

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ СЕЯЛКИ ДЛЯ КРУПНОПЛОДНЫХ СЕМЯН НА АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОСЕВА ЖЕЛУДЕЙ

кандидат технических наук **И.В. Казаков**

ФБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства»,
г. Пушкино, Российская Федерация

Важным фактором, влияющим на качество выращиваемого в лесных питомниках посадочного материала, является способ посева семян. При посеве семян необходимо обеспечить оптимальные условия для роста и развития растений путем поштучно-равномерного их распределения в посевной бороздке. Для выполнения такого способа посева предложена конструкция сеялки для крупноплодных семян с высевающим аппаратом, обеспечивающим поштучно-равномерный посев желудей. С целью изучения влияния параметров и режимов работы сеялки для крупноплодных семян на качественные показатели поштучно-равномерного посева желудей проведены исследования процесса ее работы. В результате проведенных исследований обоснованы конструктивно-технологические параметры и режимы работы сеялки с высевающим аппаратом в виде транспортной цепи, снабженной ячейками с подвижными планками для регулирования их глубины. Установлены рациональные конструктивно-технологические режимы работы и параметры сеялки для крупноплодных семян, обеспечивающие поштучно-равномерный посев желудей: скорость движения высевающего аппарата 0,12 м/с, поступательная скорость сеялки 0,28 м/с и глубина ячейки высевающего аппарата 5 мм. Предложена эмпирическая зависимость влияния глубины ячейки высевающего аппарата, скорости его движения и поступательной скорости сеялки на расстояние между желудями в посевной бороздке.

Ключевые слова: сеялка, высевающий аппарат, семена, желуды, питомник, посадочный материал

THE INFLUENCE OF PARAMETERS AND MODES OF OPERATION OF THE SEEDER FOR LARGE SEEDS ON THE AGRONOMIC PERFORMANCE OF CROPS OF ACORNS

PhD (Engineering) **I.V. Kazakov**

FBI "All-Russian Research Institute of Forestry and Mechanization of Forestry", Pushkino, Russian Federation

Abstract

An important factor affecting the quality of planting material grown in forest nurseries is the method of sowing seeds. When sowing seeds, it is necessary to provide optimal conditions for the growth and development of plants by piece-uniform distribution in the sowing groove. To perform such a method of planting the design of a planter for large seed metering apparatus that provides a piece-uniform seeding of acorns. In order to study the influence of the parameters and modes of operation of the seeder for large-fruited seeds on the quality indicators of single-uniform acorn sowing, studies of the process of its work were carried out. As a result of the research, the constructive and technological parameters and operating modes of the seeder, with the sowing apparatus in the form of a conveyor chain equipped with cells with movable bars to regulate their depth, are justified. Installed the rational constructive-technological modes and parameters of seeder for large seeds for a piece-uniform seeding of acorns: the speed of movement of the sowing unit 0.12 m/s, forward speed of the seeder 0.28 m/s and depth of the location of the sowing unit 5 mm. the empirical dependence of the effect of the depth of the cell seeding device, speed of movement and forward speed of the seeder on the distance between the acorns in the seed furrow.

Keywords: seeder, sowing machine, seeds, acorns, nursery, planting material

Введение

Выращивание качественного посадочного материала для лесовосстановления зависит от многих факторов, среди которых существенное влия-

ние оказывает способ посева семян. Для посева желудей в лесных питомниках применяются сеялки с различными высевающими аппаратами, которые из-за их конструктивных недостатков не в полной

мере отвечают предъявляемым к ним требованиям и не обеспечивают равномерное распределение семян в посевных бороздках [1, 3, 4, 5]. Это приводит к излишнему расходу желудей и низкому качеству выращиваемого посадочного материала. Одним из способов решения этой проблемы является обеспечение растениям одинаковых условий для их роста и развития путем поштучно-равномерного посева желудей [8, 9, 10, 11]. В связи с этим разработана и обоснована конструкция и режимы работы сеялки для крупноплодных семян с высевальным аппаратом, обеспечивающим поштучно-равномерное распределение желудей в посевной бороздке, позволит уменьшить расход семян и повысить качество выращиваемого посадочного материала благодаря созданию оптимальных условий для растений.

Материалы и методы

Для проведения исследований влияния параметров и режимов работы сеялки на качественные показатели посева желудей использовался опытный образец сеялки для посева крупноплодных семян СКБ-5-3 с ячеисто-транспортным высевальным аппаратом (рис. 1).

Основными узлами сеялки являются: рама 1, бункер 2, транспортная цепь 3, опорно-приводные колеса 4 цепной передачи 5, выравниватель 6, сошник 7, семяпроводы 8, загортачи 9, прикатывающие катки 10, пружины 11, направляющие 12, ячейки 13, подвижные планки 14, ограничитель 15.

Высевальный аппарат сеялки представляет собой транспортную цепь 3 с ячейками 13, перемещающуюся по расположенным в днище бункера направляющим 12. Ячейки 13 снабжены подвижными планками 14, предназначенными для регулирования их глубины с целью обеспечения поштучного захвата желудей с учетом их размеров. Опорно-приводные колеса 4 предназначены для привода транспортной цепи 3 с помощью цепной передачи 5. Выравниватель 6 установлен в передней части рамы сеялки с возможностью изменения его положения по высоте. Сошники 7 выполнены коробчатой формы и установлены с возможностью изменения глубины их хода. Семяпроводы 8 выполнены из трубы и имеют изогнутую форму, соответствующую траектории полета желудей. Загортачи 9

обеспечивают заделку семян почвой и установлены с обеих сторон бороздки с возможностью изменения угла их установки и глубины хода. Прикатывающие катки 10 расположены по следу посевных бороздок и уплотняют в них почву. Пружины 11 предназначены для обеспечения необходимого давления прикатывающих катков на почву и снабжены устройством для его регулирования. Сеялка для крупноплодных семян СКБ-5-3 является навесной и агрегатируется с трактором МТЗ-80/82.

Технологический процесс работы сеялки СКБ-5-3 заключается в следующем. При поступательном движении агрегата выравниватель 6 производит дополнительную планировку поверхности посевной ленты. Крутящий момент от опорно-приводных колес 4 через цепную передачу 5 приводит в движение транспортные цепи 3 с ячейками 13. При движении транспортной цепи по направляющим 12 ячейки 13 захватывают желуды из бункера, перемещают их в зону сброса. Затем желуды по семяпроводам 8 направляются в бороздки, образованные сошниками 7. Загортачи 9 засыпают посевные бороздки с желудями почвой. Прикатывающие катки 10 уплотняют почву в зоне заделки желудей с обеспечением требуемой ее плотности с помощью пружин 11. Количество захватываемых ячейками желудей обеспечивается путем изменения их глубины с помощью установленных в них подвижных планок 14. Глубина посева желудей регулируется изменением высоты установки сошников относительно опорно-приводных колес от 4 до 10 см. Ограничитель 15 удаляет из ячеек лишние желуды и сбрасывают их в бункер.

Сеялка снабжена пятью высевальными аппаратами для обеспечения 3- и 5-строчных схем посева, с расстоянием между их центрами, соответственно, равным 45 и 22,5 см. Емкость бункера принята равной 100 дм³, с учетом обеспечения запаса желудей для посева гона длиной не менее 100 м. Скорость движения сеялки в агрегате с трактором МТЗ-80/82 принималась равной 0,28 и 0,42 м/с (1 и 1,5 км/ч), с учетом эксплуатации аналогичных средств механизации в лесных питомниках.

Экспериментальные исследования проводились в почвенном канале ФБУ ВНИИЛМ.

Основными факторами, влияющими на количество высеваемых желудей, являются конструктивные параметры ячейки высевającego аппарата, скорость его движения и поступательная скорость агрегата, а также размерные показатели желудей.

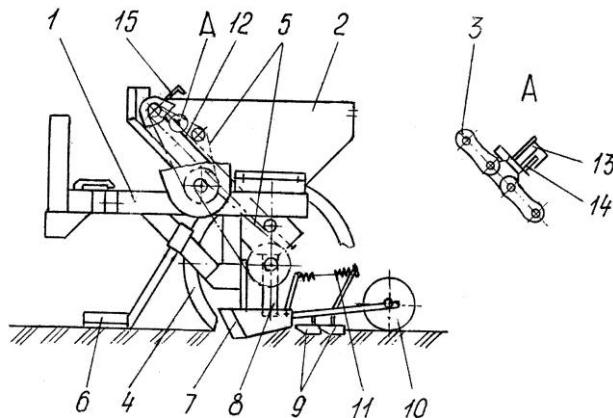


Рис. 1. Схема сеялки для посева крупноплодных семян СКБ-5-3

До начала проведения экспериментальных исследований были определены размерные показатели двух образцов желудей дуба черешчатого. В первом образце были использованы желуди Учебно-опытного лесхоза ВГЛТУ (Правобережное лесничество), средняя масса 1000 шт. которых составила 3666 г, средний поперечный диаметр – 14,7 мм (максимальный диаметр – 18,0 мм) и средняя длина – 33,9 мм (максимальная длина – 39,0 мм). Во втором образце были использованы желуди Новоусманского лесхоза (Яблоченское лесничество), средняя масса 1000 шт. которых составила 2199 г, средний поперечный диаметр – 14,8 мм (максимальный диаметр – 17,0 мм) и средняя длина – 23,7 мм (максимальная длина – 28,0 мм). Как видно из приведенных показателей, размеры желудей, полученных из различных лесничеств, существенно отличаются: так, масса желудей первого образца в 1,7 раза и их длина – в 1,4 раза больше, чем второго образца. Для обеспечения требований поштучно-равномерного посева желудей при проведении исследований были использованы более крупные желуди дуба черешчатого из Правобережного лесничества Учебно-опытного лесхоза ВГЛТУ.

В соответствии с определенными размерами желудей дуба черешчатого, в частности макси-

мальной длины, равной 39 мм, и наибольшего поперечного диаметра, равного 18 мм, и с учетом конструктивных предпосылок, длину и ширину ячейки высевającego аппарата целесообразно принять, соответственно, равной 40 и 20 мм. Для выбора рациональной глубины ячейки необходимо провести исследования.

Основными агротехническими показателями работы сеялок для лесных питомников являются норма высева и равномерность распределения семян в посевной бороздке. Эти показатели зависят от конструктивно-технологических параметров высевającego аппарата, скорости его движения и поступательной скорости агрегата [6, 7, 11, 12, 13, 14].

В процессе проведения исследований скорость движения высевających аппаратов изменялась с помощью сменных звездочек в их приводе и составляла: 0,12; 0,17; 0,19 и 0,25 м/с. Глубина ячеек высевających аппаратов изменялась с помощью установленных в них подвижных планок и принималась равной: 5; 7,5; 10; 12,5; 15 и 20 мм. Опыты проводили при поступательной скорости агрегата, равной 0,28 и 0,42 м/с. Посев проводился по 5-строчной схеме с расстоянием между рядками, равным 22,5 см. Глубина хода сошников изменялась от 4 до 10 см при ширине посевных бороздок 6-8 см.

После прохода агрегата определялось количество желудей, высеянных на 1 метре каждой посевной бороздки. Повторность опытов принималась 10-кратной. Данные исследований обрабатывали методами математической статистики [2]. При анализе полученных экспериментальных данных проводили проверку однородности средних арифметических значений с применением t-критерия Стьюдента. Для представления исследуемых зависимостей в аналитическом виде производился подбор уравнений, описывающих результаты эксперимента. Вид уравнений находился на основе экспериментальных данных методом наименьших квадратов. Коэффициенты эмпирических зависимостей определяли с помощью ПЭВМ, для этого была составлена программа на языке «Бейсик».

Обсуждение

В процессе проведения предварительных опытов было установлено, что при глубине ячеек

высевающего аппарата, равной 20 мм, они захватывали из бункера по два желудя и более, что исключало возможность их поштучно-равномерного посева. В связи с этим исследования проводили при изменении глубины ячейки высевающего аппарата от 5 до 15 мм. Скорость движения сеялки в агрегате с трактором МТЗ-80/82 принималась равной от 0,28 до 0,42 м/с (1 и 1,5 км/ч) в соответствии с рекомендациями по эксплуатации средств механизации в лесных питомниках [5]. Полученные экспериментальные данные представлены в табл. 1 и 2.

Исследование влияния глубины ячеек высевающего аппарата на равномерность и норму посева желудей проводили при скорости движения высевающего аппарата, равной 0,12 и 0,19 м/с и поступательной скорости движения агрегата 0,28 м/с. Анализ полученных данных (табл. 1) показывает, что при скорости движения высевающего аппарата, равной 0,12 м/с, и с увеличением глубины ячеек от 5 до 10 мм, т. е. в 2 раза, количество высеянных желудей увеличилось от 13,2 до 15,3 шт./пог. м, т. е. возросло в 1,2 раза, а среднее расстояние между ними уменьшилось от 7,6 до 6,5 см, т. е. снизилось в 1,2 раза. Норма посева желудей увеличилась от 1,61 до 1,73 т/га, т. е. возросла в 1,1 раза.

При увеличении глубины ячейки от 10 до 15 мм, т. е. в 1,5 раза, количество высеянных желудей увеличилось от 15,3 до 17,6 шт./пог. м, т. е. возросло в 1,2 раза, а среднее расстояние между ними уменьшилось от 6,5 до 5,7 см, т. е. снизилось в 1,1 раза. Норма посева желудей увеличилась от 1,73 до 2,15 т/га, т. е. возросла в 1,2 раза. Следует отметить, что норма посева желудей при этих режимах работы сеялки составила 1,61- 2,15 т/га, т. е. была несколько меньше нормы, рекомендуемой при выращивании сеянцев дуба [9]. Такая норма посева желудей может применяться для выращивания укрупненных сеянцев дуба при более длительном сроке (до 4-5 лет) их выращивания с равномерно-разреженным распределением растений в посевной строке [8, 11].

При скорости движения высевающего аппарата, равной 0,19 м/с, количество высеянных желу-

дей при изменении глубины ячейки от 5 до 15 мм увеличилось от 19,4 до 30,6 шт./пог. м, т. е. увеличилось в 1,6 раза, а среднее расстояние между ними уменьшилось от 5,2 до 3,3 см. При этом норма посева желудей увеличилась от 2,37 до 4,4 т/га, т. е. практически соответствовала существующим рекомендациям выращивания сеянцев дуба [8, 9, 11].

Как видно из проведенного анализа, глубина ячейки высевающего аппарата оказывает существенное влияние на показатели работы сеялки, и норма посева желудей при ее величине, равной 5 мм, и скорости движения высевающего аппарата 0,12 м/с составляла 13,2 шт./пог. м, и среднее расстояние между желудями в посевной бороздке находилось в пределах 7,6 см. Таким образом, глубину ячейки высевающего аппарата сеялки для посева желудей целесообразно принять равной 5 мм.

Исследование влияния скорости движения высевающего аппарата (табл. 2) на равномерность и норму посева желудей проводили при глубине ячеек высевающего аппарата 5 и 10 мм и поступательной скорости агрегата 0,28 м/с.

Анализ полученных данных (табл. 2) показывает, что при глубине ячейки 5 мм с увеличением скорости движения высевающего аппарата от 0,12 до 0,17 м/с, т. е. в 1,4 раза, количество высеянных желудей увеличилось от 13,2 до 15,4 шт./пог. м, т. е. возросло в 1,2 раза, и среднее расстояние между ними уменьшилось от 7,5 до 6,5 см, т. е. в 1,2 раза. Норма посева желудей увеличилась от 1,61 до 1,88 т/га, т. е. в 1,2 раза.

При увеличении скорости движения высевающего аппарата от 0,17 до 0,19 м/с, т. е. в 1,1 раза, количество высеянных желудей увеличилось от 15,4 до 19,4 шт./пог. м, т. е. возросло в 1,2 раза. Норма посева желудей увеличилась от 1,88 до 2,37 т/га, т. е. в 1,2 раза. При дальнейшем увеличении скорости движения высевающего аппарата до 0,25 м/с, т. е. в 1,3 раза, количество высеянных желудей увеличилось от 19,4 до 23,3 шт./пог. м, т. е. возросло в 1,2 раза. Норма посева желудей достигла 2,84 т/га.

Таблица 1

Влияние глубины ячейки высевашего аппарата на равномерность и норму посева желудей

№	Глубина ячейки высевашего аппарата, мм	Равномерность и норма посева желудей					
		Скорость движения высевашего аппарата, м/с					
		0,12			0,19		
		Количество высеянных желудей, шт./пог. м	Среднее расстояние между желудями, см	Норма посева, т/га	Количество высеянных желудей, шт./пог. м	Среднее расстояние между желудями, см	Норма посева, т/га
1	5	13,2	7,6	1,61	19,4	5,2	2,37
2	7,5	14,2	7,1	1,73	21,8	4,6	2,66
3	10	15,3	6,5	1,87	24,4	4,1	2,98
4	12,5	16,4	6,1	2,0	27,3	3,7	3,33
5	15	17,6	5,7	2,15	30,6	3,3	4,40

Таблица 2

Влияние скорости движения высевашего аппарата на равномерность и норму посева желудей

№	Скорость движения высевашего аппарата, м/с	Равномерность и норма посева желудей					
		Глубина ячейки высевашего аппарата, мм					
		5			10		
		Количество высеянных желудей, шт./пог. м	Среднее расстояние между желудями, см	Норма посева, т/га	Количество высеянных желудей, шт./пог. м	Среднее расстояние между желудями, см	Норма посева, т/га
1	0,12	13,2	7,5	1,61	15,3	6,5	2,37
2	0,17	15,4	6,5	1,88	18,8	5,3	2,91
3	0,19	19,4	5,2	2,37	24,4	4,1	3,78
4	0,25	23,3	4,3	2,84	29,3	3,4	4,54

Таблица 3

Влияние поступательной скорости движения сеялки на равномерность и норму посева желудей

№	Поступательная скорость движения сеялки, м/с	Равномерность и норма посева желудей		
		Количество высеянных желудей, шт./пог. м	Среднее расстояние между желудями, см	Норма посева, т/га
1	0,28	13,2	7,6	1,61
2	0,42	8,7	11,5	1,12

При глубине ячейки высевашего аппарата, равной 10 мм, с увеличением скорости его движения от 0,12 до 0,17 м/с, т. е. в 1,4 раза, количество высеянных желудей увеличилось от 15,3 до 18,8 шт./пог. м, т. е. возросло в 1,2 раза, а среднее расстояние между ними уменьшилось от 6,5 до 5,3 см, т. е. уменьшилось в 1,2 раза. Норма посева желудей увеличилась от 2,37 до 2,91 т/га, т. е. возросла в 1,2 раза. При увеличении скорости движения высевашего аппарата от 0,17 до 0,19 м/с, т. е. в 1,1 раза, количество высеянных желудей увеличилось от 18,8 до 24,4 шт./пог. м, т. е. возросло в 1,3 раза. Норма посева желудей увеличилась до 3,78 т/га, т. е. возросла в 1,3 раза. При дальнейшем увеличении скорости движения высевашего аппарата до 0,25 м/с, т. е. в 1,3 раза, количество высеянных желудей увеличилось от 24,4 до 29,3 шт./пог. м, т. е. возросло в 1,2 раза. Норма посева желудей достигла 4,54 т/га.

Как видно из проведенного анализа, с увеличением скорости движения высевашего аппарата норма посева желудей увеличивается, однако динамика увеличения нормы посева желудей снижается, причем при увеличении скорости высевашего аппарата от 0,12 до 0,25 м/с, т. е. в 2,1 раза, норма посева увеличилась от 13,2 до 23,3 шт./пог. м, т. е. возросла в 1,7 раза.

Опыты по определению влияния поступательной скорости движения сеялки на показатели посева желудей проводили при глубине ячейки высевашего аппарата, равной 5 мм, и двух поступательных скоростях ее работы – 0,28 и 0,42 м/с (1 и 1,5 км/ч), наиболее характерных для эксплуатации средств механизации в лесных питомниках [4, 5].

Анализ полученных данных (табл. 3) показывает, что с увеличением поступательной скорости движения сеялки от 0,28 до 0,42 м/с, т. е. в 1,5 раза, количество высеянных желудей уменьшилось от 13,2 до 8,7 шт./пог. м, т. е. в 1,5 раза, и среднее расстояние между ними увеличилось от 7,6 до 11,5 см, т. е. также возросло в 1,5 раза. Норма посева желудей уменьшилась от 1,61 до 1,1 т/га. Таким образом, поступательную скорость движения сеялки целесообразно принять равной 0,12 м/с.

В результате обработки экспериментальных данных методом множественной линейной регрес-

сии с применением компьютера получено уравнение, описывающее процесс поштучно-равномерного посева желудей:

$$L = 6,61 + 13,4V_T^2 - 0,44V_{Ц}^2 - 0,01h^2,$$

где L – расстояние между желудями в посевной бороздке, см;

V_T – поступательная скорость движения сеялки, м/с;

$V_{Ц}$ – скорость движения высевашего аппарата, м/с;

h – глубина ячейки высевашего аппарата, мм.

Анализ полученного уравнения показывает, что все эмпирические коэффициенты значимы, так как критерий Стьюдента $t_{\text{табл}}$ для $n = 27$ равен (при $p = 0,99$) 2,472, а полученные расчетные значения критерия значительно больше 3. Полученное уравнение адекватно описывает характер изменения расстояния между желудями в посевной бороздке, т. к. критерий Фишера равен 19,797, а $F_{\text{табл}}(3;24)$ равен 4,72, т. е. $F_{\text{расч}} > F_{\text{табл}}$. Корреляционное отношение $R = 0,72$, что подтверждает тесную связь между независимыми параметрами и расстоянием между желудями в посевной бороздке. Как видно из этого уравнения, расстояние между желудями в посевной бороздке возрастает с увеличением поступательной скорости движения сеялки и уменьшается с увеличением скорости высевашего аппарата и глубины ячейки. Уменьшение расстояния между желудями в посевной бороздке при увеличении скорости движения высевашего аппарата и глубины ячейки можно объяснить увеличением количества проходимых в единицу времени ячеек и увеличением количества желудей в каждой ячейке.

Таким образом, учитывая обоснованную для поштучно-равномерного посева глубину ячейки высевашего аппарата и с учетом нормы посева желудей при выращивании сеянцев дуба, рациональными конструктивно-технологическими режимами работы и параметрами сеялки являются следующие:

- глубина ячейки высевашего аппарата
 $h = 5$ мм;

- поступательная скорость сеялки
 $V_1 = 0,28$ м/с;

- скорость движения высевашего аппарата
 $V_{ц} = 0,12$ м/с.

В результате проведенных исследований установлено, что сеялка обеспечивает предусмотренный лесотехническими требованиями поштучно-равномерный посев желудей с нормой посева от 8,7 до 30,6 шт./пог. м (от 1,12 до 4,54 т/га) и расстоянием между ними от 3,4 до 11,5 см. Глубина заделки желудей находилась в пределах от 4 до 5 см при ширине посевной бороздки 6-8 см. Прикатывающие катки обеспечивали уплотнение почвы в зоне заделки желудей с возможностью ее изменения.

Заключение

На основании проведенных исследований влияния параметров и режимов работы сеялки для

крупноплодных семян на агротехнические показатели посева желудей обоснованы рациональные конструктивно-технологические параметры и режимы работы сеялки: скорость движения высевашего аппарата 0,12 м/с, поступательная скорость движения сеялки 0,28 м/с при следующих размерах ячейки высевашего аппарата: глубина 5 мм, длина 40 мм и ширина 20 мм. Полученные результаты исследований использованы при разработке и усовершенствовании конструкции сеялки для посева крупноплодных семян СКБ-5-3, и их рекомендуется использовать при создании новых аналогичных сеялок.

Библиографический список

1. Бартенев И. М. Совершенствование технологий и средств механизации лесовосстановления / И. М. Бартенев, М. В. Драпалюк, В. И. Казаков. – Москва : ФЛИНТА : Наука, 2013. – 208 с.
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Драпалюк, М. В. Перспективные технологии выращивания посадочного материала в лесных питомниках / М. В. Драпалюк. – Воронеж : Воронеж гос. университет, 2006. – 247 с.
4. Казаков, В. И. Технологии и механизация выращивания посадочного материала в питомниках лесной зоны / В. И. Казаков. – Москва : ВНИИЛМ, 2001. – 186 с.
5. Казаков, И. В. Машины и оборудование для лесных питомников / И. В. Казаков. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2004. – 60 с.
6. Кардашевский, С. В. Высевашие устройства посевных машин / С. В. Кардашевский. – Москва : Машиностроение, 1973. – 175 с.
7. Лисенков, А. И. Результаты исследований высевашего аппарата для строчно-луночного посева лесных семян / А. И. Лисенков // Природопользование, ресурсы, техническое обеспечение: межвуз. сб. науч. тр. – Воронеж, 2003. – Вып. 1. – С. 148–155.
8. Наставление по выращиванию посадочного материала древесных и кустарниковых пород в лесных питомниках РСФСР. – Москва, 1979. – 17с.
9. Новосельцева, А. И. Справочник по лесным питомникам / А. И. Новосельцева, Н. А. Смирнов. – Москва : Лесн. пром-сть, 1983. – 280 с.
10. Пошарников, Ф. В. Перспективные технологии выращивания лесопосадочного материала / Ф. В. Пошарников, И. В. Казаков. – Воронеж, 2007. – 290 с.
11. Смирнов, Н. А. Выращивание посадочного материала для лесовосстановления / Н. А. Смирнов. – Москва : Лесн. пром-сть, 1981. – 169 с.
12. Aduov, M. A. Analysis of the drills and seeding systems for resource -saving technologies of cultivation of grain crops in the conditions of Northern Kazakhstan / M. A. Aduov, M. I. Matyushkov, S. A. Nukusheva // Materials of republican scientific – theoretical onference "Seifullin readings 11", Astana, 2015, pp. 31–33.

13. A review on multi-seed sowing machine / A. B. Rohokale, P. D. Shewale, S. B. Pokharkar, K. K. Sanap // International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET), Vol 5, Issue 2, February, 2014. – P. 180–186. – ISSN 0976.
14. Toumey, J. W. Seeding and planting / J. W. Toumey. – John Wiley and Sons, New York, 1916. – 455 p.

References

1. Bartenev I. M., Drapaljuk M. V., Kazakov V. I. *Sovershenstvovanie tehnologij i sredstv mehanizacii lesvosstanovlenija*. Moscow, 2013, 208 p. (In Russian).
2. Dosphehov B. A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij)*. Moscow, 1985, 351 p. (In Russian).
3. Drapaljuk M. V. *Perspektivnye tehnologii vyrashhivaniya posadochnogo materiala v lesnyh pitomnikah*. Voronezh, 2006, 247 p. (In Russian).
4. Kazakov V. I. *Tehnologii i mehanizacija vyrashhivaniya posadochnogo materiala v pitomnikah lesnoj zony*. Moscow, 2001, 186 p. (In Russian).
5. Kazakov I. V. *Mashiny i oborudovanie dlja lesnyh pitomnikov*. Pushkino, 2004, 60 p. (In Russian).
6. Kardashevskij S. V. *Vysevajushhie ustrojstva posevnyh mashin*. Moscow, 1973, 175 p. (In Russian).
7. Lisenkov A. I. *Rezul'taty issledovanij vysevajushhego apparata dlja strochno-lunochnogo poseva lesnyh semjan*. Voronezh, 2003, Vol. 1, pp. 148 - 155. (In Russian).
8. *Nastavlenie po vyrashhivaniyu posadochnogo materiala drevesnyh i kustarnikovyh porod v lesnyh pitomnikah RSFSR*. Moscow, 1979, 17p. (In Russian).
9. Novosel'ceva A. I., Smirnov N. A. *Spravochnik po lesnym pitomnikam*. Moscow, 1983, 280 p. (In Russian).
10. Posharnikov F. V., Kazakov I. V. *Perspektivnye tehnologii vyrashhivaniya lesoposadochnogo materiala*. Voronezh, 2007, 290 p. (In Russian).
11. Smirnov N. A. *Vyrashhivanie posadochnogo materiala dlja lesvosstanovlenija*. Moscow, 1981, 169 p. (In Russian).
12. Aduov M. A., Matyushkov M. I., Nukusheva S. A. *Analysis of the drills and seeding systems for resource - saving technologies of cultivation of grain crops in the conditions of Northern Kazakhstan. Materials of republican scientific-theoretical conference "Seifullin readings 11"*, Astana, 2015, pp. 31-33.
13. Rohokale A. B., Shewale P. D., Pokharkar S. B., Sanap K. K. *A review on multi-seed sowing machine. International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET)*, ISSN 0976 Vol. 5, Issue 2, February, 2014, pp. 180-186.
14. Toumey J. W. *Seeding and planting oumey*. John Wiley and Sons, New York, 1916, 455 p.

Сведения об авторе

Казakov Игорь Владимирович – заведующий отделом механизации лесохозяйственных работ и стандартизации, ФБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства», кандидат технических наук, г. Пушкино, Российская Федерация; e-mail: igor.kazakov2015@bk.ru.

Information about the author

Kazakov Igor Vladimirovich – Head of the Department of mechanization of forestry works and standardization of FBI "All-Russian Research Institute of Forestry and Mechanization of Forestry", PhD (Engineering), Pushkino, Russian Federation; e-mail: igor.kazakov2015@bk.ru.