

УДК 630\*165.6: 630\*232

## ПРОГРАММА СЕЛЕКЦИИ ХВОЙНЫХ В ЛЕСОСЕМЕННОМ РАЙОНЕ

**М. В. Рогозин**

*Естественнонаучный институт Пермского государственного  
национального исследовательского университета  
614990, Пермь, ул. Генкеля, 4*

E-mail: rog-mikhail@yandex.ru

*Поступила в редакцию 12.10.2015 г.*

Программа основана на 30-летних исследованиях автора вопросов селекции хвойных для плантационного выращивания и моделирования хода роста деревьев и древостоев. Объем работ: 1435 полусибовых семей в возрасте до 23 лет, полученных от плюсовых и обычных деревьев сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. и ели финской *Picea × fennica* (Regel) Kom. из 16 популяций Пермского края. При моделировании развития древостоев изучен ход роста ели на 349 пробных площадях. Установлено, что проблема учета особенностей типов развития потомства (типов онтогенеза) для целей практической селекции может быть решена не увеличением срока испытаний, а с помощью управления развитием древостоя тест-культур методом регуляции их густоты. В результате обобщения данных о росте потомства в разных по густоте тест-культурах выяснено, что потомство «помнит» и «предпочитает» конкурентные и эдафические условия, в которых формировалось материнское дерево. Поэтому необходим отбор плюс-деревьев в насаждениях-аналогах плантационных культур, т. е. в точно таких же условиях, в каких будет выращиваться их потомство. Обоснованы ранние оценки роста потомства – в возрасте 4–8 лет. При этом выделение кандидатов в сорт происходит после серии ступенчатых испытаний несколькими урожаями семян с последовательным сокращением числа семей с 500–1000 до ~ 70. Надежность выделения кандидатов составит 70–80 %. Скорость и надежность выделения лучшего потомства могут быть существенно увеличены благодаря применению также химических маркеров хвои. Программа состоит из 10 этапов, в 3–4 раза сокращает затраты и время на селекцию промышленных сортов сосны обыкновенной и ели финской.

**Ключевые слова:** хвойные породы, популяции, потомство, селекция, типы роста, кандидаты в сорта.

DOI: 10.15372/SJFS20160510

### ВВЕДЕНИЕ

Программы лесной селекции имеют ярко выраженный региональный характер, но их основные проблемы разрешимы только в рамках общей методологии. Предлагаемая программа включает в себя применение трех систем селекции: популяций, «плюсовую» и индивидуальный отбор.

Программа разработана в результате обобщения результатов двух направлений исследований:

- а) селекции хвойных пород для плантационного выращивания;
- б) моделирования развития (хода роста) деревьев и древостоев.

Объединение этих направлений позволило решить ряд застарелых проблем и в лесной

селекции, и в моделировании развития древостоев.

Объем работ по первому направлению представлен испытаниями семей 1435 деревьев сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. и ели финской *Picea × fennica* (Regel) Kom. потомством плюсовых и обычных деревьев 16 ценопопуляций Пермского края. При моделировании развития деревьев и древостоев изучен ход роста ели на 349 пробных площадях. Основные итоги исследований обобщены в предыдущих работах (Рогозин, Разин, 2012, 2015; Рогозин, 2013а, б). В данной работе на основе обобщения всех полученных ранее результатов обосновываются необходимость смены парадигмы лесной селекции и разработка программ селекции нового поколения.

## ОБОСНОВАНИЕ ПРОГРАММЫ

Программа основана на анализе результатов исследований по четырем направлениям:

1. Итоги развития лесной селекции в России.
2. Собственные результаты селекции хвойных пород.
3. Законы и модели развития древостоев Е. Л. Маслакова и Г. С. Разина.
4. Управление древостоями на основе моделей.

**Итоги развития лесной селекции в России** за последние 30 лет (Рогозин, 2013б) сводятся к следующему. Испытания плюс-деревьев в девяти регионах с общим числом семей более 1 тыс. и возрастом старше 8 лет показали, что эффект плюсовой селекции у хвойных пород оказался близким к нулю. Превышения высоты потомства плюс-деревьев менялись у сосны обыкновенной от +7 до –13 %, а у ели финской – от +5 % до 0. Ее эффект можно оценить и по доле потомства, превышающего контроль. Крайние значения этих оценок различались в 10 раз, варьируя от 3 до 34 %. В странах Балтии и Скандинавии плюсовая селекция в сочетании с индивидуальным отбором показала наивысшие результаты. В России их сочетание также давало эффект до 33 %. Однако эффекты плюсовой селекции и селекции популяций для сосны обыкновенной часто бывали равны и составляли всего лишь 5–10 % (Тараканов, 2003).

Плюсовая селекция применяется у нас более 40 лет, однако для каждой новой популяции она остается по-прежнему гипотезой. В значительной мере это обусловлено необходимостью больших выборок. Так, для доказательства наследуемости 0.20 (корреляция родитель–потомок 0.10) даже на пониженном уровне достоверности при  $t_{0.10}$  нужно 270 (!) семей.

Но плюсовая селекция – только одна из систем селекции, и если ее теория зашла в тупик, то нужна ее ревизия – смена традиций и методик научного поиска, так называемой парадигмы. Прежняя парадигма состояла в том, что отбор среди семей плюс-деревьев дает наибольший эффект – до 20–30 %, а среди популяций он меньше в 2 раза. Поэтому в России все усилия были сконцентрированы на выделении плюс-деревьев. Между тем условием успеха этой системы селекции являются испытания потомства, которые не были осуществлены в надлежащих объемах в связи с громоздкостью утвержденной методики (Указания..., 2000). По требованиям объема испытаний она оказалась близка к ме-

тодике закладки географических культур, согласно которой варианты закладывают на трех делянках из 100–150 растений. Мы полагаем, что ее можно принять лишь как «программу-максимум», приемлемую для последнего этапа (государственных сортоиспытаний). Но на первых этапах нужны испытания огромного числа родительских деревьев, что можно реализовать только при небольших размерах семей, причем испытания должны осуществляться с оценкой *скорости роста*, а не продуктивности.

К настоящему времени эта тупиковая ситуация изменилась, поскольку была доказана целесообразность минимизации выборок до 20–30 растений на вариант (Туркин, 2007) и предложены ступенчатые испытания, при которых число потомства последовательно сокращают отбором в последующие испытания примерно его половины. При этом число вариантов (семей) увеличивают до 600 (Рогозин, 2013а).

**Собственные результаты селекции хвойных пород.** Безусловно, отбор лучших родителей по анализу их семенного потомства дает наивысший результат, однако браться за него сразу неразумно. Вначале нужен поиск популяций, в которых наследуемость роста вообще имеет место. В наших экспериментах на четырех семенных участках среди 910 деревьев сосны высотой 72–126 % от средней наследуемость высоты с увеличением возраста семей стремилась к нулю; имел место и стабилизирующий отбор, когда у средних по размерам родительских деревьев частота лучших семей оказывалась существенно выше. Вместе с тем отбор на общую комбинационную способность (ОКС) увеличивал высоту потомства на 19–22 % (Рогозин, 2013а).

В селекции ели мы задействовали 525 семей 12 популяций, в том числе 453 – потомство плюсовых деревьев (см. таблицу).

В наших исследованиях в развитии деревьев сосны и ели обнаружен обладающий надежностью 70–76 % возраст в 7–10 лет, достаточный для выявления будущих деревьев-лидеров; при этом в самом раннем возрасте (4–5 лет) надежность составляла 64–65 %. В возрасте 20 и 30 лет надежность их выявления по отношению к возрасту 70–78 лет составляла для ели в среднем около 80 % (Рогозин, 2013а). Однако при этом остается открытым вопрос о вероятности смены рангов у *лидирующего потомства* к возрасту рубки, и такого рода исследований нет. Далее мы покажем, что этот вопрос может быть решен в более короткие сроки, чем это принято считать, во-первых, через оценку *траектории*

Рост потомства плюсовых деревьев ели финской в Пермском крае

Популяция	Количество, шт.		Средняя высота потомства, % от контроля			Ранг средних высот		
	семей	растений	4 года	8 лет	21 год	4 года	8 лет	21 год
<i>Естественные насаждения</i>								
Очер	13	459	108.7	108.7	<b>108.0*</b>	1	1	3
Нытва	29	834	106.0	107.3	<b>105.9*</b>	2	3	5
Гайва	74	1898	99.2	95.9	95.4*	8	11	12
Ильинск	32	1010	97.0	106.3	101.8	9	4	8
Пермь	108	2918	96.2	101.2	102.6*	10	10	7
Кунгур	27	785	96.1	102.1	102.7	11	8	6
Чусовой	18	515	95.2	103.9	100.2	12	6	9
В среднем			98.4	103.6	102.4*			
<i>Лесные культуры</i>								
Сепыч-I	85	2628	102.1	107.7	<b>107.8*</b>	7	2	4
Сепыч-II	9	239	104.3	104.3	<b>110.4*</b>	3	5	2
Очер	16	411	102.8	103.8	<b>110.7*</b>	6	7	1
Верещагино	19	474	103.5	101.3	97.3	4	9	11
Н. Курья	23	595	103.4	93.7	100	5	12	10
В среднем			102.7	104.2	105.1*			

Примечание. \* – отличие от контроля достоверно при  $t_{0.05}$ ; жирным шрифтом выделено потомство с превышениями контроля на 5 % и более; затемненный фон обозначает группу популяций-лидеров.

их роста на начальных этапах развития древо-стоя и, во-вторых, путем сохранения этой траектории регуляцией густоты.

Пока же рассмотрим оценки интенсивности роста у потомства ели в 21 год, которыми мы располагаем. Если выделить среди испытываемых двенадцати всего лишь пять популяций-лидеров (см. таблицу), то при отборе в возрасте потомства 4 года семи лучших популяций (интенсивность отбора  $100 \cdot 7/12 = 58.3\%$ ) в группу отобранных попадут и 5 популяций-лидеров. Надежность их отбора в 4 года составит  $100 \cdot 5/7 = 71.4\%$ .

Такие ранние оценки снизят объемы испытательных культур (ИК) плюс-деревьев вдвое, если их закладку отсрочить на 4–5 лет и провести за это время испытания ценопопуляций – плюсовых насаждений, генетических резерватов, объектов единого генетико-селекционного комплекса (ЕГСК) и т. д. Но затраты на ИК можно снизить еще вдвое, т. е. в сумме в 4 раза, если сорта будут целевые. Для плантационного выращивания нужны особые свойства растений, а именно быстрый рост в условиях малой густоты. Наши исследования показали, что у потомства существует своеобразная эпигенетическая «память» о той конкуренции, какую испытывали их родители в прошлом (Рогозин, 2013а).

Так, у 79 плюс-деревьев мы учли все соседние с ними деревья в радиусе 3.3 м и выдели-

ли группы со слабой и сильной конкуренцией, имевшие в среднем по 7.1 и 10.9 шт. соседей соответственно. Оказалось, что при слабом давлении конкуренции на матерей высота их потомства возрастала на 4.6 %, а частота лучших семей увеличивалась в 2 раза.

Более того, влияла и густота всего насаждения. По данным, полученным для 4.3 тыс. растений 152 семей, происходящих от деревьев из пяти искусственных насаждений (лесных культур в таблице), при малой густоте материнских насаждений (на рисунке это три столбика слева) их потомство оказалось выше в среднем на 11 % по сравнению с потомством из более густых материнских культур (рис. 1).

При исследовании слабоизученной проблемы о влиянии условий произрастания родителей

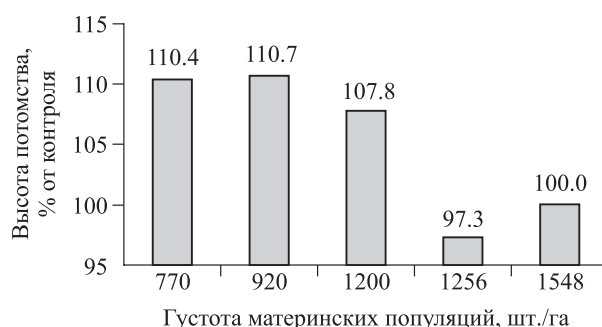


Рис. 1. Высота потомства, полученного от материнских насаждений (культур) с разной текущей густотой.

на рост их семенного потомства выяснено, что различие между эдатопом материнского ценоза (например, ЛСП, где собирали семена) и условиями выращивания его потомства *всего лишь на один класс* типа условий может резко снизить эффект применения улучшенных семян. Изучение «лесоводственного» улучшения качества семян, получаемых на ПЛСУ, при испытании 43 тыс. растений в условиях  $A_2$  и  $B_2$  показало, что при совпадении эдатов ИК и ПЛСУ (тип условий  $B_2$ ) средняя высота семей сосны из ПЛСУ превышала контроль на 8.9 %. Но если эдатоп в ИК менялся на более сухой  $A_2$ , то у тех же семей превышение оказывалось всего лишь 2.3 % (Рогозин, 2014).

Снижение эффекта можно объяснить, во-первых, уже упоминавшейся выше «памятью» потомства об условиях, в которых развивались их матери, т. е. влиянием «материнского эффекта», или эпигенетическими изменениями в геноме, вызванными влиянием окружающей среды, которые влияют на экспрессию генов и, таким образом, на фенотипы потомства. Это известно генетикам давно, но только в последнее время появились методы, позволяющие изучать и доказывать эти изменения на уровне эпигенов (Крутовский, 2015). Во-вторых, малой долей участия так называемых левых форм в потомстве (Голиков, Жигунов, 2012). Дело в том, что популяции растений генетически двойственны и всегда содержат внутри себя изопопуляции, состоящие из форм, различающихся филлотаксисом – очередностью расположения листьев (хвои) на побеге, образующих несколько спиралей с закруткой в левую и в правую сторону. Есть формы с преобладанием левых спиралей, а есть – правых. Адаптация этих форм прямо противоположная: левые любят сухие почвы и предпочитают редкое размещение, а правые – влажные условия и толерантны к конкуренции (Голиков, 2014).

Конкурентную историю плюсового дерева (или историю его площади питания) в естественных лесах выяснить трудно, но ее маркирует сбеги ствола. Малый сбеги отражает сильное конкурентное давление соседей, а большой сбеги – слабое. При некоторых средних параметрах сбег плюсовые деревья производят *в 2 раза больше лучших семей*. Это явление мы установили, изучая потомство 453 плюс-деревьев ели естественных популяций и культур (Рогозин, 2013а), и оно говорит о том, что семья «помнит» о тех условиях, в которых формировалась их мать.

Из приведенных результатов следует, что плюс-деревья для плантационного выращива-

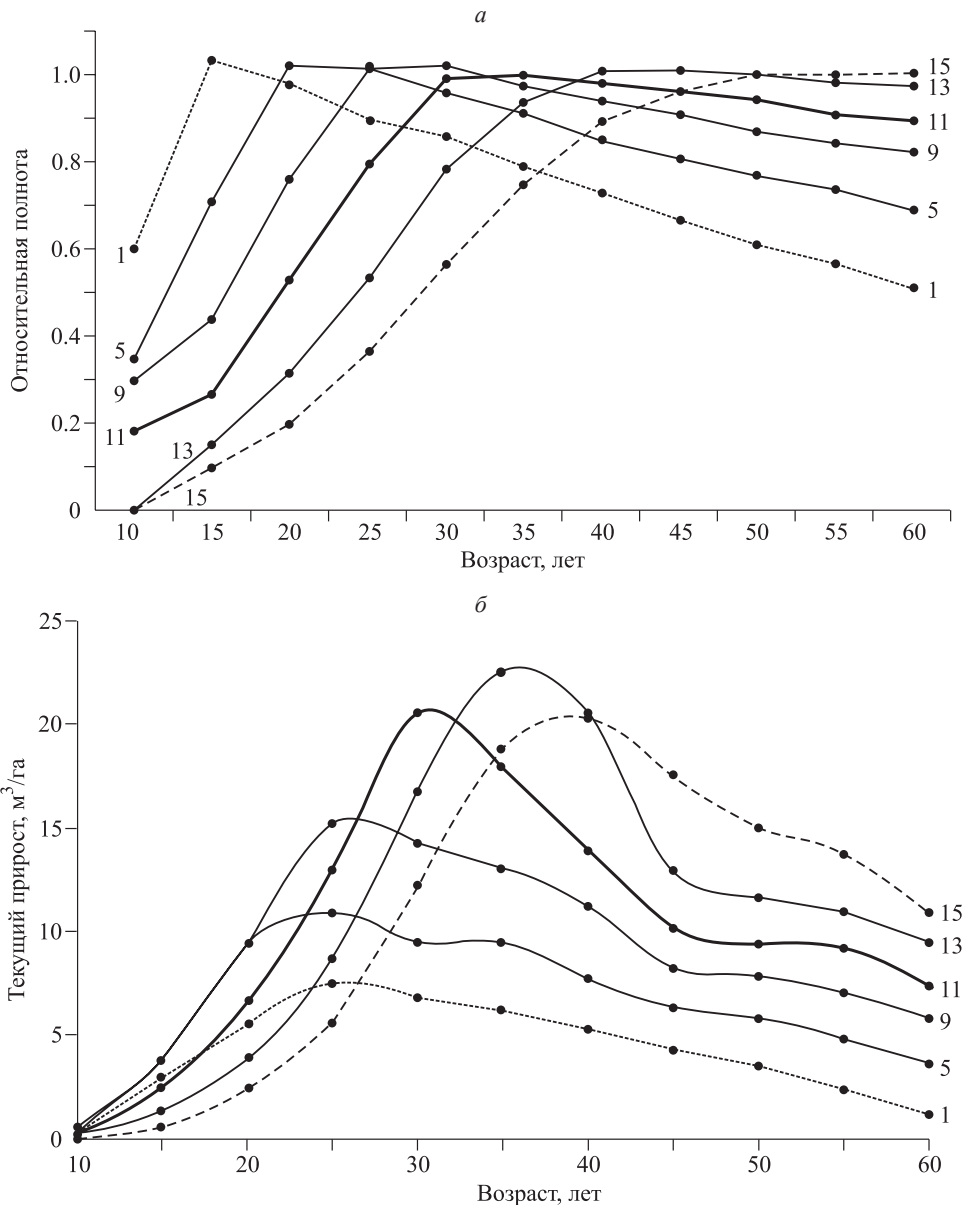
ния необходимо отбирать не в густых насаждениях с хорошей очищаемостью от сучьев (это была старая парадигма лесной селекции), а в изначально редких, из которых лишь к 50 годам формируется сомкнутый древостой – в насаждениях-аналогах плантаций. Отсюда для новой парадигмы в селекции мы получаем и предельно короткое правило: исходный материал надо искать точно в тех условиях, в каких мы планируем выращивать потомство.

Таким образом, как показал наш опыт работы, отбор плюс-деревьев ели с учетом косвенной ретроспективной оценки начальной густоты древостоя и конкуренции соседних деревьев, используя для этого сбеги ствола плюсового дерева и всего древостоя, позволяет добиться увеличения высоты их потомства в аналогичных условиях дочернего ценоза в целом на 15.6 %. Это некоторым образом реабилитирует идею плюсовой, а также коррелятивной селекции.

**Законы и модели развития древостоев Е. Л. Маслакова и Г. С. Разина.** Важнейшей проблемой лесной селекции остается учет различий в особенностях типов роста (онтогенеза) деревьев и древостоев. Этой проблеме мы посвятили ряд работ теоретического плана (Разин, Рогозин, 2012; Рогозин и др., 2014; Rogozin, Razin, 2015).

Принято считать, что из-за отсутствия знаний об особенностях онтогенеза генотипов и популяций древесных растений их испытания на предмет выявления лучших вариантов по скорости роста необходимо осуществлять хотя бы до половины возраста рубки (Указания..., 2000). Но проблема типов роста для целей практической селекции решается не увеличением срока выращивания потомства. Ее решение лежит совсем в другой плоскости, а именно в моделях развития, по которым будет развиваться древостой в испытательных, а также в географических культурах. Пока в качестве примера для подзоны южной тайги можно использовать 15 моделей развития древостоев ели в естественных ценозах и четыре – в культурах для условий  $C_2$  и  $C_3$ , типичных для ели (Rogozin, Razin, 2015). Для сосны таких моделей нет, однако анализ закономерностей, которые мы рассматривали в наших работах с учетом исследований других авторов по другим породам, позволяет считать, что характер моделей и у сосны, и у других пород будет принципиально таким же.

Суть моделей можно понять по графикам, в которых развитие таксационных признаков представлено как веер из линий с точкой пере-



**Рис. 2.** Относительная полнота (а) и текущий прирост по запасу (б) в моделях еловых древостоев с начальной густотой, тыс. шт./га: 1 – 172.0; 5 – 14.0; 9 – 5.0; 11 – 2.9; 13 – 1.6; 15 – 1.0.

гиба, положение которой определяет начальная (в 10 лет) густота древостоя, по которой классифицируют модели развития (рис. 2, а, б).

В таком понимании пик развития чистых древостоев ели с наиболее часто встречающейся начальной густотой в 3–5 тыс. шт./га (модели 9 и 11) приходится в среднем на 30–35 лет, что общеизвестно (см. рис. 2, а), однако пик этот подвижен. При большой начальной густоте он наступает в 15–20, а при малой – только в 40 и даже в 50 лет. Поэтому именно «редкие» по начальной густоте модели имеют самое продуктивное развитие, и они должны быть взяты за образец для испытательных и плантационных

культур. Безусловно, при этом их развитие будет сопровождаться увеличением ширины кроны и толщины сучьев, поэтому нужна селекция и на эти признаки.

Идея описать и моделировать развитие древостоев в зависимости от их начальной густоты принадлежит Г. С. Разину (1979). Он выяснил основные закономерности морфогенеза чистых одноярусных древостоев, после чего для описания их развития были предложены ряд законов и теория динамики древостоев, концептуально близкие к законам экологии, которые в лесоведении и лесоводстве до этого вообще не учитывались.

В развитии популяций выделяют периоды прогресса и регресса. В лесоводстве прогресс развития древостоя связывают с увеличением прироста древесины, а регресс – с его понижением. Поэтому более информативен график с текущим приростом (см. рис. 2, б).

Кроме законов, предложенных для описания развития простых древостоев Г. С. Разиным, существует и «ранговый закон роста деревьев в древостое» Е. Л. Маслакова (1981, 1984). По этому закону размеры дерева уже в 8–10 лет детерминируют их развитие на многие годы вперед. Поэтому возникает обоснованная возможность не ждать оценок роста у потомства до 30–40 лет, а оценивать их *по началу траектории развития высоты* в ранние годы, т. е. в 4–8 лет, о чем мы уже сказали. Более того, мы доказали также, что в культурах с более редким размещением деревьев этот закон усиливается и ранняя диагностика там будет наиболее точной (Рогозин, Разин, 2015).

**Управление древостоями на основе моделей.** Управление конкретным древостоем на основе моделей сводится к следующим шагам:

- опознание начальной (в 10 лет) густоты изучаемого древостоя;
- отслеживание траектории развития его показателей;
- выбор близкой модели и корректировка развития рубками в возрасте не старше начала выполаживания траекторий прироста с использованием формулы оптимальной густоты (Рогозин, Разин, 2015).

В этой связи особенно важно то, что даже небольшие различия в густоте «на старте» сразу запускают механизм развития древостоя на много лет вперед. Развитие это следует корректировать, выравнивая, например, относительную полноту по климатипам, семьям и по всем вариантам опыта. Кроме того, для селекционера остается неясной реакция на густоту отдельного потомства, и ее надо изучать специальными опытами. Пока же рассмотрим в качестве примера ИК со схемой посадки  $3 \times 1$  м (3.3 тыс. шт./га). Если полноту по вариантам ИК не выравнивать, то вариант с высокой сохранностью и густотой в 10 лет около 2.9 тыс. шт./га (модель 11) начнет «сваливаться» в регресс по приросту уже в 30 лет, а по полноте – в 35 лет (см. рис. 2 и 3). У другого варианта с таким же развитием по высоте, но с меньшей сохранностью, например 1.6 тыс. шт./га (модель 13), регресс начнется позднее – в 35 лет по приросту и в 45 лет по полноте. Плотность древостоя ока-

зывает решающее влияние на динамику роста, и для достижения максимальной интенсивности роста она должна быть выравнена рубками. Если этого не сделать, то буквально все показатели древостоя будут следовать по-прежнему в русле своей модели. Поэтому лучшее высокополнотное потомство после пика своего развития отстанет в росте, а на его место выйдет низкополнотное, ранее отстававшее от него.

В целом из моделей развития древостоев следует, что тип роста потомства следует *задавать изначально* по определенным моделям. Для практических целей нужно поменять акценты в подходе к географическим и испытательным культурам: *не изучать* у них типы роста, затягивая испытания до возраста рубки (это можно осуществлять в небольших по объему специальных экспериментах), *а управлять* испытаниями. Кроме того, при изменении климата Земли будут актуальны быстро выводимые сорта.

Предложенный нами подход условно можно назвать коррелятивной, или эпигенетической, селекцией. В дополнение к методам коррелятивной селекции отметим, что недавно у нас появились обнадеживающие результаты по косвенной диагностике быстрорастущих семей по химическим маркерам хвои. Вероятно, эти результаты обусловлены биохимическими особенностями функционирования хвои в густых и редких культурах. Так, отбор семей ели финской с определенными параметрами зольности хвои в 4 раза увеличивал в отобранной группе частоту быстрорастущих семей (Способ выявления..., 2015). Более того, при использовании дополнительных химических элементов-маркеров лучшие по росту семьи опознаются уже с вероятностью от 36 до 83 %. Поэтому даже в самом пессимистичном варианте использования хемомаркеров в сочетании с вышеописанными процедурами эпигенетической селекции и прямым отбором на ОКС можно увеличить вероятность отбора лучших семей в 8–16 раз.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Программу селекции хвойных пород в лесосеменном районе можно представить в виде следующих 10 этапов:

1. Отбор ценопопуляций, эдафические условия которых совпадают с условиями выращивания плантационных культур.
2. Поиск плюсовых насаждений в возрасте 40–60 лет с историей густоты, совпадающей с будущим развитием плантационных культур,

т. е. это должны быть одновозрастные ценозы с малой начальной густотой и наивысшей продуктивностью в указанном возрасте.

3. В отобранных ценопопуляциях (15–20 и более) а также на объектах ЕГСК собирают семена с 50 случайных деревьев на объект и закладывают «экспрессные» испытательные культуры, на которых оценивают скорость роста потомства в возрасте 4–8 лет.

4. По результатам первых испытаний отбирают 60 % лучших ценопопуляций для выделения плюсовых деревьев.

5. В этих лучших по потомству популяциях выделяют в общей сложности 500 и более плюсовых деревьев с высокой урожайностью.

6. Испытательные культуры закладывают рядовыми деланками вначале одним урожаем семян; выборку на вариант минимизируют до 20–30 измеряемых растений с общим числом вариантов 500 и более.

7. В возрасте ИК 4–5 лет проводят первые измерения и отбирают 50–60 % лучших по росту семей, далее закладывают ИК вторым и третьим урожаем семян от лучших по росту их семей плюс-деревьев.

8. Суммируют результаты по всем ИК с измерениями в возрасте 4–10 лет и выбирают 70 материнских деревьев-кандидатов в сорт.

9. Закладывают ЛСП-II и архив из 70 клонов-кандидатов в сорт.

10. Закладывают Государственные сортоиспытания кандидатами в сорт в виде ИК с прямоугольными деланками с числом растений на вариант 150 и более (длительные испытания на продуктивность).

В случае использования плюс-деревьев из разных эдапов эффект их применения, скорее всего, будет снижен. Но его можно повысить отбором генотипов с разными адаптивными стратегиями – левых и правых изоморф плюсовых деревьев со строго определенной (и разной) их частотой, с использованием данных ДНК-анализа об уровне их гетерозиготности.

Программа не содержит готовых рецептов в виде строгих критериев отбора исходного материала, которые часто не оправдывали себя ранее, но предусматривает обязательное научное сопровождение и массовые испытания потомства. Только при таких условиях возможно обнаружение нужных, но в своем большинстве слабых и нелинейных связей, присущих конкретным популяциям, причем на фоне действия для многих признаков тенденций стабилизирующего отбора. Именно использование слабых связей позво-

лило нам модифицировать традиционные пути селекции хвойных и добиться в ней значимых результатов.

Таким образом, новая парадигма селекции основана на признании эпигенетического влияния материнских популяций. Вследствие этого отбор исходного материала (плюсовых насаждений и деревьев в них) необходим в насаждениях-аналогах плантационных культур, т. е. в точно таких же условиях, в каких мы будем выращивать их потомство. При этом используют ранние оценки его роста в 4–8 лет, а деревья-кандидаты в сорт выделяют после серии ступенчатых испытаний потомства несколькими урожаями семян с последовательным сокращением числа семей от 500–1000 до ~70 шт. Надежность выделения кандидатов составит 70–80 %.

В целом новая программа сокращает в 4 раза финансовые и в 3 раза временные затраты на селекцию промышленных сортов с выделением кандидатов в сорта через 10–12 лет. Стоимость программы на 10 лет по предварительным экспертным оценкам составляет 40–45 млн руб. на один лесосеменной район.

*Работа выполнена при финансовой поддержке задания 2014/153 государственных работ в сфере научной деятельности в рамках базовой части госзадания Минобрнауки России (проект 144 № ГР 01201461915).*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Голиков А. М. Эколого-диссимметрический подход в генетике и селекции видов хвойных. Саарбрюкен, Германия: LAMBERT Acad. Publ., 2014. 162 с.
- Голиков А. М., Жигунов А. В. Использование эколого-диссимметрического подхода в селекционной практике генетического улучшения хвойных лесов: методические рекомендации. СПб.: СПбНИИЛХ, 2012. 62 с.
- Крутовский К. В. Геномные и эпигеномные механизмы адаптации лесных древесных видов // Сохранение лесных генетических ресурсов Сибири: мат-лы 4-го Междунар. совещ., 24–29 августа 2015 г., Барнаул. Барнаул, 2015. С. 93–94.
- Маслаков Е. Л. Эколого-ценотические факторы возобновления и формирования (организации) насаждений сосны: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Свердловск, 1981. 50 с.
- Маслаков Е. Л. Формирование сосновых молодняков. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 168 с.

- Разин Г. С. Динамика сомкнутости одноярусных древостоев // Лесоведение. 1979. № 1. С. 23–25.
- Разин Г. С., Рогозин М. В. Теория естественной возрастной динамики одноярусных древостоев // Лесн. хоз-во. 2012. № 3. С. 41–42.
- Рогозин М. В. Изменение параметров ценопопуляций *Pinus sylvestris* L. и *Picea × fennica* (Regel) Ком. в онтогенезе при искусственном и естественном отборе: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Пермь: ПГНИУ, 2013а. 47 с.
- Рогозин М. В. Уроки истории лесной селекции // Лесн. хоз-во. 2013б. № 6. С. 20–23.
- Рогозин М. В. Влияние улучшения условий формирования семян сосны обыкновенной на рост потомства // Лесн. хоз-во. 2014. № 6. С. 35–37.
- Рогозин М. В., Голиков А. М., Разин Г. С. О выращивании леса на сухих почвах: теоретические подходы // Вестн. Поволжск. гос. технол. ун-та. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2014. № 3 (23). С. 5–17.
- Рогозин М. В., Разин Г. С. Лесные культуры Теплоуховых в имении Строгановых на Урале: история, законы развития, селекция ели. 2-е изд. Пермь: ПГНИУ, 2012. 210 с.
- Рогозин М. В., Разин Г. С. Развитие древостоев. Модели, законы, гипотезы: монография / под ред. М. В. Рогозина. Пермь: ПГНИУ, 2015. <http://kpsu.ru/library/node/298268>
- Способ выявления быстрорастущих семей ели финской *Picea × fennica* (Regel) Ком. на основе определения химических показателей хвои / М. В. Рогозин, А. В. Жекин, Н. В. Жекина, С. С. Комаров. ФГБУ Федеральная служба интеллектуальной собственности. ФИПС. Заявка на изобретение. № 2015105649 от 18.02.2015.
- Тараканов В. В. Структура изменчивости, селекция и семеноводство сосны обыкновенной в Сибири: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Красноярск, 2003. 45 с.
- Туркин А. А. Испытание потомства плюсовых деревьев сосны обыкновенной на примере Республики Коми: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Сыктывкар, 2007. 20 с.
- Указания по лесному семеноводству в Российской Федерации. М.: ВНИИЦлесресурс, 2000. 198 с.
- Rogozin M. V., Razin G. S. Development of Forest Stands. Models, Laws, Hypotheses. Raleigh, North Carolina, USA: Lulu Press, 2015. 201 p.

## BREEDING PROGRAM FOR CONIFERS IN FOREST SEED AREA

**M. V. Rogozin**

*Natural Sciences Institute of the Perm State National Research University  
Genkelya str., 4, Perm, 614990 Russian Federation*

E-mail: [rog-mikhail@yandex.ru](mailto:rog-mikhail@yandex.ru)

The program is based on 30 years of research by the author for breeding softwood for plantation cultivation and modeling of the course of growth of trees and forest stands. Scope of work presented progeny plus trees and conventional trees of Scots pine *Pinus sylvestris* L. and spruce Finnish (*Picea × fennica* (Regel) Kom.) from 16 populations of the Perm region total of 1435 families under the age of 23 years. In modeling the course, studies covered the development of stands of spruce growing on 349 plots. It was found that the problem of different types of progeny can not be solved by increasing the term of the test and on the basis of management of development of the stand test cultures by certain models, with constant regulation of their density. The summary of data on the growth of progeny in different density test cultures found that the offspring «remembers» competitive and edaphic conditions which formed the parent tree and grows best in them. Therefore, a selection of plus trees in plantations-analogues plantation crops, ie in exactly the same conditions in which we are going to grow their offspring, is based on earlier estimates of growth of offspring at the age of 4–8 years. At the same time selection of candidates for the varieties happening after a series of stepwise tests several seed yield with consistent reduction in the number of families from 500–1000 to ≈ 70. Reliability selection of candidates will be 70–80 %. The speed and reliability of the best selection progeny can be significantly increased by using chemical marker needles. The program consists of 10 stages, by 3–4 times reduces the cost and time for selection of industrial varieties of Scots pine and spruce Finnish. They can be reduced even more by using chemical marker needles typical for families with rapid growth.

**Keywords:** *coniferous, population, posterity, breeding species, types of growth, varieties candidates.*

**How to cite:** Rogozin M. V. Breeding program for conifers in forest seed area // *Sibirskij Lesnoj Zhurnal* (Sib. Journal of Forest Science). 2016. N. 5: 99–106 (in Russian with English abstract).