

## РОСТ И РАЗВИТИЕ НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *КОЗУЛЬНИК* (*DORONICUM L.*) ПРИ ИНТРОДУКЦИИ ЗА ПОЛЯРНЫЙ КРУГ (КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)

Кудрявцева О.В., Виравчева Л.Л.

*Подведены итоги интродукции растений рода *Doronicum L.* в Полярно альпийском ботаническом саду-институте за более чем 70 летний период. Проведена оценка успешности интродукции 17 видов (150 образцов) рода *Doronicum L.* за Полярный Круг с помощью эколого-географического анализа, анализа родового комплекса и метода сопряженности фенологических ритмов роста и развития интродуцированных растений.*

*Установлено, что для составления интродукционного прогноза можно использовать различные методы анализа состояния и оценки растений. Совместное использование нескольких методов делает прогноз более точным и достоверным.*

*Интродуцированные растения рода *Doronicum L.* имеют различную степень адаптации к условиям Кольского Севера. Наиболее приспособленными к новому местообитанию оказались виды, выращенные из семян диких растений, произраставших в субальпийских-альпийских поясах гор в центре их ареала. Эти виды имеют достоверные корреляционные связи между начальными и последующими фенологическими фазами развития и период вегетации не более 110 дней. Используя метод прогнозирования наступления фенологических фаз развития возможно из устойчивых и ежегодно цветущих видов создавать экспозиций с непрерывным периодом цветением на протяжении всего короткого северного лета.*

Одной из основных задач интродукции является обогащение местной флоры новыми, полезными видами растений. Ботанические сады служат банком сохранения генофонда растений, расширяя ареал произрастания редких и хозяйственно-ценных видов, что способствует сохранению регионального биоразнообразия и служит его увеличению в случае привлечения в эксперимент новых видов из других природно-климатических зон. Для составления более точного интродукционного прогноза отдельного вида необходимо учитывать как его природный и культовый ареалы, так и характеристику всего родового комплекса, на фоне которого проявляются экологические особенности и адаптивные тенденции его составляющих. Сочетание различных методов и подходов изучения интродуцированных растений позволяют наиболее точно оценить степень адаптации растений к новым условиям обитания.

Изучаемый нами род *козульник - Doronicum L.* (сем. *Asteraceae Dumort.*) включает от 34 (Hegi, 1928-1929) до 36 (Горшкова, 1961) видов травянистых многолетних растений, которые распространены в умеренных районах Евразии и Северной Африки, поднимаясь в горы до 3500 м над ур. моря. Все они относятся к розеточным гемикриптофитам. Обладая крупными, красивыми, золотисто-желтые корзинками цветков и сравнительно легким способом выращивания, некоторые виды козульников широко распространены в садах и парках. Это *козульники Делеклюза (D. clusii (All.) Tausch)*, *столбовидный (D. columnae Ten.)*, *восточный (D. orientale Hoffm.)*, *барсовый (D. pardalianches L.)* и *подорожниковый (D. plantagineum L.)*. Ряд видов используется в народной медицине: *козульники алтайский (Doronicum altaicum Pall.)*, *австрийский (D. austriacum Jacq.)*, *столбовидный, барсовый, подорожниковый* - как алкалоидоносные, тонические, ранозаживляющие, противоревматические и др. (Hegi, 1928-1929). Несколько видов

являются редкими и охраняемыми для некоторых стран Европы и бывшего СССР - *козульника водопадный (D. cataractarum Widder)* (Белоусова, Денисова, 1983) и *венгерский (D. hungaricum Reichenb.)* (Красная книга СССР, 1984).

Во флоре Мурманской области растения этого рода не встречаются. Вместе с тем виды рода *козульник* широко распространены, устойчивы и обладают большим набором полезных свойств. В Полярно-альпийском ботаническом саду-институте (ПАБСИ) виды этого рода выращивают с 1932 г. (Аврорин и др., 1964) по настоящее время. Ранее сотрудниками Сада были изучены морфологическая изменчивость (Шавров, 1967), кариология (Жукова, 1967), особенности морфогенеза (Головкин, 1973) и семенная продуктивность, качество семян и особенности роста отдельных видов (Виравчева, 1987а, 1987б, 1993, 1994 а, 1994 б, 1999, 2004). Некоторые виды могут размножаться самосевом в условиях культуры (Головкин, 1961), другие были рекомендованы для озеленения (Аврорин, 1958; Головкин, 1967; Андреев и др., 1980, Иванова Л.А. и др. 2004).

В настоящей статье мы подвели итоги интродукции испытанных более чем за 70 лет в ПАБСИ видов рода *Doronicum*, проанализировали их рост и развитие в условиях Кольской Субарктики. Для составления интродукционного прогноза мы сделали попытку объединить классические методы эколого-географического анализа и родовых комплексов с методом математической оценки фенологических ритмов роста и развития интродуцентов в Заполярье.

### **Материалы и методы**

ПАБСИ расположен на 120 км севернее Полярного Круга на 67° 38' с.ш. и 33° 37' в.д. почти в центре Хибинского горного массива на Кольском полуострове. Питомники травянистых интродуцентов нахо-

дятся у подножья горы Вудъяврчорр на берегу озера Большой Вудъявр в лесной зоне на высоте 310-340 м над ур. моря.

Объектом исследования служили растения рода *Doronicum*, семена которых получали из различных географических пунктов Европы и Азии. Растения выращивали в основном из семян диких и культурных растений. 5 образцов были привезены из экспедиций живыми растениями из их естественных мест обитания. Всего на питомниках ПАБСИ испытано 150 образцов 17 видов рода *Doronicum*.

Фенологические наблюдения проводили каждые 2-3 дня в течение всего вегетационного периода (Бейдеман, 1954; Методика фенологических наблюдений ..., 1979). Отмечали фазы: отрастание, бутонизация, цветение, завязывание семян и плодоношение.

Результаты наблюдений обработаны с помощью статистических методов, предложенных Г.Н. Зайцевым (1978, 1990). Мы выбрали виды, выращенные в основном из семян диких или культурных растений из географических пунктов, входящих в их естественный ареал. Для анализа использовали ряды наблюдений за весь период жизни растений для живущих менее 20 лет и за последние 20 лет для длительно живущих. Коэффициенты корреляции и различия между средними арифметическими величинами оценены на достоверность.

Классификация периодичности цветения и плодоношения дана по Б.Н. Головкину (1973). Периодичность цветения и плодоношения определялась с года первого цветения растений. В качестве ведущего показателя успешности интродукции нами была принята способность растений к плодоношению. Баллы приживаемости (БП) даны в соответствии со шкалой, предложенной автором.

### **Результаты и обсуждения**

Характеристика географического распространения, экология видов рода *Doronicum*, а так же периодичность основных фаз развития, приведена ниже:

*Козульник алтайский (D. altaicum Pall.)*. Зона распространения - луга, тундры, окраины снежников и ледников, кустарники субальпийского и альпийского поясов Алтая, гор Средней Сибири, Северо-Восточного Казахстана, севера Монголии и Северо-Западного Китая. В ПАБСИ был привезён из Алтайской экспедиции живыми растениями в 1934 году и выращивается по настоящее время. Цветет периодически в июне-июле. Плодоносит в июле-августе. В коллекции имеются 2 репродукции данного вида. Образец из Красноярска (1969-1994), выращенный из семян диких растений, цвел ежегодно, но плодоносил периодически. Образцы из Лениногорска (1969) и Новосибирска (1976-1991), полученные из семян дикорастущих растений, достигнув репродуктивного возраста цвели периодически в середине лета, а плодоносили крайне редко - нерегулярно, только в отдельные благоприятные для роста годы.

*К. австрийский (D. austriacum Jacq.)*. Предпочитает светлые леса, кустарники, каменистые склоны,

берега ручьев горнолесного и субальпийского поясов гор Южной и Средней Европы (к востоку от Карпат) и Малой Азии. Берлинский образец (1966-1986) полученный из семян культурных растений цвел в июле-августе и плодоносил в августе-сентябре в условиях Сада ежегодно. У брагиславского образца (1967) наблюдается ежегодное цветение, но плодоношение регистрируется периодически. Образцы из Львова (1976, 1979), Уппсалы (1981) и Карпат (1982) цветут и плодоносят ежегодно.

*К. карпетанский (D. carpetanum Boiss. et Reuter ex Willk.)*. Поднимается в горы до субальпийского и альпийского поясов во Франции, Испании, Португалии. Образец из Висли (1991-1997) был выращен из культурных семян, цвел и плодоносил ежегодно с 1992 года. Погиб через 6 лет после высадки в грунт.

*К. водопадный (D. cataractarum Widder)*. Обитает по берега ручьев и водопадов, трещинам скал, оврагам в верхней части горно-лесного и субальпийском поясах Южной Австрии (массив Коральпы). Эндем Австрии, (юго-запад Граца). Первый образец был получен из Граца в 1938 году семенами диких растений. Через 2 года растения стали периодически цвести, имея растянутый период цветения с июня по сентябрь, и периодически плодоносить с июля по сентябрь. Из семян этого образца были получены три репродукции растений, которые успешно растут на питомниках в настоящее время. Только образец из Рейкьявика (1982), полученный из семян культурных растений, ежегодно цвел, а плодоносил периодически. Более поздний образец из Граца (1985-1991) имел ежегодно более короткий период цветения с июня по август, вследствие чего он мог ежегодно плодоносить уже в июле-августе. Образцы из Граца (1990-1992) и Уппсалы (1992-1995) доходили только до фазы цветения.

*К. Делеклюза (D. clusii (All.) Tausch)*. Произрастает на задернённых каменистых склонах, на высоте 1500-3000 м над ур. моря в альпийском и нивальном поясах, преимущественно в горах Средней и Южной Европы. Ореофит, предпочитает безизвестковые или бедных кальцием почвы. Все 3 образца выращивали из семян диких растений. Образец из Базеля (1982) стал ежегодно цвести через 2 года после высадки на питомник, а еще через 1 год перешел к ежегодному плодоношению. Образец из Лозанны (1982) периодически цветет, и единично плодоносит в более теплые благоприятные для роста годы.

*К. столбовой (D. columnae Ten.)*. Предпочитает расти в трещинах скал, каменистых осыпях, в травянистых местах, в кустарниках, на берегах ручьев. Распространены от среднегорного до альпийского (до снежников) пояса гор Средней и Юго-Восточной Европы (Болгария - Италия) и Малой Азии. Образцы из Копенгагена (1938-1939) и Лувена (1957-1958), выращенные из семян культурных растений, в наших условиях только вегетировали и погибали уже через один год после высадки на питомник. Образцы, полученные из семян диких растений, оказались более устойчивы: так из Галле (1983-2001) - периодически цвели и не регулярно плодоносили, а из Македонии

(1991) - периодически цветут и плодоносят по настоящее время.

*К. корсиканский (D. corsicum Poir.)*. Зона распространения - альпийские луга гор Корсики. В интродукционном эксперименте испытывали семена культурных растений, полученных из Парижа (1956-1963 и 1957). Уже через год растения переходили к ежегодному цветению в июле-августе, но плодоносили не регулярно в августе-сентябре.

*К. ледниковый (D. glaciale (Wulf.) Nyman)*. Распространен от верхнего субальпийского до нивального пояса в горах Австрии, Германии, Италии, Югославии. Все образцы получены их семян диких растений. Образцы из Бормио (1985-1990) и Австрии (1990-1992) на питомниках только вегетировали, а из Зальцбурга (1984-1992) - доходил до фазы цветения и плодоношения. Растения, выращенные из семян культурных, полученных их Осло в 1999 году, уже через год перешли к ежегодному цветению в июне-июле, однако, несмотря на довольно раннее цветение, они ни разу не плодоносили.

*К. крупноцветный (D. grandiflorum Lam.)*. Растет в трещинах скал, галечниках, каменистых и травянистых места альпийского пояса (до снежников), спускается в горно-лесной пояс гор Южной и Средней Европы (Испания, Греция). Первые дикие семена этого вида были получены из Гренобля в 1939 году. Растения периодически цветут с 1941 года (июнь-август) и плодоносят (июль-август). В настоящее время на питомниках Сада выращивается уже 4 репродукция данного вида. Образец из Невшателя (1960-1964), выращенный из культурных семян, перешел к ежегодному цветению и плодоношению только на 3 год после посадки в грунт. Образцы из Руана (1960-1962,) Линца (1960-1964) и Гренобля (1960-1963) в наших условиях только вегетировали. Парижский образец (1960-1964) стал ежегодно цвести с 1961 года в июне-июле и плодоносить на месяц позже с 1962. Образцы, выращенные из диких семян из Зальцбурга (1985) и Женевы (1985), ежегодно цвели уже через 1 год после высадки в июне-августе и плодоносили в июле-августе. Женевский образец, высаженный в 1998 году, стал регулярно цвести и плодоносит через год в обычные для данного вида сроки.

*К. венгерский (D. hungaricum Reichenb.)*. Произрастает в лесах, на опушках, в кустарниках, каменистых места широколиственной зоны и предгорий Закарпатья, Молдавии, севера Балкан, Венгрии. Три образца выращены из семян диких растений. Первый образец получен из Бухареста (1939-1944) нерегулярно цвел в июле-августе. Один образец из Вацратота (1982-1984) цвел всего 1 раз в жизни, другой, произрастающий по настоящее время, цветет (июнь-июль) и плодоносит (июль-август) нерегулярно. Дикое растения, привезенные из Закарпатья (1986-1994) цветут и плодоносят периодически в обычные для данного вида сроки.

*К. крупнолистный (D. macrophyllum Fisch. ex Hornem.)*. Распространен в лесах, кустарниках, лугах

альпийского и субальпийского поясов Кавказа. Образец из Еревана (1956), выращенный из семян диких растений, ежегодно цветет с 1959 года в июне-июле, а плодоносит нерегулярно весь сентябрь. Растения, привезенные из Бакуриани (1960-1998) цвели и плодоносили нерегулярно.

*К. продолговатолостный (D. oblongifolium DC.)*. Зона распространения - леса, луга от верхней части горнолесного до альпийского пояса Кавказа и гор Средней Азии и Западной Сибири. Один образец привезен живыми растениями из экспедиций в Армению (1939-1996), а 2 - из Бакуриани (1940-1942 и 1971-1991), несмотря на различную продолжительность выращивания, цвели (июнь-июль) и плодоносили (июль-сентябрь) периодически. В настоящее время на питомнике выращивается 4 репродукция, полученная из армянских семян растений.

*К. восточный (D. orientale Hoffm. (D. caucasicum Bieb.))*. Растет в среднем горном поясе Средней Европы, Средиземноморья, Балканского п-ов, Кавказа, Малой Азии. Вид представлен образцами, выращенными из семян культурных растений: из Тарту (1952, 1977), Таллина (1978-1998), Свердловска (1980-1983), Люблина (1982-1985), которые цветут и плодоносят нерегулярно. И только образец из Мейрина (1982) цвел и плодоносил периодически. Растения, выращенные из диких семян из Измира (1982-1991 и 1984-1998) цвели в июне-июле периодически, плодоношение наблюдали единично на 5 год после высадки в грунт. Растения, привезенные из Ялты (1980-2000) и Сочи (1985-1995), отличались также нерегулярным цветением и единичным плодоношением.

*К. барсовый (D. pardalianches L.)*. Обитает в лесах, на опушках, в кустарниках и оврагах, по берегам ручьев, на каменистых места горнолесного пояса гор Западной и Центральной Европы (Пиренеи - Карпаты). Испытывали образцы, полученные из семян как культурных растений из Горького (1938-1939), Вены (1956-1972 и 1957-1963), так и диких - Льежа (1982-1987) и Бордо (1984-1992). За исключением первых 2 образцов все растения цвели ежегодно уже на 2 год после высадки в грунт. Однако, ежегодно плодоносили только растения, полученные из Вены в 1957 году, другие образцы плодоносили периодически. За 5 лет выращивания у растений из Льежа плодоношение отмечено только 1 раз.

*К. подорожниковый (D. plantagineum L.)*. Встречается в светлых лесах, кустарниках, лугах горнолесного и субальпийского поясов гор Юго-Западной Европы (Португалия - Северная Италия). Культивируется и дичает в широколиственной зоне Европы. На питомнике выращиваются растения, полученные из культурных семян из Гронингена (1939), и их 1 репродукция (1949). Растения регулярно ежегодно цветут на протяжении всего лета и осени (июнь-октябрь). Вследствие продолжительного периода цветения плодоносят они не регулярно (июль-сентябрь). Образец из Лейдена (1940-1941) только вегетировал и погиб через год после высадки на питомник.

*К. туркестанский* (*D. turkestanicum* Cavell.). Зона распространения - разнотравные луга, каменистые склоны морен, скалы, каменистые и щебнистые тундры, еловые леса, заросли арчи; от горно-лесного до альпийского пояса гор Западной Сибири (Алтай) и Средней Азии (Дж-Тарбагатай, Тянь-Шань). Образец, выращенный из семян диких растений Заилийского Алатау (1986), стал периодически цвести в июне-августе с 1989 года и плодоносить с 1991 года.

Исследования показали, что сроки наступления фаз у *козульников* варьируют по годам в среднем в пределах 1,0-2,5 недель. Отрастание растений начинается с середины мая в годы с ранней весной, а при затяжной весне - только в конце первой декады июня. Наибольшим колебаниям подвержены даты наступления фаз окончания цветения, завязывания плодов и плодоношения. Колебания в продолжительности этих фаз могут составить 17 суток. Бутонизация у изучаемых видов наступает, как правило, через 2-3 недели после весеннего отрастания растений и продолжительность ее может составить 1 месяц и более в зависимости от метеоусловий года. В среднем растения зацветают через 2-4 недели после наступления фазы бутонизации. Период цветения длится около 1 месяца. Завязывание плодов происходит через 1,0-1,5 месяца, а плодоношение - через 2,0-2,5 месяца от начала отрастания растений. Созревание плодов продолжается более 3 недель. Годичные изменения в сроках наступления и окончания фаз развития растений вызывают соответствующие изменения в их продолжительности. Для прохождения всех фаз фенологического развития в условиях Хибин большинству видам рода *козульник* необходимо в среднем от 70 до 110 дней. Так как вегетационный период в наших условиях составляет 90-120 дней (Яковлев, 1961), то по достижении репродуктивного возраста, большинство видов могут цвести, плодоносить и давать жизнеспособные семена ежегодно.

В результате оценки успешности интродукции видов рода *Doronicum* было установлено, что многие из них относятся к достаточно устойчивым растениям к условиям Заполярья и имеют средний балл приживаемости (БП) 9.0-12.0. Растения, ареал которых связан со степной зоной (*D. hungaricum* и *D. orientale*), имеют наименьшие значения БП (7.0 и 7.4 соответственно). Средний БП - 8.6 указывает на ежегодное цветение растений, но плодоношение у них колеблется от ежегодного до нерегулярного.

Успешность интродукции любого растения в новые для него условия произрастания определяется, прежде всего, устойчивостью и способностью к воспроизводству. Изученные виды были разделены на 4 эколого-географические группы. В основу выделения этих групп положены высотные пределы естественного распространения этих видов (Аврорин, 1956):

1. А<sub>ор</sub> - облигатные ореофиты, заходящие в альпийский пояса гор: *D. clusii*, *D. corsicum*, *D. glaciale*, *D. grandiflorum*, *D. turkestanicum*. Растения этой зоны имеют средний БП - 7,3, а интродукционный коэффициент (ИК) - 0.85.

2. Б<sub>ор</sub>-А<sub>ор</sub> - облигатные ореофиты, произрастающие от субальпийского до альпийского поясов гор: *D. altaicum*, *D. carpetanum*, *D. columnae*, *D. macrophyllum*, *D. oblongifolium*, *D. plantagineum* (БП - 8.9, а ИК - 1.10).

3. Б-Б<sub>ор</sub> - растения заходят в среднегорный и субальпийский пояс гор: *D. austriacum*, *D. cataractarum*, *D. pardalianches* (БП - 9.9, а ИК - 1.16).

4. В(Б<sub>ор</sub>) - растения широколиственно-лесной зоны, поднимающиеся в горах до субальпийского пояса: *D. hungaricum*, *D. orientale* (БП - 7.2, а ИК - 0.84).

Соотношение БП каждого вида к среднему баллу для всей совокупности испытанных образцов является интродукционным коэффициентом (ИК) отражающим интродукционную ценность рассматриваемой группы растений. Чем выше ИК, тем большее значение имеет соответствующая группа растений для целей интродукции (Головкин, 1973). Все виды рода *Doronicum* в условиях Мурманской области имеют довольно высокую степень приживаемости (0.84-1.16). Наиболее высокую степень приживаемости имеют виды *козульников*, которые в своем распространении заходят в субальпийский пояс гор (ИК больше 1). Это подтверждает выводы, сделанные ранее (Аврорин, 1956; Головкин, 1973; Андреев, 1975). Растения альпийского пояса и широколиственно-лесной зоны имеют меньшие интродукционные возможности.

Ряд видов козульник способны давать самосев и устойчивое клоновое потомство. Г. Н. Андреев и Г. А. Зуева (1990) отмечали способность к натурализации у *D. altaicum*, *D. austriacum*, *D. cataractarum*, *D. grandiflorum*, *D. macrophyllum*, *D. oblongifolium*, *D. pardalianches*, и *D. plantagineum*. При этом *D. pardalianches*, и *D. plantagineum* могут возобновляться самосевом только в условиях питомника или посадках иного типа. Виды *D. austriacum*, *D. cataractarum*, *D. grandiflorum*, *D. macrophyllum*, *D. oblongifolium* способны размножаться самосевом и вегетативным путем не только в условиях питомников, но и на интродукционных площадках и в посадках, оставленных без ухода среди естественной растительности, а также в нарушенных природных местообитаниях (по обочинам дорог, канав, питомников, троп и др.). *D. altaicum* образует устойчивое клоновое потомство в нарушенных природных ценозах (за счет их неполноценности, без вытеснения местных растений).

Интродукционный эксперимент предполагает использование дикорастущих растений в практике зеленого строительства. Для озеленения городов Кольского Севера рекомендованы: *D. cataractarum*, *D. grandiflorum*, *D. macrophyllum*, *D. oblongifolium* (Аврорин, 1958), *D. corsicum* (Головкин, 1967), *D. altaicum* (Андреев и др., 1980).

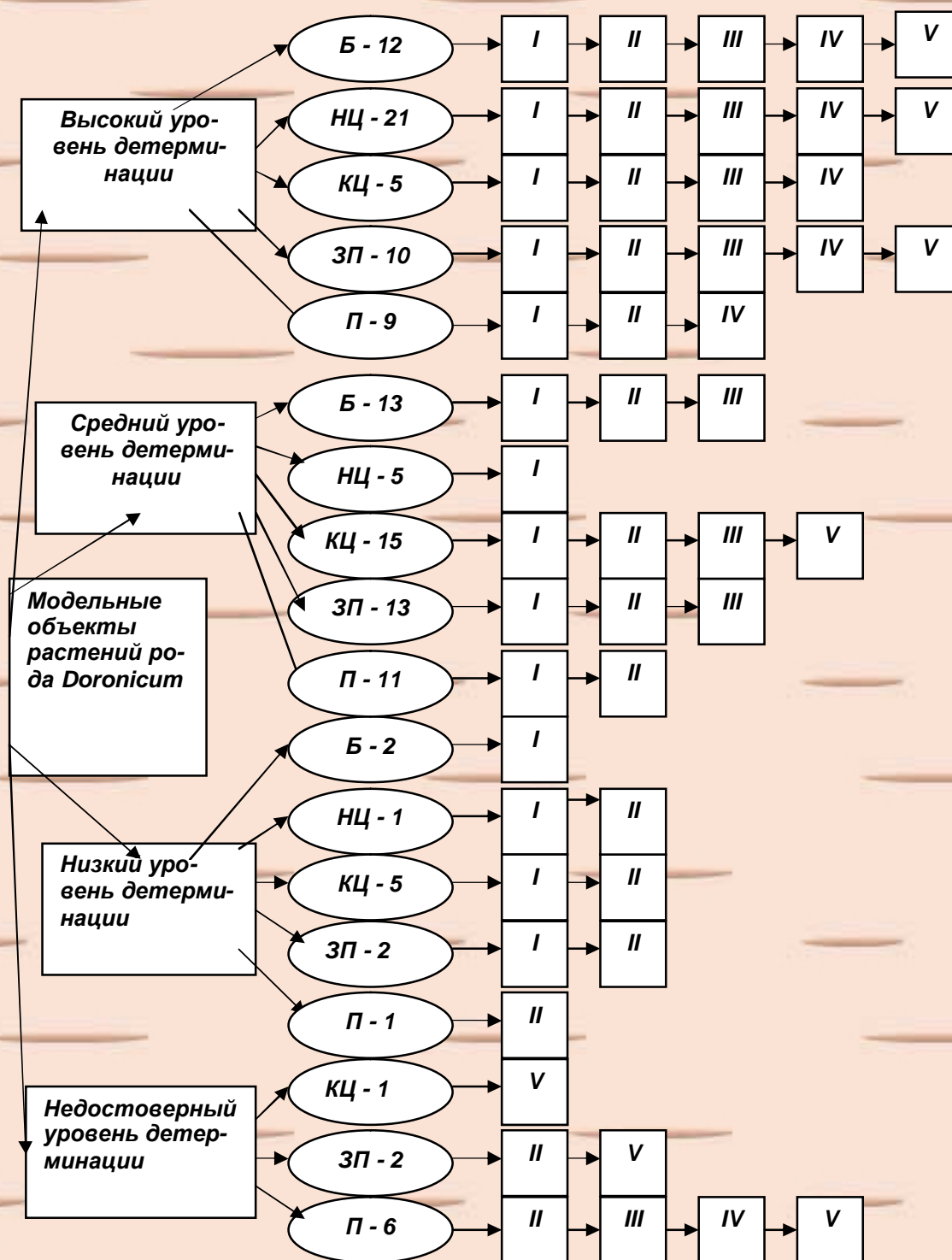


Рисунок 1. Распределение некоторых интродуцированных в ПАБСИ видов рода *Doronicum* L. на основе достоверности сопряженности межфазовых корреляций.

В результате проведения математической обработки и сопоставления фенологических фаз развития 14 видов козульников была выявлена достоверная корреляционная связь между началом отрастания растений и фазой начала цветения ( $r=0.71-0.97$ ), а так же с фазой завязывания зеленых плодов ( $r=0.68-0.98$ ).

Сроки окончания цветения часто растянуты, так как на них, в первую очередь, оказывает большое влияние температура вегетационного периода, и

здесь связь с началом вегетации несколько ослабевает ( $r=0.33-0.86$ ). Так же, из-за погодных условий, часто растянут и период плодоношения. Здесь  $r$  колеблется от 0.45 до 0.94 у видов ежегодно плодоносящих, и до 0.11-0.56 - у плодоносящих только в отдельные, благоприятные для роста годы. Наиболее выражена межфазовая корреляционная зависимость у растений, выращенных из семян диких растений ( $r=0.71-0.93$ ). Эти растения, как правило, ежегодно

плодоносят. Исключение составляет *D. orientale* (Измир), который в наших условиях только вегетирует. У растений, выращенных из культурных семян,  $r=0,41-0,76$ . Большинство из них плодоносят только в благоприятные для роста годы.

Из 14 видов *козульников* достоверные межфазовые корреляционные зависимости выявлены только в фазу начала вегетации у растений, выращенных из диких семян и полученных из горных районов ( $r=0,72-0,98$ ). В дальнейшем, начиная с фазы бутонизации, межфазовые связи ослабевают даже у устойчивых, ежегодно плодоносящих видов ( $r=0,50-83$ ). Наиболее показательными для характеристики межфазовых отношений, наряду с фазой отрастания растений, являются фазы начало цветения и завязывание зеленых плодов у видов, достигающих этих этапов развития.

На основе анализа сопряженности фенологических фаз развития 27 образцов 17 видов рода *Doronicum* были выделены 5 групп растений, различающихся по периодичности цветения и плодоношения. Большинство видов являются достаточно устойчивыми растениями в условиях Заполярья, и имеют достоверные корреляционные связи наступления последующих фенофаз развития растений от начала вегетации. Исследования подтверждают основные закономерности переселения растений за Полярный Круг и перспективность интродукции растений высокогорий и северных широт, имеющих широкий ареал (Рисунок 1).

Недостоверная и близкая к ней сопряженность наступления фазы бутонизации от начала вегетации, у большинства интродуцентов, по-видимому, объясняется биологическими особенностями растений: почки возобновления закладываются накануне года цветения и внутривидовое развитие протекает в предшествующий началу вегетации период. Кроме того, в группу с недостоверными связями входят, как правило, растения, не достигающие конечных фаз развития (завязывание и созревание плодов).

Как было установлено ранее, для своевременного наступления фаз цветения и плодоношения, в первую очередь, важную роль играет температура текущего года, и ее понижение от средних многолетних температур может сильно затормозить наступление и увеличить продолжительность данных фенофаз развития растений. Наряду с биологическими особенностями видов, именно влиянием температуры вегетационного периода объясняется усиление корреляционных зависимостей между фазами начало цветения и завязывание зеленых семян с началом вегетации. В эти же фазы отмечается перераспределение и увеличение числа видов в группах с разной степенью корреляционной зависимости (более 2/3 изучаемых видов).

По периодичности цветения и плодоношения все изученные растения, согласно классификации Б.Н. Головкина (1973), были разделены на 5 групп: 1 -

растения цветут и плодоносят ежегодно: *D. altaicum* (Алтай, Лениногорск), *D. austriacum* (Братислава, Львов 1976, Львов 1979, Карпаты), *D. clusii* (Базель), *D. grandiflorum* (Гренобль, Зальцбург, Женева), *D. macrophyllum* (Ереван), *D. oblongifolium* (Армения, Бакуриани); 2 - растения цветут ежегодно, но плодоносят нерегулярно: *D. altaicum* (Новосибирск), *D. columnae* (Галле, Македония), *D. corsicum*, *D. pardalianches*, *D. plantagineum*, *D. turkestanicum*; 3 - растения цветут и плодоношение нерегулярно: *D. altaicum* (Красноярск), *D. clusii* (Лозанна), *D. macrophyllum* (Бакуриани); 4 - растения цветут нерегулярно и плодоносят редко: *D. hungaricum*; 5 - растения цветут редко и плодоносят единично: *D. orientale* (Измир, Ялта).

Растения 1 и 2 групп отличаются регулярным, ежегодным цветением и высокой устойчивостью в интродукционных посадках, что связано не только с их генотипическими особенностями, но и с их естественными ареалами. Это растения субальпийских и альпийских поясов гор. Они наиболее приспособлены к условиям Заполярья.

Растения 3 группы интродуцированы из географических пунктов, находящихся на окраине их естественного ареала. По-видимому, в следствие этого, их адаптивная способность несколько ниже, чем у первых 2 групп.

Растения 4 и 5 групп произрастают в основном в широколиственных лесах, поднимаясь до субальпийского пояса, поэтому наименее приспособлены к условиям Кольского полуострова, большая часть которого находится за Полярным Кругом и занята редкостойной северной тайгой.

На основе анализа 27 образцов 14 видов рода *Doronicum* мы получили ряд регрессионных уравнений, благодаря которым возможно прогнозирование периодов наступления предстоящих фенофаз (у) цветения и плодоношения для видов различной степени устойчивости по предшествующей фазе - началу вегетации (х), и осуществлять интродукционный прогноз для видов данного рода в условиях Кольского Севера.

Предполагаемые даты наступления фенологических фаз развития (от начала вегетации) для хорошо приспособленного, устойчивого, ежегодно плодоносящего вида (*D. grandiflorum*) и вида редко цветущего, плодоносящего единично в благоприятные в температурном отношении годы (*D. orientale*), можно рассчитать по приведенным ниже уравнениям (Таблица 1).

Синхронность динамики сезонного развития, изучаемых растений, с динамикой фенологических этапов, в которые наступают определенные фенофазы развития, свидетельствует о высоком уровне фенологических адаптаций интродуцированных в Кольскую Субарктику видов рода *Doronicum*.

**Таблица 1. Прогнозирование периодов наступления предстоящих фенодат некоторых интродуцированных в ПАБСИ растений рода *Doronicum*.**

Виды	Фено-фазы	Уравнения регрессии	Коэффициент детерминации
<i>D. grandiflorum</i>	Б	$y = 9E-07x^6 - 0,0005x^5 + 0,11x^4 - 13,111x^3 + 874,52x^2 - 30936x + 453438$	R2 = 0,6041
	НЦ	$y = 4E-07x^6 - 0,0002x^5 + 0,0422x^4 - 4,9839x^3 + 328,86x^2 - 11500x + 166568$	R2 = 0,5752
	КЦ	$y = -1E-05x^4 + 0,0045x^3 - 0,5421x^2 + 30,33x - 539,46$	R2 = 0,2912
	ЗП	$y = -1E-07x^6 + 8E-05x^5 - 0,0171x^4 + 1,984x^3 - 128,88x^2 + 4447x - 63587$	R2 = 0,4217
	П	$y = 2E-05x^5 - 0,0074x^4 + 1,3054x^3 - 114,41x^2 + 4980,3x - 86019$	R2 = 0,4493
<i>D. orientale</i>	Б	$y = 0,363x + 65,21$	R2 = 0,931
	НЦ	$y = 1,5342x - 25,553$	R2 = 0,8577
	КЦ	$y = 0,2857x + 100,43$	R2 = 1
	ЗП	$y = -0,4286x + 161,86$	R2 = 1

Примечание: Б – бутонизация, НЦ – начало цветения, КЦ – окончание цветения, ЗП – завязывание зеленых плодов, П – созревание семян.

Кроме того, используя эти уравнения так же можно составить ассортимент из различных видов рода *Doronicum* для озеленения городов и поселков Заполярья с непрерывными сроками цветения в течение всего короткого северного лета, создавая сады непрерывного цветения.

### Заключение

В многолетнем интродукционном эксперименте, проводимом за Полярным Кругом, на коллекционных питомниках ПАБСИ прошли испытания 17 видов рода *Doronicum* из 34 известных. Изученные растения обладают набором различных полезных свойств: являются высоко декоративными видами - *D. clusii*, *D. columnae*, *D. orientale*, *D. pardalianches* и *D. plantagineum*, используются в народной медицине - *D. altaicum*, *D. austriacum*, *D. columnae*, относятся к редким и подлежащим охране в Европе видам - *D. cataractarum*, *D. hungaricum*.

Для оценки успешности интродукции испытанных видов мы использовали различные подходы (метод эколого-географического анализа, анализ родового комплекса, математических анализ сопряженности фенологических фаз развития), которые не противоречат друг другу, а напротив, хорошо дополняют друг друга и делают прогноз наиболее точным и достоверным.

Интродуцированные в Заполярье растения имели различную продолжительность периодов вегетации (от 70 до 110 и более дней), сроки наступления фенологических фаз развития и длительность фенопериодов. Вегетативное развитие растений не выходит за рамки короткого северного лета (120 дней) и поэтому по достижению репродуктивного возраста большинство видов может цвести, а некоторые и плодоносить, практически ежегодно. Синхронность динамики сезонного развития, изучаемых растений, с динамикой фенологических этапов свидетельствует о высоком уровне фенологических адаптаций интродуцированных в Кольскую Субарктику растений рода *Doronicum*.

Эколого-географический анализ показал, что наиболее приспособленными к условиям Кольского Севера являются виды, ареал которых распространен до субальпийского-альпийского пояса гор. Это подтверждает выявленные Н.А. Аврориным (1956) основные закономерности переселения растений. Исключение - *D. glaciale*, для роста которого требуются еще и специфические почвенные условия. Он является кальцефиллом, а для лесной зоны, где находятся питомники ПАБСИ, характерны кислые иллювиально-гумусовые подзолы с искусственно созданным плодородным слоем, на котором и выращиваются растения.

Средний балл приживаемости для интродуцированных растений рода *Doronicum* в условиях Кольской Субарктики составляет 8,6. Для устойчивых видов, заходящих в альпийские пояса гор, БП колеблется от 9 до 12 (*D. altaicum*, *D. austriacum*, *D. carpetanum*, *D. cataractarum*, *D. grandiflorum*, *D. macrophyllum*, *D. oblongifolium*), а для видов не устойчивых, ареал которых связан со степной зоной и зоной широколиственных лесов, - от 7 до 7,4 (*D. hungaricum* и *D. orientale*).

У всех изученных видов рода *Doronicum* выявлены устойчивые достоверные корреляционные связи между началом отрастания растений с последующими фазами фенологического развития. В процессе роста и развития эти связи несколько ослабевают. Максимально достоверные значения отмечали у горных видов, выращенных из собранных в природе семян ( $r=0,71-0,97$ ). Практически у всех видов с полным циклом развития выявлена тесная корреляционная связь между фазой начала цветения и фазой завязывания зеленых плодов ( $r=0,69-0,98$ ).

По периодичности цветения и плодоношения было выделено и описано 5 групп растений: от ежегодно цветущих и плодоносящих (*D. altaicum*, *D. austriacum*, *D. cataractarum* и др.) до нерегулярно цветущих и плодоносящих в отдельные благоприятные в климатическом отношении годы (*D. orientale*).

Ряд интродуцированных видов способны давать устойчивое семенное и вегетативное потомство в условиях питомника или посадках иного типа (*D. austriacum*, *D. cataractarum*, *D. grandiflorum* и др.). Высока способность к натурализации среди естественной растительности и на нарушенных территориях у растений вида *D. altaicum*.

Все виды рода *Doronicum* в условиях Мурманской области имеют высокую степень приживаемости. Декоративные виды рекомендованы для озеленения городов области. Используя полученные уравнения регрессий и зная даты начала периода вегетации в месте произрастания растений, возможен прогноз дат наступления фазы цветения и плодоношения интродуцированных растений. Опираясь на это можно составлять озеленительный ассортимент для городов и поселков Мурманской области из растений рода *Doronicum* с непрерывным сроком цветения в течение всего весенне-летнего периода с июня по сентябрь.

Проводя интродукционные испытания в ПАБСИ, возможно не только изучать и сохранять редкие и нуждающиеся в охране виды рода *Doronicum*, разрабатывать агротехнику выращивания полезных и лекарственных растений, но и рекомендовать и передавать новые виды растений и их семена для выращивания в искусственных фитоценозах на территории области. Эта работа расширяет ареал новых для Кольской Субарктики видов козульников за Полярный Круг и увеличивает видовое разнообразие растений в регионе.

Работа выполнена в Полярно-альпийском ботаническом саду-институте Кольского научного центра РАН

### Литература

- Аврорин Н.А. Переселение растений на Полярный Север. Эколого-географический анализ. М.-Л., 1956. 286 с.
- Аврорин Н.А. Многолетники для озеленения Крайнего Севера // Декоративные растения для Крайнего Севера СССР. М.-Л., 1958. С. 42-103.
- Аврорин Н.А., Андреев Г.Н., Головкин Б.Н., Кальнин А.А. Результаты интродукции травянистых растений в 1932-1956 гг. // Переселение растений на Полярный Север. Ч.1. М.-Л., 1964. С. 433-434.
- Андреев Г.Н., Архипова Г.Ф., Корабельникова О.А., Михайлова З.А., Новикова Л.А. Декоративные многолетники для озеленительного ассортимента Мурманской области // Декоративное садоводство и озеленение на Кольском полуострове. – Апатиты: Изд. Кольского филиала АН СССР, 1980. С. 27-33.
- Андреев Г. Н., Зуева Г. А. Натурализация интродуцированных растений на Кольском Севере. Апатиты, 1990. 122 с.
- Бейдеман И.Н. Методика фенологических наблюдений при геоботанических исследованиях. М.-Л.: изд-во АН СССР, 1954. 130 с.
- Белоусова Л.С., Денисова. Л.В. Редкие растения мира. М.: Лесная промышленность, 1983. 342 с.
- Виравчева Л.Л. О качестве семян козульников, пригодных для озеленения городов Мурманской области // Декоративные растения и зеленое строительство за Полярным кругом. Апатиты, 1987а. С. 18-22.
- Виравчева Л.Л. Семенная продуктивность козульника алтайского в условиях Заполярья // Вопросы обогашения генофонда в семеноведении интродуцентов: Тез. докл. 8 Всесоюзного совещания, Москва. М., 1987б. С. 16-17.
- Виравчева Л.Л. Семенная продуктивность козульника крупноцветного на Кольском Севере // Интродукционные исследования на Кольском Севере.- Апатиты, Изд. КНЦ РАН, 1993. С. 35-42.
- Виравчева Л.Л. Семенная продуктивность козульника продолговатолистного в Хибинах // Особенности развития и прорастания семян интродуцентов: Тез. докл. 10 Совещания по семеноведению интродуцентов, Чебоксары. М., Изд. Гл. ботан. сада РАН, 1994а. С. 8-9.
- Виравчева Л.Л. Семенная продуктивность козульника водопадного в условиях Хибин // Бюлл. Гл. ботан. сада РАН. Вып. 169. М., 1994б. С. 137-141.
- Виравчева Л.Л. Влияние кратности репродукции на семенную продуктивность трех видов козульников (*Doronicum* L.) при интродукции в Мурманской области // Биологическое разнообразие. Интродукция растений: Материалы 2 междунар. науч. конф. Санкт-Петербург, 20-23 апреля 1999 г. С-Пб., 1999б. С. 338-340.
- Виравчева Л.Л., Кудрявцева О.В. Итоги интродукции козульника водопадного (*Doronicum cataractarum* Widder) в Полярно-альпийском ботаническом саду // Бюлл. Гл. ботан. сада. 2004. Вып. 187. С. 6-12.
- Головкин Б.Н. Самосев интродуцированных растений в Полярно-альпийском ботаническом саду // Бюлл. Гл. ботан. Сада АН СССР. 1961. Вып. 41. С. 22-26.
- Головкин Б. Н. О некоторых трудностях создания ассортимента озеленительных растений для Крайнего Севера // Интродукция растений на Полярный Север. Л.: Изд. АН СССР, 1967. С. 115-121.
- Головкин Б.Н. Переселение травянистых многолетников на Полярный Север. Л.: Наука, 1973. 266 с.
- Горшкова С.Г. Род *Doronicum* // Флора СССР. Т. 26. М.-Л.: Изд. АН СССР. 1961. С. 669-682.
- Жукова П.В. Кариология некоторых растений, переселенных в Полярно-альпийский ботанический сад // Переселение растений на Полярный Север. Ч. 2. Л.: Наука, 1967. С. 130-149.
- Зайцев Г.Н. Фенология травянистых многолетников. М.: Наука, 1978. 150 с.
- Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1990. 296 с.
- Иванова Л.А., Святковская Е.А., Тростенюк Н.Н. Северное цветоводство. Апатиты: изд-во КНЦ РАН, 2004. 193 с.
- Красная книга СССР. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений. Т. 2. - М.: Лесная промышленность, 1984. 478 с.



Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР // Бюл. Гл. ботан. сада. 1979. Вып. 113. С. 3-8.

Шавров Л.А. Морфологическая изменчивость растений, переселенных в Полярно-альпийский ботанический сад // Переселение растений на Полярный Север. Ч. 2. Л.: Наука, 1964. С. 67-129.

Яковлев Б.А. Климат Мурманской области. Мурманск: Мурманское книжное изд-во, 1961. 200 с.

Hegi G. *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*. VI Band, 2 Hälfte. Wien: A. Pichler's Witwe et Sohn, 1928-1929. P. 710-725.

**GROWTH AND DEVELOPMENT OF SOME GENERA *DORONICUM* L. REPRESENTATIVES AFTER RESETTLEMENT IN CIRCUMPOLAR AREA (KOLA PENINSULA)**

**O.V. Kudryavtseva, L.L. Viracheva**

*The results summed up the plant introduction for genera *Doronicum* L. in Polar-Alpine Botanical Garden – Institute over more than 70 years period are presented. The success appreciation in the genera *Doronicum* 150 samples of 17 species introduction in terms of ecologo-geographical analysis, and genera complex analysis, and introduced plants concurrent phenological growth, and development rhythms is carried out.*

*It is found out that to construct the introduction prognosis one can use the various approaches in plants state and assessment. The joint use of some methods improves prognosis to be it more explicit and confident.*

*Introduced genera *Doronicum* plants have the various adaptation levels to Kola North environment. The species which were grown up of wild plant seeds vegetated under subalpine-to-alpine belts in the centre of their native habitat were the most adapted to new habitat. The species have confident correlations between onset one and follow development stages and run the whole vegetation term within 110 days. On the base of the phenological phases dynamics prognosis method it is possible to create the resistant and every year inflorescent expositions showing uninterrupted inflorescence throughout all over the brief northern summer.*

---

*Polar-alpine botanical garden, Kirovsk, Russia.*