

УДК 582.632.2:631.543.82

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.6.70

РОСТ И ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО В ИЗРЕЖЕННЫХ РУБКАМИ УХОДА НАСАЖДЕНИЯХ

А.А. Лепёхин, канд. биол. наук, вед. науч. сотр.

А.С. Чеканышкин, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр.

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы им. В.В. Докучаева, д. 81, кв. V, пос. 2-го участка Института им. В.В. Докучаева, Таловский р-н, Воронежская обл., Россия, 397463; e-mail: niish1c@mail.ru

В последние десятилетия в лесоаграрных ландшафтах Центрально-Черноземной зоны России все более актуальной становится проблема ухудшения состояния и сохранности защитных лесных насаждений, утраты ими защитно-мелиорирующих функций по причине отсутствия лесохозяйственного обслуживания. В системе лесохозяйственных мероприятий, обеспечивающих улучшение роста, развития и санитарного состояния защитных лесных насаждений, ведущее место занимают рубки ухода. Цель наших исследований – выявление влияния проведенных рубок ухода на рост и санитарное состояние древостоя лесной полосы и его главной породы – дуба черешчатого. Таксационные работы и лесопатологические обследования проведены на территории Каменной Степи (Таловский р-он Воронежской области) в 1986–2017 гг. Объектом исследований послужила полезащитная лесная полоса № 240, заложенная по типу коридорных посадок со схемой смешения пород: (Б+Ко)–Д–Д–Д–(Б+Ко). Здесь Б – береза повислая, Ко – клен остролистный, Д – дуб черешчатый. Стационарный опыт представлен вариантами: 1 – контроль без рубки ухода; 2 – изреживание насаждения интенсивностью 21...33 % от запаса древесины за счет преимущественной рубки быстрорастущей породы (березы повислой и тополя бальзамического), вырубki ослабленных и поврежденных экземпляров главной породы (дуба черешчатого) и сопутствующей породы (клена остролистного) с удалением из насаждения всех порубочных остатков; 3 – аналогично варианту 2, но с обрезкой нижних ветвей у деревьев на высоту 1,5...2,0 м; 4 – аналогично варианту 3, но с разбрасыванием измельченных порубочных остатков равномерно под пологом насаждения. Длина вариантов 1–3 – 250 м, варианта 4 – 140 м. Установлено, что рубки ухода способствуют улучшению лесоводственно-биологических показателей дуба черешчатого. Превышение сохранности жизнеспособных деревьев главной породы в вариантах с рубками ухода над контролем составляет 13,0...24,3 %. Сохранившиеся деревья дуба черешчатого в варианте без рубок ухода отстают в росте по диаметру ствола на 1,2...5,0 см, по высоте – на 0,1...1,3 м. После проведения рубок ухода доля лесного отпада и нежизнеспособных деревьев дуба черешчатого увеличивается, а жизнеспособных и ограниченно жизнеспособных – уменьшается. Для выращивания устойчивых и мелиоративно-эффективных насаждений необходимо на протяжении их роста и развития проводить своевременные рубки ухода.

Ключевые слова: лесные насаждения, схема смешения пород, рубки ухода, дуб черешчатый, лесопатологическое состояние древостоя.

Введение

Данные научных исследований и многолетняя практика сельскохозяйственного производства Центрально-Черноземной зоны убеждают в возможности эффективно противодействовать многим негативным явлениям за счет

Для цитирования: Лепёхин А.А., Чеканышкин А.С. Рост и жизнеспособность дуба черешчатого в изреженных рубками ухода насаждениях // Лесн. журн. 2018. № 6. С. 70–77. (Изв. высш. учеб. заведений). DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.6.70

комплекса биолого-мелиоративных мероприятий, организующей основой которого служат защитные лесонасаждения. Являясь объектом многофункционального влияния на окружающую среду, они нормализуют и стабилизируют экологическую обстановку, образуют устойчивые лесоаграрные ландшафты с высокой степенью саморегуляции. В последние десятилетия в лесоаграрных ландшафтах все большую актуальность приобретает проблема ухудшения состояния и сохранности защитных лесных насаждений, утраты ими защитно-мелиорирующих функций по причине отсутствия их лесохозяйственного обслуживания [7–10].

К числу основных видов лесохозяйственных мероприятий в защитных лесных насаждениях, обеспечивающих улучшение условий их формирования, роста и развития, лесомелиоративных свойств, относятся рубки ухода, проводимые в определенные возрастные периоды. Характер и интенсивность рубок ухода в разных видах агролесомелиоративных посадок безусловно отличаются, но все они преследуют две основные цели: улучшение лесобиологического состояния насаждений и повышение их мелиоративной эффективности. Рубки ухода оказывают положительное влияние на ростовые параметры древостоев, приводят к значительному повышению их производительности [11–14]. Однако в лесных полосах они могут вызывать не только положительные изменения [6], но и в отдельных случаях создавать условия для развития вредной энтомофауны и микрофлоры [3].

Цель нашего исследования – выявление влияния проведенных рубок ухода на рост и санитарное состояние древостоя лесной полосы и его главной породы – дуба черешчатого.

Объекты и методы исследования

Таксационные работы и лесопатологические обследования проведены в 1986–2017 гг. на территории Каменной Степи (Таловский р-он Воронежской области) в полевозащитной лесной полосе № 240. Насаждение создано 2-летними сеянцами весной 1969 г. по типу коридорных посадок со следующей схемой смешения пород: (Б+Ко)–Д–Д–Д–(Б+Ко), где Б – береза повислая, Ко – клен остролистный, Д – дуб черешчатый. Ширина лесной полосы – 12,5 м. Размещение сеянцев в ряду 0,7...1,0 м, между рядами – 2,5 м. Густота посадки – 4800 шт./га (в т. ч. дуба – 3200 шт./га). При проведении дополнения лесных культур в 1970 г. в крайние ряды вместо погибших сеянцев березы повислой местами высажены черенки тополя бальзамического.

Стационарный опыт представлен следующими вариантами: 1 – контроль без рубки ухода; 2 – изреживание насаждения интенсивностью 21...33 % от запаса древесины за счет преимущественной рубки быстрорастущей породы (березы повислой и тополя бальзамического), вырубки ослабленных и поврежденных экземпляров главной (дуба черешчатого) и сопутствующей (кле-на остролистного) пород с удалением из насаждения всех порубочных остатков; 3 – аналогично варианту 2, но с обрезкой нижних ветвей у деревьев на высоту 1,5...2,0 м; 4 – аналогично варианту 3, но с разбрасыванием измельченных порубочных остатков равномерно под пологом насаждения. Длина полос в вариантах 1–3 составляла 250 м, в варианте 4 – 140 м.

Изучение роста древесных пород и оценку их лесопатологического состояния осуществляли с применением известных методик и инструктивных указаний [1, 2, 4, 5]. Проводили сплошной пересчет деревьев с замером их высоты и диаметра на высоте груди (1,3 м), определяли общее лесопатологическое

состояние каждого дерева: жизнеспособные (ЖС), ограниченно жизнеспособные (ОЖ), нежизнеспособные (НЖ) и лесной отпад (ЛО). Для каждого варианта брали 9 модельных деревьев (по 3 дерева на каждую категорию состояния, исключая ЛО). Крону модельного дерева делили по высоте на 3 части: верхняя, средняя, нижняя. В каждой из частей выбирали и спиливали среднюю модельную ветвь, затем обрывали листья и считали их количество. Площадь листовой поверхности получали, используя метод круговых высечек по 10 шт. для каждой категории повреждений листьев, %: без повреждений – 0; повреждено 1...5; 6...25; 26...50; 51...75; 76...100. Массу листьев определяли в воздушно-сухом состоянии.

Результаты исследования и их обсуждение

В первом возрастном периоде лесной полосы (7 и 10 лет) на вариантах 2–4 для освобождения дуба черешчатого от угнетения быстрорастущей и сопутствующей породами, а также сохранения возможно большего количества главной породы было проведено два осветления (в 1976 и 1979 гг.). Во втором возрастном периоде (17 лет) в 1986 г. для формирования условий роста главной породы – дуба черешчатого, а также улучшения качества и структуры будущего древостоя осуществлены прочистки, после которых осуществлена таксация насаждений опытных вариантов. Их характеристика приведена в табл. 1.

Таблица 1

Таксационная характеристика опытных участков (1986 г.)

Вариант	Состав по сумме площадей поперечных сечений	Количество живых деревьев, шт./га	Сумма площадей поперечных сечений, м ² /га	Средний диаметр, см	Средняя высота, м
1	5БЗД2Ко, ед.Т	<u>4024</u>	<u>24,09</u>	<u>6,3</u>	<u>6,0</u>
		1888	6,86	5,4	5,9
2	5Д2Ко2Б1Т	<u>2604</u>	<u>16,31</u>	<u>7,9</u>	<u>7,2</u>
		1752	8,25	7,1	6,8
3	5ДЗКо2Б	<u>2096</u>	<u>15,82</u>	<u>9,1</u>	<u>7,6</u>
		1348	7,62	8,1	8,2
4	5ДЗКо2Б	<u>2159</u>	<u>14,17</u>	<u>8,3</u>	<u>6,9</u>
		1422	7,59	7,7	6,6

Примечание. В числителе приведены данные для всего древостоя, в знаменателе – для дуба в том числе.

Рубки ухода на вариантах 2–4 позволили улучшить рост дуба. По линейным параметрам превышение над контрольным участком (вариант 1) по диаметру составляет 31,5...50,0 %, по высоте – 11,9...39,0 %.

При исследовании крон модельных деревьев дуба черешчатого и их растущих фракций (без учета стволовой части) были получены усредненные показатели (табл. 2).

Сопоставление усредненных показателей свидетельствует о том, что в вариантах с рубками ухода крона дуба имеет большую на 0,5...1,2 м протяженность, а скелетные ветви длиннее на 20...44 см. Также наблюдается лучшая облиственность крон – в 1,6–3,2 раза, увеличение массы листьев – на 1000...2500 г, площади листовой поверхности – на 3,3...8,1 м².

Таблица 2

Развитие кроны дуба под влиянием рубок ухода (1986 г.)

Вариант	Протяженность кроны, м	Скелетные ветви		Листва с модельного дерева		
		количество, шт.	длина, см	количество, шт.	масса, г	площадь, м ²
1	4,6	29	106,4	3 260	1 322	7,09
2	5,5	42	126,6	5 259	2 323	10,39
3	5,8	48	150,3	10 574	3 472	15,15
4	5,1	37	147,2	7 129	3 810	12,30

В 2017 г. нами выполнена оценка последствий рубок ухода на лесоводственно-биологические показатели дуба черешчатого. За 31 год после проведения рубок ухода отпад дуба черешчатого из состава древостоя, вследствие его затенения со стороны березы повислой и клена остролистного, на контрольном участке (вариант 1) составил 44,49 %, что на 13,0...4,3 % выше по сравнению с вариантами 2–4, где проводились рубки ухода (табл. 3).

Таблица 3

Таксационная характеристика опытных участков (2017 г.)

Вариант	Состав по сумме площадей поперечных сечений	Количество живых деревьев, шт./га	Сумма площадей поперечных сечений, м ² /га	Средний диаметр, см	Средняя высота, м
1	4Б4Ко2Д, ед.Т	<u>2484</u>	<u>71,98</u>	<u>18,7</u>	<u>15,3</u>
		1048	16,80	17,4	15,1
2	4Д4Ко1Б1Т	<u>1948</u>	<u>59,21</u>	<u>20,3</u>	<u>15,9</u>
		1200	25,34	18,6	15,7
3	4Д4Ко2Б	<u>1696</u>	<u>66,93</u>	<u>23,0</u>	<u>16,5</u>
		1076	25,90	21,3	16,4
4	5Д4Ко1Б	<u>1690</u>	<u>66,55</u>	<u>23,6</u>	<u>15,6</u>
		1017	29,28	22,4	15,2

Примечание. В числителе приведены данные для всего древостоя, в знаменателе – для дуба в том числе.

Следует отметить, что в 2010 г. произошла сильная засуха, в результате которой береза повислая почти полностью погибла, т. е. засуха в определенной мере выполнила роль рубок ухода с последующим положительным эффектом как для дуба, так и насаждения в целом. Дуб черешчатый, освободившись от быстрорастущей породы, стал интенсивнее расти во всех вариантах опыта. Однако из-за состояния сильного угнетения в прошлом сохранившиеся деревья дуба черешчатого на контрольном участке по диаметру ствола отстают на 1,2...5,0 см, по высоте – на 0,1...1,3 м.

С течением времени после проведения рубок ухода доля лесного отпада и нежизнеспособных деревьев дуба черешчатого увеличивается ежегодно, а жизнеспособных и ограниченно жизнеспособных – уменьшается (табл. 4).

Таблица 4

Изменение лесопатологического состояния дуба в вариантах опыта

Вариант	Распределение деревьев по категориям состояния, %			
	Жизнеспособные	Ограниченно жизнеспособные	Нежизнеспособные	Лесной опад
<i>1986 г. (после рубок ухода)</i>				
1	88	8	1	3
2	94	5	1	0
3	96	4	0	0
4	96	4	0	0
<i>2017 г. (без промежуточных рубок)</i>				
1	42	17	19	22
2	47	21	17	15
3	53	19	11	17
4	49	27	12	12

Если в 1986 г. для вариантов опытов 2–4 после проведения рубок ухода лесной опад и количество нежизнеспособных деревьев дуба черешчатого составляли 0...1 %, а жизнеспособных и ограниченно жизнеспособных – 99...100 %, то в 2017 г. – соответственно по категориям состояния уже 24...32 и 68...76 %, что можно объяснить отсутствием рубок ухода (прореживания) за главной породой в третьем возрастном периоде (21 год и старше).

Заключение

Таким образом, проведение рубок ухода в лесных полосах способствует улучшению роста дуба черешчатого и лесонасаждения в целом. Отсутствие своевременных рубок ухода в лесных полосах с главной породой дубом черешчатым приводит к ухудшению его жизнеспособности и выпадению из состава насаждения.

Основной причиной снижения жизнеспособности отстающих в росте деревьев дуба черешчатого в лесных полосах является недостаточное освещение их кроны, из-за чего происходит отмирание нижних ветвей и сучьев, образуется однобокая (флагообразная) или с малым количеством ветвей крона. Резкое осветление деревьев при рубках ухода приводит к образованию на их стволах водяных побегов.

Для выращивания устойчивых и мелиоративно-эффективных насаждений необходимо на протяжении их роста и развития проводить своевременные рубки ухода, которые следует назначать с учетом постоянно увеличивающейся дифференциации деревьев среди как одной породы, так и совокупности различных древесно-кустарниковых пород.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артоховский А.К., Харченко Н.А., Быков Н.А., Арефьев Ю.Ф. Экологические основы лесозащиты в насаждениях зеленых зон. Воронеж: Изд-во Воронеж. ГУ, 1994. 128 с.
2. Дударев А.Д., Гладышева Н.В., Лозовой А.Д. Методика и техника работ на пробных площадях. Воронеж, 1978. 80 с.
3. Лепехин А.А. К оценке роста и лесопатологического состояния дуба после изреживания полезащитных лесополос рубками ухода // Лесн. журн. 1987. № 4. С. 16–20. (Изв. высш. учеб. заведений).

4. Наставление по организации и ведению лесопатологического мониторинга в лесах России. М.: ВНИИЛМ, 2001. 88 с.

5. Петров П.Г. Рекомендации по рубкам ухода в основных лесных формациях Приморского края. Владивосток: Дальневост. кн. изд.-во, 1968. 128 с.

6. Петров П.Г., Лепехин А.А. Влияние рубок ухода на рост и продуктивность полезащитных лесных полос с преобладанием дуба черешчатого // Продуктивность экосистем лесоаграрного ландшафта: сб. науч. тр. / ВНИАЛМИ. Волгоград, 1988. Вып. 2(94). С. 169–179.

7. Турусов В.И., Лепехин А.А., Чеканышкин А.С. Опыт лесной мелиорации степных ландшафтов. Воронеж: Истоки, 2017. 228 с.

8. Турусов В.И., Чеканышкин А.С., Тищенко В.В., Годунов С.И., Ялманов И.В. Агроэкологическая роль лесных полос в преобразовании ландшафтов. М.: Тип. Россельхозакадемии, 2012. 191 с.

9. Чеканышкин А.С., Лепехин А.А. Состояние защитного лесоразведения в Центрально-Черноземной зоне // Лесн. журн. 2015. № 4. С. 9–17. (Изв. высш. учеб. заведений).

10. Чеканышкин А.С., Черенкова Г.П. Об улучшении качества полезащитных лесных полос // Лесн. хоз-во. 2004. № 2. С. 35–36.

11. Jonard M., Misson L., Ponette Q. Long-Term Thinning Effects on the Forest Floor and the Foliar Nutrient Status of Norway Spruce Stands in the Belgian Ardennes // Canadian Journal of Forest Research. 2006. Vol. 36, iss. 10. Pp. 2684–2695. DOI: 10.1139/x06-153

12. Korb J.E., Fulé P.Z., Gideon B. Different Restoration Thinning Treatments Affect Level of Soil Disturbance in Ponderosa Pine Forests of Northern Arizona, USA // Ecological Restoration. 2007. Vol. 25, no. 1. Pp. 43–49.

13. Peltola H., Kilpeläinen A., Sauvala K., Räisänen T., Ikonen V.-P. Effects of Early Thinning Regime and Tree Status on the Radial Growth and Wood Density of Scots Pine // Silva Fennica. 2007. Vol. 41, no. 3. Pp. 489–505. DOI: 10.14214/sf.285

14. Weiskittel A.R., Kenefic L.S., Seymour R.S., Phillips L.M. Long-Term Effects of Precommercial Thinning on the Stem Dimensions, Form and Branch Characteristics of Red Spruce and Balsam Fir Crop Trees in Maine, USA // Silva Fennica. 2009. Vol. 43, no. 3. Pp. 397–409. DOI: 10.14214/sf.196

Поступила 03.10.18

UDC 582.632.2:631.543.82

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.6.70

Growth and Vitality of English Oak in Plantations after Improvement Thinning

A.A. Lepyohin, Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher

A.S. Chekanyshkin, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher

Research Institute of Agriculture of the Central Black Soil Strip named after V.V. Dokuchaev, 81, kv. V, pos. 2-go uchastka Instituta im. V.V. Dokuchayeva, Talovskiy rayon, Voronezh Region, 397463, Russian Federation; e-mail: niish1c@mail.ru

Issue of deterioration of condition and preservation of protective forest plantations, loss of their protective and ameliorative functions due to the lack of forest management service have become more urgent in recent decades in forest and agrarian landscapes of the Central Black Earth Region. Improvement thinning is the main tool in the forestry practice system which provides improvement in growth, development and sanitary state of protective forest

For citation: Lepyohin A.A., Chekanyshkin A.S. Growth and Vitality of English Oak in Plantations after Improvement Thinning. *Lesnoy Zhurnal* [Forestry Journal], 2018, no. 6, pp. 70–77. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.6.70

plantations. The purpose of our research is to determine the effect from improvement thinning on growth and sanitary state of forest belt stand and its main species – English oak. Forest valuation and pathology research were carried out in Kamennaya Steppe (Talovsky district, Voronezh region) in the period of 1986–2017. Afforestation belt no. 240 was a research object laid out according to line planting with the following scheme of species mixture: (Б+Ko)–Д–Д–Д–(Б+Ko), where Б – silver birch, Ko – Norway maple, Д – English oak. Stationary experiment is presented by the following plots: 1 – control without improvement thinning; 2 – plantation thinning with intensity of 21–33 % of wood stock by means of dominating thinning of fast-growing species (silver birch and balsam poplar), thinning of weak and bruised trees of the main species (English oak) and associated species (Norway maple) with felling waste removal from the plantation; 3 – the same as 2, but with lifting the canopy to the height of 1.5–2 m; 4 – the same as 3, but with clearing by scattering slash under stand's canopy. Length of plots 1–3 is 250 m, plot 4 – 140 m. It is established that thinning contribute to the improvement of forestry and biological indicators of English oak. Preservation excess of vigorous trees of the main species at the plots with improvement thinning in comparison with control plot is 13.0–24.3 %. Preserved trees of English oak on the plot without improvement thinning stunt in trunk diameter for 1.2–5.0 cm and height for 0.1–1.3 m. Proportion of forest mortality and inviable trees of English oak is increasing and proportion of viable and partially viable trees decreases after thinning. There is a need to carry out improvement thinning during growth and development of plantations for cultivating them sustainable, ameliorative and effective.

Keywords: forest plantations, scheme of species mixture, improvement thinning, English oak, forest pathology state of stand.

REFERENCES

1. Artyukhovskiy A.K., Kharchenko N.A., Bykov N.A., Aref'yev Yu.F. *Ekologicheskiye osnovy lesozashchity v nasazhdeniyakh zelenykh zon* [Ecological Basics of Forest Protection in Green Areas]. Voronezh, VGU Publ., 1994. 128 p. (In Russ.)
2. Dudarev A.D., Gladysheva N.V., Lozovoy A.D. *Metodika i tekhnika rabot na probnykh ploshchadyakh* [Methods and Techniques of Work in the Test Areas]. Voronezh, 1978. 80 p. (In Russ.)
3. Lepyokhin A.A. *K otsenke rosta i lesopatologicheskogo sostoyaniya duba posle izrezhivaniya polezashchitnykh lesopolos rubkami ukhoda* [Assessment of Growth and Forest Pathology State of Oak after Improvement Thinning of Afforestation Belts]. *Lesnoy Zhurnal* [Forestry Journal], 1987, no. 4, pp. 16–20.
4. *Nastavleniye po organizatsii i vedeniyu lesopatologicheskogo monitoringa v lesakh Rossii* [Manual on Organization and Management of Forest Pathology Monitoring in the Forests of Russia]. Moscow, VNIILM Publ., 2001. 88 p. (In Russ.)
5. Petrov P.G. *Rekomendatsii po rubkam ukhoda v osnovnykh lesnykh formatsiyakh Primorskogo kraya* [Recommendations for Improvement Thinning of the Major Forest Formations in Primorsky Krai]. Vladivostok, Dal'nevost. kn. izd-vo, 1968. 128 p. (In Russ.)
6. Petrov P.G., Lepyokhin A.A. *Vliyaniye rubok ukhoda na rost i produktivnost' polezashchitnykh lesnykh polos s preobladayemiyem duba chershchatogo* [Effect from Improvement Thinning on Growth and Productivity of Afforestation Belts with English Oak Predominance]. *Produktivnost' ekosistem lesoagrarnogo landshafta: sb. nauch. tr.* [Productivity of Forest and Agricultural Landscape Ecosystems: Collection of Academic Papers]. Volgograd, VNIALMI Publ., 1988, iss. 2(94), pp. 169–179.
7. Turusov V.I., Lepyokhin A.A., Chekanyshkin A.S. *Opyt lesnoy melioratsii stepnykh landshaftov* [Experience of Forest Amelioration of Steppe Landscapes]. Voronezh, Istoki Publ., 2017. 228 p. (In Russ.)

8. Turusov V.I., Chekanyshkin A.S., Tishchenko V.V., Godunov S.I., Yalmanov I.V. *Agroekologicheskaya rol' lesnykh polos v preobrazovanii landshaftov* [Agroecological Role of Forest Belts in Landscape Transformation]. Moscow, Tip. Rossel'khozakademii, 2012. 191 p. (In Russ.)

9. Chekanyshkin A.S., Lepyokhin A.A. Sostoyaniye zashchitnogo lesorazvedeniya v Tsentral'no-Chernozemnoy zone [Condition of Protective Afforestation in Central Black Earth Territories]. *Lesnoy Zhurnal* [Forestry Journal], 2015, no. 4, pp. 9–17.

10. Chekanyshkin A.S., Cherenkova G.P. Ob uluchshenii kachestva polezashchitnykh lesnykh polos [On Quality Improvement of Afforestation Belt]. *Lesnoye khozyaystvo*, 2004, no. 2, pp. 35–36.

11. Jonard M., Misson L., Ponette Q. Long-Term Thinning Effects on the Forest Floor and the Foliar Nutrient Status of Norway Spruce Stands in the Belgian Ardennes. *Canadian Journal of Forest Research*, 2006, vol. 36, iss. 10, pp. 2684–2695. DOI: 10.1139/x06-153

12. Korb J.E., Fulé P.Z., Gideon B. Different Restoration Thinning Treatments Affect Level of Soil Disturbance in Ponderosa Pine Forests of Northern Arizona, USA. *Ecological Restoration*, 2007, vol. 25, no. 1, pp. 43–49.

13. Peltola H., Kilpeläinen A., Sauvala K., Räisänen T., Ikonen V.-P. Effects of Early Thinning Regime and Tree Status on the Radial Growth and Wood Density of Scots Pine. *Silva Fennica*, 2007, vol. 41, no. 3, pp. 489–505. DOI: 10.14214/sf.285

14. Weiskittel A.R., Kenefic L.S., Seymour R.S., Phillips L.M. Long-Term Effects of Precommercial Thinning on the Stem Dimensions, Form and Branch Characteristics of Red Spruce and Balsam Fir Crop Trees in Maine, USA. *Silva Fennica*, 2009, vol. 43, no. 3, pp. 397–409. DOI: 10.14214/sf.196

Received on October 03, 2018
