

ISSN 2221-9927

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ

ОТДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
«НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ
НАУК БЕЛАРУСИ ПО БИОРЕСУРСАМ»

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ИНСТИТУТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БОТАНИКИ
ИМЕНИ В. Ф. КУПРЕВИЧА НАН БЕЛАРУСИ»

ОБЩЕСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
«БЕЛОРУССКОЕ БОТАНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО»

БЕЛОРУССКОЕ ОБЩЕСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ФИЗИОЛОГОВ РАСТЕНИЙ

БОТАНИКА

(ИССЛЕДОВАНИЯ)

Выпуск 49

Минск
«Колорград»
2020

УДК 582

Ботаника (исследования) : Сборник научных трудов. Выпуск 49 / Ин-т эксперимент. бот. НАН Беларуси. – Минск, 2020. – 424 с.
ISSN 2221-9927.

В сборнике представлены оригинальные научные статьи белорусских ученых из ведущих научно-исследовательских учреждений Национальной академии наук и ВУЗов Беларуси, содержащие результаты экспериментальных исследований, теоретических и практических разработок в широком спектре направлений ботанической науки, физиологии и экологии растений.

Публикуемые в сборнике научные статьи рецензируются ведущими специалистами в области ботаники, экологии, физиологии и биохимии растений.

Редакционная коллегия :

акад. НАН Беларуси, проф. Н. А. Ламан
акад. НАН Беларуси, проф. В. И. Парфенов
д. б. н., проф. Н. Г. Аверина
к. б. н. Д. Г. Груммо
д. б. н., проф. В. В. Карпук
к. б. н. Н. А. Копылова
д. б. н. Г. Ф. Рыковский
д. б. н. В. Н. Прохоров
к. б. н. А. В. Пугачевский
д. б. н. В. В. Сарнацкий

Научные редакторы :

акад. НАН Беларуси, проф. Н. А. Ламан
акад. НАН Беларуси, проф. В. И. Парфенов

Ответственный секретарь

к. б. н. Т. А. Будкевич

ISSN 2221-9927

© ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича», 2020
© Оформление. ООО «Колорград», 2020

220072, г. Минск, ул. Академическая, 27,
Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси.
Факс +375 (17) 322-18-53, e-mail: nan-botany@yandex.by

Е. В. КОНДРАТОВ, В. И. ТОРЧИК
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПОНТАННЫХ
СОМАТИЧЕСКИХ МУТАЦИЙ У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ
СЕМЕЙСТВА PINACEAE LINDL. ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ
ИХ ДЕКОРАТИВНЫХ САДОВЫХ ФОРМ**

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г. Минск

Введение. Для обеспечения потребностей республики в посадочном материале необходим ассортимент декоративных древесных растений, адаптированных к природно-климатическим условиям Беларуси. В настоящее время большинство используемых в озеленении декоративных растений были получены зарубежными селекционерами, и для их введения в широкую культуру требуется достаточно длительный период проведения экспериментальных исследований.

В связи с чем, в последнее время внимание обращено на использование мутантных «ведьминых метел» для получения новых декоративных форм, которые при вегетативном размножении сохраняют свойства материнской мутации, что значительно сокращает время на селекционный процесс [1–17].

Основной целью настоящей работы был поиск, оценка морфологических особенностей «спонтанных соматических мутаций «ведьмины метла» некоторых представителей семейства Pinaceae Lindl., формирование на их основе фонда перспективных образцов и создание сортов новых декоративных растений.

Материалы и методы исследования. Объектами исследований являлись спонтанные соматические мутации «ведьмины метла» у представителей родов *Abies* Mill., *Pinus* L., *Picea* L. Поиск мутаций проводился путем маршрутных обследований деревьев, произрастающих в лесных массивах, придорожных посадках, городских зеленых насаждениях и парках, а также специализированных дендрариях в период с 2010 по 2019 годы. Всего был обнаружен и изучен 101 экземпляр. При оценке мутаций устанавливали наличие осевого побега, характеризовали форму кроны, измеряли длину годичного прироста, хвои, отмечали окраску хвои, наличие вторичного прироста, а также повреждения болезнями и вредителями. Кроме того, отбирали вегетативный материал для прививки. Сортоиспытание перспективных образцов проводилось по общепринятой методике [18].

Результаты и их обсуждение. Поиск мутаций позволил установить, что они практически не встречаются в лесных массивах, дендрариях и городских парках с высокой густотой стояния древесных растений. Единично были отмечены «ВМ» на окраинах лесных массивов с хорошо освещенной стороны. Основная масса выявлена на одиноко стоящих деревьях, в аллеиных посадках, а также в придорожных насаждениях

с высокой интенсивностью движения автотранспорта, что согласуется с исследованиями других авторов [19–20]. Повышенная встречаемость мутаций в придорожных насаждениях с высокой интенсивностью движения автотранспорта, по мнению ряда исследователей, связана с влиянием выхлопных газов на процессы мутагенеза у древесных растений [20].

Среди факторов, влияющих на встречаемость мутаций, следует отметить также освещенность и проветриваемость. Анализ расположения в кроне, выявленных мутаций показал, что чаще всего они образуются в ее верхней части (62%). Причем в 10% «ВМ» замещает собой верхушку. Существенно реже они встречаются в средней части кроны (23%) и еще реже в нижней (15%), что согласуется с результатами других исследований.

Анализ расположения «ВМ» в кроне различных видов позволил установить некоторые особенности. Так представители рода *Abies* обладают большей плотностью кроны и менее выраженной ярусностью [22] по сравнению с сосной обыкновенной, а, следовательно, и худшей освещенностью мутации. В нижней части кроны этих пород «ВМ» не встречались. В средней встречалось около 25%, а основная масса была расположена в верхней части кроны (75%).

На ели европейской прослеживается несколько иная тенденция. Так, некоторая часть обнаруженных «ВМ» (18%) находилась в нижней части кроны. Соотношение мутаций, обнаруженных в средней части кроны было близко к представителям рода *Abies* (26%). В верхней части кроны «ВМ» встречались на 20% реже.

Анализ расположения «ВМ» сосны обыкновенной показал, что, несмотря на меньшую плотность кроны в нижней и средней ее части мутации встречались на 7% и 5% реже, чем у ели европейской. В верхней части, напротив, «ВМ» располагались на 13% чаще.

Таким образом, можно сделать вывод, что у всех видов встречаемость «ВМ» в кроне существенно снижается от верхней части кроны к нижней. Причем эта тенденция, по-видимому, в большей степени обусловлена видовыми особенностями древесных растений, чем условиями освещенности, зависящими от строения кроны. Так, у ели европейской, обладающей более плотной кроной, «ВМ» в нижней и средней части встречались чаще, чем у сосны. Также немаловажную роль играет склонность вида к возрастному очищению от сучьев в нижней части кроны, при котором погибают и «ВМ»

Анализ морфометрических параметров «ВМ» *Pinus sylvestris* L. показал, что 26,3% имеют плотное строение кроны, 52,6 относятся к среднеплотным и 21,1% к рыхлым. Такое соотношение говорит о большей распространенности среднеплотных «ВМ» и меньшей плотных и рыхлых, что, возможно, обусловлено большей их жизнеспособностью.

В группе «плотные» преобладали «ВМ» с округлой формой, а также единично встречались экземпляры с распростертой, зонтичной и кустистой формами. Среди среднеплотных, напротив, чаще всего отмечены эк-

земляры с подушковидной формой, реже с конусовидной и распростертой и единично с кустистой, округлой и стелющейся. В группе рыхлые большая часть образцов имела распростертую форму кроны.

Установлено, что средний прирост побегов у «плотных» «ВМ» существенно ниже (от 38,1 до 90,5 %), чем у нормальной кроны растений. В группе «среднеплотных» этот показатель варьировал в ту или иную сторону. Анализ также показал, что величина прироста побегов в группе «плотных» и «среднеплотных» мутаций у сосны обыкновенной схожи с таковым у «ВМ» представителей рода *Abies* Mill. [23].

Количество почек на однолетних побегах и количество побегов в мутовке в группе «плотных» «ВМ» во всех вариантах выше, чем у нормальной кроны. Первый показатель превышал контроль на 110,5–227,3%, второй на 117,6–192,3%. В группе «среднеплотных» «ВМ» прослеживалась та же тенденция, оба показателя были выше, первый на 11,1–181,3%, второй на 29,4–164,7%. У «рыхлых» «ВМ» количество почек превышало контроль на 73,3–113,3%, а побегов в мутовке – 50–113,3%.

Следует отметить, что хвоя у «плотных» «ВМ» была короче от 28,1 до 113,3%, чем у нормальной кроны, а в группе рыхлых на 11,6 – 55,3%. У «среднеплотных» также установлены отличия в размерах хвои. Как правило, она короче от 13,5 до 115 %.

Анализ данных табл. 1 показал, что стабильным морфометрическим параметром, отличающим «ВМ» от нормальной части кроны, является толщина осевых и боковых побегов.

У «плотных» «ВМ» осевые побеги были на 100 - 133,3% толще, а боковые на 50-200%. У «рыхлых» «ВМ» этот показатель варьировал для осевых побегов от 33,3% до 66,7%, а боковых на 50%.

Общеизвестно, что степень апикального доминирования у нормальной части кроны варьирует от 48,2 до 64%. Наши исследования показали, что у «плотных» «ВМ» этот показатель колеблется от 90,2 до 100%, что указывает на крайне слабое апикального доминирование, «среднеплотных» от 76,4 до 80,6. У «рыхлых» «ВМ» оно еще ниже (от 72 до 75%) и максимально приближено к нормальной части кроны. Следовательно, показатель степени апикального доминирования является общим морфометрическим параметром всех «ВМ», на основании которого можно классифицировать все «ВМ» *Pinus sylvestris* L. по степени плотности.

Анализ мужской и женской репродуктивной функции «ВМ» показал, что они в большей степени зависят от плотности кроны. Как мужское цветение, так и семяношение было полностью редуцировано у мутаций с максимальным нарушением апикального доминирования. По мере снижения плотности кроны, а соответственно и апикального доминирования чаще встречаются и «ВМ» с семяношением. Следует заметить, что они образуют шишки меньшего размера, часть из которых деформированны (рис. 1). Полнозернистость семян «ВМ» на 25,8 % меньше, чем у нормальной части кроны.

Таблица 1. Морфологические показатели спонтанных соматических мутаций и нормальной части кроны (контроль) *Pinus sylvestris* L.

Вариант	Длина однолетних побегов, см		Апикальное доминирование, %	Толщина, см		Количество боковых почек, шт.		Длина хвои, см	
	Осевых	Боковых		Осевых побегов	Боковых побегов	Осевых побегов	Боковых побегов	Осевых побегов	Боковых побегов
Плотные									
«ВМ»	8,5±0,7	8,3±0,5**	99,7	0,7±0,1**	0,6±0,03**	3,8±0,2**	3,5±0,2**	3,7±0,2**	3,5±0,2**
Контроль	7,4±0,6	3,8±0,8	51,4	0,3±0,01	0,2±0,01	1,2±0,1	1±0,01	5,5±0,2	4,7±0,4
«ВМ»	4,3±0,3**	4,3±0,2**	100	0,6±0,02**	0,5±0,02**	4,3±0,2**	3,8±0,3**	2,1±0,2**	2,3±0,2**
Контроль	5,6±0,3	2,7±0,4	48,2	0,3±0,03	0,2±0,01	2,5±0,2	1,3±0,2	4,8±0,2	4,2±0,2
«ВМ»	5,5±0,7**	5,1±0,6**	92,7	0,6±0,02**	0,5±0,01**	5,0±0,4**	4±0,3**	3,4±0,5**	2,7±0,4**
Контроль	7±0,5	3,5±0,4	50	0,3±0,1	0,2±0,1	1,8±0,1	1,4±0,2	6,8±0,2	5,9±0,3
Среднеплотные									
«ВМ»	5,8±0,2*	4,6±0,1**	79,3	-	-	-	-	-	-
Контроль	5,5±0,1	2,8±0,2	50,9	-	-	-	-	-	-
«ВМ»	3,5±0,1**	2,8±0,2**	80,6	-	-	-	-	-	-
Контроль	7,8±0,7	4,7±0,5	57,7	-	-	-	-	-	-
«ВМ»	12,6±0,3**	9,9±0,1**	78,6	-	-	-	-	-	-
Контроль	10,3±0,7	6,3±0,4	61,2	-	-	-	-	-	-
Рыхлые									
«ВМ»	4,8±0,5**	3,5±0,3	72	0,4±0,02**	0,3±0,02**	3,7±0**3	2,6±0,3**	3,9±0,2**	3,6±0,1**
Контроль	6,4±0,4	3,1±0,2	48,4	0,3±0,1	0,2±0,02	1,8±0,3	1,2±0,1	6,2±0,3	5,6±0,3
«ВМ»	5,7±0,3*	4,2±0,2**	73,7	0,5±0,1**	0,3±0,1**	3,9±0,3**	2,4±0,2**	4,9±0,2**	4,6±0,2**
Контроль	5±0,3	3,2±0,2	64	0,3±0,1	0,2±0,1	1,9±0,3	1,5±0,2	5,9±0,3	5,5±0,3
«ВМ»	6,4±0,5*	4,8±0,4**	75	0,4±0,02**	0,3±0,03**	2,8±0,3**	2,4±0,2**	5,3±0,2**	5±0,2**
Контроль	7,2±0,4	3,5±0,2	48,6	0,3±0,1	0,2±0,1	1,9±0,3	1,2±0,2	7,7±0,2	6,2±0,2

Примечание: М±m – среднее значение, m – ошибка среднего; * – различия достоверны при P<0,05; ** – при P<0,01. сех «ВМ» на основании, которого можно классифицировать все «ВМ» *Pinus sylvestris* L. по степени плотности.



Рис. 1. Морфологические особенности шишек «ВМ» (внизу) и нормальной части кроны (вверху)..

Таким образом, в группе «плотные» отмечена полная редукция мужской репродуктивной сферы, а в группе «среднеплотных» отмечено регулярное, а иногда обильное мужское цветение и семяношение.

Ель европейская является одной из основных лесообразующих пород в республике (9,2%) [24]. Она и ее декоративные формы, интродуцированные из стран дальнего зарубежья, широко используются в озеленительных насаждениях страны. Учитывая это можно предположить, что полученные на основе «ВМ» декоративные формы будут устойчивыми в условиях республики.

Анализ внешнего вида и плотности кроны выявленных «ВМ» показал, что существенного преобладания мутаций с определенной плотностью кроны не наблюдается, как это было отмечено у сосны обыкновенной. Например, «ВМ» с плотной кроной составляли 36,7% (рис. 2), среднеплотной – 30% (рис. 3) и рыхлой 33,3% (рис. 4).



Рис. 2. Общий вид «ВМ» или европейской из группы «плотные» (А), фрагмент ветвления (Б) и его макет (В).



Рис. 3. Общий вид «ВМ» или европейской из группы «среднеплотные» (А), фрагмент ветвления (Б) и его макет (В).



Рис. 4. Общий вид «ВМ» или европейской из группы «рыхлые» (А), фрагмент ветвления (Б) и его макет (В).

Следует отметить, что в группе «плотные» чаще всего встречались образцы с округлой и подушковидной формой кроны. Кроме того, отмечены единичные экземпляры с зонтичной, конусовидной и кустистой формами кроны. В группе «среднеплотных» «ВМ» несколько чаще встречались образцы с конусовидной, раскидистой и куститой формами кроны и очень редко с округлой и подушковидной. Среди «рыхлых» преобладали образцы с раскидистой и кустистой и единично встречались с гнездовидной, зонтичной и нисходящей формами.

Анализ морфометрических параметров показал, что побеги всех типов у «плотных» «ВМ» были короче, чем у нормальной части кроны на 11,4–173 %.

В группе «среднеплотных» и «рыхлых» «ВМ» не выявлено определенной закономерности. Различия варьировали в большую или меньшую сторону или же они отсутствовали (табл. 2). Также существенным отличием «ВМ» от нормальной части кроны является толщина однолетних побегов. В группе «плотные» у всех мутаций по сравнению с нормальной частью кроны они были толще на 25-400%, в группе «рыхлые» от 21,1 до 200%.

Таблица 2. Морфологические показатели спонтанных соматических мутаций *Picea abies* L.

Вариант	Длина однолетних побегов, см			Толщина однолетних побегов, см			Длина хвоя, см		
	Осевых	Боковых верхних	Боковых нижних	Осевых	Боковых верхних	Боковых средних	Осевых	Боковых верхних	Боковых средних
Плотные									
«ВМ»	3,4±0,2**	2,8±0,2**	2,2±0,2**	0,2±0,1*	0,2±0,1**	0,2±0,1**	1,2±0,1**	1,0±0,1**	1,0±0,1**
Контроль	6,1±0,2	5,1±0,2	3,8±8,3	0,2±0,1	0,1±0,2	0,1±0,1	1,6±0,1	1,3±0,1	1,4±0,1
«ВМ»	1,9±0,1**	1,7±0,2**	1,2±0,1**	—	—	—	1,2±0,1**	1,1±0,1**	0,9±0,1**
Контроль	5,7±0,1	3,8±0,2	3,2±0,3	0,2±0,1	0,1±0,1	0,1±0,1	1,7±0,1	1,4±0,1	1,4±0,1
«ВМ»	2,7±0,2**	2,5±0,2**	1,6±0,1**	2±0,1**	0,4±0,2**	0,3±0,3**	1,4±0,1**	0,9±0,1**	0,9±0,1**
Контроль	7,8±0,4	5±0,4	3,8±0,3	1,4±0,2	0,1±0,1	0,1±0,1	1,4±0,1	1,1±0,1	1,1±0,1
«ВМ»	3,2±0,2**	2,9±0,2**	2±0,2**	2,1±0,2	0,4±0,3**	0,3±0,3**	0,2±0,1	1±0,1**	0,9±0,1**
Контроль	8,6±1	4,4±0,6	3,7±0,4	1,9±0,4	0,2±0,2	0,1±0,2	1,6±0,1	1,4±0,1	1,3±0,1
Среднеплотные									
«ВМ»	3,8±0,3**	3,3±0,3**	2,8±0,3**	—	0,2±0,2*	0,1±0,1**	1,5±0,1**	1,3±0,1**	1,3±0,1**
Контроль	8,2±0,8	5,5±0,6	4±0,5	4,9±1	0,3±0,3	0,2±0,1	1,9±0,1	1,7±0,1	1,4±0,1
«ВМ»	6,6±0,9**	5,6±0,6	5±0,6	—	0,6±0,8**	0,5±0,9*	0,3±0,6	1,5±0,1**	1,3±0,1**
Контроль	8,6±1,3	5,2±0,5	5,2±0,3	—	0,4±0,6	0,3±0,6	0,3±0,2	1,7±0,1	1,7±0,1
«ВМ»	7,7±1	6,7±0,7**	5,3±0,9**	4,4±0,7**	—	—	1,4±0,1**	1,4±0,1	1,4±0,1**
Контроль	7,6±0,7	4,3±0,5	3,6±0,2	2,4±0,5	0,1±0,3	0,1±0,2	1,7±0,1	1,5±0,2	1,3±0,1
«ВМ»	7,7±0,6**	7±0,5	5,7±0,3**	4±0,3*	0,4±0,3**	0,3±0,2**	1,6±0,1**	1,6±0,1**	1,6±0,1**
Контроль	12±0,7	7,6±0,5	6,6±0,5	6,6±0,5	0,1±0,1	0,1±0,1	2,2±0,1	1,7±0,1	1,8±0,1
Рыхлые									
«ВМ»	4,2±0,3**	5,2±0,1	4,9±0,2	—	0,3±0,1**	0,2±0,1**	1,2±0,1**	1,3±0,1**	1,2±0,1**
Контроль	6,2±0,3	4,9±0,4	5,0±0,2	—	0,2±0,1	0,1±0,2	1,5±0,1	1,4±0,1	1,4±0,1
«ВМ»	3,9±0,2**	4±0,3	2,8±0,4**	2±1,4	0,3±0,1**	0,2±0,1**	1,0±0,1**	0,9±0,1**	0,8±0,1**
Контроль	5,9±0,4	3,9±0,3	3,6±0,3	—	0,2±0,1	0,1±0,2	1,4±0,1	1,2±0,1	1,1±0,1
«ВМ»	6,7±0,7	6,1±0,5**	4,8±0,4	4,7±3,3	0,4±0,1**	0,4±0,4**	0,3±0,4**	1,3±0,1**	1,3±0,1**
Контроль	6,8±0,6	5±0,4	4,8±0,3	—	0,2±0,3	0,2±0,3	1,8±0,1	1,6±0,1	1,6±0,1
«ВМ»	7±0,5**	6,6±0,4**	6,3±0,5*	—	0,5±0,3**	0,3±0,2**	1,9±0,1*	1,9±0,1**	2,0±0,1**
Контроль	8,4±0,5	5,3±0,4	5,4±0,5	5,1±0,5	0,2±0,2	0,1±0,1	2±0,1	1,6±0,1	1,6±0,1

Примечание – Отсутствие данных обозначено знаком «-», P < 0,01 – «**», P < 0,05 – «*».

Хвоя на побегах в группе «плотные» была существенно короче. В группе «среднеплотные» и «рыхлые» наряду с образцами с более короткой хвоей были выявлены экземпляры, у которых хвоя была длиннее, чем у нормальной части кроны.

Количество почек на побегах у «плотных» «ВМ» было выше на 57,1–135,7%, чем у нормальной части кроны. В группе «среднеплотных» и рыхлых «ВМ» этот показатель варьировал как в сторону увеличения количества почек, так и его снижения.

Сравнение среднего количества почек на побегах всех типов и среднего количества самих побегов показало, что последних оказалось значительно больше. Более детальное изучение этих параметров на каждом типе побегов в отдельности показало, что основная масса побегов образуется из почек, расположенных на осевых и боковых верхних побегах. Существенное же уменьшение количества почек на побегах всех типов происходило за счет включения в выборку почек на боковых средних и боковых нижних побегах, на которых они встречаются значительно реже. Из этого можно сделать вывод, что учет почек на побегах всех типов не является показателем плотности кроны ели европейской, и в целом оказывается не информативным.

Следует отметить, что у нормальной части кроны степень апикального доминирования варьировала от 45,1 до 80,9%. В группе «плотных» образцов этот показатель колебался от 81,8 до 100%. В группе «среднеплотные» диапазон был в более широких пределах от 62,9 до 90%. В группе «рыхлых» максимальные нарушения были еще выше от 89,1 до 123%, что говорит о меньшей взаимосвязи этого признака и плотности кроны у «ВМ» ели европейской по сравнению с другими видами.

Регулярная оценка семяношения «ВМ» показала, что прослеживается определенная зависимость между плотностью кроны и семяношением. Так, в группе «плотных» «ВМ» как мужское цветение, так и семяношение не отмечено. В группе «среднеплотных» «рыхлых» встречается как обильное мужское цветение, так и семяношение. При этом следует отметить, что шишки по своим размерам могут не отличаться от шишек нормальной части кроны, но иногда бывают мельче.

Так, мутация на сосне Банкаса имеет кустовидную форму кроны со среднеплотным ветвлением. Ее морфометрические характеристики отличаются от нормальной части кроны. Например, прирост верхушечных и осевых побегов не имел существенных отличий, а боковых верхних был выше на 38,1%. Длина хвои оказалась выше на 33,3%, как и количество почек и соответственно побегов на 53,3 и 46,7%. У «ВМ» сосны Банкаса ежегодно образовывались как микростробилы с жизнеспособной пыльцой, так и шишки с жизнеспособными семенами.

«ВМ» сосны веймутовой имеет зонтичную форму кроны и среднеплотное ветвление. Средний прирост побегов выше на 116,7%, а осевых и боковых верхних на 138,2 и 229,4%. Побеги были толще на 200%. Хвоя, напротив, была короче на 164,7%. Количество почек выше на 430. Следов

мужского цветения не отмечалось, при этом на «ВМ» регулярно образовывались шишки, которые были короче, чем у нормальной части кроны.

Мутация псевдотсутги Мензиса имеет подушковидную форму кроны с плотным ветвлением. Побеги и хвоя короче на 139,8 и 257,1%. Также короче были осевые и боковые верхние побеги (287,5 и 112,5%). При этом хвоя была заужена и имела светло-салатовый оттенок.

В процессе выполненных исследований выявлено более 100 спонтанных соматических мутаций и на их основе сформирован экспериментальный фонд растений, насчитывающий более 50 образцов. В Государственный реестр сортов, разрешенных для выращивания на территории республики, включено 10 сортов декоративных садовых форм хвойных видов, передано на сортоиспытание 7 кандидатов в сорта. Кроме того, по результатам оценки морфологических признаков, устойчивости к факторам среды, болезням и вредителям отобрано 14 перспективных клонов.

Ниже приводится краткая биоэкологическая характеристика сортов и кандидатов в сорта.

Ель европейская ‘Слободка’. Растение с плоской и распростертой формой кроны. В возрасте 10 лет достигает высоты 14,7 см и ширины 47,3 см. Хвоя короткая (0,5 см) плотно располагается на побегах.

Годичный прирост побегов 2 см. На протяжении всего периода наблюдений отмечался вторичный прирост. Повреждений болезнями и вредителями, а также морозами и заморозками не отмечалось. Успешно размножается прививкой на подвои того же вида. Является перспективным почвопокровным растением. Получена прививкой спонтанной соматической мутации «ведьмина метла». На протяжении всего периода наблюдений отмечался вторичный прирост.

Ель европейская ‘Находка’. Карликовая форма с шаровидной, плоской формой кроны и плотным ветвлением. В возрасте 9 лет достигает высоты 49,6 см и диаметра 65,9 см. Годичный прирост 5,3 см. Хвоя средней длины (1,1 см), светло-зеленая.

Успешно размножается прививкой на подвои того же вида. Получена прививкой спонтанной соматической мутации «ведьмина метла». Устойчива к болезням и не повреждается вредителями.

Ель европейская ‘Колобок’. Карликовое растение. Форма кроны близкая к округлой. Отличается густым ветвлением. Осевой побег не выражен. В возрасте 9 лет высота растения 19,3 см, диаметр кроны 26,4 см. Годичный прирост 2,6 см. Хвоя зеленая, плотно расположена на побегах, прижатая, длина 0,9 см. Получено путем прививки мутации «ведьмина метла». Отличается устойчивостью к болезням и не повреждается вредителями.

Ель европейская ‘Орел’. Низкорослое растение с раскидистой, ассиметричной кроной и поднимающимися побегами. Осевой побег не образуется. В возрасте десяти лет высота 46 см, диаметр 51 см. Годичный прирост 3,7 см. Хвоя темно-зеленая, средней длины (1,2 см). На единичных экземплярах отмечено образование вторичного прироста. Получена черенкованием спонтанной соматической мутации типа «ведьмина мет-

ла». Успешно размножается как прививкой, так и черенкованием. Может использоваться для высадки на газонах, а также одиночных и групповых посадках. Отличается устойчивостью к болезням и не повреждается вредителями.

Ель европейская ‘Речицкая’. Низкорослое растение. Форма кроны коническая. Ветвление средней густоты. Осевой побег выражен. В возрасте 9 лет высота растения 111,9 см, диаметр кроны 67,9 см. Годичный прирост 10,6 см. Хвоя зеленая, плотно расположенная на побегах, прижатая, длиной 1,4 см. Получено путем прививки мутации типа «ведьмина метла».

Ель европейская ‘Сизая’. Карликовое растение. Форма кроны кустистая. Ветвление средней густоты. Осевой побег не выражен. В возрасте 9 лет высота растения 71 см, диаметр кроны 83 см. Годичный прирост 9,3 см. Хвоя сине-зеленая, жесткая, плотно расположенная на побегах, прижатая (рис. 6 Б), длина 1 см. Получено путем прививки мутации типа «ведьмина метла».

Пихта корейская ‘Доктор Шкутко’. Карликовое растение с густым ветвлением и близкой к округлой формой кроны. В условиях достаточного освещения осевой побег не выражен, однако при недостаточном освещении крона приобретает вытянутую форму. В возрасте 5 лет высота растения 11 см, диаметр 17,3 см, годичный прирост 2,2 см. Хвоя голубовато-зеленая, 1,1 см длиной. Отличается высокой зимостойкостью и устойчивостью к болезням и вредителям. Форма получена прививкой спонтанной соматической мутации типа «ведьмина метла».

Сосна обыкновенная ‘Толстушка’. Карликовая форма с неравномерно округлой ассиметричной кроной. Ветвление плотное. Осевой побег не выражен. В возрасте 12 лет высота и диаметр кроны 100–110 см. Годичный прирост 17–22 см. Побеги зеленовато-коричневые. Хвоя зеленая, изогнутая, средней ширины, длиной 6–7 см, густо расположенная на побегах, зимой на кончиках желтоватая. Почки красно-коричневые, конусовидные, длиной 1,0–1,5 см. Лучшим ростом и декоративностью характеризуется на открытых местах с хорошей освещенностью. Малотребовательна к влажности и плодородию почвы, предпочтительными являются свежие, средне- и слабокислые супеси, и легкие суглинки. Декоративна формой кроны, окраской хвои.

Сосна обыкновенная ‘Кустистая’. Карликовая форма, крона близка к округлой. Осевой побег слабо выражен. В возрасте 12 лет высота растения 60–70 см, диаметр 70–80 см. Годичный прирост 10–12 см. Побеги зеленовато-коричневые. Хвоя зеленая, узкая, прямая или слегка изогнутая, длиной 4–6 см, густо расположенная на побегах, зимой кончики хвоинок желтеющие. Почки коричневые, вытянутые, длиной 1,0–1,7 см. Лучшим ростом и декоративностью характеризуется на открытых местах с хорошей освещенностью. Малотребовательна к влажности и плодородию почвы, предпочтительными являются свежие, средне- и слабокислые супеси, и легкие суглинки.

Сосна обыкновенная ‘Имени Челюскинцев’. Карликовая форма с шаровидной кроной. Ветвление плотное. Осевой побег не выражен. В возрасте 12 лет высота растения 60–70 см, диаметр 70–80 см. Годичный прирост 14–17 см. Побеги зеленовато-коричневые. Хвоя зеленая, прямая, длиной 6–7 см, густо расположенная на побегах. Почки светло-коричневые, вытянутые, длиной 1,0–1,2 см. Лучшим ростом и декоративностью характеризуется на открытых местах с хорошей освещенностью. Малотребовательна к влажности и плодородию почвы, предпочтительными являются свежие, средне- и слабокислые супеси, и легкие суглинки. Декоративна формой кроны, окраской хвои.

Пихта одноцветная ‘Якуб Колас’. Образец получен путем вегетативного размножения спонтанной соматической мутации типа «ведьмина метла» пихты одноцветной. Обладает подушковидной формой и повышенной плотностью кроны. В пятилетнем возрасте достигает высоты 19,1 см и ширины 28,6 см. Годичный прирост 3,5 см, однолетние побеги несколько утолщены (0,3 см). Отсутствие осевого побега и укороченная по сравнению с основным видом хвоя (1,6 см, рис. 6.12 В) придает данному экземпляру особую декоративность.

Видимые повреждений болезнями и вредителями отсутствуют, что позволяет рассматривать образец как кандидат в сорта. Зиму переносит без повреждений. Размножается путем прививки на подвой того же вида. Черенкование положительного результата не дало. Вторичный прирост не отмечен.

Пихта Вича ‘Блинчик’. Образец с распростертой формой кроны. Растет медленно, годичный прирост 3,1 см. К 5-летнему возрасту достигает высоты 18,6 см и диаметра кроны 13,5 см. Скелетные ветви равномерно распростерты, отходят от ствола почти под тупым углом. Хвоя мягкая 1 см длиной, с верхней стороны темно-зеленая, снизу с двумя бело-серебристыми устьичными полосами. Отходит от однолетних побегов под острым углом, благодаря чему заметна нижняя часть, что придает растению особую декоративность.

Получена на основе спонтанной соматической мутации типа «ведьмина метла». Успешно размножается прививкой. При черенковании образуются каллус, без последующего укоренения. Декоративна формой кроны и расположением хвои.

Пихта сибирская ‘Медвежонок’. Образец с раскидистой ассиметричной кроной. В возрасте 5 лет имеет высоту 13,2 см и диаметр 17,8 см. Годичный прирост 2,7 см. Хвоя 1 см длиной, сверху светло-салатовая, снизу имеет слабо выраженные серебристо-белые устьичные полосы.

Получена на основе спонтанной соматической мутации типа «ведьмина метла». Размножается прививкой на подвой того же вида и черенкованием. При черенковании показывает крайне низкий процент укоренившихся черенков.

Ель европейская ‘Глобус’. Растение с правильной округлой формой кроны без осевого побега, достигающая в пятилетнем возрасте высоты 10,4 см и ширины 13,4 см. Годичный прирост 1,7 см. Характерной осо-

бенностью этого экземпляра является повышенная толщина однолетних побегов (0,3 см) и однолетней хвои, хвоя короткая (0,5 см), с голубоватым оттенком.

Плотность кроны в большей степени обусловлена образованием большего количества по сравнению с видовыми растениями боковых верхних (3,7 шт./мутовку), а также боковых средних (2,1 шт./мутовку) и боковых нижних (2,7 шт./мутовку) побегов.

Получено путем вегетативного размножения «ведьминой метлы» ели европейской. Размножается достаточно просто путем прививки на подвойные растения того же вида. При весеннем черенковании образуется каллус, однако корнеобразование не происходит. Зимой в природно-климатических условиях РБ переносит без видимых повреждений. В 2019 ом году в середине августа отмечалось набухание осевых почек, без образования прироста. В 2020 этого отмечено не было.

Ель европейская ‘Облако’. Образец с ярко-голубой окраской хвои, которая существенно короче основного вида (0,8 см). Имеет подушковидную форму кроны. В пятилетнем возрасте достигает высоты 15,6 см и ширины 23,3 см. Годичный прирост 2,8 см. Достаточно плотный, болезнями и вредителями не поражался. Растение получено на основе «ведьминой метлы». Зимой на территории ЦБС НАН Беларуси переносит без видимых повреждений.

Размножается только прививкой по стандартной методике. Плотность кроны обусловлена образованием большего количества боковых верхних побегов (8,3 шт./мутовку). В середине августа на отдельных клонах было отмечено образование вторичного прироста.

Ель европейская ‘Мстиславская’. Растение получено при вегетативном размножении «ведьминой метлы». Осевой побег отсутствует, форма кроны округлая, достигает высоты 16 см в пятилетнем возрасте. Немного уплощенная 23,3 см в ширину, длина хвои существенно короче по сравнению с видовыми растениями (0,6 см) и имеет более светлый оттенок. Плотность кроны высокая. Годичный прирост 1,9 см.

Размножается прививкой, черенкование не дает положительного результата. Повреждение вредителями, болезнями, а также комплексом зимних факторов не отмечено. Вторичный прирост не образуется.

Ель европейская ‘Ежик’. Растение с округлой формой кроны. Осевой побег отсутствует. Получено путем вегетативного размножения «ведьминой метлы» ели европейской. Характерной его особенностью является исключительная карликовость и плотность кроны, обусловленные очень небольшим годичным приростом (1 см) и образованием большого количества боковых верхних побегов в мутовке (4,2 шт./мутовке). В пятилетнем возрасте достигает высоты 6,5 см и ширины 9 см. Боковые почки очень плотно расположены на однолетних побегах.

От видовых растений отличается также короткой (0,6 см) и насыщенно-зеленой окраской хвои, густо расположенной на однолетних побегах. Видимых повреждений вредителями и болезнями не отмечено. Черенкованием не размножается, прививка по стандартной методике осложне-

на малой длиной однолетнего прироста, что существенно сказывается на приживаемости. Повреждений характерных для зимнего периода не отмечалось. Не имеет склонности к образованию вторичного прироста.

Растение перспективно, для использования его для контейнерного озеленения, а также высадки на малых территориях (клумбах, альпийских горках).

Заключение.

Поиск мутаций у представителей семейства Pinaceae показал, что наиболее часто они встречаются на одиноко стоящих деревьях, в аллейных посадках, а также в придорожных насаждениях с высокой интенсивностью движения автотранспорта. При этом в большинстве случаев они располагаются в верхней части кроны. Причем эта тенденция, по-видимому, в большей степени обусловлена видовыми особенностями древесных растений, чем условиями освещенности. Так, у ели европейской обладающей более плотной кроной «ВМ» в нижней и средней части встречались чаще, чем у сосны. Существенную роль играет также склонность вида к возрастному очищению кроны, при котором погибают и «ВМ».

Средний прирост побегов у «плотных» «ВМ» существенно ниже, чем у нормальной кроны растений, «среднеплотных» этот показатель варьирует в ту или иную сторону. Величина прироста побегов в группе «плотных» и «среднеплотных» мутаций у сосны обыкновенной схожи с таковым у «ВМ» представителей рода *Abies* Mill. Крона «ВМ» формируется за счет осевых и боковых верхних побегов. Боковые средние и боковые нижние побеги участвуют в уплотнении кроны.

Генеративная функция «ВМ» у большинства видов зависит от плотности кроны и степени нарушения апикального доминирования. Так, плотность «ВМ» различных видов пихт, а также сосны обыкновенной напрямую зависит от степени нарушения апикального доминирования. При этом мужское цветение «ВМ» пихт не редуцируется при максимальной степени апикального доминирования, а наличие семеношения и качество семян снижается при усилении этого нарушения. У сосны обыкновенной по мере увеличения степени апикального доминирования редуцируются оба показателя.

Побеги всех типов в группе «плотных» «ВМ» короче, чем у нормальной части кроны на 11,4–173 %, у «среднеплотных» и «рыхлых» «ВМ» определенной закономерности не выявлено. Существенным отличием «ВМ» от нормальной части кроны является толщина однолетних побегов. В группе «плотные» у всех мутаций они были толще на 25–400%, в группе «рыхлые» от 21,1 до 200%.

Литература

1. «Ведьмины мётлы» мутационного типа как перспективный источник для получения новых декоративных форм хвойных растений / М. С. Ямбуров [и др.]. // Научно-практический журнал «Вестник ИрГСХА». 2011. Вып. 44. Часть IV. С. 153–160.

2. Горошкевич С. Н., Жук Е.А., Васильева Г.В. Соматические мутации у сибирских видов хвойных как исходный материал для селекции декоративных культураров // Лесные генетические ресурсы Сибири : материалы 4-ого международного совещания, Барнаул, Россия, 24–29 августа 2015 г. / Учреждение Российской академии наук Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН ; редкол.: В. В. Таранов [и др.]– Барнаул, 2015. С. 42–44.

3. Похильченко О. П., Бойко Н.М. Відмінності в біометрії однорічних пагонів «Відьминих мітел» та кроні материнських дерев у двох видів роду *Pinus* A. Dietr. (Pinaceae) // Збереження та реконструкція ботаничних садів і дендропарків в умовах сталого розвитку: Матеріали 4 міжнародної наукової конференції до 225-річчя дендрологічного парку «Олександрія» НАН України, Біла Церква, 23–26 верасня 2013 р. / Рада ботаничних садів та дендропарків України державний дендрологічний парк «Олександрія» НАН України білоцерківський національний аграрний університет ; Біла Церква, 201. С. 42–44.

4. Собченко В.Ф. // Збірник наукових прац / Національна академія наук України Національний дендрологічний парк “Софіївка”; Софіївка, 2006. Випуск 2. С. 74–80.

5. Торчик В.И. Биологические основы формирования и использования ассортимента древесных растений для контейнерного озеленения городов Беларуси : автореф. дис.... д-ра биол. наук : 03.02. 02; 06.03.; ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси». Минск, 2012. 38 с.

6. Усольцев В. А. // Эко-потенциал. 2013. № 4. С. 111–115.

7. Усольцев В. А. Лесные арабески или Этюды из жизни наших деревьев. Изд. 2-е, дополненное. Екатеринбург: Уральский государственный лесотехнический университет, 2014. 162 с.

8. Хиров А. А. // Бот. журн. 1973. Т. 58, вып. 3. С. 433–436.

9. Шульга В. В. О карликовой форме сосны и «ведьминой метле» // Лесоведение. 1979. № 3. С. 82–86.

10. Ямбуrow М. С., Горокевич С.Н. // Хвойные бореальной зоны. 2007. № 2–3. С. 317–324.

11. Ямбуrow М. С. «Ведьмины метлы» мутационного типа у некоторых видов семейства PINACEAE : автореф. дис.... канд. биол. Наук : 03.02.01. ГОУ ВПО «Томский государственный университет». Томск, 2010. 21 с.

12. Ямбуrow М. С., Хихлова О.В. // Труды Томского государственного университета. Сер. Биологическая : Ботанические сады. Проблемы интродукции. 2010. Т. 274. С. 453–456.

13. Ямбуrow М. С. // Фундаментальные проблемы новых технологий в 3-м тысячелетии : Материалы 3-й Всероссийской конференции молодых учёных. Томск, 3–6 марта 2006 г. / Изд-во Института оптики атмосферы СО РАН. Томск, 2006. С. 443–446.

14. Ямбуrow М. С., Федорова О.А., Хихлова О.В. // Современный ландшафтный дизайн : новые перспективы : Материалы международной конференции. Санкт-Петербург, 2010. С. 135–136.

15. Ямбуrow М. С. // Роль ботанических садов и дендропарков в сохранении и обогащении биологического разнообразия урбанизированных территорий. Материалы международной научной конференции, Киев, 28–31 мая 2013 г. : Нацио-

нальная академия наук Украины совет ботанических садов и дендропарков Украины научный центр экомониторинга и биоразнообразия мегаполиса национальный ботанический сад им. Н. Н. Гришка; Киев, 2013. С. 301–303.

16. Yamburov M. S., Goroshkevich S. N., Hihlova O. V. // Book of abstract 4th UIFRO conference “Breeding and Genetic Resources of Five-Needle Pines. Tomsk, Russia. 2011. P. 84–85.

17. Zhuk E., Vasilyeva G., Goroshkevich S. // Trees. 2015. № 29. С. 1079–1090.

18. Положение о порядке проведения государственного испытания сортов, порядке включения сортов в государственный реестр сортов, исключения их из этого реестра и порядке его ведения : Постановление Совета Министров Республики Беларусь 05.09.2006 № 1135 (в редакции постановления Совета Министров Республики Беларусь 08.11.2013 № 961) // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 19.11.2013, 5/38009

19. Торчик В. И. // Наука и инновации. 2011. № 8. С. 67–70.

20. Кондратов Е. В., Торчик В.И. // Научные труды Чебоксарского филиала Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН / редкол.: А. В. Димитриев (глав. ред.) – Чебоксары, 2019. Вып. 13. С. 77–80.

21. Ямбуров М. С. // V Международный симпозиум «Контроль и реабилитация окружающей среды». Материалы симпозиума, Томск, 2006 г. / редкол.: М. В. Кабанова, А. А. Тихомирова. Томск, 2006. С. 86–88.

22. Полякова О. И., Жук Е. А., Горошкевич С. Н // Лесной вестник. 2020. Т. 24, № 3. С. 74–80.

23. Кондратов Е. В., Торчик В. И. // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. 2016. Т. 64, № 1. С. 28–31.

24. Лесной фонд. Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mlh.gov.by/ru/forestry/resources.html> – Дата доступа: 5.12.2016.

Е. В. КОНДРАТОВ, В. И. ТОРЧИК

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПОНТАННЫХ СОМАТИЧЕСКИХ МУТАЦИЙ У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА *PINACEAE* LINDL. ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДЕКОРАТИВНЫХ САДОВЫХ ФОРМ

Резюме

В статье приводятся сведения о распространении, расположении в кроне, сортах и кандиатах в сорта декоративных растений некоторых видов семейства *Pinaceae* Lindl., полученных на основе спонтанных соматических мутаций «ведьмина метла». Исследования показали, что мутации чаще встречаются на одиноко стоящих деревьях, в аллейных посадках, а также в придорожных насаждениях с высокой интенсивностью движения автотранспорта. При этом в большинстве случаев они располагаются в верхней части кроны. Причем эта тенденция, по-видимому, в большей степени обусловлена видовыми особенностями древесных растений, чем условиями освещенности. Генеративная функция «ВМ» у большинства видов зависит от плотности кроны и степени нарушения апикального доминирования. Так, плотность «ВМ» различных видов пихт, а также сосны обыкновенной напрямую зависит от степени нарушения апикального доминирования. При этом мужское цветение «ВМ»

пихт не редуцируется при максимальной степени апикального доминирования, а наличие семенования и качество семян снижается по мере увеличения этого нарушения. У сосны обыкновенной по мере увеличения степени апикального доминирования редуцируются оба показателя.

Y. V. KANDRATAU, V. I. TORCHIK
**USING OF SPONTANEOUS SOMATIC MUTATIONS ON *PINACEAE* LINDL.
FAMILY REPRESENTATIVES DECORATIVE GARDEN FORMS**

Summary

The article provides information on the distribution, location in the crown, varieties and candidates for ornamental plant varieties of some species of the *Pinaceae* Lindl. family, obtained on the basis of «witch's brooms» – spontaneous somatic mutations. Studies have shown that mutations are more common in lonely trees, in alley plantings, as well as in roadside plantations with high traffic volumes. Moreover, in most cases, they are located in the upper part of the crown. This tendency, apparently, is more due to the specific characteristics of woody plants than the conditions of illumination. The generative function of «witch's brooms» in most species depends on the density of the crown and the degree of impairment of apical dominance. Thus, the density of «witch's brooms» of various types of fir, as well as Scots pine, directly depends on the degree of disturbance of apical dominance. At the same time, the male flowering «witch's brooms» of fir is not reduced at the maximum degree of apical dominance, and the presence of seed production and the quality of seeds decreases as this disturbance increases. In Scots pine, as the degree of apical dominance increases, both indicators decrease.

Поступила в редакцию 07.12.2020 г.