

УДК 630\*165.61

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2016.3.87

## ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ЕЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ ВНУТРИВИДОВОГО ПОЛИМОРФИЗМА

*Ю.И. Макаров, асп.*

Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина,  
ул. Шмидта, д. 2, с. Молочное, Вологодская область, Россия, 160555;  
e-mail: yuriy.makarov.1991@mail.ru

Исследования, проводимые на территории Вологодской области, в подзонах южной и средней тайги, в еловых насаждениях кисличных и черничных типов условий местопроизрастания, были направлены на изучение особенностей внутривидовой изменчивости ели европейской (*Picea abies*), которая сформировалась на вырубках прошлых лет, а также на оценку их производительности и выявление наиболее перспективных для выращивания внутривидовых форм. Сбор материала и закладка пробных площадей выполнены с учетом требований ГОСТ 16128–70, ОСТ 56–69–83 и методических указаний В.Н. Сукачева и С.В. Зонна в молодняках, средневозрастных, приспевающих и спелых древостоях. Характер строения коры определен на высоте груди, тип ветвления – по сучьям, растущим в средней части кроны. По характеру строения коры выявлено 4 формы ели: гладкокорая, чешуйчатокорая, пластинчатокорая, продольнотрещиноватокорая. С возрастом происходит перераспределение встречаемости форм за счет трансформации одной формы в другую. Более ярко трансформация прослеживается в средневозрастных насаждениях, где доленое участие гладкокорых особей сократилось: на 35 % – по числу стволов, на 27 % – по запасу. По типу ветвления выявлено наличие 3 форм ели: плоский, щетковидный и гребенчатый. Среди выделенных форм по производительности лидерами являются особи с гребенчатым и щетковидным типами ветвления. Все три типа ветвления имеют место у деревьев, различающихся по характеру строения коры. В молодняках преобладает гладкокорая форма с плоским типом ветвления (22%), в средневозрастных и приспевающих – чешуйчатокорая с гребенчатым типом ветвления (23 и 14% соответственно). Средний диаметр деревьев с продольнотрещиноватой корой больше, чем у других форм. По средним значениям высоты более высокие показатели имеют особи с пластинчатой и продольнотрещиноватой корой. В целом лидерами по всем показателям являются формы ели с продольнотрещиноватой и пластинчатой корой, гребенчатым и щетковидным типами ветвления. С учетом распределения по классам роста Крафта гладкокорая ель в большинстве своем сосредоточена в III классе; чешуйчатокорые и пластинчатокорые формы занимают господствующее положение, продольнотрещиноватокорая составляет доминирующий полог. Результаты проведенного исследования могут служить основой для выявления перспективных форм ели для дальнейшего выращивания и обоснования селективного метода отбора деревьев в рубку.

*Ключевые слова:* формовое разнообразие, тип ветвления, характер строения коры.

Ель в нашей стране занимает 16,4 % лесопокрытой площади и является второй после сосны важнейшей древесной породой. Ель отличается весьма широкой амплитудой внутривидовой изменчивости. Содержит много экотипов и целую серию морфологических форм. Различные ее формы обнаружены и описаны во всем естественном ареале, в парках, ботанических садах и др. местах [7–9].

У ели имеются географические и морфологические формы, различающиеся по характеру сучьев и ветвей, окраске молодых женских шишечек, форме чешуй, строению и окраске коры [1–6]. Многообразие форм используется и учитывается при назначении лесохозяйственных мероприятий по повышению продуктивности лесов [3, 10].

В вопросе лесоводственной оценки внутривидовых форм ели много неясного, одни признаки, принимаемые как достоверные, являются не столько наследственными, сколько показателями состояния дерева и лесорастительных условий, в которых оно произрастает. Дальнейшее изучение этого вопроса и расширение географии исследований позволит выявить и объективно оценить продуктивность древостоев, образованных теми или иными видами и формами, а также разработать рекомендации по повышению продуктивности лесов Севера [2, 3].

Объекты исследования расположены в подзонах южной и средней тайги, представлены еловыми насаждениями кисличных и черничных типов условий местопроизрастания со смешанным составом древостоя. Для лесоводственной оценки внутривидовой изменчивости ели европейской (рис. 1) в условиях Вологодской области заложены 15 пробных площадей (ПП), в том числе по одной ПП в молодняках и в средневозрастных, 7 ПП в приспевающих и 6 ПП в спелых древостоях.

Эти насаждения по своему происхождению относятся к лесам нарушенного происхождения, которые сформировались на вырубках прошлого века. Рассматриваемые ельники в составе древостоя имеют незначительную примесь других древесных пород (береза, осина, ольха). Производительность древостоев характеризуется I–III классами бонитета. Они имеют высокую полноту и запас стволовой древесины (до 400 м<sup>3</sup>). На исследуемых объектах по характеру строения коры зафиксировано 4 формы ели.

Встречаемость ели европейской (*Picea abies* (L) Karst) по характеру строения коры имеет показатели, размещенные в табл. 1. В молодняках доминирующее положение по количеству стволов занимает гладкокорая и чешуйчатокорая формы (50 и 41% соответственно). С возрастом доленое участие чешуйчатокорой ели в составе древостоя превосходит другие формы более чем в 2 раза.



Рис. 1. Формы ели по характеру строения коры

В средневозрастных, приспевающих и спелых насаждениях форма ели с чешуйчатой корой занимает уже доминирующее положение (соответственно 46, 40 и 41%). Одновременно с этим увеличивается долевое участие в составе древостоя как по числу стволов, так и по запасу стволовой древесины, пластинчатокорых и продольнотрещиноватокорых форм ели. При этом представительство гладкокорых форм с увеличением возраста сокращается до 19 % по числу стволов и до 18 % по запасу.

Таблица 1

## Формовое разнообразие ели на объектах исследования

Форма коры и тип ветвления	Количество деревьев ( <i>N</i> , %) и запас древесины ( <i>M</i> , %) по хозяйственным группам возраста							
	Молодняки		Средневозрастные		Приспевающие*		Спелые**	
	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>N</i>	<i>M</i>
Гладкокорая:	50	32	15	5	20±1,47	17±1,75	19±1,64	18±2,12
плоский	22	16	3	1	5±1,06	4±0,91	4±0,91	4±0,72
гребенчатый	14	5	6	1	9±1,52	8±1,41	7±1,82	7±0,98
щетковидный	14	11	6	3	6±1,05	5±0,78	8±0,78	7±0,87
Чешуйчатокорая:	41	55	46	51	40±2,33	40±2,31	41±2,43	40±2,02
плоский	17	21	3	4	13±2,37	13±1,85	10±1,35	9±1,25
гребенчатый	10	16	23	26	14±1,94	15±1,73	11±1,44	12±1,78
щетковидный	14	18	20	21	13±1,91	12±2,01	20±1,53	19±1,44
Пластинчатокорая:	9	13	29	32	23±4,72	26±3,79	20±3,07	18±1,23
плоский	3	4	4	4	5±1,02	5±1,38	5±0,50	1±0,14
гребенчатый	3	6	20	26	9±1,62	9±1,36	8±1,36	8±0,93
щетковидный	3	3	5	2	9±2,07	12±1,93	7±0,93	9±0,79
Продольнотрещиноватокорая:	–	–	10	12	17±3,23	17±2,36	20±2,86	24±1,36
плоский	–	–	1	1	4±0,96	3±0,58	3±0,77	3±0,57
гребенчатый	–	–	5	7	6±1,91	7±1,62	8±1,05	10±1,11
щетковидный	–	–	4	4	7±0,65	7±1,48	9±0,88	11±0,68

\*Средние данные по семи ПП. \*\*Средние данные по шести ПП.

В ходе установления встречаемости форм по характеру строения коры в разрезе стадий онтогенеза древостоев выявлено следующее. С возрастом увеличивается представительство форм ели. В средневозрастных, приспевающих и спелых древостоях зафиксировано 4 формы, которые изменяют свое представительство. На наш взгляд, это происходит за счет перехода (трансформации) одной формы в другую. Так, гладкокорые ели с возрастом переходят в чешуйчатокорые, чешуйчатокорые – в пластинчатокорые, пластинчатокорые – в продольнотрещиноватокорые. Наиболее ярко это выражено в средневозрастных насаждениях. Здесь долевое участие гладкокорых особей сократилось на 35 % по числу стволов и на 27 % по запасу стволовой древесины.

По типу ветвления выявлено наличие 3 форм ели (рис. 2). В результате оценки их встречаемости установлено, что на всех стадиях онтогенеза древостоев, за исключением молодняков, внутривидовые формы кроны представлены примерно в равном соотношении.



Рис. 2. Формы ели по типу ветвления

В молодняках наибольшее количество стволов имеют особи с плоским типом ветвления (42 %), в средневозрастных – с гребенчатым (54 %), в приспевающих и спелых – с щетковидным (38 и 44 % соответственно). Среди выделенных форм по производительности лидирующее положение занимают формы ели с гребенчатым и щетковидным типами ветвления. Долевое участие этих форм по запасу стволовой древесины превышает их представленность по числу стволов. В отличие от формового разнообразия по характеру строения коры, выраженного перехода от одной формы по кроне в другую с возрастом не выявлено. Статистическая обработка данных выполнена на 95-процентном уровне доверительной вероятности. Точность опыта при обработке данных по приспевающим и спелым древостоям находилась в пределах до 15 %. Достоверность полученных средних значений – более 4.

Лесоводственная оценка встречаемости формового разнообразия ели по стадиям онтогенеза древостоев выполнена по следующим таксационным показателям: средний диаметр  $D$ , высота  $H$  и объем ствола  $V$  (табл. 2). Все три типа ветвления имеют место у деревьев, различающихся по характеру строения коры. В молодняках преобладает гладкокорая форма коры с плоским типом ветвления (22 %). В средневозрастных и приспевающих насаждениях наибольшее количество особей характеризуется чешуйчатой корой с гребенчатым типом ветвления (23 и 14 % соответственно).

Таблица 2

## Особенности роста внутривидовых форм ели

Форма коры и тип ветвления	Таксационные показатели по хозяйственным группам возраста											
	Молодняки			Средневозрастные			Приспевающие			Спелые		
	Средние		$V, \text{ м}^3$	Средние		$V, \text{ м}^3$	Средние		$V, \text{ м}^3$	Средние		$V, \text{ м}^3$
	$D, \text{ см}$	$H, \text{ м}$		$D, \text{ см}$	$H, \text{ м}$		$D, \text{ см}$	$H, \text{ м}$		$D, \text{ см}$	$H, \text{ м}$	
Гладкокорая:	8,8	10,7	0,038	14,1	12,0	0,103	22,0	19,9	0,431	20,4	20,8	0,294
плоский	8,2	10,0	0,027	14,8	12,3	0,099	21,5	19,9	0,405	16,0	17,0	0,173
гребенчатый	8,2	10,0	0,027	14,0	12,0	0,092	22,1	20,0	0,455	21,7	21,3	0,397
щетковидный	9,9	12,0	0,061	13,5	11,7	0,118	22,4	19,8	0,432	19,6	20,0	0,311
Чешуйчатокорая:	11,1	12,3	0,076	16,3	15,3	0,168	23,1	20,2	0,514	29,0	24,7	0,731
плоский	10,8	12,0	0,072	17,0	15,8	0,191	23,2	20,6	0,510	27,2	24,0	0,667
гребенчатый	10,8	12,0	0,072	16,0	15,0	0,156	23,7	20,0	0,563	29,0	24,5	0,821
щетковидный	11,8	13,0	0,084	16,0	15,0	0,156	22,4	20,0	0,469	28,2	24,0	0,704
Пластинчатокорая:	12,4	13,0	0,107	17,7	17,8	0,223	26,9	21,6	0,566	29,0	24,7	0,626
плоский	12,0	12,5	0,086	17,9	17,5	0,219	27,5	22,2	0,500	30,5	25,0	0,167
гребенчатый	12,7	13,8	0,124	16,5	17,0	0,196	26,5	21,4	0,515	28,0	24,0	0,750
щетковидный	12,5	13,5	0,112	18,6	19,0	0,255	26,8	21,3	0,682	25,5	23,4	0,960
Продольнотрещиноватокорая:	–	–	–	19,5	19,0	0,283	24,3	20,9	0,500	32,0	25,2	0,866
плоский	–	–	–	19,0	18,5	0,257	23,2	20,7	0,367	30,4	24,6	0,727
гребенчатый	–	–	–	20,0	19,5	0,304	25,6	21,3	0,614	32,6	25,0	0,964
щетковидный	–	–	–	19,5	19,0	0,289	24,2	22,6	0,519	33,0	26,0	0,906

Средний диаметр деревьев с гладкой корой меньше, чем у других форм. Далее, в порядке увеличения, по характеру строения коры следуют особи с чешуйчатой, пластинчатой и продольнотрещиноватой корой. По средним значениям высоты более высокие показатели имеют экземпляры ели с пластинчатой и продольнотрещиноватой корой. Максимальное значение ( $H = 26,0 \text{ м}$ )

получено для продольнотрещиноватой формы коры с щетковидным типом ветвления. Следует отметить, что эти формы имеют превосходство на всех стадиях онтогенеза древостоев. В целом на территории Вологодской области среди выделенных форм по характеру строения коры и типу ветвления превосходство имеют продольнотрещиноватокорые и пластинчатокорые формы с гребенчатым и щетковидным типами ветвления.

Для оценки роста и развития внутривидовых форм ели в спелых насаждениях установлено и их распределение по классам роста Крафта. Наибольшее количество деревьев гладкокорой ели сосредоточено в III классе. Менее половины входят в I и II классы роста. Чешуйчатокорая и пластинчатокорые формы занимают в большинстве своем господствующее положение в древесном пологе. Продольнотрещиноватокорая ель составляет в доминирующем большинстве верхний полог.

Более половины экземпляров с плоским типом ветвления характеризуются средними темпами роста. Лидерами здесь являются ели с гребенчатой и щетковидной кроной. В IV классе роста по Крафту эти особи имеют единичное распространение.

Исходя из годичной динамики радиального прироста, можно сделать вывод, что гладкокорая ель на ранней стадии онтогенеза характеризуется высокими темпами роста. В молодняках для этой формы зафиксированы максимальные значения. У других внутривидовых форм по характеру строения коры период достижения максимальных величин различен.

Кроме экологических условий произрастания, на изменчивость долевого участия гладкокорой ели оказывает влияние и возрастное строение древостоев. В разновозрастных ельниках эта форма наиболее представлена в сравнительно молодых возрастных поколениях. Экземпляры старших возрастов соответствуют чешуйчатому, пластинчатому и продольно-трещиноватому типу характера строения коры. Эти формы характеризуются довольно разными темпами роста не только в молодняках, но и на протяжении всего жизненного цикла.

Динамика радиального прироста всех выявленных форм ели по характеру строения коры отражается в чередовании подъемов и спадов ширины годичных слоев на протяжении всех стадий онтогенеза. Такой характер роста обусловлен влиянием климатических факторов, в первую очередь температурным режимом и выпадающими осадками.

Для исключения возрастных изменений нами рассчитаны индексы прироста путем деления абсолютной величины прироста каждого года на норму прироста за этот же год. Спектральный анализ полученных древесно-кольцевых хронологий по внутривидовому разнообразию ели (рис. 3) указывает на довольно большое количество циклов различной длительности.

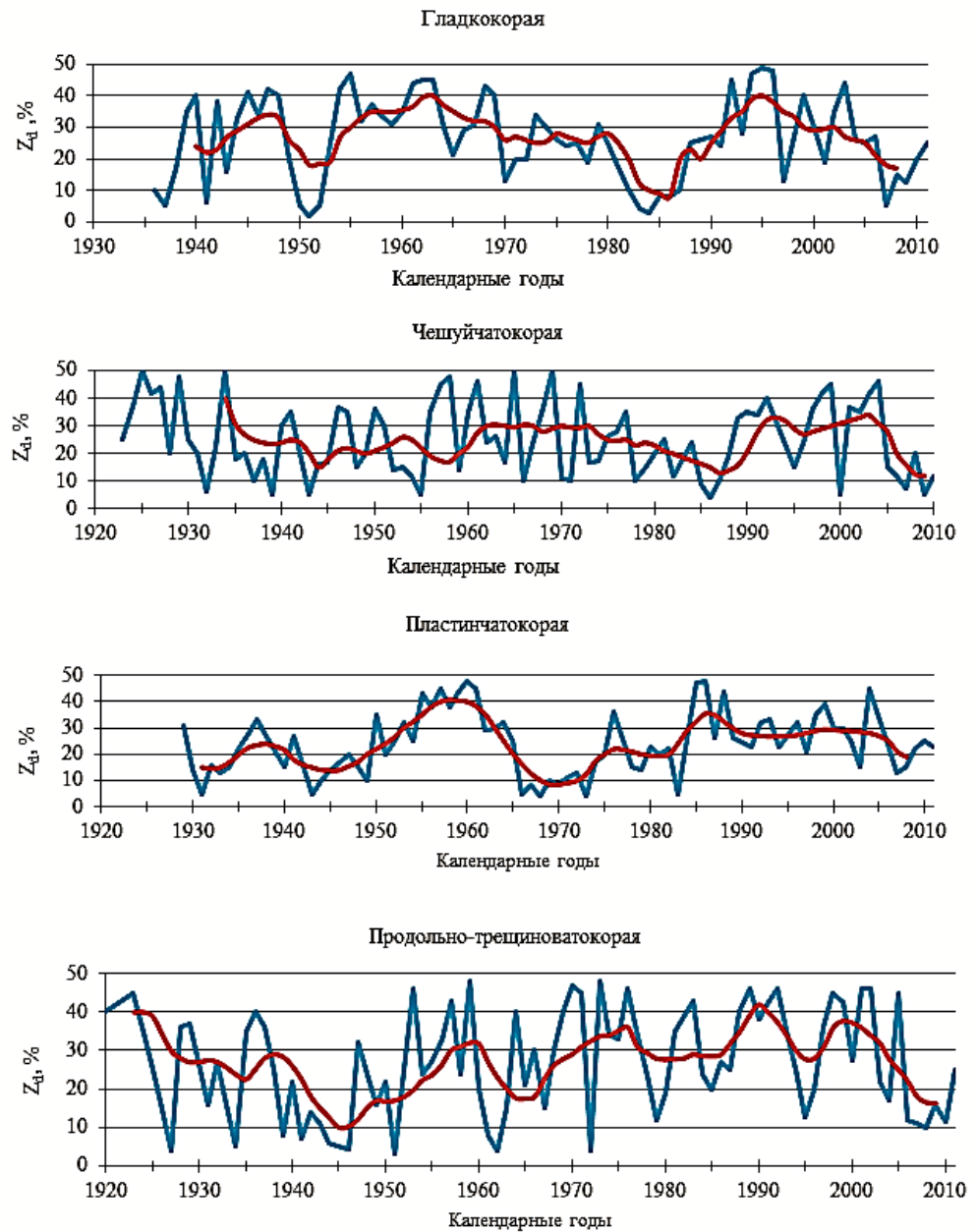


Рис. 3. Хронологии индексов радиального прироста и их цикличность у внутривидовых форм ели по характеру строения коры (синий цвет – ширина слоя; красный – сглаженная кривая)



Кривые спектральной плотности имеют много общего. Спектральный анализ показал, что в полученных древесно-кольцевых хронологиях содержится довольно большое количество циклов продолжительностью от 2 до 50 лет и амплитудой 2,5...7,5 %. При этом длительность коротких циклов в диапазоне до 11 лет имеет существенные различия по каждому биотипу. Коэффициент корреляции колеблется от 0,4 до 0,6, коэффициент синхронности – от 60 до 70 %.

Среди выделенных форм по характеру строения коры и типу ветвления превосходство по производительности имеют продольнотрещиноватокорые и пластинчатокорые формы с гребенчатым и щетковидными типами ветвления. Это позволяет сделать заключение, что эти формы являются наиболее перспективными в условиях Вологодской области для дальнейшего выращивания.

Выполненное исследование может служить основой для обоснования селективного метода отбора деревьев в рубку. При этом следует отметить, что реализовать этот подход необходимо со стадии средневозрастности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альбенский А.В. Селекция древесных пород и семеноводство. М.; Л.: Гослесбуиздат, 1959. 305 с.
2. Ирошников А.И. Развитие селекции лесных древесных пород в СССР // Достижения лесной селекции за 50 лет. Красноярск: Красн. кн. изд-во, 1967. С. 232–256.
3. Коновалов Н.А., Пугач Е.А. Основы лесной селекции и сортового семеноводства / Под ред. Максимовой Ю.М. М.: Лесн. пром-сть, 1978. 173 с.
4. Кундзиньши А.В., Гайлис Я.Я. Лесная селекция / Под ред. Андроновой Э.В. М.: Лесн. пром-сть, 1972. 200 с.
5. Попов В.Я. Формы ели в лесах Прикамья и их селекционно-лесоводственное значение: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Свердловск, 1971. 21 с.
6. Правдин Л.Ф. Ель европейская и ель сибирская в СССР. М.: Наука, 1975. 178 с.
7. Сарнацкий В.В. Ельники: формирование, повышение продуктивности и устойчивости в условиях Беларуси. Минск: Тэхналогія, 2009. 334 с.
8. Васильевич В.И. Ельники черничные Европейской России // Ботан. журн. 2004. Т. 89, № 1. С. 13–27.
9. Васильевич В.И. Ельники кисличные Европейской России // Ботан. журн. 2004. Т. 89, № 10. С. 1573–1587.
10. Barton V.M. Variation in the phenology of bud flushing in white and red spruce // Can. J. Forest Res. 1988. N 3. P. 315–319.

Поступила 09.06.15

UDC 630\*165.61

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2016.3.87

### **Fir Spruce Growth and Development Under the Influence of Intraspecific Polymorphism**

*Yu.I. Makarov, Postgraduate Student*

Vologda State Dairy Farming Academy by N.V. Vereshchagin,  
Schmidt str., 2, Molochnoe, Vologda Region, 160555, Russian Federation;  
e-mail: yury.makarov.1991@mail.ru

The researches carried out in the territory of Vologda region in the subzones of the southern and middle taiga in the sorrel and bilberry spruce stands were focused on the characteristics of intraspecific variation of fir spruce (*Picea abies*) which had been formed in the felling sites of previous years as well as the assessment of the their productivity and identification of the most promising for the cultivation intraspecific forms. Collecting of material and establishment of the sampling areas were carried out according to the requirements of the State Standard of the RF 16128–70, Industrial Standard of the RF 56-69–83 and guidelines of V.N. Sukachev and S.V. Zonn in the young, middle-aged, ripening and mature stands. The nature of the bark structure was determined at a breast height, the branching type – at the branches growing in the middle of the crown. We revealed 4 forms of spruce according to the nature of the bark structure: smooth, scaly, platelike and longitudinally fissured bark. With age there was a redistribution of forms occurrence due to the transformation of one form into another. More clearly the transformation was observed in the middle-aged plantings where the share of trees with smooth bark was reduced by 35 % in the number of stems and by 27 % – in the stock. We revealed 3 forms of spruce according to the branching type: flat, corymbose and comb-shaped. Spruce with corymbose and comb-shaped branching types was the most productive. All three branching types occurred at the trees with differing nature of the bark structure. The smooth form of bark with the flat branching type predominated in the young stands (22 %), the scaly forms with the comb-shaped branching type – in the middle-aged and ripening stands (23 % and 14 % respectively). The average diameter of trees with longitudinally fissured bark was longer than of the other forms. Trees with plate-like and longitudinally fissured bark had higher indicators of average values of height. In general, the leaders in all indicators were the spruce forms with longitudinally fissured and platelike bark, corymbose and comb-shaped branching types. According to the Kraft dominance class distribution spruce with smooth bark was concentrated mostly in the III class; scaly and platelike forms occupied a dominant position, and longitudinally fissured form of bark made the predominant canopy. The results of the research can serve as a basis for the determination of promising forms of spruce for further cultivation and for the selective method of assortment of trees.

*Keywords:* type diversity, branching type, nature of the bark structure.

REFERENCES

1. Al'benskiy A.V. *Seleksiya drevesnykh porod i semenovodstvo* [Selection of Tree Species and Seed Breeding]. Moscow; Leningrad, 1959. 305 p.
2. Iroshnikov A.I. Razvitie seleksii lesnykh drevesnykh porod v SSSR [Development of Forest Wood Species Selection in the USSR]. *Dostizheniya lesnoy seleksii za 50 let* [Achievements of Forest Selection for 50 Years]. Krasnoyarsk, 1967, pp. 232–256.
3. Konovalov N.A., Pugach E.A. *Osnovy lesnoy seleksii i sortovogo semenovodstva* [Bases of Forest Selection and Seed Breeding]. Ed. by Yu.M. Maksimova. Moscow, 1978. 173 p.
4. Kundzin'sh A.V., Gaylis Ya.Ya. *Lesnaya seleksiya* [Forest Selection]. Ed. by E.V. Andronova. Moscow, 1972. 200 p.
5. Popov V.Ya. *Formy eli v lesakh Prikam'ya i ikh seleksionno-lesovodstvennoe znachenie: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk* [Spruce Forms in the Forests of the Kama Region and Their Breeding and Silvicultural Value: Cand. Agric. Sci. Diss. Abs.]. Sverdlovsk, 1971. 21 p.
6. Pravdin L.F. *El' evropeyskaya i el' sibirskaya v SSSR* [Fir Spruce and Siberian Spruce in the USSR] Moscow, 1975. 178 p.
7. Sarnatskiy V.V. *El'niki: formirovanie, povyshenie produktivnosti i ustoychivosti v usloviyakh Belarusi* [Spruce Forests: Formation, Increasing of Productivity and Sustainability in Belarus]. Minsk, 2009. 334 p.
8. Vasil'evich V.I. El'niki chernichnye Evropeyskoy Rossii [Bilberry Spruce Forests of European Russia]. *Botanicheskiy zhurnal*, 2004, vol. 89, no. 1, pp. 13–27.
9. Vasil'evich V.I. El'niki kislichnye Evropeyskoy Rossii [Sorrel Spruce Forests of European Russia]. *Botanicheskiy zhurnal*, 2004, vol. 89, no. 10, pp. 1573–1587.
10. Barton B.M. Variation in the Phenology of Bud Flushing in White and Red Spruce. *Can. J. Forest Res.*, 1988, no. 18(3), pp. 315–319.

Received on June 09, 2015

---