

Научная статья

УДК 582.632.2:634.0.266

DOI: 10.37482/0536-1036-2024-3-65-72

Рост и состояние дуба черешчатого в смешанных древостоях полезащитных лесных полос

А.С. Чеканышкин, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр.; ResearcherID: [AAK-4197-2021](https://orcid.org/0000-0002-7848-2818),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7848-2818>

Воронежский федеральный аграрный научный центр им. В.В. Докучаева, д. 81, кв-л 5, пос. 2-го участка Института им. В.В. Докучаева, Таловский р-н, Воронежская обл., Россия, 397463; niish1c@mail.ru

Поступила в редакцию 05.04.22 / Одобрена после рецензирования 09.07.22 / Принята к печати 12.07.22

Аннотация. Анализ создания и эксплуатации защитных лесных насаждений на сельскохозяйственных предприятиях Центрально-Черноземного района позволяет утверждать, что положительные мелиоративные функции выполняют те лесные насаждения, которые имеют хороший рост, высокую устойчивость и долговечность. Отечественными учеными-лесоведами признано, что главной породой в условиях степи для всех видов защитных лесонасаждений является дуб черешчатый. Цель исследования – оценка современного состояния древостоев полезащитных лесных полос различных способов посадки с главной породой дубом черешчатым. Таксационные работы и лесопатологические обследования проведены в 1997–2021 гг. в полезащитной лесной полосе № 9, созданной весной 1989 г. 2-летними сеянцами на территории землепользования ФГУП ОПХ «Знамя Октября» Таловского района Воронежской области. Установлено, что влияние сочетаний древесных пород в лесных полосах на рост дуба в 32-летнем возрасте довольно значительно. В результате конкурентных взаимоотношений за ресурсы среды со стороны быстрорастущей и сопутствующих пород количество живых дубов в варианте лесной полосы сплошной рядовой посадки меньше на 35,6...52,1 %, чем в вариантах прерывистых лесных полос, от их числа при посадке. Сохранившиеся резко угнетенные дубы в насаждении сплошной рядовой посадки сильно отстают по высоте и диаметру ствола (на 0,8...7,6 м и 4,1...12,7 см соответственно) от дубов в прерывистых лесных полосах блочной посадки. Отсутствие рубок ухода в насаждениях опытных вариантов в период их роста и формирования привело к значительному количеству дубового отпада и нежизнеспособных деревьев данного вида. При этом в варианте лесной полосы сплошной рядовой посадки доля лесного отпада и нежизнеспособных деревьев превышает показатель в вариантах прерывистых лесных полос на 36,6...40,6 %. Количество жизнеспособных дубов в вариантах прерывистых лесных полос больше на 17,7...27,3 %, чем в варианте лесной полосы сплошной рядовой посадки, а ограничено жизнеспособных – на 11,5...18,9 %.

Ключевые слова: дуб черешчатый, защитные лесные насаждения, смешанный древостой, способ создания лесных полос, лесопатологическое состояние деревьев

Для цитирования: Чеканышкин А.С. Рост и состояние дуба черешчатого в смешанных древостоях полезащитных лесных полос // Изв. вузов. Лесн. журн. 2024. № 3. С. 65–72. <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2024-3-65-72>

Original article

Growth and Condition of the English Oak in the Mixed Stands of Forest Shelterbelts

Aleksey S. Chekanyshkin, Candidate of Agriculture, Leading Research Scientist;
ResearcherID: [AAK-4197-2021](https://orcid.org/0000-0002-7848-2818), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7848-2818>

Voronezh Federal Agricultural Scientific Centre named after V.V. Dokuchaev, 81, kv-1 5,
pos. 2-go uchastka Instituta im. V.V. Dokuchaeva, Talovskiy District, Voronezh Region,
397463, Russian Federation; niish1c@mail.ru

Received on April 5, 2022 / Approved after reviewing on July 9, 2022 / Accepted on July 12, 2022

Abstract. An analysis of the creation and operation of protective forest plantations at agricultural enterprises of the Central Chernozem Region allows us to assert that positive ameliorative functions are performed by those forest plantations that have good growth, high stability and longevity. Russian forestry scientists have recognized that the main species in the steppe conditions for all types of protective forest plantations is the English oak. The aim of the research has been to assess the current state of the stands in forest shelterbelts planted via different methods with the English oak as the main species. Taxation works and forest pathology research were carried out in 1997–2021 in the forest shelterbelt no. 9, established in the spring of 1989 by 2-year-old seedlings in the land-use territory of the Federal State Unitary Enterprise Experimental Production Farm “Znamya Oktyabrya” of the Talovskiy District of the Voronezh Region. It has been established that the influence of combinations of tree species in forest belts on the growth of the English oak at the age of 32 years is quite significant. As a result of competitive relations for environmental resources by fast-growing and associate species, the number of live oak trees in a continuous row planting option is 35.6...52.1 % less than in intermittent forest belt options, of their number during planting. The remaining sharply oppressed oak trees in the plantation sown in the continuous row planting way are far behind in height and stem diameter (by 0.8...7.6 m and 4.1...12.7 cm, respectively) compared to the oaks growing in the intermittent forest belts sown in a block planting way. The absence of improvement felling in the experimental plantations during their growth and formation has led to a significant number of dead oak wood and non-viable trees of this species. Moreover, the proportion of dead oak wood and non-viable trees in the forest belt sown via continuous row planting exceeds the indicator in the intermittent forest belts by 36.6...40.6 %. The number of viable oak trees in the intermittent belt options is 17.7...27.3 % higher than in the continuous row planting option, and the number of limitedly viable trees is 11.5...18.9 % higher.

Keywords: English oak, protective forest plantations, mixed stand, method of forest belt creating, forest pathology condition of trees

For citation: Chekanyshkin A.S. Growth and Condition of the English Oak in the Mixed Stands of Forest Shelterbelts. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 2024, no. 3, pp. 65–72. (In Russ.). <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2024-3-65-72>



Введение

В лесоразведении известно несколько способов создания защитных лесных насаждений с различным сочетанием деревьев и кустарников в схемах смешения. Основным считается рядовой способ посадки сеянцев древесных пород и кустарников, т. к. он прост в исполнении и достаточно механизирован. На основе рядовой посадки Ю.В. Ключниковым [5] разработан внедренный в производство коридорный способ выращивания дуба черешчатого. В.Я. Векшегоновым [3] и Е.С. Павловским [8] предложены шахматная и диагонально-групповая посадки древесных растений. Создание лесных полос с применением крупномерного посадочного материала проводилось А.М. Коротуном [6], Н.Г. Петровым [9]. Б.И. Скачковым и А.С. Чеканышкиным [10] разработаны и опробованы в производственных условиях методы создания прерывистых лесных полос. Защитные лесные насаждения исследовались учеными нашей страны и зарубежья [5, 11–23]. Отечественными лесоведами было признано, что главной породой в условиях степи для всех видов защитных лесонасаждений является дуб черешчатый.

Цель исследования – оценка современного состояния древостоев полезащитных лесных полос различных способов посадки с главной породой дубом черешчатым (далее по тексту – дуб).

Объекты и методы исследования

Исследование проведено в 1997–2021 гг. в полезащитной лесной полосе № 9 на территории землепользования ФГУП ОПХ «Знамя Октября» Таловского района Воронежской области. Насаждение создано 2-летними сеянцами весной 1989 г. Ширина лесной полосы – 10,0 м. Размещение сеянцев в ряду на расстоянии один от другого – 0,7...1,0 м, промежуток между рядами – 2,5 м. Число посадочных мест – 4667 шт./га. Участие дуба в составе насаждений (вариантов опыта) при посадке – 50 %.

Стационарный опыт включает следующие варианты: 1) контроль – сплошная рядовая посадка дуба (Д) в монокоридоре из тополя бальзамического (Т), клена остролистного (К_о) и липы мелколистной (Лп) по принципу коридорного способа выращивания дуба – уплотненный коридор, со схемой смешения пород: Т–Д–Д–К_о+Лп, где быстрорастущая порода (Т) высажена в крайний теневой ряд, главная порода (Д) – в средних рядах, а сопутствующие породы (К_о, Лп) – в крайний световой ряд; 2) прерывистая рядовая посадка дуба и тополя бальзамического макробиогруппами в чистом виде (при их чередовании блоками протяженностью 10 м), со схемой смешения пород: Д–Д–Д–Д × Т–Т–Т–Т; 3) прерывистая рядовая посадка дуба и березы повислой (Б) макробиогруппами в чистом виде (при их чередовании блоками протяженностью 10 м), со схемой смешения пород: Д–Д–Д–Д × Б–Б–Б–Б; 4) прерывистая рядовая посадка дуба и лиственницы сибирской (Лс) макробиогруппами в чистом виде (при их чередовании блоками по 10 м), со схемой смешения пород: Д–Д–Д–Д × Лс–Лс–Лс–Лс. Длина каждого из вариантов – 250 м.

Изучение роста древесных пород и оценку их лесопатологического состояния выполняли на постоянных пробных площадях согласно методикам и инструктивным указаниям [1, 2, 4, 7]. Проводили сплошной пересчет деревьев

с замером их высоты, диаметра ствола на высоте 1,3 м от шейки корня, определяли общее лесопатологическое состояние каждого дерева с отнесением к категории: жизнеспособные (условно здоровые и ослабленные листогрызущими вредителями), ограниченно жизнеспособные (пораженные стволовыми вредителями и гнилями, поперечным раком, с существенными травмами ствола и суховершинные), нежизнеспособные (с явными признаками отмирания в кроне и по стволу), лесной отпад (отмершие в различные сроки). Вегетативная масса дуба определялась по модельному дереву.

Результаты исследования и их обсуждение

Исходя из данных наблюдений за развитием насаждений по вариантам опыта, можно отметить, что в первые 4–5 лет подбор пород не оказывал существенного влияния на дуб. Роль сопутствующих и быстрорастущих древесных пород начала проявляться после общего смыкания крон деревьев в 5-летнем возрасте насаждений. В 9-летнем насаждении сплошной рядовой посадки наблюдалась угнетенность дубков в результате их верхушечного затенения разросшимися кронами превосходящего в 3 раза по высоте тополя. Дубы имели более тонкие стволы с плохо развитыми кронами и уступали по росту и вегетативной массе дубам в вариантах прерывистой посадки. Биометрические показатели дуба в насаждении сплошной рядовой посадки были меньше, чем в прерывистых лесных полосах, по высоте – на 5,9...20,6 % и диаметру – на 12,5...28,1 % (табл. 1).

Таблица 1

Биометрические показатели и вегетативная масса дуба черешчатого на опытных участках (возраст – 9 лет)
Biometric indicators and vegetative mass of the English oak in the experimental plots (age – 9 years old)

Вариант опыта	Высота, м	Диаметр ствола, см	Вегетативная масса, г		
			ствол	ветви	листья
1	3,4±0,12	3,2±0,16	2113	488	396
2	3,3±0,06	3,6±0,12	3047	1221	543
3	3,6±0,08	3,9±0,18	4090	1930	645
4	4,1±0,08	4,1±0,16	5417	1952	737

Модельные дубы, взятые в прерывистых лесных полосах, имеют большую в 1,6–2,7 раза общую вегетативную массу в сыром состоянии, чем в насаждении сплошной рядовой посадки. Характерным для всех вариантов опыта является преобладание массы стволов над остальными фракциями надземной части дуба – 61,4...70,5 % от общей вегетативной массы, но в прерывистых лесных полосах эта фракция больше в 1,4–2,6 раза, чем в сплошных. Масса кроны дуба в прерывистых лесных полосах варьирует в пределах 33,2...38,6 % от общей вегетативной массы и превышает массу кроны в насаждении сплошной рядовой посадки в 2–3 раза.

Прерывистые лесные полосы блочной посадки (варианты 2–4) с лесоводственно-биологических позиций в лучшей степени обеспечивают возможность проводить смешение главной, сопутствующей и быстрорастущей древесных пород и в большей мере исключают их угнетающее влияние в узких лесных

полосах. При этом в варианте, где блоки дуба чередовались с блоками лиственницы, дуб имеет лучшие показатели роста и развития, чем при чередовании блоков этого вида с блоками тополя. Превышение по высоте составляет 0,8 м (24,2 %), диаметру – 0,5 см (13,9 %) и вегетативной массе – 1,7 раза. При чередовании березы и дуба высота и диаметр последнего выше, чем эти показатели при его чередовании с тополем, соответственно на 0,3 м (9,1 %) и 0,4 см (11,1 %), а вегетативная масса – в 1,4 раза. Это, вероятно, связано с большей конкуренцией за влагу и питание со стороны тополя по сравнению с березой и лиственницей.

Анализ роста и развития деревьев в блоках (макробиогруппах) прерывистых лесных полос позволяет выделить четкие закономерности в размерах этих деревьев (табл. 2).

Таблица 2

Показатели роста деревьев быстрорастущих и долговечных пород в зависимости от размещения в блоке на опытных участках (возраст – 9 лет)
Growth indicators of the trees of fast-growing and durable species depending on their placement in a block in the experimental plots (age – 9 years old)

Породы	Средние показатели по рядам насаждения (блоков)							
	1-й (заветренный)		2-й		3-й		4-й (наветренный)	
	<i>H</i> , м	<i>D</i> , см	<i>H</i> , м	<i>D</i> , см	<i>H</i> , м	<i>D</i> , см	<i>H</i> , м	<i>D</i> , см
Тополь/ дуб	10,9±	17,4±	11,1±	12,6±	10,8±	12,0±	10,6±	13,3±
	±0,13/	±0,64/	±0,15/	±0,49/	±0,06/	±0,37/	0,09/	±0,42/
	2,9±	3,2±	3,1±	2,8±	3,1±	2,6±	2,8±	3,0±
	±0,09	±0,21	±0,11	±0,23	±0,10	±0,17	±0,07	±0,21
Береза/ дуб	9,7±	12,1±	10,0±	9,9±	9,6±	10,2±	9,2±	11,1±
	±0,09/	±0,24/	±0,16/	±0,46/	±0,11/	±0,27/	±0,09/	±0,27/
	3,8±	4,8±	3,9±	4,1±	3,6±	3,6±	3,3±	3,8±
	±0,13	±0,11	±0,09	±0,17	±0,12	±0,19	±0,14	±0,25
Листвен- ница/дуб	7,5±	9,4±	7,7±	8,8±	7,1±	8,4±	6,8±	9,2±
	±0,09/	±0,27/	±0,11/	±0,14/	±0,17/	±0,26/	±0,08/	±0,19/
	3,8±	4,7±	4,6±	4,0±	4,2±	3,9±	3,7±	4,1±
	±0,11	±0,26	±0,13	±0,13	±0,19	±0,17	±0,12	±0,11

Примечание: *H* – высота; *D* – диаметр ствола.

Данные табл. 2 свидетельствуют о том, что показатели роста у деревьев заветренного ряда насаждений больше, чем у деревьев наветренного ряда. Для тополя превышение по высоте составляет 0,3 м (2,8 %), по диаметру – 4,1 см (30,8 %), для березы – соответственно 0,5 м (5,4 %) и 1,0 см (9,0 %), для лиственницы – соответственно 0,7 м (10,3 %) и 0,2 см (2,2 %). У дуба при чередовании с блоками быстрорастущих пород такое превосходство по высоте равняется 0,1...0,5 м (3,6...15,2 %), по диаметру – 0,2...1,0 см (6,7...26,3 %). Эти различия объясняются неодинаковыми обеспеченностью деревьев почвенной влагой и микроклиматическими условиями в наветренных и заветренных рядах насаждений.

Высота деревьев в средних рядах блоков выше, чем в крайних: у дуба – на 10,6 %, у тополя – на 1,9 %, у березы – на 3,7 %, у лиственницы – на 3,5 %. Диаметр стволов деревьев в крайних рядах больше, чем во внутренних: у дуба – на 12,6 %, у тополя – на 24,8 %, у березы – на 15,4 %, у лиственницы – на 8,1 %. Различия в росте деревьев центральных и крайних рядов связаны с условиями освещения кроны и физиологическими процессами.

Сравнительный анализ материалов лесоучетных работ 2021 г. показал заметное влияние сочетаний древесных пород в лесных полосах на рост главной породы в 32-летнем возрасте. В результате конкуренции за ресурсы среды (свет, влагу, питательные вещества почвы) быстрорастущей и сопутствующих пород количество живых дубов в варианте лесной полосы сплошной рядовой посадки меньше на 35,6...52,1 %, чем в вариантах прерывистых лесных полос, от числа деревьев при посадке. Сохранившиеся резко угнетенные дубы в насаждении сплошной рядовой посадки сильно отстают по высоте и диаметру ствола (на 0,8...7,6 м и 4,1...12,7 см соответственно) от дубов в прерывистых лесных полосах блочной посадки (табл. 3).

Таблица 3

**Биометрические показатели и лесопатологическое состояние дуба черешчатого на опытных участках (2021 г.)
Biometric indicators and forest pathology condition of the English oak in the experimental plots (2021)**

Вариант опыта	Высота, м	Диаметр ствола, см	Распределение деревьев по категориям состояния, шт./га (%)				
			Жизнеспособные	Ограниченно жизнеспособные	Нежизнеспособные	Отпад	Всего
1	8,8±1,40	8,3±1,81	51 (3,6)	149 (10,5)	348 (24,4)	877 (61,5)	1425
2	9,6±1,02	12,4±2,32	399 (21,3)	551 (29,4)	428 (22,8)	496 (26,5)	1874
3	14,7±0,86	18,6±2,98	623 (29,1)	547 (25,6)	594 (27,8)	375 (17,5)	2139
4	16,4±0,59	21,0±3,31	557 (30,9)	396 (22,0)	481 (26,7)	368 (20,4)	1802

В прерывистых лесных полосах более крупномерен дуб на участке его совместного произрастания с лиственницей, затем следуют участки с березой и тополем. В пределах блоков дубы крайних рядов по сравнению с деревьями средних рядов имеют больший диаметр (на 30,6...45,6 %). Несколько меньшая разница по высоте (6,9 %) между крайними и средними рядами наблюдается только для варианта 4 при ее значениях в средних рядах 15,8 м и крайних – 16,9 м. В вариантах 2 и 3 высоты дуба в средних и крайних рядах одинаковы и составляют соответственно 9,6 и 14,7 м. Во всех вариантах опыта деревья крайних рядов имеют однобоко развитые в сторону поля кроны, касающиеся нижними ветвями поверхности земли. Стволы деревьев внутренних рядов более прямые и с приподнятой кроной.

Отсутствие рубок ухода в древостоях опытных вариантов во время роста и формирования насаждения (осветления – до 10-летнего возраста, прочистки – в 11–20 лет, прореживания – в 21–32 года) привело к наличию значительного количества дубов категорий «лесной отпад» и «нежизнеспособные». При этом в варианте лесной полосы сплошной рядовой посадки доля лесного отпада и нежизнеспособных деревьев превышает показатель в вариантах прерывистых лесных полос на 36,6...40,6 %. Количество жизнеспособных дубов в вариантах прерывистых лесных полос больше на 17,7...27,3 %, чем в варианте лесной полосы сплошной рядовой посадки, а ограниченно жизнеспособных – на 11,5...18,9 %.

Заключение

Таким образом, способы посадки лесных полос и подбор древесных пород в схемах смешения являются значимыми факторами при создании дубовых насаждений, но не меньшее значение имеет своевременность проведения лесоводственного ухода за посадками. Несоблюдение режимов рубок ухода в лесных полосах приводит к ухудшению роста и жизнеспособности главной породы – дуба черешчатого и древостоя в целом.

Для поддержания хорошего санитарного состояния, устойчивости и мелиоративной эффективности защитных лесонасаждений необходим своевременный лесоводственный уход, обеспечивающий формирование здоровых деревьев главной породы в сочетании с лучшими деревьями сопутствующих и быстрорастущих пород.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Анучин Н.П. Лесная таксация. 5-е изд., доп. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 552 с.
Anuchin N.P. *Forest Inventory*. 5th ed., enlarged. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1982. 552 p. (In Russ.).
2. Артюховский А.К., Харченко Н.А., Быков Н.А., Арефьев Ю.Ф. Экологические основы лесозащиты в насаждениях зеленых зон. Воронеж: ВГУ, 1994. 128 с.
Artyukhovskiy A.K., Kharchenko N.A., Bykov N.A., Aref'ev Yu.F. *Ecological Basics of Forest Protection in Green Areas*. Voronezh, VSU Publ., 1994. 128 p. (In Russ.).
3. Векшегонов В.Я. Шахматный способ создания полезащитных лесных полос (Из опыта лесоразведения в Целинном крае). М.: Лесн. пром-сть, 1965. 84 с.
Vekshegonov V.Ya. *The Chessboard Method of Creating Forest Shelterbelts (From the Experience of Afforestation in the Tselinnyi Territory)*. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1965. 84 p. (In Russ.).
4. Дударев А.Д., Гладышева Н.В., Лозовой А.Д. Методика и техника работ на пробных площадях. Воронеж, 1978. 80 с.
Dudarev A.D., Gladysheva N.V., Lozovoy A.D. *Methods and Techniques of Work on the Test Areas*. Voronezh, 1978. 80 p. (In Russ.).
5. Ключников Ю.В. Коридорный способ посадки и посева дуба с быстрорастущими породами в лесных полосах // Совет. агрономия. 1948. № 8. С. 52–57.
Klyuchnikov Yu.V. Corridor Method of Planting and Sowing Oak with Fast-Growing Species in Forest Belts. *Sovetskaya agronomiya*, 1948, no. 8, pp. 52–57. (In Russ.).
6. Коротун А.М. Из опыта посадки крупномерного посадочного материала на целинных землях Голодной степи // Лесн. хоз-во. 1962. № 2. С. 32–36.
Korotun A.M. From the Experience of Planting Large-Sized Material on the Virgin Lands of the Mirzacho'l Steppe. *Lesnoye khozyaystvo*, 1962, no. 2, pp. 32–36.
7. Наставление по организации и ведению лесопатологического мониторинга в лесах России / М-во природ. ресурсов Рос. Федерации, Всерос. науч.-исслед. ин-т лесоводства и механизации лесн. хоз-ва. М.: ВНИИЛМ, 2001. 86 с.
Manual on Organization and Management of Forest Pathology Monitoring in the Forests of Russia. Comp. By the Ministry of Natural Resources of the RF and the All-Russian Research Institute of Forestry and Forestry Mechanization. Moscow, All-Russian Research Institute of Forestry and Forestry Mechanization Publ., 2001. 86 p. (In Russ.).
8. Павловский Е.С. Диагонально-групповой способ размещения биогрупп при посадке полезащитных лесных полос // Вестн. с.-х. науки. 1960. № 5. С. 120–123.
Pavlovskiy E.S. Diagonal-Group Method of Placing Biogroups When Planting Shelterbelts. *Vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki*, 1960, no. 5, pp. 120–123. (In Russ.).
9. Петров Н.Г. О сезонах и сроках посадки древесных пород крупномерными саженцами // Сб. науч. работ Науч.-исслед. ин-та сельск. хоз-ва Центр.-Чернозем. полосы им. В.В. Докучаева. М.: Россельхозиздат, 1965. Т. 3. С. 277–284.
Petrov N.G. On the Seasons and Timing of Planting Large-Sized Tree Species. *The Collection of Scientific Papers of the Scientific Research Institute of Agriculture of the*

Central Black Earth Zone Named after V.V. Dokuchaev. Moscow, Rossel'khozizdat Publ., 1965, vol. 3, pp. 277–284. (In Russ.).

10. Скачков Б.И., Чеканышкин А.С. Новое направление в выращивании защитных и стокорегулирующих полос // Вестн. Рос. акад. с.-х. наук. 1992. № 3. С. 35–36. Skachkov B.I., Chekanyshkin A.S. A New Direction in the Cultivation of Field Protection and Runoff Control Strips. *Vestnik Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk*, 1992, no. 3, pp. 35–36. (In Russ.).

11. Чеканышкин А.С. Основы устойчивости и долговечности защитных лесных насаждений в условиях ЦЧЗ // Лесн. хоз-во. 2010. № 3. С. 29–30.

Chekanyshkin A.S. The Fundamentals of Sustainability and Durability of Protective Forest Plantations in the Conditions of the Central Black Earth Zone. *Lesnoye khozyaystvo*, 2010, no. 3, pp. 29–30. (In Russ.).

12. Bock M.D., Van Rees K.C.J. Mechanical Site Preparation Impacts on Soil Properties and Vegetation Communities in the Northwest Territories. *Canadian Journal of Forest Research*, 2002, vol. 32, no. 8, pp. 1381–1392. <https://doi.org/10.1139/x02-067>

13. Chantal de M., Leinonen K., Ilvesniemi H., Westman C.J. Effects of Site Preparation on Soil Properties and on Morphology of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* Seedlings Sown at Different Dates. *New Forests*, 2004, vol. 27, pp. 159–173. <https://doi.org/10.1023/A:1025042632491>

14. Coates K.D. Tree Recruitment in Gaps of Various Size, Clearcuts and Undisturbed Mixed Forest of Interior British Columbia, Canada. *Forest Ecology and Management*, 2002, vol. 155, iss. 1–3, pp. 387–398. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00574-6](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00574-6)

15. Concha J.Y., Alegre J.C., Pocomucha V. Determinación de las Reservas de Carbono en la Biomasa Aérea de Sistemas Agroforestales de *Theobroma cacao* L. en el Departamento de San Martín, Peru. *Ecología Aplicada*, 2007, vol. 6, no. 1–2, pp. 75–82. (In Span.). <https://doi.org/10.21704/rea.v6i1-2.343>

16. 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, no. 10, pp. 2684–2695. <https://doi.org/10.1139/x06-153>

17. Jose S. Agroforestry for Ecosystem Services and Environmental Benefits: An Overview. *Agroforestry Systems*, 2009, vol. 76, pp. 1–10. <https://doi.org/10.1007/s10457-009-9229-7>

18. 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, iss. 1, pp. 43–49. <https://doi.org/10.3368/er.25.1.43>

19. Lacombe S., Bradley R.L., Hamel C., Beaulieu C. Do Tree-Based Intercropping Systems Increase the Diversity and Stability of Soil Microbial Communities? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2009, vol. 131, iss. 1–2, pp. 25–31. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2008.08.010>

20. Löf M., Dey D.C., Navarro R.M., Jacobs D.F. Mechanical Site Preparation for Forest Restoration. *New Forests*, 2012, vol. 43, pp. 825–848. <https://doi.org/10.1007/s11056-012-9332-x>

21. 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, art. no. 285. <https://doi.org/10.14214/sf.285>

22. Reynolds P.E., Simpson J.A., Thevathasan N.V., Gordon A.M. Effects of Tree Competition on Corn and Soybean Photosynthesis, Growth, and Yield in a Temperate Tree-Based Agroforestry Intercropping System in Southern Ontario, Canada. *Ecological Engineering*, 2007, vol. 29, iss. 4, pp. 362–371. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2006.09.024>

23. 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, art. no. 196. <https://doi.org/10.14214/sf.196>

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interest: The author declares that there is no conflict of interest