интродукции и селекции эфирномасличных растений // Тр. Никит. бот. сада. – 1978. – Т. 75. – С. 5-29.
- МАШАНОВ В.И., АНДРЕЕВА Н.Ф., МАШАНОВА Н.С., ЛОГВИНЕНКО И.Е. Новые эфирномасличные культуры. – Симферополь: Таврия, 1988. – 160 с.
- МАШАНОВА Н.С. Биохимические особенности исходных форм лаванды, используемых при гибридизации. // Тр. Никит. бот. сада. – 1978. – Т. 75. – С. 102-118.
- НЕКРАСОВ В.И. Актуальные вопросы развития теории акклиматизации растений. – М.: Наука, 1980. – 101 с.
- НИЛОВ В.И. Влияние климатических факторов на синтез и превращения эфирных масел в растениях // Тр. Всесоюзн. ин-та эфиромасл. промышл. – 1936. – Вып.5. – С. 3-41.
- РАБОТЯГОВ В.Д. Биологические и хозяйственные особенности тетраплоидов лаванды в связи с их селекцией // Труды по прикладной ботанике, генетике, селекции. – 1975. – Т. 54. – Вып 2. – С. 257-262.

- РАБОТЯГОВ В.Д. Отдаленная гибридизация и полиплоидия как методы создания новых форм лаванды // Бюлл. ГБС. – М.: Наука. – 1982, вып. 123. – С. 1163-1172.
- РАБОТЯГОВ В.Д. Экспериментальное получение нового исходного материала для селекции лаванды // Новые методы создания и использования исходного материала для селекции растений. – Киев: Наук. думка, 1979. – С. 228-232.
- РАБОТЯГОВ В.Д. Геномная инженерия в селекции эфирномасличных и лекарственных растений // Биолог, исслед. садов, и др. ценных многолетн. культур. Сб. науч. труд. Никит. ботан. сад. – 1997. – Т. 119. – С. 181-190.
- РАБОТЯГОВ В.Д. Полиплоидия как метод селекции лаванды // Труды Гос. Никит. Ботан. Сада. – 1978. – Т. 75. – С. 92-101.
- РАБОТЯГОВ В.Д. Проблема синтеза лавандина // Тр. Никит, ботан. сада. – 1983. – Т. 91. – С. 92-101.
- РАБОТЯГОВ В.Д., АКИМОВ Ю.А. Наследование содержания и состава эфирного масла при межвидовой гибридизации лаванды // Генетика. – 1986. – Т. 22, № 6. – С. 1163-1172.
- РАБОТЯГОВ В.Д., АКИМОВ Ю.А. Внутривидовая и внутриклоновая изменчивость состава эфирного масла *L. angustifolia* и *L. latifolia* при семенном размножении // Растительные ресурсы. – Л.: 1987. – № 3. – С. 417-421.
- РАБОТЯГОВ В.Д., АКИМОВ Ю.А. Наследование содержания и состава эфирного масла у тетра- и сесквидиплоидов лаванды // Генетика. – 1990. – Т. 6, № 2. – С. 283-291.
- РАБОТЯГОВ В.Д., КОРСАКОВА С.П. Внутривидовая изменчивость в *Thymus* L. // Физиология и биохимия культурных растений. – 2001. – Т. 33, № 5. – С. 398-403.
- РАБОТЯГОВ В.Д., МАШАНОВ В.И., АНДРЕЕВА Н.Ф. Интродукция фирномасличных и пряноароматических растений. – Ялта, 1999. – 32 с.
- РАБОТЯГОВ В.Д., СВИДЕНКО Л.В., ДЕРЕВЯНКО В.Н., БОЙКО М.Ф. Эфирномасличные и лекарственные растения, интродуцированные в Херсонской области (эколого-биологические особенности и хозяйственно-ценные признаки. – Херсон: Айлант, 2003. – 288 с.
- РАБОТЯГОВ В.Д., ХЛЫПЕНКО Л.А., БАКОВА Н.Н., МАШАНОВ В.И. Аннотированный каталог видов и сортов эфирномасличных, пряно-ароматических и пищевых растений коллекции Никитского ботанического сада. – Ялта: Таврида, 2007. – 47 с.
- РАБОТЯГОВ В.Д., ХЛЫПЕНКО Л.А., МАШАНОВ В.И., ОРЕЛ Т.И., ДРОБОТОВ С.А. Интродукция и селекция эфирномасличных растений в Никитском ботаническом саду // Бюлл. ГБС. – 2003. – Вып. 186. – С. 10-14.
- РУСАНОВ Ф.Н. Разбор тезисов доклада М.В. Культиясова «Теоретические вопросы интродукции растений природной флоры» // Сб. «Интрод. и акклимат. раст.». – Ташкент: Изд-во «Фан» УзССР, 1971. – Вып. 8. – С. 150-156.
- РУСАНОВ Ф.Н. Итоги интродукции и акклиматизации растений в Средней Азии // Труды Ботан. ин-та АН СССР. – 1957. – Сер. VI, вып. 15. – С. 59-63.
- РУСАНОВ Ф.Н. Новые методы интродукции растений // Бюл. Главн. ботан. сада АН СССР. – 1950. – Вып. 7. – С. 31-36.
- РУСАНОВ Ф.Н. Основные понятия об интродукции растений и некоторые её примеры // Труды Ботан. сада АН Узб. ССР. – 1954. – Вып. 4. – С. 53-85.
- СЕЛЯНИНОВ Г.Т. Мировой агроклиматический справочник. – Л.: Гидрометеиздат, 1937. – 357 с.
- СОКОЛОВ С.Я. К теории интродукции растений // Пути и методы обогащения дендрофлоры Сибири и Дальнего Востока. – Новосибирск: Наука, 1969. – С. 4-23.
- СОКОЛОВ С.Я. Современное состояние теории акклиматизации и интродукции растений // Интродукция растений и зеленое строительство. Труды ботан. ин-та АН СССР. – 1957. – Вып. 5, № 6. – С. 34-42.
- СОКОЛОВ С.Я., СВЯЗЕВА О.А. География древесных пород СССР. – М.-Л.: Наука, 1965. – 265 с.
- ФРОЛОВ Т.В. Основные достижения Никит. ботан. сада по интродукции и селекции технических культур. 150 лет Госуд. Никит, ботан. саду. – М.: Колос, 1964. – С. 108-116.
- ФРОЛОВ Т.В. Основные достижения Никит. бот. сада по интродукции и селекции технических культур // 150 лет Гос. Никит, бот. Саду / Сб. науч. труд. – М.: Колос, 1964. – Т. 37. – С. 108-116.
- ХАРКЕВИЧ С.С. Полезные растения флоры Кавказа и их интродукция на Украине. – К.: Наук. думка, 1966. – 300 с.
- ЦИЦИН Н.В. Отдаленная гибридизация как фактор эволюции и важнейший метод создания новых видов, форм и сортов растений // Генетические основы селекции растений. – М.: Наука, 1971. – С. 89-111.
- GOOD D.O. A theory of plant geography // The new phytologist. – 1931. – Vol. 30. – № 3. – P. 99-108.
- РАБОТЯГОВ V.D. Overcoming sterility in lavandins (*L. angustifolia* * *L. latifolia*) // Cytology and genetica. – 1975. – 9(5). – P. 57-60.

Рекомендує до друку
М.Ф. Бойко

Отримано 20.11.2008 р.

Адреса авторів:

В.Д. Работягов
Никитський ботанічний сад – Національний
науковий центр, пос. Никита, г. Ялта, Україна,
e-mail: nbs1812@ukr.net

Autho'rs address:

V.D. Rabotyagov
Nikitsky Botanical Garden- National Scientific Centre,
Yalta, Ukraine,
e-mail: nbs1812@ukr.net