

DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2020.3.10
УДК 630.1

Изучение особенностей репродукции форм березы повислой по типу коры в условиях северной подзоны тайги

А.В. Волова

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, аспирант,
Архангельск, Российская Федерация,
lenikaEmerald@yandex.ru

Е.Н. Наквасина

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
Архангельск, Российская Федерация,
e.nakvasina@narfu.ru

Н.А. Прожерина

Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики
имени академика Н.П. Лаверова УрО РАН, кандидат биологических наук,
Архангельск, Российская Федерация,
pronad1@yandex.ru

Статья посвящена сравнению биометрических показателей генеративной сферы и качества семенного материала у форм березы повислой с разными типами трещиноватости коры (гладкокорая, ромбовидно-трещиноватая, грубокорая). Исследования проводили в течение трех лет в северной подзоне тайги. Выявлены и статистически обоснованы различия между выделенными формами.

Ключевые слова: береза повислая, типы коры, изменчивость, генеративная сфера, достоверность различий

Для ссылок: DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2020.3.10.

Волова, А.В. Изучение особенностей репродукции форм березы повислой по типу коры в условиях северной подзоны тайги / А.В. Волова, Е.Н. Наквасина Н.А. Прожерина. – DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2020.3.10. – Текст : электронный // Лесохозяйственная информация : электрон. сетевой журн. – 2020. – № 3. – С. 111–122.
URL: <http://lhi.vniilm.ru/>

Береза является породой-пионером в лесовосстановлении и произрастает в разнообразных климатических зонах России. Березовые насаждения во многих регионах страны вызывают повышенный интерес в связи с высоким спросом на древесину.

Береза повислая (*Betula pendula* Roth.) относится к быстрорастущим породам и характеризуется значительным полиморфизмом, который пока недостаточно изучен [1, 2]. У березы повислой одним из формообразующих признаков является высота поднятия корки по стволу. В ходе исследований полиморфизма березы по типу коры, начатых М.Е. Ткаченко в 1943 г., учеными изучено и выделено от 3 до 12 различных форм. Нами изучены 3 формы, выделенные А.С. Яблоковым [3] и используемые другими исследователями [4–10]: гладкокорая (кора гладкая, неглубокие продольные трещины имеются до высоты 0,4–0,6 м); ромбовидно-трещиноватая (грубая кора с глубокими трещинами в виде ромбов темного цвета поднимается до 1,5–2 м, затем начинает преобладать беловато-серая с ромбовидными трещинами буроватого цвета продольного направления); грубокорая (в комлевой части имеется груботрещиноватая толстая корка, которая поднимается по стволу от 2 до 8 м). Именно эти формы, согласно А.С. Яблокову [3], отражают связь типа коры с продуктивностью и качеством древесины. Учитывая наследуемость признаков [1, 11, 12], в перспективе возможен селекционный отбор и размножение березы отдельных форм с целью направленного выращивания древостоев повышенной продуктивности и качества древесины, обладающих быстрым ростом и устойчивостью к неблагоприятным факторам среды [13, 14].

На Европейском Севере России изучение биолого-экологических особенностей березы, в связи с возрастающей потребностью в древесине, в настоящее время относится к числу приоритетных задач лесного хозяйства [15, 16].

Цель исследования – сравнение биометрических показателей генеративной сферы и качества семенного материала березы различных форм по типу трещиноватости коры.

Объекты и методика исследования

Исследования проводили в условиях северной подзоны тайги (Архангельск) в течение 3-х лет (2017–2019 гг.). В аллейных посадках березы повислой по описаниям А.С. Яблокова [3] были отобраны и замаркированы по 20 деревьев близкого возраста (VI–VII классы возраста) каждой формы, выделенной по типу трещиноватости коры – гладкокорой, ромбовидно-трещиноватой и грубокорой.

При изучении репродуктивной сферы морфотипов березы внимание уделяли параметрам женских сережек, семян и орешков. В конце лета (август), после достижения семенами физиологической зрелости (пожелтение стержня сережек), на высоте 2,0–2,5 м с западной стороны пронумерованных деревьев собрали по 100 шт. сережек каждой формы и измерили их длину и ширину. Затем сережки просушили в хорошо проветриваемом помещении в течение 2–3 сут и уложили в деревянные ящики, застеленные бумагой, оставляя на хранение при температуре 0–5 °С. Зимой семена очищали вручную и измеряли длину и ширину орешков и семян [5, 17, 18] с помощью микроскопа МБС-9 с 2-кратным увеличением (с точностью $\pm 0,1$ мм). Полученные данные обрабатывали методами вариационной статистики [19] и рассчитывали средние значения, коэффициент изменчивости, стандартную ошибку среднего значения. Для сравнения пар признаков между формами использовали критерий Стьюдента.

Массу 1 000 семян у разных форм березы определяли в соответствии с ГОСТ 13056.4–67 [20], всхожесть семян – по ГОСТ 13056.6–97 [21]. Пробы для проращивания отбирали произвольно из общей массы собранных семян. Проращивание семян осуществляли в чашках Петри по 50 шт. для каждой формы березы в 3-кратной повторности. Определяли техническую и абсолютную всхожесть, энергию прорастания.

Анализ результатов осуществляли как по отдельным годам, так и по средним значениям за 3 года, так как температурный режим по месяцам

вегетационного периода в ходе исследований значительно отличался (табл. 1).

Таблица 1. Среднемесячные температуры, °С, по месяцам вегетационного периода

Год	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август
2017	-1	3	9,7	17,7	15,5
2018	0,9	9,3	12,1	19,4	15,3
2019	1,7	8,4	13,3	13,5	11,4

Результаты и обсуждение

При исследовании генеративной сферы следует обратить внимание на женские сережки березы повислой, поскольку именно в них формируются семена, необходимые для получения посадочного материала. Длина сережек варьирует по годам и формам березы от 2,35 до 3,95 см, а изменчивость этого показателя – от 7,24 до 18,87 % (табл. 2). Средние данные за 3 года показывают, что максимальная изменчивость отмечается у ромбовидно-трещиноватой формы (14,72 %), гладкокорая и грубокорая формы имеют близкие значения изменчивости (11,00 и 10,22 % соответственно). При оценке существенности различий по длине сережек у разных форм установлено, что 2 года из 3-х гладкокорая форма значимо отличалась от ромбовидно-трещиноватой и грубокорой. Различия между ромбовидно-трещиноватой и грубокорой формами были достоверны только один год. Согласно средним данным за 3 года, по длине плодущих сережек гладкокорая форма березы резко отличается от других форм.

Толщина сережек по годам колеблется от 5,2 до 8,1 мм, а изменчивость – от 10,1 до 17,7 %. Средние значения изменчивости по толщине сережек между формами близки, но гладкокорая форма отличается наименьшей изменчивостью. По данному показателю достоверность различий между гладкокорой и грубокорой формами подтверждается 3 года, между ромбовидно-трещиноватой и грубокорой – 2 года из 3-х, а между гладкокорой и трещиноватой формами – только один год. Таким образом, по этому показателю четко

различаются гладкокорая и грубокорая формы березы повислой, а ромбовидно-трещиноватая близка к гладкокорой, как ее промежуточная форма.

По показателю отношения длины к толщине сережки ромбовидно-трещиноватая форма в течение 2-х лет из 3-х достоверно отличалась от гладкокорой и грубокорой. Различия между гладкокорой и грубокорой формами достоверны только в 2018 г. По средним значениям за 3 года различия между всеми формами значимы, что свидетельствует о существовании генетически закрепленных особенностей между формами березы по показателям сформированности плодущих сережек.

Различия биометрических показателей орешков разных форм березы по годам составляли от 3 до 22 %. При этом для грубокорой формы характерна наибольшая изменчивость, для гладкокорой формы – наименьшая, а ромбовидно-трещиноватая форма занимает промежуточное положение. По длине орешка различия достоверны в течение 3-х лет между гладкокорой и грубокорой формами, а также у ромбовидно-трещиноватой формы в течение 2-х лет с грубокорой формой и один год с гладкокорой. По средним данным различия достоверны между всеми парами форм.

Ширина орешка за 3 года репродукции чаще всего была максимальной у гладкокорой березы, при этом разница с другими формами составляла 6–10 %. В холодный вегетационный период 2019 г. различия по ширине орешка у разных форм не превышали 4 %. Согласно средним данным, наибольшая разница в ширине орешка приходится на пару гладкокорая – грубокорая формы (3,4 %), а наименьшая наблюдается между гладкокорой и ромбовидно-трещиноватой формами (0,85 %). В целом по ширине орешка различия между ромбовидно-трещиноватой и грубокорой формой не были достоверными. Различия подтвердились только между гладкокорой и грубокорой формами, как в отдельные годы, так и по средним данным за 3 года.

Размеры семян варьировали по годам и между формами. За 3 года наблюдений чаще

Таблица 2. Сравнение статистических показателей размеров сережек и семян за 3 года исследований

Показатель	Год	$\bar{X} \pm m_x$			$C_v, \%$			Достоверность различий		
		Гл	Рт	Гр	Гл	Рт	Гр	Гл-Рт	Гл-Гр	Рт-Гр
Длина сережки, см	2017	3,16±0,03	3,20±0,03	3,04±0,03	10,75	9,45	10,34	0,858	2,527	3,575
	2018	2,35±0,03	2,52±0,03	2,55±0,03	15,02	15,84	12,19	4,007	4,714	0,707
	2019	3,95±0,02	3,27±0,05	3,40±0,02	7,24	18,87	8,13	12,627	19,445	2,414
	Среднее	3,15±0,03	3,00±0,04	3,00±0,03	11,00	14,72	10,22	5,831	8,895	2,232
Толщина сережки, см	2017	0,63±0,01	0,59±0,01	0,58±0,01	11,91	10,10	12,03	3,505	4,959	1,853
	2018	0,61±0,01	0,61±0,01	0,81±0,01	10,92	11,36	10,28	0,000	14,142	14,142
	2019	0,57±0,01	0,57±0,01	0,52±0,01	15,35	17,71	16,17	0,000	3,536	3,536
	Среднее	0,60±0,01	0,59±0,01	0,64±0,01	12,73	13,06	12,83	1,168	7,546	6,510
Отношение длины к толщине сережки	2017	5,08±0,07	5,42±0,06	5,32±0,06	13,18	11,28	11,93	3,726	2,573	1,139
	2018	3,92±0,06	4,21±0,08	3,17±0,04	19,23	21,71	14,60	2,900	10,401	11,62
	2019	7,11±0,12	5,99±0,13	6,76±0,09	21,01	26,35	16,99	6,331	2,333	4,870
	Среднее	5,37±0,08	5,21±0,09	5,08±0,06	17,81	19,78	14,51	4,319	5,102	5,876
Длина орешка, мм	2017	1,80±0,03	1,77±0,03	2,04±0,06	12,17	10,30	22,32	0,707	3,578	4,025
	2018	2,64±0,05	2,07±0,04	2,23±0,05	11,89	13,88	16,29	9,478	6,087	2,445
	2019	1,86±0,04	1,80±0,05	2,04±0,04	14,91	17,89	12,50	1,008	3,391	4,165
	Среднее	2,10±0,04	1,88±0,04	2,10±0,05	12,99	14,02	17,04	3,731	4,352	3,545
Ширина орешка, мм	2017	0,82±0,02	0,90±0,02	0,92±0,02	12,71	13,71	12,42	3,200	4,000	0,707
	2018	1,42±0,02	1,33±0,02	1,27±0,03	10,36	10,66	16,09	3,103	4,189	1,703
	2019	1,29±0,04	1,28±0,04	1,24±0,04	22,93	22,03	20,44	0,172	0,904	0,743
	Среднее	1,18±0,03	1,17±0,03	1,14±0,03	15,33	15,47	16,32	2,158	3,031	1,051
Длина семянки, мм	2017	2,67±0,06	2,31±0,03	2,35±0,06	14,87	10,64	17,55	5,667	3,899	0,596
	2018	3,75±0,06	2,95±0,06	3,40±0,06	11,72	13,67	13,10	9,499	3,959	5,297
	2019	2,53±0,05	2,77±0,03	2,89±0,03	12,51	8,22	6,57	4,346	6,859	2,866
	Среднее	2,98±0,06	2,68±0,04	2,88±0,05	13,03	10,84	12,41	6,504	4,906	2,919
Ширина семянки, мм	2017	3,52±0,06	2,71±0,03	2,94±0,06	11,23	7,70	14,53	12,750	7,067	3,429
	2018	5,33±0,09	4,06±0,07	4,59±0,07	11,30	12,77	10,90	11,335	6,682	5,205
	2019	3,51±0,06	3,49±0,06	3,50±0,06	11,76	12,35	12,15	0,238	0,119	0,117
	Среднее	4,12±0,07	3,42±0,05	3,68±0,06	11,43	10,94	12,53	8,108	4,623	2,917
Отношение ширины орешка к его длине	2017	0,46±0,01	0,51±0,01	0,47±0,01	13,66	14,54	23,46	3,717	0,456	1,789
	2018	0,55±0,01	0,65±0,01	0,58±0,02	15,44	14,68	21,83	5,423	1,387	3,069
	2019	0,70±0,02	0,73±0,03	0,62±0,02	22,52	27,95	22,43	0,824	2,691	3,123
	Среднее	0,57±0,01	0,63±0,02	0,56±0,02	17,21	19,06	22,57	3,321	1,511	2,660
Отношение ширины орешка к ширине семянки	2017	0,23±0,01	0,33±0,01	0,32±0,01	12,68	14,70	14,96	9,285	8,356	0,710
	2018	1,43±0,03	1,40±0,03	1,37±0,03	12,35	17,12	13,02	0,711	1,697	0,710
	2019	1,41±0,04	1,28±0,03	1,21±0,02	19,02	16,94	10,63	2,651	4,757	1,950
	Среднее	1,02±0,03	1,00±0,02	0,97±0,02	14,68	16,25	12,87	4,216	4,937	1,123

Примечание: Гл – гладкокорая форма березы, Рт – ромбовидно-трещиноватая форма, Гр – грубокорая форма, \bar{X} – среднее значение; m_x – стандартная ошибка среднего значения; C_v – коэффициент изменчивости (%); t_{st} – стандартное значение по Стьюденту, $t_{005} = 2$; полужирным выделены значимые достоверности различия показателей между формами.

всего наибольшие размеры семян отмечались у гладкокорой формы березы: они превышали аналогичный показатель у других форм на 12–24 %. По средним данным, наименьшая разница по длине семянки отмечается между гладкокорой и грубокорой формами (3,36 %), а максимальная – между гладкокорой и ромбовидно-трещиноватой (10,07 %), по ширине семянки наибольшая разница установлена между гладкокорой и ромбовидно-трещиноватой формами (17,0 %), а наименьшая – между ромбовидно-трещиноватой и грубокорой (7,6 %).

По двум показателям – длина и ширина семянки – между ромбовидно-трещиноватой и грубокорой формами различия доказаны не были, хотя они очень близки к стандартному значению по Стьюденту. Возможно, в данном случае повлияли негативные условия вызревания семян в холодный вегетационный период 2019 г., что привело к невыполненности семян и отсутствию различий по их размерам. В то же время по средним значениям за 3 года различия гладкокорой формы с ромбовидно-трещиноватой и грубокорой формами доказаны.

По отношению ширины орешка к его длине и отношению ширины орешка к ширине семянки различия между ромбовидно-трещиноватой и грубокорой формой не установлены, но они подтверждены между гладкокорой и ромбовидно-трещиноватой формами. Различия доказаны также между гладкокорой и грубокорой формами по отношению ширины орешка к ширине семянки.

Сравнивая все формы по изученным генеративным признакам, можно отметить, что в большинстве случаев (6 из 9) наибольшие размеры сучков и семян характерны для гладкокорой формы.

По результатам двухфакторного дисперсионного анализа (табл. 3) можно сделать вывод о достоверно значимом влиянии на размеры семян и сучков березы как года исследования, так и ее формы по трещиноватости коры. Уровень значимости критерия Фишера (P) для большинства рассмотренных показателей не превышал 0,001. Совместное влияние двух факторов также было достоверно практически для всех изученных

показателей репродуктивной сферы березы, кроме размеров орешка: длины и ширины. Размер семян в большей степени определяется условиями их формирования.

Таблица 3. Уровень значимости влияния года исследования и формы коры на размеры сучков и семян березы

Показатель	Год	Форма	Год×Форма
Длина сучка	0,001	0,001	0,001
Толщина сучка	0,001	0,001	0,001
Отношение длины к толщине сучка	0,001	0,001	0,001
Длина орешка	0,001	0,001	0,743
Ширина орешка	0,001	0,051	0,059
Длина семянки	0,001	0,001	0,001
Ширина семянки	0,001	0,001	0,001
Отношение ширины орешка к его длине	0,001	0,001	0,045
Отношение ширины орешка к ширине семянки	0,001	0,002	0,001

В связи с возможностью отбора и использования семян для повышения продуктивности и устойчивости насаждений в лесовосстановлении, возникает вопрос об их качестве.

По средним данным за 3 года наблюдений (табл. 4), ромбовидно-трещиноватая форма имеет наименьшую массу 1 000 семян – 0,218 г, это на 11,4 и 13,8 % меньше, чем у гладкокорой и грубокорой формы соответственно. Гладкокорая и грубокорая форма характеризуются близкими значениями показателя (0,246 и 0,248 г соответственно). Если проанализировать ситуацию по годам, то можно отметить значительные колебания их массы по формам. Так, в 2017 г. самые легкие семена были отмечены у гладкокорой формы (0,094 г), а самые тяжелые – у грубокорой (0,209 г), т.е. различия более чем в 2 раза. В 2018 и 2019 г., наоборот, самые тяжелые семена (0,336 и 0,308 г соответственно) были характерны для гладкокорой формы; их масса больше, чем у грубокорой формы, на 23,8 и 9,74 %. У ромбовидно-трещиноватой формы в 2018 и 2019 г. наблюдались самые низкие значения массы 1 000 семян (0,211 и 0,276 г). По этому

Таблица 4. Качество семян у форм березы повислой

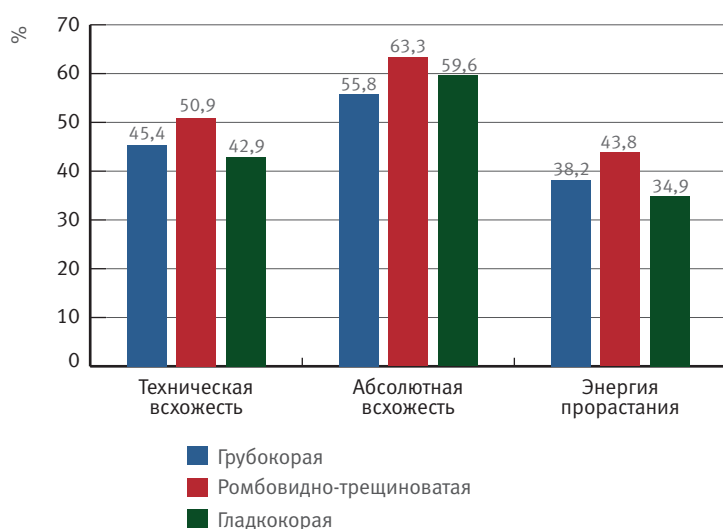
ФОРМА БЕРЕЗЫ	Год	ТЕХНИЧЕСКАЯ ВСХОЖЕСТЬ, %	АБСОЛЮТНАЯ ВСХОЖЕСТЬ, %	ЭНЕРГИЯ ПРОРАСТАНИЯ, %	МАССА 1 000 СЕМЯН, г
Гл	2017	12,7	28,4	12,0	0,094
	2018	70,7	79,7	63,3	0,336
	2019	52,7	59,4	39,3	0,308
	Среднее	45,4	55,8	38,2	0,246
Рт	2017	43,3	52,2	42,0	0,167
	2018	55,3	71,3	46,7	0,211
	2019	54,0	66,3	42,7	0,276
	Среднее	50,9	63,3	43,8	0,218
Гр	2017	40,0	54,5	40,0	0,209
	2018	44,0	68,3	38,7	0,256
	2019	44,7	56,1	26,0	0,278
	Среднее	42,9	59,6	34,9	0,248

показателю она отличалась от гладкокорой формы на 37,2 и 10,4 %, а от грубокорой формы – на 21,3 и 0,72 % соответственно. Это свидетельствует о том, что различия по массе семян в большей степени определяются условиями их вызревания, чем генетическими особенностями форм породы.

Обзор литературы показал, что при оптимальных условиях хранения к весне следующего года всхожесть семян березы составляет от 16 до 23 %, а в лучшем случае – 36 % [2]. В ходе наших исследований минимальная техническая всхожесть при проращивании в зимний период была отмечена у гладкокорой формы только в 2017 г.

– 12,7 %, в остальных случаях всхожесть семян разных форм березы составила от 40,0 до 70,7 % (см. табл. 4). По годам техническая всхожесть наиболее варьировала у гладкокорой формы березы (12,7–70,7 %). У ромбовидно-трещиноватой и грубокорой форм этот показатель колебался меньше: от 40,0 до 55,3 %. Аналогичные закономерности отмечены для абсолютной всхожести и энергии прорастания семян.

По средним данным за 3 года (рисунок) можно отметить, что для ромбовидно-трещиноватой формы характерны наибольшие значения по всем трем показателям: ее техническая всхожесть (50,9 %) на 12,1 и 15,7 % выше, чем у гладкокорой и грубокорой формой соответственно; абсолютная всхожесть (63,3 %) – на 13,4 % больше, чем у гладкокорой; энергия прорастания (43,8 %) – на 20,3 % выше, чем у грубокорой формы. Гладкокорая форма занимает промежуточное положение по технической всхожести (45,4 %) и энергии прорастания (38,2 %), но характеризуется самой низкой абсолютной всхожестью (55,8 %), значение которой на 14,7 % меньше, чем у ромбовидно-трещиноватой. Грубокорая форма занимает промежуточное положение по абсолютной всхожести (59,6 %) и отличается от гладкокорой и ромбовидно-трещиноватой формы на 6,8 и 5,9 % соответственно. Самые низкие значения технической всхожести (42,9 %) и энергии прорастания



Средние показатели проращивания семян за 3 года исследований у выделенных форм березы повислой

(34,9 %) отмечены у грубокорой формы: на 5,5 и 8,6 % меньше, чем у гладкокорой.

Оценка сходства и различия по репродуктивным показателям различных форм березы за 3 года наблюдений показала более высокую значимость различий, чем по показателям вегетационной сферы. Если по параметрам листьев и побегов доля схожести изученных пар признаков различных форм, выделенных по типу трещиноватости коры, составляла 53 % [22], что соответствовало полученным ранее результатам С.П. Данченко и Е.В. Кабановой [6], то по репродуктивной сфере доказанность различий между парами признаков составляет 61,7 % по данным за отдельные годы, 66,7 % по средним значениям за 3 года. При этом наибольшая доля доказанных различий установлена между гладкокорой и грубокорой формами березы (40,9 и 44,4 % соответственно по годам и средним данным). Наименьшая доля доказанных различий приходится на ромбовидно-трещиноватую и грубокорую формы березы повислой (27,3 и 16,7 % соответственно), что говорит об их большем сходстве по показателям развития репродуктивной сферы. Между ромбовидно-трещиноватой и гладкокорой формами существенность различий признаков доказана в 31,8 и 38,9 % сравнений соответственно. Таким образом, ромбовидно-трещиноватая и грубокорая формы по репродуктивной сфере ближе друг к другу, чем ромбовидно-трещиноватая и гладкокорая. Ромбовидно-трещиноватая форма березы по структуре белкового комплекса не выделяется и считается промежуточной формой [23].

Выводы

Изучение морфометрических показателей генеративной сферы березы повислой в пределах форм, выделенных по типу трещиноватости коры

(гладкокорая, ромбовидно-трещиноватая и грубокорая), показало следующее. В северной подзоне тайги почти в 70 % доказанных статистически различий между формами по размерам сережек, орешков и семян проявляются генетически закрепленные особенности. Однако следует учитывать, что на генетическую составляющую наследственного контроля генеративной сферы морфотипов березы накладываются погодные условия в период формирования сережек, роста и развития семян.

В то же время сравнительные исследования показали, что по размеру сережек и семян существуют достаточно четкие различия между гладкокорой и грубокорой формами березы повислой. В большинстве случаев именно гладкокорая форма березы имеет преимущества по размеру генеративных органов (сережки, семена). Ромбовидно-трещиноватая форма занимает промежуточное положение, однако по особенностям формирования генеративных признаков находится ближе к грубокорой форме березы, чем к гладкокорой.

Качество и размеры семян у разных форм березы в большей степени определяются погодными условиями года формирования, чем генетическими особенностями морфотипов. В дальнейшем представляет интерес проверка передачи наследственных свойств морфотипов в семенном потомстве. Первые опыты по посеву семян различных форм по типу трещиноватости коры березы в северном регионе были заложены в дендрарии Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Определение наследуемости признаков морфотипов березы по типу трещиноватости коры позволит ответить на вопрос о доле генетической составляющей в потомстве и возможности селекционного отбора по маркерным признакам.

*Исследование Н.А. Прожеринной выполнено
в рамках государственного задания
ФИЦКИА РАН (проект № 0409-2019-0039).*

Список использованных источников

1. Попов, В.К. Изучение межсемейной изменчивости полусибового потомства березы повислой / В.К. Попов, Е.В. Филоненко // Повышение продуктивности устойчивости и защитной роли лесных экосистем : сб. науч. тр. – Воронеж, 1990. – С. 31–35.
2. Пентелькина, Н.В. Выращивание семян березы повислой с использованием регуляторов роста / Н.В. Пентелькина, Г.И. Иванюшева // Актуальные проблемы лесного комплекса. – Брянск : БГИТА, 2012. – Вып.31. – С. 193–197.
3. Яблоков, А.С. Селекция древесных пород / А.С. Яблоков. – М. : Сельхозиздат, 1962. – 487 с.
4. Козьмин, А.В. Селекция хозяйственно-ценных форм березы / А.В. Козьмин // Лесная генетика и селекция на рубеже тысячелетий : матер. науч.-практ. конф. (Воронеж, 26–29 июня, 2001). – Воронеж : НИИЛГИС, 2002. – С. 81–88.
5. Коновалов, В.Ф. Селекция и разведение березы повислой на Южном Урале: монография / В.Ф. Коновалов. – М. : МГУЛ, 2002. – 299 с.
6. Данченко, А.М. Возрастная динамика наследуемости и изменчивости признаков материнских деревьев березы и их потомков / А.М. Данченко, С.А. Кабанова // Лесной вестник. – 2000. – № 3. – С. 132–153.
7. Кудряшов, П.В. Березняки в различных лесорастительных условиях / П.В. Кудряшов // Лесной вестник. – 2007. – № 7. – С. 71–73.
8. Погиба, С.П. Гибридологический анализ сибсов березы повислой по коре / С.П. Погиба, Е.В. Казанцева // Лесной вестник. – 2014. – № 4. – С. 6–12.
9. Галеев, Э.И. Березняки Южного Урала (на примере березы повислой) : автореф. дисс. ... канд. с.-х наук: 06.03.03 / Э.И. Галеев. – Екатеринбург, 2000. – 23 с.
10. Попов, В.К. Селекционное значение индивидуальной и географической изменчивости березы повислой в лесостепи центрального черноземного района / В.К. Попов // Разработка основ систем селекции древесных пород: тез. докл. совещ. (Рига, 22–25 сентября, 1981). – Ч. 1. – Рига, 1981. – С. 34–37.
11. Клещева, Е.В. Генетическая изменчивость березы повислой по формам трещиноватости коры на основе качественной характеристики белков / Е.В. Клещева // Вестник ВГУ, сер.: Химия. Биология. Фармация. – 2006. – № 2. – С. 136–140.
12. Кабанова, С.А. Оценка комбинационной способности родителей при внутривидовых контролируемых скрещиваниях березы повислой / С.А. Кабанова, А.М. Данченко, М.А. Данченко // Лесное хозяйство и зеленое строительство в Западной Сибири : матер. 7 междунар. науч. интернет-конф. (январь, 2015). – Томск : ИД ТГУ, 2015. – С. 68–78.
13. Стольников, А.С. Современное состояние и перспективы развития лесного семеноводства в России [Электронный ресурс] / А.С. Стольников, А.П. Иозус, С.Н. Крючков // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 6. – Режим доступа: URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=5122> (дата обращения: 16.08.2020).
14. Царев, А.П. Перспективные направления селекции и репродукции лесных древесных растений / А.П. Царев, Н.В. Лаур // Лесной журнал. – 2013. – № 2. – С.36–43.
15. Чупров, Н.П. Березняки Европейского Севера России / Н.П. Чупров. – Архангельск : СевНИИЛХ, 2008. – 386 с.
16. Феклистов, П.А. Морфолого-физиологические и экологические особенности березы повислой (*Betula pendula* Roth.) в таежной зоне : моногр. / П.А. Феклистов, И.Б. Амосова // САФУ им. М.В. Ломоносова. – Архангельск : ИПЦ САФУ, 2013. – 214 с.
17. Ветчинникова, Л.В. Береза: вопросы изменчивости (морфо-физиологические и биохимические аспекты) / Л.В. Ветчинникова. – М. : Наука, 2004. – 183 с.

18. Влияние самоопыления на качество семян и рост потомства у некоторых видов березы / Ю.Н. Исаков, Л.А. Миленная, В.В. Иевлев, И.Ю. Исаков // Генетические и экологические основы повышения продуктивности лесов: сб. науч. тр. – Воронеж : НИИЛГиС, 1993. – С. 23–30.
19. Гусев, И.И. Моделирование экосистем: учеб. пособ. / И.И. Гусев. – Архангельск : изд-во АГТУ, 2002. – 112 с.
20. ГОСТ 13056.4–67. Семена деревьев и кустарников. Методы определения массы 1000 семян. – М., 1968. – С. 60–62.
21. ГОСТ 13056.6–97. Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести. – М., 1998. – 31 с.
22. Наквасина, Е.Н. Сравнение форм березы повислой (*Betula pendula* Roth.) с разными типами коры по вегетативным и генеративным признакам / Е.Н. Наквасина, А.В. Некрасова, Н.А. Прожерина // Лесной вестник. – 2019. – Т. 23. – № 1. – С. 28–36.
23. Клещева, Е.В. Индивидуальная изменчивость березы повислой по формам трещиноватости коры в ЦЧО: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01 / Елена Васильевна Клещева. – Воронеж, 2007. – 18 с.

References

1. Popov, V.K. Izuchenie mezhsemejnoj izmenchivosti polusibovogo potomstva berezy povisloy / V.K. Popov, E.V. Filonenko // Povyshenie produktivnosti ustojchivosti i zashchitnoj roli lesnyh ekosistem : sb. nauch. tr. – Voronezh, 1990. – S. 31–35.
2. Pentel'kina, N.V. Vyrashchivanie seyancev berezy povisloy s ispol'zovaniem regulyatorov rosta / N.V. Pentel'kina, G.I. Ivanyusheva // Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa. – Bryansk : BGITA, 2012. – Vyp.31. – S. 193–197.
3. Yablokov, A.S. Selekcija drevesnyh porod / A.S. Yablokov. – M. : Sel'hozizdat, 1962. – 487 s.
4. Koz'min, A.V. Selekcija hozyajstvenno cennyh form berezy / A.V. Kozmin // Lesnaya genetika i selekcija na rubezhe tysyacheletij : mater. nauch.-prakt. konf. (Voronezh, 26–29 iyunya, 2001). – Voronezh : NIILGiS, 2002. – S. 81–88.
5. Konovalov, V.F. Selekcija i razvedenie berezy povisloy na Yuzhnom Urale: monografiya / V.F. Konovalov. – M. : MGUL, 2002. – 299 s.
6. Danchenko, A.M. Vozrastnaya dinamika nasleduemosti i izmenchivosti priznakov materinskih derev'ev berezy i ih potomkov / A.M. Danchenko, S.A. Kabanova // Lesnoj vestnik. – 2000. – № 3. – S. 132–153.
7. Kudryashov, P.V. Bereznyaki v razlichnyh lesorastitel'nyh usloviyah / P.V. Kudryashov // Lesnoj vestnik. – 2007. – № 7. – S. 71–73.
8. Pogiba, S.P. Gibrilologicheskij analiz sibsov berezy povisloy po kore / S.P. Pogiba, E.V. Kazanceva // Lesnoj vestnik. – 2014. – № 4. – S. 6–12.
9. Galeev, E.I. Bereznyaki Yuzhnogo Urala (na primere berezy povisloy) : avtoref. diss. ... kand. s.-h nauk: 06.03.03 / E.I. Galeev. – Ekaterinburg, 2000. – 23 s.
10. Popov, V.K. Selekcionnoe znachenie individual'noj i geograficheskoj izmenchivosti berezy povisloy v lesostepi central'nogo chernozemnogo rajona / V.K. Popov // Razrabotka osnov sistem selekcii drevesnyh porod: tez. dokl. soveshch. (Riga, 22–25 sentyabrya, 1981). – Ch. 1. – Riga, 1981. – S. 34–37.
11. Kleshcheva, E.V. Geneticheskaya izmenchivost' berezy povisloy po formam treshchinovatosti kory na osnove kachestvennoj karakteristiki belkov / E.V. Kleshcheva // Vestnik VGU, ser.: Himiya. Biologiya. Farmaciya. – 2006. – № 2. – S. 136–140.
12. Kabanova, S.A. Ocenka kombinacionnoj sposobnosti roditelej pri vnutrividovyh kontroliruemym skreshchivaniyah berezy povisloy / S.A. Kabanova, A.M. Danchenko, M.A. Danchenko // Lesnoe hozyajstvo i zelenoe stroitel'stvo v Zapadnoj Sibiri : mater. 7 mezhdunar. nauch. internet-konf. (yanvar', 2015). – Tomsk : ID TGU, 2015. – S. 68–78.

13. Stol'nov, A.S. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya lesnogo semenovodstva v Rossii [Elektronnyj resurs] / A.S. Stol'nov, A.P. Iozus, S.N. Kryuchkov // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. – 2011. – № 6. – Rezhim dostupa: URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=5122> (data obrashcheniya: 16.08.2020).
14. Carev, A.P. Perspektivnye napravleniya selekcii i reprodukcii lesnyh drevesnyh rastenij / A.P. Carev, N.V. Laur // *Lesnoj zhurnal*. – 2013. – № 2. – S.36–43.
15. Chuprov, N.P. Bereznyaki Evropejskogo Severa Rossii / N.P. Chuprov. – Arhangel'sk : SevNILH, 2008. – 386 s.
16. Feklistov, P.A. Morfologo-fiziologicheskie i ekologicheskie osobennosti berezy povisloj (*Betula pendula* Roth.) v taezhnoj zone: monogr. / P.A. Feklistov, I.B. Amosova // SAFU im. M.V. Lomonosova. – Arhangel'sk : IPC SAFU, 2013. – 214 s.
17. Vetchinnikova, L.V. Bereza: voprosy izmenchivosti (morfo-fiziologicheskie i biohimicheskie aspekty) / L.V. Vetchinnikova. – M. : Nauka, 2004. – 183 s.
18. Vliyanie samoopyleniya na kachestvo semyan i rost potomstva u nekotoryh vidov berezy / Yu.N. Isakov, L.A. Milennaya, V.V. Ievlev, I.Yu. Isakov // *Geneticheskie i ekologicheskie osnovy povysheniya produktivnosti lesov: sb. nauch. tr.* – Voronezh : NILGiS, 1993. – S. 23–30.
19. Gusev, I.I. Modelirovanie ekosistem : ucheb. posob. / I.I. Gusev. – Arhangel'sk : izd-vo AGTU, 2002. – 112 s.
20. GOST 13056.4–67. Semena derev'ev i kustarnikov. Metody opredeleniya massy 1000 semyan. – M., 1968. – S. 60–62.
21. GOST 13056.6–97. Semena derev'ev i kustarnikov. Metod opredeleniya vskhozhesti. – M., 1998. – 31 s.
22. Nakvasina, E.N. Sravnenie form berezy povisloj (*Betula pendula* Roth.) s raznymi tipami kory po vegetativnym i generativnym priznakam / E.N. Nakvasina, A.V. Nekrasova, N.A. Prozherina // *Lesnoj vestnik*. – 2019. – T. 23. – № 1. – S. 28–36.
23. Kleshcheva, E.V. Individual'naya izmenchivost' berezy povisloj po formam treshchinovatosti kory v CChO: avtoref. diss. ... kand. s.-h. nauk: 06.03.01 / Elena Vasil'evna Kleshcheva. – Voronezh, 2007. – 18 s.

Study of Reproduction Features of Silver Birch Forms by Bark Type in the Conditions of the Northern Taiga Subzone

A. Volova

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov,
Graduate student, Arkhangelsk, Russian Federation,
lenikaEmerald@yandex.ru

E. Nakvasina

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov,
Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Arkhangelsk, Russian Federation,
e.nakvasina@narfu.ru

N. Prozherina

N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Candidate of Biological Sciences,
Arkhangelsk, Russian Federation,
pronad1@yandex.ru

Keywords: birch, forms of bark, variability, generative sphere, reliability of differences

The article compares the isolated forms of birch by the type of crust cracking according to the generative sphere and the quality of seed material for three years of observations in the conditions of the northern taiga sub-zone (Arkhangelsk). The essence of the problem is that at the moment, in the conditions of the northern subzone of the taiga, no research was carried out to study the form diversity of birch cough. At the same time, birch is becoming a breed increasingly of interest to foresters in terms of rapid production of quality wood [1, 2]. Knowledge of growth characteristics and generative indicators of breed morphotypes is necessary for the development of strategies to increase the productivity of plantations [3]. The main part describes the importance of birch and the necessity of its selection study, justifies the purpose of this work. The article provides statistical evidence of comparison of the size of earrings and seeds, differences in the quality of seed material and an analysis of the characteristics of the reproductive sphere of the different birch morph by the type of crust fracturing. The authors conclude that there are differences between the isolated forms of birch cough not only in the external data of the bark, but also in the indicators of the generative sphere (the size of earrings, seeds). The evidence between pairs of reproductive signs is 61.7% according to data for certain years of reproduction, 66.7% - according to average values for three years, which is higher than for vegetative signs (53%). The largest differences (40–44% of paired differences) in the size of earrings and seeds exist between the

smoothcore and rough forms of birch. The rhomboid-fractured shape occupies an intermediate position, but is closer to the rough shape of the birch. Generally, the size advantage of earrings and seeds has a smooth-edged birch shape. In the conditions of the sub-season of the northern taiga birch gives a crop of seeds with high germination (up to 70 %). Quality indices of seeds are not genetically related to forms of birch according to the type of crust cracking, and are determined by weather conditions during aging.

References

1. Popov, V.K. *Study of Interfamily Variability of Hemispheric Birch Progeny/ V.K. Popov, E.V. Filonenko // Increase of Productivity of Stability and Protective Role of Forest Ecosystems: sat. sci. tr. – Voronezh, 1990. – P. 31–35.*
2. Pentelkina, N.V. *Growth of birch seedlings with a growth regulator / N.V. Pentelkina, G.I. Ivanjusheva // Actual problems of the forestry complex. – Brjansk: BGITA, 2012. – № 31. – P. 193–197.*
3. Kleshcheva, E.V. *Genetic variability of birch by forms of crust fracturing based on qualitative characteristics of proteins / E.V. Kleshcheva // Bulletin VGU, series: Chemistry. Biology. Pharmacy. – 2006. – № 2. – P. 136–140.*