

УДК 581.154:635.054

В. И. ТОРЧИК, Е. В. КОНДРАТОВ

**ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ПЫЛЬЦЫ СПОНТАННЫХ СОМАТИЧЕСКИХ
МУТАЦИЙ ПИХТЫ КОРЕЙСКОЙ (*ABIES KOREANA* WILS.)
И СОСНЫ БАНКСА (*PINUS BANKSIANA* LAMB.)**

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: kondratov.20144@mail.ru

Приводятся результаты сравнительного изучения морфологических характеристик, жизнеспособности и особенностей формирования пыльцевой трубки у пыльцы спонтанных соматических мутаций *Abies koreana* Wils., *Pinus banksiana* Lamb. и их материнских растений. Установлено, что у 57,5 % пыльцы пихты корейской и у 61,7 % пыльцы сосны Банкса формируются нормально развитые пыльцевые трубки, что позволяет использовать ее в селекционных целях.

Ключевые слова: спонтанные соматические мутации, «ведьмина метла», пыльца, жизнеспособность, пыльцевая трубка, аномалии.

U. I. TORCHYK, Y. V. KANDRATAU

**GERMINATING ABILITY OF SPONTANEOUS SOMATIC MUTATION POLLEN
ABIES KOREANA WILS. AND *PINUS BANKSIANA* LAMB.**

*Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Belarus, e-mail: kondratov.20144@mail.ru*

The comparative study results of morphological characteristics, germination ability and special features in pollen tube formation of Spontaneous Somatic Mutation *Abies koreana* Wils. *Pinus banksiana* Lamb. and their maternal plants are given. It was found that normally developed pollen tubes were formed in 57.5 % of Korean fir pollen and 61.7 % of Hudson Bay pine pollen, which allows using them for selection.

Keywords: spontaneous somatic mutation “witches’ broom”, pollen, germination ability, pollen tube, anomalies.

Введение. В последние годы отмечается активное использование вегетативного материала спонтанных соматических мутаций «ведьмина метла» для получения новых декоративных культиваров древесных растений [1–5]. Это обусловлено, с одной стороны, активизацией мутационных явлений у растений в результате воздействия на вегетативные органы различных антропогенных факторов, а с другой – возросшей потребностью в оригинальных декоративных формах, которые достаточно быстро можно получить путем прививки. В то же время ряд авторов указывают на способность мутаций формировать жизнеспособную пыльцу [6], которая, по существующим в классической генетике представлениям, несет генетическую информацию, определяющую морфологическое строение, рост, развитие и другие свойства растений. В связи с этим она является ценным материалом для использования в селекционных целях.

Цель работы – сравнительное изучение качества и морфологических характеристик пыльцы спонтанных соматических мутаций пихты корейской, сосны Банкса и их материнских растений.

Материалы и методы исследования. Материалом для исследования служила свежесобранная пыльца пихты корейской, сосны Банкса и их спонтанных соматических мутаций.

Для исключения возможности смешения пыльцы спонтанных соматических мутаций и материнских деревьев микростробилы за 2 недели до начала пыления изолировали пергаментной бумагой. Сбор микростробил проводили с началом массового пыления. Затем их высушивали,

пыльцу извлекали из пыльников, просеивали через марлю, помещали в бумажные пакеты и до проращивания хранили в холодильнике.

Жизнеспособность пыльцы определяли путем ее проращивания в 5, 10 и 15 %-ном растворе сахарозы в термостате ХТ 3/70-2 при температуре 25 °С методом «висячей капли» во влажной камере в трех повторностях. В качестве влажной камеры использовали специальное предметное стекло с углублением посередине. Пыльцу высевали на второй день после сбора. Через 7 дней учитывали общее количество проросших пыльцевых зерен, сформировавших нормально развитую пыльцевую трубку и имеющих отклонения в ее развитии. Жизнеспособными считали пыльцевые зерна, образующие трубки, длина которых превышала диаметр самих зерен [7–9]. В каждом варианте опыта измеряли диаметр и длину 100 нормально развитых пыльцевых трубок [10, 11].

Учет результатов опытов и фотосъемку объектов проводили с использованием микроскопа Levenhuk 40L с цифровой камерой Levenhuk C35 NG 350K при 4- и 10-кратном увеличении и программного обеспечения TourView.

Полученные данные обрабатывали с помощью современных компьютерных программ.

Результаты и их обсуждение. Анализ данных табл. 1 показал, что размер пыльцевых зерен спонтанных соматических мутаций и материнских растений (контроль) не имеет статистически значимых различий. В то же время пыльца как у мутации, так и у материнского растения сосны Банкса была в 2 раза мельче, чем у пихты корейской, что, по-видимому, обусловлено биологическими особенностями развития генеративной сферы этих видов.

Т а б л и ц а 1. Размер пыльцевых зерен мутаций пихты корейской и сосны Банкса

Вариант опыта	$X \pm Sx$, мкм	Lim, мкм	CV, %
Мутация пихты корейской	$55,7 \pm 0,2$	30,2–86,1	15
Пихта корейская (контроль)	$53,8 \pm 0,1$	27,6–75,8	11
Мутация сосны Банкса	$26,0 \pm 0,1$	13,0–41,2	14
Сосна Банкса (контроль)	$26,3 \pm 0,1$	11,8–37,1	12

Общеизвестно, что важными показателями качества пыльцы являются ее жизнеспособность и способность формировать нормальные пыльцевые трубки при прорастании. Проращивание пыльцы исследованных образцов в растворах сахарозы позволило выявить оптимальную ее концентрацию для успешного прорастания (табл. 2). Так, в обоих вариантах с пихтой корейской оптимальной была 5 %-ная концентрация сахарозы, а для сосны Банкса – 10 %-ная. Причем в оптимальных концентарциях был отмечен различный уровень прорастания пыльцы. Например, у пихты корейской жизнеспособность пыльцы у материнского растения была на 61,1 % выше, чем у мутации, тогда как у сосны Банкса – всего лишь на 11,2 % выше, чем у мутации.

Т а б л и ц а 2. Жизнеспособность пыльцы и длина нормально развитой пыльцевой трубки у спонтанных соматических мутаций и у нормальной части кроны пихты корейской и сосны Банкса

Вариант опыта	Концентрация сахарозы, %	К-во проросших пыльцевых зерен, %	Длина нормально развитой пыльцевой трубки		
			$X \pm Sx$, мкм	Lim, мкм	CV, %
Мутация пихты корейской	5	42,7	$121,7 \pm 6,3^*$	67,2–230,4	34
	10	20,9	$99,9 \pm 6,9^*$	49–163,8	29
Пихта корейской (контроль)	5	71,1	$205,7 \pm 9,1$	95,4–345,4	30
	10	56,7	$211,8 \pm 9,6$	107,4–342,4	31
Сосна Банкса (контроль)	5	63,7	$78,2 \pm 1,8$	37,4–91,2	30
	10	75,4	$64,8 \pm 0,7$	33,7–96,6	20
Мутация сосны Банкса	5	72,4	$53,0 \pm 0,8^*$	25,9–96,5	27
	10	83,9	$40,9 \pm 0,8^*$	20,5–98,33	31

*Различия статистически значимы при $p \geq 0,05$.

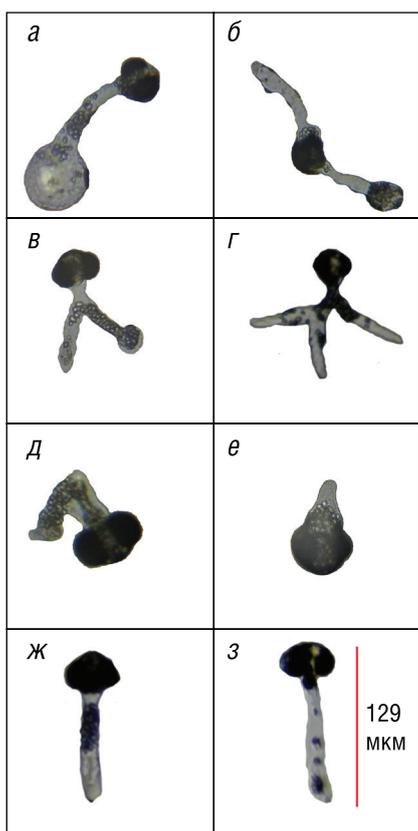


Рис. 1. Аномалии пыльцевой трубки мутации и материнского растения сосны Банкса: *а* – вздутие; *б* – дорсовентральное прорастание; *в*, *г* – разветвление; *д* – изгиб; *е* – утолщение у основания; *ж* – нормально развитая пыльцевая трубка мутации; *з* – нормально развитая пыльцевая трубка материнского растения

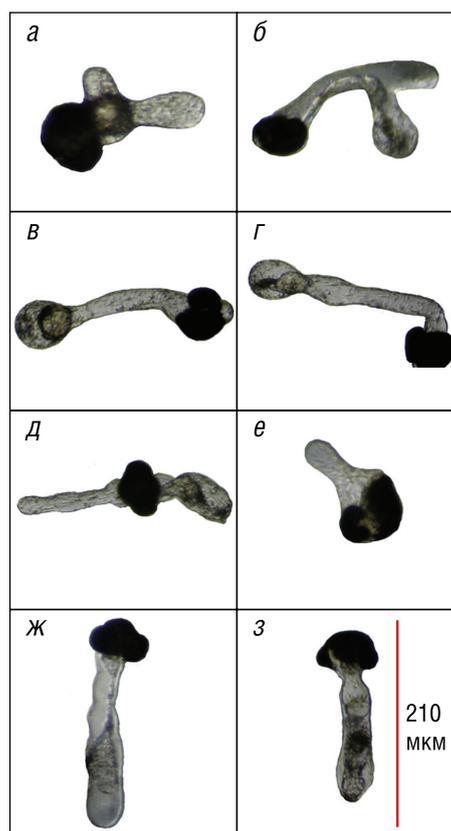


Рис. 2. Аномалии пыльцевой трубки мутации и материнского растения пихты корейской: *а*, *б* – разветвление; *в* – вздутие; *г* – изгиб; *д* – дорсовентральное прорастание; *е* – утолщение у основания; *ж* – нормально развитая пыльцевая трубка материнского растения; *з* – нормально развитая пыльцевая трубка мутации

Средняя длина нормально развитых пыльцевых трубок у мутации пихты корейской варьировалась от 89,3 до 132,7 мкм. Этот показатель у пыльцы материнского растения был значительно выше (от 192,1 до 248,1 мкм). Существенные отличия имелись также между длиной нормально развитой пыльцевой трубки мутации и материнского растения сосны Банкса. Так, средняя длина пыльцевой трубки мутации колебалась от 31,1 до 71,4 мкм, у материнского растения – от 56,3 до 83,5 мкм. Следует отметить, что жизнеспособной считается пыльца, у которой длина пыльцевой трубки превышает диаметр пыльцевого зерна [7]. В наших опытах длина пыльцевой трубки пыльцы, собранной на мутациях, была в 1,2 раза и более выше этого показателя, что указывает на возможность использования ее в селекционных целях.

В процессе прорастания было установлено, что у части пыльцы пыльцевые трубки имели аномальное развитие. Это явление отмечалось как у пыльцы мутаций, так и у пыльцы материнских растений. Выявлены следующие отклонения в развитии пыльцы: ветвление, изгиб, вздутие, утолщение у основания, разветвление по типу «оленьих рогов», а также дорсовентральное прорастание (рис. 1, 2).

Доля пыльцы с аномальным прорастанием у материнского растения пихты корейской была выше на 15,2 %, чем у мутации (рис. 3). Причем преобладали дорсовентральное прорастание и искривление пыльцевых трубок, на долю которых приходилось 42,8 % аномалий.

В варианте с сосной Банкса наблюдалась обратная картина (рис. 4). Доля пыльцы с аномальным прорастанием у мутации была на 9,3 % выше, чем у материнского растения. Основную долю аномалий пыльцевых трубок составляло разветвление (24,7 %).

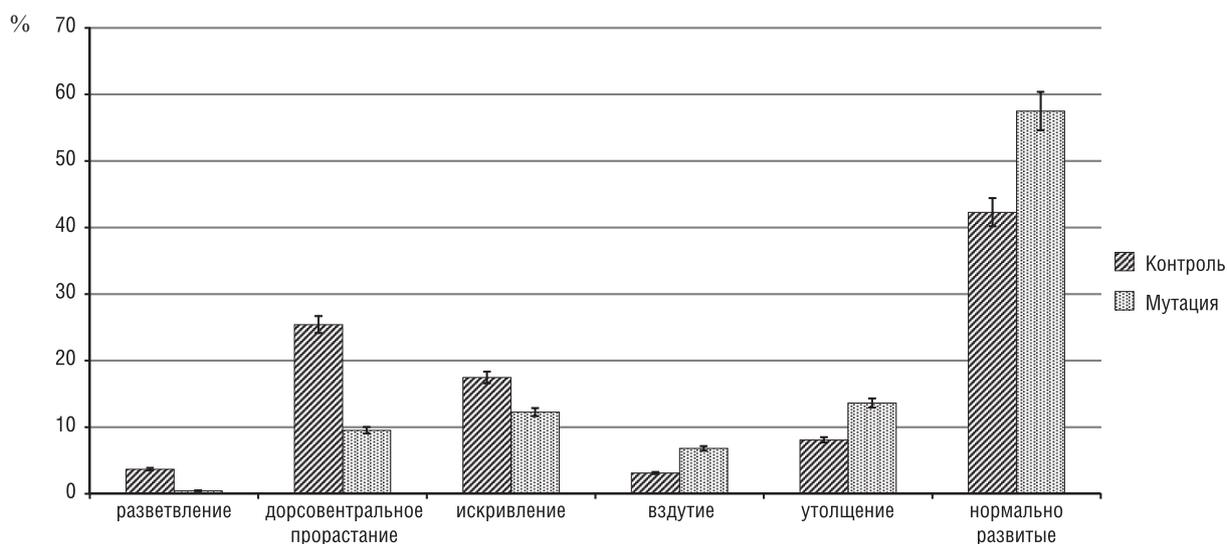


Рис. 3. Соотношение различных аномалий пыльцевой трубки у мутации и материнского растения пихты корейской

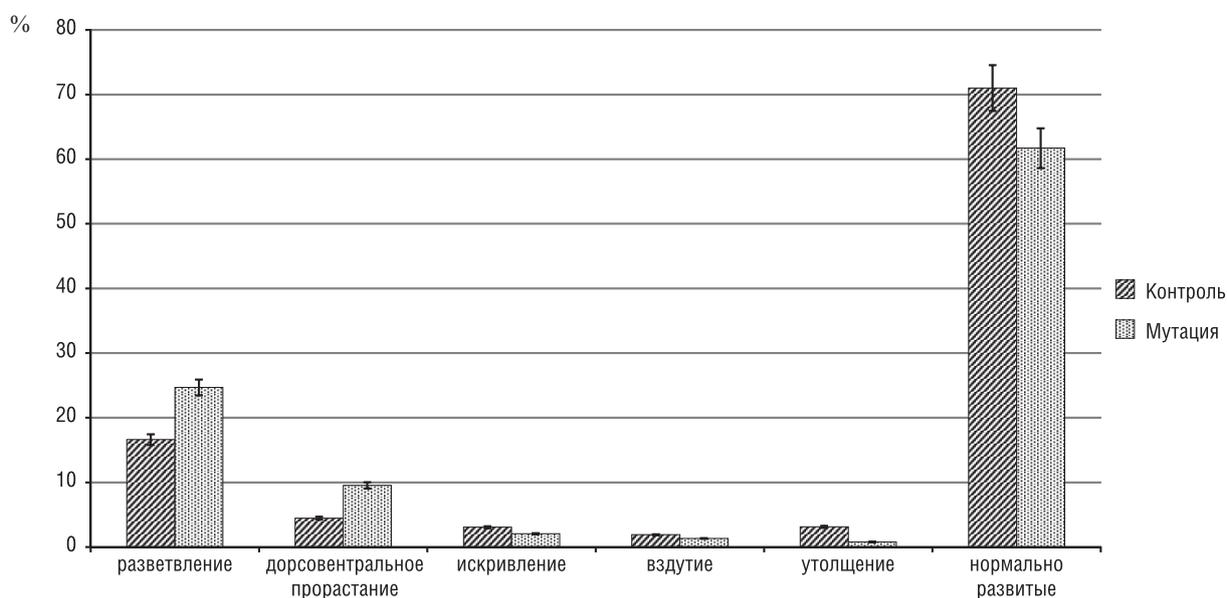


Рис. 4. Соотношение различных аномалий пыльцевой трубки мутации и материнского растения сосны Банкса

Следует отметить, что уровень жизнеспособности пыльцы и особенности формирования пыльцевых трубок при прорастании, наряду с другими показателями, используются в качестве диагностических параметров при оценке изменения генеративной сферы растений в сложных экологических условиях [12–16]. По мнению Т. П. Некрасовой [17, 18], аномальное прорастание пыльцевых трубок (разрывы, искривления, утолщения, ветвление, вздутие и др.) ведет к формированию мелких, недоразвитых, пустых или содержащих только эндосперм семян. В то же время ветвление пыльцевых трубок некоторые авторы объясняют избыточной влажностью среды при прорастании [19]. Другие же считают это явление приспособительным признаком голосемянных, который позволяет им компенсировать низкую ферментативную активность цитоплазмы и стенок пыльцевых трубок по сравнению с покрытосеменными [20].

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что спонтанные соматические мутации «ведьмина метла» формируют пыльцу, по размеру не отличающуюся от пыльцы материнских растений. Жизнеспособность пыльцы мутаций зависит от ее видовой принадлежности и составляет при прорастании в оптимальной концентрации сахарозы 42,7 % у мутации

пихты корейской и 83,9 % у сосны Банкса. В процессе прорастания у значительного количества пыльцы мутаций формируются, несмотря на встречающиеся аномалии, нормально развитые пыльцевые трубки, что позволяет использовать ее в селекционных целях.

Список использованной литературы

1. *Bärtels, A.* Enzyklopedie der Gartengehölze / A. Bärtels. – Stuttgart: Ulmer, 2001. – 800 s.
2. *Щербинина, А. А.* «Ведьмины метлы» как источник новых форм древесных растений / А. А. Щербинина // Экология-2003: тез. молодеж. междунар. конф. – Архангельск: Ин-т эколог. проблем Севера УрО РАН, 2003. – С. 220.
3. «Ведьмины метлы» мутантного типа как перспективный источник для получения новых декоративных форм хвойных растений / М. С. Ямбуров [и др.] // Вестн. Иркут. гос. сельскохозяй. акад. – 2011. – Т. 4, № 44. – С. 153–160.
4. *Торчик, В. И.* Перспективы использования спонтанных соматических мутаций в селекции декоративных форм сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) / В. И. Торчик // Наука и инновации. – 2011. – № 8. – С. 67–70.
5. *Auders, A.* Encyclopedia of conifers / A. Auders, D. Spicer. – Woking-Royal Horticultural Society, 2013. – 1507 p.
6. *Ямбуров, М. С.* Структура мужских побегов и качество пыльцы «ведьминой метлы» сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) / М. С. Ямбуров // Вестн. Томск. гос. ун-та. Ботаника. – 2008. – № 3. – С. 42–47.
7. *Голубинский, И. Н.* Биология прорастания пыльцы / И. Н. Голубинский. – Киев: Наук. думка, 1974. – 367 с.
8. *Горячкина, О. В.* Морфология и качество пыльцы у видов рода *Picea* (PINACEAE) из коллекции дендрария института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН / О. В. Горячкина, М. И. Седаева // Раст. мир Азиат. России. – 2012. – № 2 (10). – С. 27–32.
9. *Ларина, Н. П.* Качество пыльцы сосны обыкновенной в окрестностях г. Тайшета / Н. П. Ларина, Н. Е. Носкова // Проблемы современной аграрной науки: материалы междунар. заоч. науч. конф., Красноярск, 15 октября 2012 г. / М-во сельск. хоз-ва Рос. Федерации, Красноярск. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2012. – С. 137–141.
10. *Владимирова, О. С.* Пыльца ели сибирской, произрастающей в различных экологических условиях / О. С. Владимирова, Е. Н. Муратова, М. И. Седаева // Хвойные бореальной зоны. – 2008. – № 1–2. – С. 98–102.
11. Морфология и жизнеспособность пыльцы желто- и краснопыльничковой форм сосны обыкновенной на болотах и суходолах Западной Сибири / С. П. Ефремов [и др.] // Хвойные бореальной зоны. – 2011. – № 1–2. – С. 126–129.
12. Качество пыльцы сосны крымской и сосны обыкновенной из насаждений техногенно загрязненных территорий Криворожья / И. И. Коршиков [и др.] // Интродукция рослин. – 2014. – № 3. – С. 38–45.
13. *Осколков, В. А.* Репродуктивный процесс сосны обыкновенной в Верхнем Приангарье при техногенном загрязнении / В. А. Осколков, В. И. Воронин. – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2003. – 140 с.
14. *Третьякова, И. Н.* Пыльца сосны обыкновенной в условиях экологического стресса / И. Н. Третьякова, Н. Е. Носкова // Экология. – 2004. – № 1. – С. 26–33.
15. *Глазун, И. Н.* Динамика жизнеспособности пыльцы сосны обыкновенной в зоне отчуждения ЧАЭС / И. Н. Глазун // ИВУЗ «Лесной журнал». – 2006. – № 2. – С. 39–42.
16. *Некрасова, Т. П.* Влияние температуры воздуха на формирование пыльцы хвойных древесных пород / Т. П. Некрасова // Лесоведение. – 1976. – № 6. – С. 23–31.
17. *Некрасова, Т. П.* О значении желтой и розовой окраски мужских шишек у видов PINUS / Т. П. Некрасова // Бот. журн. – 1959. – № 7. – С. 975–978.
18. *Пименов, А. В.* Морфология и качество пыльцы сосны обыкновенной в контрастных экотипах Хакасии / А. В. Пименов, Т. С. Седелникова, С. П. Ефремов // Лесоведение. – 2014. – № 1. – С. 57–64.
19. *Смирнов, И. А.* Жизнеспособность пыльцы некоторых видов хвойных интродуцентов / И. А. Смирнов // Бюл. ГБС АН СССР. – 1977. – Вып. 106. – С. 32–38.
20. *Цингер, Н. В.* Эволюция мужского гаметофита голосеменных / Н. П. Цингер, В. П. Размологов // Биохимия и филогения растения. – М., 1972. – С. 163–198.

Поступила в редакцию 21.01.2016