

Смоленск: ЗОНИ, 1935. - С. 113-142. [5]. Интродукция древесных растений: Сб. ст./ АН СССР, Гл. бот. сад. - М.: Наука, 1980. - 168 с. [6]. Калуцкий К.К. Особенности роста некоторых хвойных экзотов // Лесн. хоз-во. - 1993. - № 3. - С. 16-17. [7]. Рубцов В.И. Геоботаническая характеристика насаждений пихты бальзамической // Лесная геоботаника и биология древесных растений: Сб. науч. тр. - Брянск, 1988. - С. 107-113.

УДК 631.811.98:630*28.82

Е.Н. САМОШКИН

ХИМИЧЕСКИЕ МУТАГЕНЫ КАК ИНДУКТОРЫ НАСЛЕДСТВЕННОЙ И НЕНАСЛЕДСТВЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

Показано, что обработка химическими препаратами семян, пыльцы и черенков 27 видов древесных растений вызывает большую изменчивость признаков, в частности высокий эффект активации роста.

It has been indicated that chemical treatment of seeds, pollen and cuttings of 27 arboreal plant species causes a great variability of features, in particular a high effect of growth activation.

Повышение продуктивности лесов, увеличение их биоразнообразия невозможно без разумного использования химических средств.

Из препаратов, отличающихся высокой генетической и физиологической активностью, особое место занимают химические мутагены, которые в сильных дозах вызывают разнообразные наследственные изменения у организмов – мутации, а в слабых существенно усиливают ростовые процессы.

Химические мутагены используют в селекции растений с 40-х гг. Особый период в науке о химическом мутагенезе растений, животных и микроорганизмов начался после открытия известным отечественным генетиком И.А. Рапопортом [2] наиболее перспективных для селекции мутагенных веществ.

Наши работы начаты в 1965 г. Сначала объектом исследования были наиболее перспективные древесные растения, естественно произрастающие в Брянском округе зоны широколиственных лесов, а также широко распространенные интродуценты. Опыты с сосной, елью и лиственницей дополнительно поставлены также в условиях подзоны смешанных лесов, широколиственных лесов (Московская область) и южной тайги (Костромская область).

Изучена индуцированная химическими препаратами изменчивость 27 видов древесных растений: сосны обыкновенной, ели европейской, лиственницы сибирской, дуба черешчатого, ольхи черной, березы бородавчатой, липы мелколистной, ясеней обыкновенного и пенсильванского, кленов остролистного и ясенелистного, акации белой и желтой, тополей бальзамического, душистого, черного, осины, ивы вавилонской, туи западной, чубушника вечнозеленого, пузыреплодника калинолистного, жимолости обыкновенной, бересклета бородавчатого, сирени обыкновенной, свидины белой, боярышника кроваво-красного, барбариса обыкновенного.

Эксперименты поставлены с 10 наиболее активными в генетическом отношении мутагенными веществами (N-нитрозометилмочевина – НММ, N-нитрозодиметилмочевина – НДММ, N-нитрозометилбиурет – НМБ, N-нитрозозтилмочевина – НЭМ, 1,4-бис-диазоацетилбутан – ДАБ, диметилсульфат – ДМС, диэтилсульфат – ДЭС, этиленмин – ЭИ, окись этилена – ОЭ, дихлорэтан – ДХЭ) и активатором роста – парааминобензойной кислотой – ПАБК.

Несмотря на определенную близость генетического действия этих препаратов, действие веществ из различных классов имеет и существенные отличия. Так, у широко известных мутагенных веществ – N-нитрозоалкиламинов наибольшей мутагенной активностью обладает НММ. Механизм ее действия на геном клетки состоит в том, что в щелочной среде идет распад вещества до метилкарбокатиона – CH_3^+ и изоциановой кислоты – HNCO_2 . CH_3^+ осуществляет алкилирование ДНК, что приводит к точковым мутациям [1]. Большая роль в индуцировании мутаций принадлежит изоциановой кислоте, которая также может присоединяться к геному.

В зависимости от дозы мутагены вызывают у организмов обычно три типа эффектов: физиологические или первичного повреждения, генные или точковые мутации, хромосомные aberrации. Для селекции желательны препараты со слабым повреждающим, но сильным мутагенным действием, например ДАБ: при высокой активности он почти не вызывает хромосомных aberrаций, резко не снижает жизнеспособность растений. Для вызывания мутаций перспективны дозы, при которых в M_1 длина корешков проростков составляет 40 ... 80 % от контроля или наблюдается выживаемость растений 70 ... 80 %.

Особое внимание уделено ненаследственным индуцированным изменениям у организмов и их практическому использованию [1, 2].

Для практики интересны как стимуляция, так и торможение роста и развития растений.

В последние десятилетия с помощью химических мутагенов уже выведено около 380 сортов растений и штаммов микроорганизмов – продуцентов в биотехнологии [2].

В наших экспериментах препараты применяли в виде водных растворов и в газовой фазе. Образцы семян, черенков, пыльцы обрабатывали в соответствии с методическими указаниями [4]. Нарушения хромосом в корешках проростков сосны, ели и лиственницы учитывали в анафазе и начальной телофазе на временных («давленных») препаратах [3]. Семена проращивали в фитотроне или аппарате для проращивания. Образцы просматривали под микроскопом МБИ-6, использовали и другие биологические микроскопы.

Результаты исследования позволяют заключить, что во всех лесорастительных условиях воздействие препаратов на семена, черенки и пыльцу вызывало большую и разнообразную изменчивость фенотипических и генотипических признаков древесных растений.

Для изученных веществ определены стимуляционные, нейтральные и ингибирующие дозы.

Зафиксирован высокий (до 30 ... 50 %, иногда до 100 % и более) эффект стимуляции роста древесных растений при обработке семян и черенков препаратами в виде водных растворов. Установлено существенное усиление роста при обработке семян мутагенами в газовой фазе. Отмечена активация всхожести семян и выживаемости растений, роста корешков проростков и листьев. Причем стимуляция, вызванная химической обработкой, проявляется обычно как массовый эффект с довольно длительным сроком действия. Так, у саженцев сосны (учет вели до 8-летнего их возраста) после обработки семян растворами НДММ практически во всех вариантах наблюдался устойчивый и достаточно высокий (превышение прироста составило 26 %) стимуляционный эффект.

Лиственные растения в целом активнее реагируют на воздействие химических препаратов, чем хвойные. Большой (до 100 % и выше) эффект усиления роста сеянцев ольхи в высоту, по диаметру, длине и ширине листьев вызван НЭМ, НММ и ДМС. Все препараты положительно действовали на выживаемость сеянцев. Эффект сохранился, как правило, и у растений трехлетнего возраста. Активация роста наблюдалась у сеянцев липы (до 48 %) в опыте с ЭИ. Препараты НЭМ, НММ, НДММ вызвали высокую (до 60 ... 100 %) стимуляцию роста черенковых саженцев тополя бальзамического.

Выявлен переход эффекта ингибирования к нейтральному и затем стимуляционному. Обычно он фиксируется на второй или последующие годы вегетации после воздействия веществ в повышенных дозировках, что в основном связано с действием процессов репарации поврежденных геномов и соматического отбора.

Зафиксирован эффект активации роста (до 96 %) при обработке ЭИ в газовой фазе пыльцы ольхи. Установлено явление передачи этого

эффекта от пыльцы (гаплоидных клеток) к гибридным семенам и растениям.

В большинстве вариантов, где наблюдается существенный стимуляционный эффект ростовых процессов, уменьшена вариабельность (коэффициент вариации) количественных признаков (высота, диаметр и др.) сеянцев и саженцев, т. е. под воздействием стимуляционных доз происходит выравнивание популяции. Установленная закономерность имеет не только научное, но и производственное значение, так как способствует увеличению выхода сортового посадочного материала в лесных питомниках и повышению в будущем продуктивности лесных культур.

Мутагены изменяют митотическую активность клеток древесных растений, продолжительность анафазы, а возможно, и других фаз митоза, т. е. оказывают широкое генотипическое действие.

Увеличение дозы мутагенов обычно приводит к ингибированию ростовых процессов, повышению вариабельности количественных признаков, увеличению количества структурных нарушений хромосом. Мутагены в этих дозах являются индукторами мутаций, среди которых можно производить отбор ценных форм, представляющих практический интерес для лесовосстановления и дальнейшей селекционной работы.

На древесных растениях впервые показано, что обработка семян растворами ПАБК стимулирует рост, уменьшает количество хромосомных нарушений, т. е. является репаративным спонтанных нарушений генома.

После химической обработки ростовые процессы растений неодинаково проявляются на различных этапах прегенеративного состояния онтогенеза растений. В частности, препараты могут угнетать рост корешков проростков, но не оказывать достоверного влияния на рост сеянцев-однолеток или даже активировать их ростовые процессы.

Зафиксированное ингибирование роста сеянцев-однолеток часто не проявляется во второй или последующих вегетациях, а нередко наблюдается активация ростовых процессов, что можно объяснить репаративными процессами в геноме клеток и действием соматического отбора. Эффект стимуляции обычно сопровождается активацией митотической активности клеток, увеличением скорости митоза или скорости роста новых клеток растяжением.

В экспериментах отмечены и некоторые другие закономерности. При ослаблении роста корешков проростков наблюдается активация митотической активности клеток. Это объясняется тем, что мутагены могут угнетать рост клеток растяжением. Эффект ингибирования ростовых процессов, в том числе и митотической активности клеток, иногда сопровождается уменьшенным количеством хромосомных нарушений: по всей вероятности, при определенных дозах мутагены способны существенно активировать репаративные процессы у растений.

Под влиянием ингибирующих доз мутагенов у древесных растений, как правило, возникает незначительное количество крупных хро-