



DOI 10.21178/2079-6080.2019.2.40
УДК 630*181 : 630*232.11 : 630*232.412.9 : 630*651.72

Приживаемость лесных культур сосны крымской на бугристых песках Среднего Дона при использовании биологически активных веществ

© Т.А. Турчина, О.А. Банникова

Survival of Crimean pine forest cultures on Central Don hilly sands when using biologically active agents

T.A. Turchina, O.A. Bannikova (The Branch of the Federal Budget Institution “Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry” “South European Forest Research Experimental Station”)

The low survival of Crimean pine forest cultures fixed on Central Don hilly sands is connected with loss of root system part of seedlings at digging up and loading in the tree-planting machine. Basis of research was the hypothesis that local introduction of the biologically active agents (BAA) will promote strengthening of roots formation that will lead to increase in survival of forest cultures. New agricultural techniques – soaking of seedlings root systems in medicine solutions containing BAA before setting of forest cultures – is offered to approbation. The medicines entering the State catalog (sodium humate Sakhalin, root channet, humate +7 Iodine), and carbohydrate of natural origin (honey) are approved.

In the forest cultures created manually survival of plants in option with use of root channet is 9% more, than on control (without processing). Distinctions are significant at the 5% level ($t_f = 2,15 > t_{05} = 2,05$). In comparison with “production forest cultures” option survival is 40,2% more, and distinctions are significant at probability of error of 0,1% ($t_f = 8,03 > t_{001} = 3,67$).

At the mechanized way of forest cultures creation survival of the seedlings processed by BAA in 1,2–5,0 times more, than on control ($t_f = 4,2–7,84 > t_{001} = 3,5$). The maximum survival (74,3–79,4%) is recorded in options with use of the medicines containing potassium. It is more concentration of humic acid salts in solution of sodium humate Sakhalin, in comparison with humate +7 Iodine, provides effect of “the prolonged influence of BAA”. Importance of

distinctions of survival upon termination of growing season is more, than at its beginning ($t_f^{BGS} = 1,36 < t_{05} = 2,01$; $t_f^{EGS} = 2,44 > t_{05} = 2,01$).

By results of comparison of forest cultures survival the absolute advantage of any BAA it is not revealed. Distinctions between options of experience are not significant ($t_f = 0-1,71 < t_{05} = 2,01$). It means that each of the tested medicines can be recommended for preplanting processing of seedlings. The choice of specific substance can be caused by ecological conditions of sites and economic opportunities of the forestry and landscape enterprise.

Key words: hilly sands, Crimean pine, biologically active agents, sodium humate Sakhalin, root channet, humate +7 Iodine, honey, preplanting processing of seedlings, survival of forest cultures

Приживаемость лесных культур сосны крымской на бугристых песках Среднего Дона при использовании биологически активных веществ

Т.А. Турчина, О.А. Банникова

Низкая приживаемость лесных культур сосны крымской, фиксируемая на бугристых песках Среднего Дона, связана с потерей части корневой системы семян при выкопке и загрузке в лесопосадочную машину. Основой исследования явилась гипотеза о том, что локальное внесение биологически активных веществ (БАВ) будет способствовать усилению корнеобразования, что приведет к увеличению приживаемости лесных культур. Предложен к апробации новый агроприем – предпосадочное замачивание корневых систем семян в растворах препаратов, содержащих БАВ. Были испытаны гумат натрия Сахалинский, корневин, гумат+7 Йод, а также углевод природного происхождения (мёд).

В лесных культурах, созданных вручную, приживаемость растений в варианте с использованием корневина на 9% больше, чем на контроле (без обработки). Различия значимы на 5%-ном уровне ($t_{\phi} = 2,15 > t_{05} = 2,05$). В сравнении с вариантом «производственные лесные культуры» приживаемость больше на 40,2%, и различия значимы при вероятности ошибки 0,1% ($t_{\phi} = 8,03 > t_{001} = 3,67$).

При механизированном способе создания лесных культур приживаемость семян, обработанных БАВ, в 1,2–5,0 раз больше, чем на контроле ($t_{\phi} = 4,2-7,84 > t_{001} = 3,5$). Максимальная приживаемость (74,3–79,4%) зафиксирована в вариантах с использованием препаратов, содержащих калий. Большая концентрация солей гуминовой кислоты в растворе гумата натрия Сахалинского, в сравнении с гуматом+7 Йод обеспечивает эффект «продолженного влияния БАВ», при этом существенность различий приживаемости по окончании вегетационного периода больше, чем в его начале.

По результатам сравнения приживаемости лесных культур абсолютного преимущества какого-либо БАВ не выявлено, то есть каждый из испытанных препаратов можно рекомендовать для предпосадочной обработки семян. Выбор конкретного вещества может быть обусловлен экологическими условиями участков и экономическими возможностями лесохозяйственного предприятия.

Ключевые слова: бугристые пески, сосна крымская, биологически активные вещества, гумат натрия Сахалинский, корневин, гумат+7 Йод, мёд, предпосадочная обработка семян, приживаемость лесных культур

Турчина Татьяна Анатольевна – заместитель директора по научной работе, д-р с.-х. наук

E-mail: tatturchina@mail.ru

Банникова Ольга Александровна – аспирант

E-mail: olga_kowalewa@mail.ru

Филиал федерального бюджетного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства» «Южно-европейская научно-исследовательская лесная опытная станция»

346270, Ростовская область, Шолоховский район, ст. Вешенская, ул. Сосновая, 59в

Введение

Преимущественный способ восстановления насаждений в степной зоне России — искусственный, и неотъемлемым атрибутом его успешности является использование качественного посадочного материала, требования к которому (минимальный возраст, биометрические показатели) установлены нормативными документами [14].

В настоящее время в практику выращивания посадочного материала внедряются т. н. «прогрессивные технологии», которые в условиях тотального ограничения материальных ресурсов позволяют получать качественный посадочный материал. Эти технологии основаны на применении биологически активных веществ (БАВ), которые способствуют увеличению всхожести семян, усилению ростовых процессов в надземной и подземной части растений, что в итоге позволяет за более короткий промежуток времени получить стандартные сеянцы в большем объеме [14, 16].

К сожалению, и материалы научных исследований [2], и отчетные данные лесничеств свидетельствуют о снижении эффективности искусственного лесовосстановления в последние 10–15 лет. Около половины создаваемых на песках и песчаных почвах Среднего Дона лесных культур сосны крымской списываются из-за низкой приживаемости. Различия лесорастительных условий в питомнике и на лесокультурной площади являются дополнительным «стресс-фактором», снижающим приживаемость растений и их последующий рост. В частности, сосну крымскую, которая лучше растет на почвах с содержанием физической глины не менее 5% и с наличием гумусовых прослоек [2], высаживают на участки с рыхлопесчаными безгумусными или слабогумусированными почвами.

Биометрические показатели сеянцев, соответствующие нормативным требованиям [14], достигаются, в том числе, и за счет оптимального соотношения количественных и качественных показателей надземной и подземной части растений, а у последней — от доли

мелких корней [17]. Результаты научных исследований показывают, что при их оставлении у сеянцев сосны обыкновенной новые корни в культурах образуются уже через 20 дней, а при удалении в объеме 50% — только через 70 дней после пересадки растений. Восстановление оптимального соотношения между корнями и надземной частью в последнем случае происходит только к концу вегетационного периода.

Следовательно, физиологическая активность сеянцев в процессе пересадки на лесокультурную площадь зависит от степени сохранения корневой системы. К сожалению, при механизированном способе создания лесных культур добиться максимальной ее сохранности не удастся, и корневая система, как минимум, дважды подвергается подрезке. В первый раз — при выкопке посадочного материала, во второй раз — непосредственно перед посадкой, так как конструкции используемых лесопосадочных машин не позволяют использовать сеянцы с длиной корневой системы более 20–25 см. Таким образом, эффект от применения БАВ при выращивании посадочного материала при пересадке растений «теряется».

Вышеуказанное обстоятельство, а также тотальная в отдельные годы гибель лесных культур сосны крымской позволили авторам предположить, что физиологическая активность сеянцев может быть сохранена при локальном внесении БАВ непосредственно перед посадкой их на участках лесовосстановления. Основой опытных работ явилась гипотеза о том, что обработка корневых систем двухлетних сеянцев сосны крымской растворами препаратов, содержащих БАВ, будет стимулировать корнеобразование, ускоряя, таким образом, процессы восстановления корневой системы. Имеющиеся в составе микро- и макроэлементы как дополнительные элементы питания будут способствовать повышению адаптационного потенциала сосны крымской на почвах с низким содержанием гумуса. Использование БАВ может обеспечить большую

приживаемость, а это, в свою очередь, позволит избежать затрат на дополнение лесных культур и повторное лесовосстановление участков.

Цель исследования – оценить влияние биологически активных веществ на повышение эффективности искусственного лесовосстановления. Задачи исследования:

- изучить влияние БАВ на приживаемость лесных культур сосны крымской;
- выявить орографические различия приживаемости лесных культур при влиянии БАВ;
- обосновать перечень препаратов, содержащих БАВ, обеспечивающих максимальную приживаемость лесных культур сосны крымской.

Объекты, методика, условия проведения исследований

Объекты исследования расположены на территории Казанско-Вешенского песчаного массива. Территориально приуроченный к северу Ростовской области (Верхнедонской, Шолоховский административные районы), массив по площади является одним из наиболее крупных (118 тыс. га) в регионе. В геоморфологическом строении массив отражает общие черты эволюционного развития территорий речных террас в бассейне Среднего Дона.

Климат региона – резко континентальный, с относительно жарким и сухим летом и умеренно-холодной зимой. Современный рельеф песчаного массива, сформированный вследствие антропогенного воздействия, сложный и разнообразный. Около 30–40% площади, а на некоторых участках до 80% – занимают бугристые пески [7]. Преобладающий тип почв по гранулометрическому составу – песчаные и супесчаные. Химический состав бугристых песков Среднего Дона весьма беден [7, 8]. Основную часть составляют кварцевые зерна (97–99%). Макроэлементы присутствуют в незначительном количестве: фосфора содержится от 0,05 до 0,4%; калия – в пределах 2%; кальция – от 3 до 4%; солей

серной кислоты – от 0,1 до 0,2%; хлора – от 0,3 до 0,6%; натрия – от 0,3 до 0,7% [8]. Гумусированность бугристых песков, как правило, не превышает 0,22% [15].

Бугристые пески являются наиболее сложной для мелиорации категорией земель, и основным способом увеличения их противодефляционной устойчивости является создание лесных насаждений [7].

В целях подтверждения или опровержения выдвигаемой нами гипотезы в Шолоховском лесничестве Ростовской области подобраны два участка со среднебугристым рельефом (по классификации М.С. Нашиванко [11]), где испытаны варианты создания лесных культур сосны крымской вручную и механизированным способом (табл. 1).

Разница высотных отметок на участках составляет 3–5 м. Крутизна склонов, в соответствии с классификацией Н.Ф. Ганжары [3], варьируется от очень пологих до крутых, но не превышает 15–20°. Форма склонов – вогнуто-выпуклая. Согласно данным анализов почвенных образцов, проведенным ранее [15], содержание физической глины не превышает 5%, что соответствует рыхлопесчаному гранулометрическому составу. Дополнительная характеристика почвенных разностей на опытных участках дана по результатам обследования образцов, взятых из почвенных прикопок, заложенных по общепринятым методикам [4, 12, 13] на глубину преимущественного распространения корневых систем – до 1,0 м. Наличие и мощность гумусового горизонта определены визуально и путем инструментальных измерений.

Количество мелких песчаных частиц (0,25–0,05 мм) на первом участке на 1–2% больше, чем на втором. На южных склонах и вершинах бугров местами сформировались связнопесчаные почвы. Особенностью бугристых песков является дифференциация мощности гумусового слоя (при его наличии) по экспозиции склонов, а также погребение его слоем эолового наноса на разную глубину. Максимальная мощность гумусовых прослоек

зафиксирована на первом участке, где она достигает 55 см. На втором участке слабогумусированные пески переходят в чистый безгумусный песок уже на глубине 15–20 см. Западный и южный склоны имеют наносной гумусный слой мощностью 10–15 см, а северный – 5–7 см. Вершины и восточные склоны слож-

ны рыхлым эоловым наносным песком с содержанием гумуса 0,1% и мощностью гумусовых прослоек до 1 см. Межбугровые понижения в результате ветровой эрозии местами выдуты до плотноватых горизонтов безгумусного песка.

Таблица 1

Технология создания лесных культур сосны крымской на опытных участках

№ участка / год создания культур	Местоположение участка	Технология создания лесных культур	Вариант предпосадочной обработки семян	Индекс опыта**
1 2017	Колундаевское участковое лесничество, кв. 30, выд. 13	Осенняя нарезка борозд РН-60; ручная посадка	Без обработки Корневин 12 ч*	РБО РК12
		Осенняя нарезка борозд РН-60; механизированная посадка (СБН-1А)	Без обработки – контроль	МБО
2 2018	Вешенское участковое лесничество, кв. 45, выд. 2	Осенняя нарезка борозд РН-60; механизированная посадка (СБН-1А)	Гумат натрия Сахалинский 18–20 ч*	МГНС18
			Корневин 18–20 ч*	МК18
			Гумат+7 Йод 5–6 ч*	МГ7Й5
			Мёд 18–20 ч*	ММ18
			Без обработки – контроль	МБО

Примечание. «*» – наименование БАВ и продолжительность замачивания корневых систем растений в растворах, часы; «**» – первая буква в аббревиатуре обозначает способ создания лесных культур, последующие обозначения – вариант предпосадочной обработки семян.

Лесные культуры созданы весной 2017 г. и 2018 г. соответственно на первом и втором участке со схемой посадки 3×0,7 м (густота 4,7 тыс. шт./га). Для закладки опытных вариантов лесных культур за сутки до посадки в Пигаревском лесном питомнике были отобраны двухлетние сеянцы сосны крымской, соответствующие требованиям Правил лесовосстановления (2016) по высоте и толщине стволика [14]. Поскольку целью исследования являлось изучение влияния БАВ, то перед посадкой корневые системы сеянцев в течение разного времени (табл. 1) выдерживались в растворах веществ, содержащих фитогормоны, макро- и микроэлементы, углеводы, вита-

мины. В качестве БАВ использовали фитогормон класса ауксинов, в состав которого входит индолилмасляная кислота (корневин), органоминеральные удобрения на основе гуминовых кислот (гумат натрия Сахалинский и гумат+7 Йод) и биологический продукт (мёд). Все используемые БАВ, кроме мёда, входят в перечень пестицидов и агрохимикатов [5]. Их химический состав и концентрации действующих веществ в растворах, приготовленных для замачивания корней, приведены в таблице 2.

В отношении концентрации приготовленного раствора и времени выдержки корневых систем для настоящего исследования

приняты рекомендации производителя соответствующего препарата. После предварительной обработки двухлетние сеянцы высаживали на лесокультурную площадь с заглублением корневой шейки до 3 см. Контрольным вариантом являлись производственные лесные культуры, созданные механизированным способом без предпосадочной обработки сеянцев.

Климатической особенностью региона является значительная дифференциация вла-

гообеспеченности вегетационного периода. Архивные данные Вешенской и Казанской метеостанций [1, 18], позволили установить, что в течение 65 лет метеонаблюдений влажные условия теплого периода (ГТК = 1,6–1,3) наблюдались 2 раза, слабозасушливые (ГТК = 1,3–1,0) – 9 раз. В среднем на один слабозасушливый год приходится 2 засушливых и 3 – очень засушливых [18]. Метеоусловия проведения экспериментальных работ отличались от среднелетних значений (табл. 3).

Таблица 2

Характеристика используемых растворов БАВ

Наименование БАВ	Наименование действующего вещества	Концентрация действующего вещества в растворе для замачивания, %	Перечень других макро- и микроэлементов*	Перечень витаминов*
Гумат натрия Сахалинский	Соли гуминовой кислоты	0,227	Mo, Mg, Fe, Cu, Mg, Zn, S	–
Корневин СП 5 г/кг	Индолилмасляная кислота (ИМК)	0,049-10–2	Mo, K, Mn, P и др.	–
Гумат+7 Йод	Соли гуминовой кислоты	0,093	Mo, K, Mn, Fe, Cu, Zn, I, Co, B	–
Мёд	Углеводы (глюкоза, фруктоза, сахароза)	0,63	K, Fe, Cu, Zn, Ca, Na, Sr, Sn и др.	B1, B2, B3, B6, B12, PP, K, E, C

Примечание. «*» – в исследуемых веществах имеются мизерные (тысячные, миллионные и менее) доли витаминов, макро- и микроэлементов, поэтому их количественные характеристики не приводятся.

В годы проведения экспериментальных работ погодные условия для лесовосстановления были благоприятными, поскольку и количество выпавших осадков, и температурно-влажностный режим вегетационного периода превышали среднелетние показатели. Следует отметить, что за последние 30 лет теплый период 2018 года был еще и самым влажным – фактическое количество осадков превысило норматив в 1,9 раза. Неблагоприятными факторами являлись более поздние даты последнего заморозка: в 2017 г. – 20 мая, в 2018 г. – 2 июня (средняя дата – 20 апреля [18]).

На песчаных почвах в период активного роста надземной и подземной частей растений немаловажное значение имеет не только количество осадков, но и равномерность их выпадения. В мае–июне 2018 г. наблюдались три подряд бездождевых периода длительностью 12–15 дней; в 2017 г. максимальное количество дней с отсутствием осадков зафиксировано в конце апреля – начале мая – 12 дней.

Рекогносцировочное обследование состояния высаженных растений проводилось с периодичностью 1 раз в 10 дней. По его результатам в начале вегетационного перио-

да (НВП) и по окончании (ОВП) определен основной расчетный показатель – приживаемость лесных культур – отношение числа жизнеспособных растений к общему числу посадочных мест, выраженное в процентах [10].

Таблица 3

Метеорологические условия периода проведения исследований

Климатический показатель	Значение		Отклонение от сред- немноголетнего значения, ±% в год исследований		
	Среднее мно- голетнее	В год исследований		2017	2018
		2017	2018		
Температура воздуха, °С					
– годовая	+6,9	+9,1	+8,6	+31,9	+24,6
– абсолютный максимум	+40	+37,2	+36,3	–7,0	–9,3
– абсолютный минимум	–40	–26	–22,1	+35,0	+44,8
Сумма осадков, мм					
– годовая				+18,7	+34,7
– вегетационный период (IV–X)	496	588,9	668,1	+39,8	+58,9
– холодный период (XI–III)	289	404,0	459,2	–14,1	+15,7
– за период с температурой выше +10 °С	207	177,8	239,6	+24,7	+90,5
Гидротермический коэффици- ент (ГТК)	230	286,7	438,1		
	0,75	0,92	1,27	+22,7	+69,3

Микросайтовость лесорастительных условий, характерная для бугристых песков, является одним из факторов влияния на результативность искусственного лесовосстановления. Поэтому приживаемость лесных культур изучалась, в том числе, и по элементам рельефа, по экспозициям склонов.

Объем экспериментального материала (на первом участке по каждому варианту опыта было заложено 15 пробных площадей, на втором – 25) позволил получить достоверные данные, которые подвергали статистической обработке [6, 9] в программе Microsoft Excel и системе STATISTICA. Вычислялись следующие основные статистические показатели: средняя приживаемость (\bar{x}) и ее ошибка ($\pm m$), дисперсия (s^2), стандартное отклонение (s), коэффициент вариации (v). На диаграммах, демонстрирующих результаты опытов, для отражения величины ошибки средней прижи-

ваемости использовали планку погрешности. Степень влияния исследуемых БАВ определена при сравнении результатов опытных вариантов с контролем и между собой. Критерием достоверности оценки являлся коэффициент Стьюдента (t) и уровень его значимости (p). Если величина рассчитанного коэффициента (t) превышала стандартное значение (t_{st}) на 5%-ном и менее уровне значимости, то применение исследуемого БАВ при создании лесных культур признавалось эффективным.

Результаты и их обсуждение

В жизни лесных культур первый вегетационный период является самым важным, так как проводимая по его окончании инвентаризация свидетельствует об уровне успешности лесовосстановления. Результатом инвентаризации является определение приживаемости лесных культур с последующим обоснованием необходимости их дополнения.

Планируемым результатом применения БАВ, согласно гипотезе исследования, должно было явиться увеличение приживаемости лесных культур. Однако, по скорости наступления эффекта действие БАВ может быть замедленным (эффект проявится в ОВП) или ускоренным (эффект проявится уже в НВП). Зависеть это будет не только от вида входящего в БАВ действующего вещества и его концентрации, но и от внешних условий: экологических особенностей участков, режима влагообеспеченности вегетационного периода. Что касается последнего показателя, годы проведения опытных работ существенно различались. Несмотря на высокую (в сравнении

со среднемноголетним значением) влагообеспеченность вегетационного периода (табл. 3), количество выпавших осадков в период активного роста сосны (апрель-июнь) в 2017 и 2018 гг. составляло соответственно по месяцам: апрель – 74,0 и 23,8 мм, май – 81,7 и 98,7 мм, июнь – 74,8 и 17,0 мм. С учетом приведенной ранее информации о количестве и продолжительности бездождевых периодов констатируем, что погодные условия для роста лесных культур в 2017 году были лучше.

При создании лесных культур в 2017 г. для предпосадочной обработки семян сосны крымской использовали раствор корневина. Результат влияния этого БАВ приведен на рисунке 1.

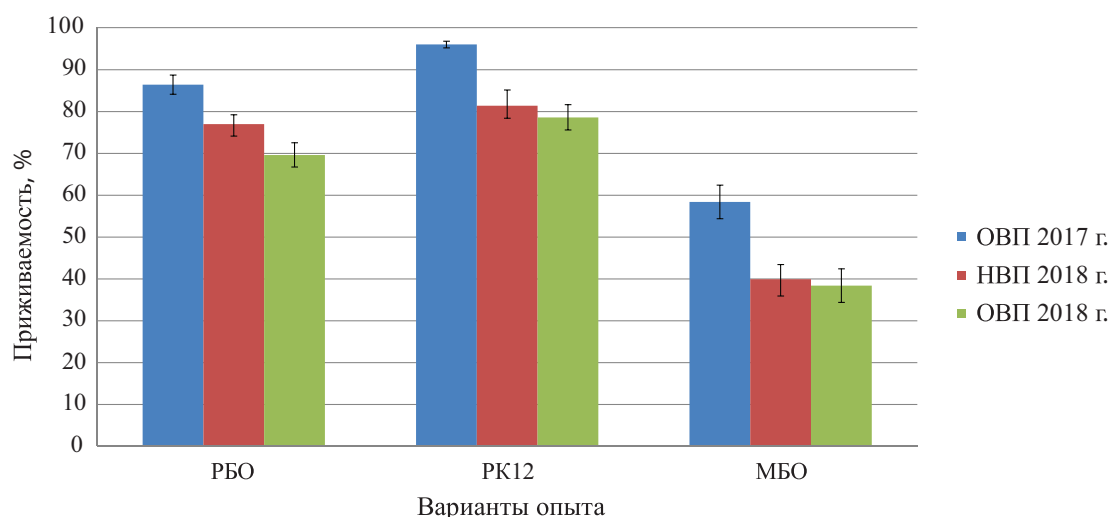


Рис. 1. Динамика приживаемости лесных культур сосны крымской, созданных в 2017 г.

Во всех вариантах создания снижение приживаемости растений наблюдается в летне-зимний период первого года роста. В опытных посадках, созданных ручным способом, приживаемость по ОВП 2017 г. составляла 86,4–96,0%, к НВП 2018 г. количество жизнеспособных растений уменьшилось еще на 9,4–14,6%. По результатам обследования 2018 г. к ОВП сохранилось 69,6–78,6% растений.

Показатели контрольного варианта (лесные культуры механизированного способа создания) еще меньше. В первый вегетацион-

ный период погибло 41,6% растений, к НВП 2018 г. – еще 18,5% растений. К ОВП 2018 г. приживаемость на контроле составила всего 38,4±4%. Основными причинами гибели растений явились: неравномерное распределение осадков в вегетационный период, неустойчивый снежный покров и резкие температурные колебания в зимний период, когда морозы (–20÷ –10 °С) сменялись оттепелями (до +4 °С).

В варианте опыта с предпосадочной обработкой корневых систем семян в растворе

корневина (РК12) в первый вегетационный период погибло всего 4% растений. И хотя по ОВП во второй год роста культур различия в приживаемости в пределах одинаковой техно-

логии создания составляют не более 10,0% (табл. 4), но они статистически значимы ($t_{\phi} = 2,15 > t_{05} = 2,05$).

Таблица 4

Статистические показатели приживаемости лесных культур сосны крымской и достоверность их различий по ОВП 2018 г.

Вариант опыта	Средние статистические показатели					Параметрические критерии достоверности оценок		
	\bar{x}	$\pm m$	s^2	s	v	Сравниваемые варианты	t^*	p
РБО	69,6	2,9	126,26	11,24	15,14	РБО–РК12	2,15	0,04
РК12	78,6	3,0	135,43	11,63	14,81	МБО–РК12	8,03	< 0,001
МБО	38,4	4,0	240,4	15,50	40,35	МБО–РБО	6,31	< 0,001

Примечание. «*» – $t_{st} = 2,05$ при $p < 0,05$, $t_{st} = 3,67$ при $p < 0,001$.

В сравнении с контрольным вариантом итоговые показатели приживаемости лесных культур, созданных с использованием БАВ, почти в 2 раза больше: $38,4 \pm 4,0\%$ – на контроле и $78,6 \pm 3,0$ – в варианте РК12. Различия существенны на самом высоком уровне значимости ($t_{\phi} = 8,03 > t_{001} = 3,67$).

Различия в динамике отпада растений, фиксируемые по вариантам опыта, могут свидетельствовать об эффекте «продолженного влияния БАВ». При идентичном режиме агротехнических уходов по результатам I вегетационного периода отпад составил: в опытных культурах – 4,0%, в производственных – 42,6%; по результатам II вегетационного периода – 17,4% и 20,0% соответственно.

Различные значения дисперсии, стандартного отклонения и коэффициента вариации (табл. 4) указывают на различный характер и специфику варьирования приживаемости во всех вариантах опыта. Средняя изменчивость отмечена при ручном способе создания лесных культур ($v = 14,81 - 15,14 < 25\%$). Значительное варьирование признака в варианте с механизированной посадкой ($v =$

$40,35\% > 25\%$) указывает на более неравномерное распределение растений сосны крымской на участке.

Существенные различия приживаемости в зависимости от способа создания лесных культур ($t_{\phi} = 6,31 - 8,03 > t_{001} = 3,67$) указывают на преимущество ручной посадки над механизированной. Для песков и песчаных почв в бассейне Среднего Дона – это доказанный факт [19], однако применение БАВ позволяет еще повысить эффективность проведения лесовосстановительных мероприятий в регионе.

Несмотря на явное преимущество ручного способа создания лесных культур, его применение при больших объемах посадки в кратчайшие сроки (до распускания почек) невозможно. Поэтому в 2018 г. исследовалось влияние БАВ при механизированном способе создания лесных культур. Перечень испытываемых препаратов при этом немного расширили. Результаты обследования показали, что в целом приживаемость лесных культур, созданных механизированным способом, оказалась ниже, чем при посадке вручную (рис. 2).

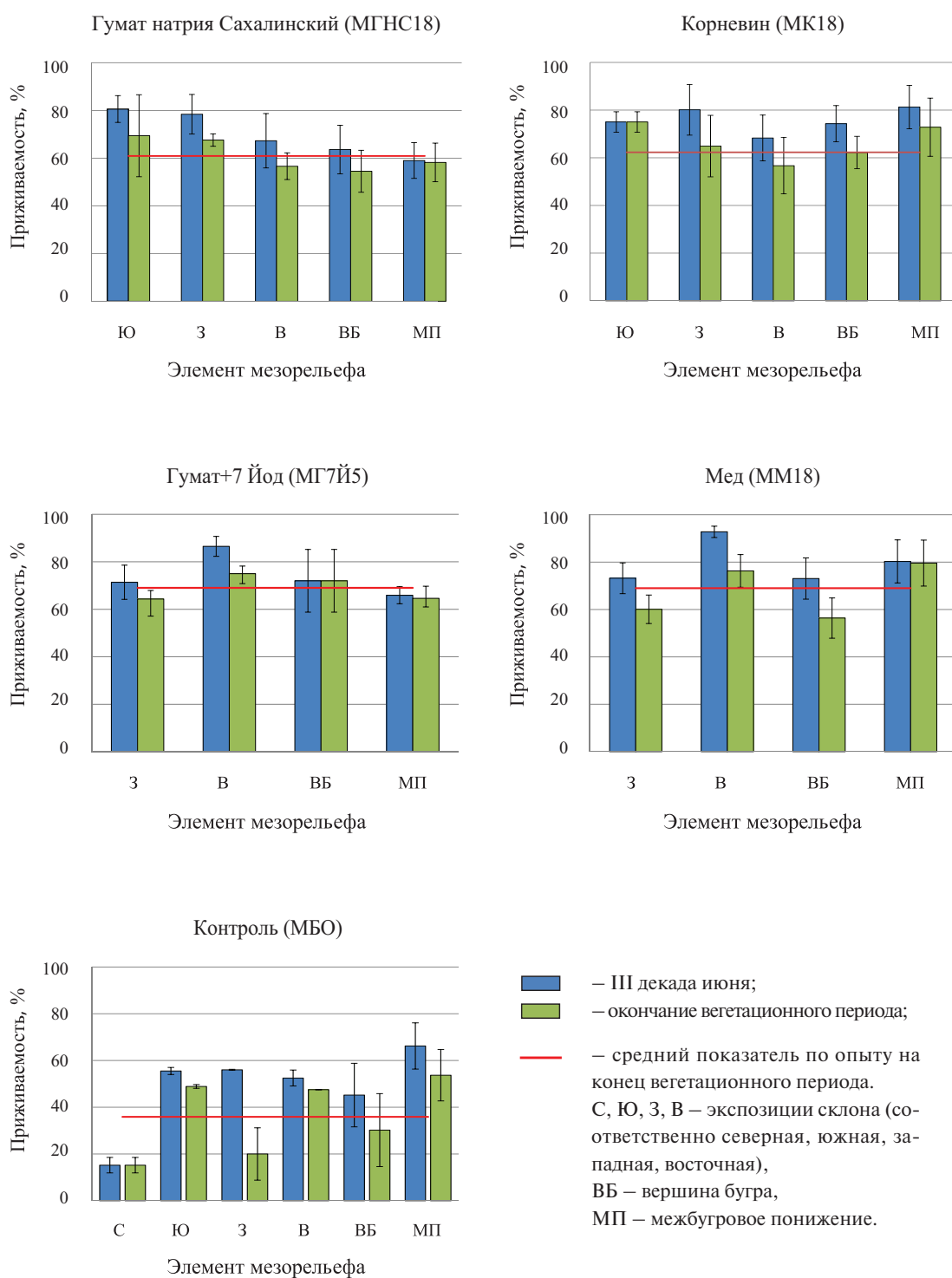


Рис. 2. Влияние препаратов, содержащих биологически активные вещества, на приживаемость лесных культур сосны крымской при механизированном способе создания

Большая часть растений также погибла в первые два месяца после посадки (20,6–51,6%). Дополнительными факторами негативного влияния могли быть сложившиеся погодные условия: продолжительные практи-

чески подряд повторяющиеся бездождевые периоды. Средняя приживаемость в вариантах с применением БАВ в III декаде июня варьировалась от 69,0 до 79,4%, а на контроле (без обработки) составила 48,4% (табл. 5).

Таблица 5

Варьирование основных статистических показателей приживаемости лесных культур сосны крымской в течение вегетационного периода 2018 года

Вариант опыта	Значение основных статистик по периодам									
	в III декаде июня					по ОВП				
	\bar{x}	$\pm m$	s^2	s	ν	\bar{x}	$\pm m$	s^2	s	ν
МГНС18	69,0	3,08	237,87	15,42	22,33	60,9	2,71	184,68	13,59	22,31
МК18	76,0	3,12	243,96	15,61	20,54	62,3	4,79	574,85	23,97	38,50
МГ7Й5	74,3	2,32	135,07	11,62	15,64	69,0	1,92	91,95	9,59	13,89
ММ18	79,4	4,04	407,99	20,20	25,42	69,0	3,90	379,51	19,48	28,21
МБО	48,4	3,84	368,51	19,20	39,66	35,9	3,77	355,20	18,85	52,49

В летний период погибло еще 5,3–13,7% растений. Средняя приживаемость опытных лесных культур по состоянию на ОВП на 25,0–33,1% больше, чем в контрольном варианте. Следовательно, положительный эффект использования БАВ очевиден.

В пределах каждого опытного варианта наблюдается различная вариация среднего значения приживаемости ($\nu = 13,89–52,49$) лесных культур (табл. 5). Наибольшая изменчивость исследуемого показателя отмечена в контрольном варианте ($\nu = 39,66–52,49$), наименьшая – в варианте опыта МГ7Й5 ($\nu = 13,89–15,64$). Неодинаковые значения дисперсии и стандартного отклонения также указывают на различный характер варьирования приживаемости. Это вызвано не только погодными, но и орографическими условиями территории.

Частный эффект от применения БАВ зависит от вида действующего вещества, его концентрации и проявляется по-разному как в течение вегетационного периода, так и по элементам мезорельефа. Наибольшие значения приживаемости по состоянию на III декаду июня отмечены в вариантах МК18

(76,0±3,12%) и ММ18 (79,4±4,04%), а по окончании первого года роста – в вариантах МГ7Й5 (69,0±1,92%) и ММ18 (69,0±3,9%).

В составе этих БАВ, а именно в корневине, мёде и гумате+7 Йод, содержится калий (табл. 2), который имеет большое значение в обеспечении физиологических процессов. Благодаря ему растения толерантны к действию экстремальных температур, что повышает их зимостойкость и засухоустойчивость.

Эффект «продолженного влияния БАВ» выявлен у гумата натрия Сахалинского. Действующее вещество – соли гуминовой кислоты – в нем содержится в большей концентрации, нежели в гумате+7 Йод. Если на начальном этапе роста (III декада июня) различия в приживаемости лесных культур этих опытных вариантов существенно не различались ($t_{\phi} = 1,36 < t_{05} = 2,01$), то по ОВП разница исследуемой величины оказалась статистически значимой ($t_{\phi} = 2,44 > t_{05} = 2,01$) (табл. 6).

Тенденция увеличения t -критерия (Стьюдента) и увеличения доверительной вероятности наблюдается также при сравнении вариантов МК18–МГ7Й5 и МК18–ММ18. Но их различия по ОВП первого года роста не являются

значимыми на 5%-ном уровне ($t_{\phi} < t_{05}$). При сравнении приживаемости других опытных вариантов между собой различия минимальны и статистически не значимы ($p > 0,05$).

Таблица 6

Параметрические критерии достоверности различий приживаемости лесных культур по вариантам опыта

Сравниваемые варианты	Параметрические критерии достоверности оценок по периодам			
	в III декаде июня		по ОВП	
	t^*	p	t^*	p
МГНС18–МБО	4,20	< 0,001	5,38	< 0,001
МК18–МБО	5,58	< 0,001	4,32	< 0,001
МГ7Й5–МБО	5,77	< 0,001	7,84	< 0,001
ММ18–МБО	5,57	< 0,001	6,11	< 0,001
МГНС18–МК18	1,58	0,12	0,25	0,81
МГНС18–МГ7Й5	1,36	0,18	2,44	0,02
МГНС18–ММ18	2,04	0,05	1,71	0,09
МК18–МГ7Й5	0,44	0,66	1,31	0,20
МК18–ММ18	0,67	0,51	1,10	0,28
МГ7Й5–ММ18	1,10	0,27	0,0	1,0

Примечание. «*» – $t_{st} = 2,01$ при $p < 0,05$, $t_{st} = 3,5$ при $p < 0,001$.

Во всех вариантах опыта, кроме контроля, показатель приживаемости превышает свою ошибку (планку погрешности) в три раза и более (рис. 2). Короткая планка погрешности указывает на то, что растения сосны крымской более равномерно распределены на лесокультурной площади, что свидетельствует о высокой вероятности полученного среднего значения приживаемости. Длинная планка погрешности, наоборот, указывает на неравномерную приживаемость лесных культур на участке, растения имеют большую степень разбросанности. Наиболее явно это прослеживается в контрольном варианте на западном склоне ($20,0 \pm 11,2\%$) и вершине бугра ($30,2 \pm 15,6\%$).

Сравнение приживаемости лесных культур вариантов, где семена прошли стадию предпо-

садочной обработки, с контролем свидетельствует о положительной роли каждого испытанного БАВ (табл. 5). Значимые различия приживаемости, зафиксированные в III декаде июня ($t_{\phi} = 4,20-5,77 > t_{st} = 2,01-3,5$), свидетельствуют о том, что положительный эффект влияния БАВ проявляется уже на начальной стадии роста лесных культур (табл. 6). За исключением корневины (вариант МК18), эффект влияния к ОВП усиливается, что подтверждается увеличением коэффициента Стьюдента ($t_{\phi} = 5,38-7,84 > t_{st} = 2,01-3,5$).

В зависимости от орографических особенностей участка выявлена разная степень влияния БАВ на приживаемость лесных культур, но в сравнении с контролем она больше в 1,2–5 раз (рис. 3).

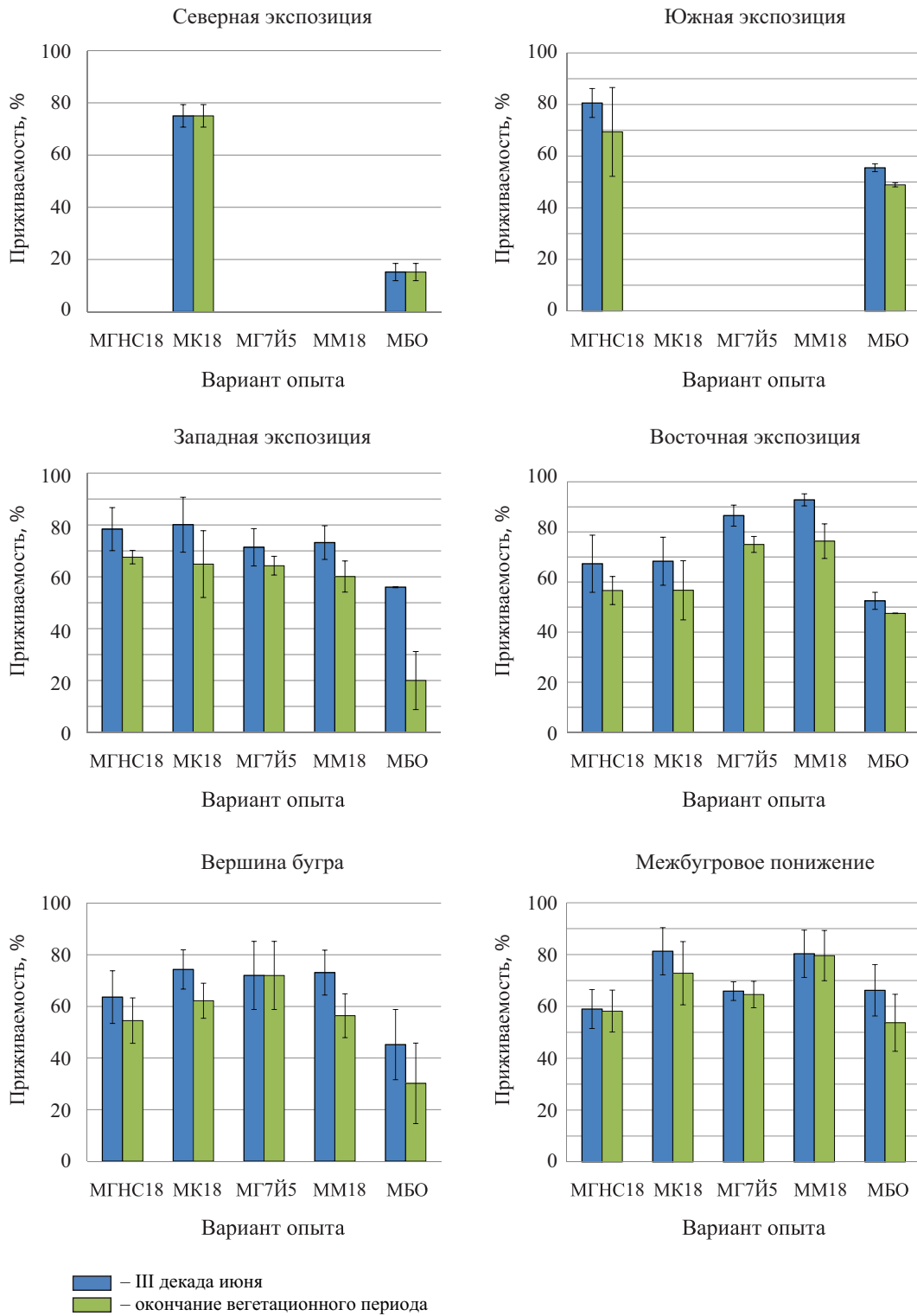


Рис. 3. Приживаемость лесных культур сосны крымской по элементам мезорельефа бугристых песков и вариантам предпосадочной обработки семян

Разница высотных отметок, составляющая на участке 3–5 м, не позволяет дифференцировать его по режиму инсоляции: на всей площади он будет практически одинаковый с соответствующим отсутствием различий температурно-влажностных характеристик. В данном случае о влиянии БАВ на приживаемость лесных культур на разных орографических элементах можно вести речь, используя следующую парадигму: «Биологически активные вещества обеспечивают толерантность к изменению гранулометрического состава песков и способствуют повышению противодэфляцияционной устойчивости растений».

Разрушение почвенного покрова в результате эоловой деятельности приводит к закономерным различиям гранулометрического состава песков, слагающих склоны бугров, и их физических и водно-физических свойств [7, 8]. Ветровой режим территории (преобладание в теплый период воздушных масс восточного направления) способствует формированию таких форм мезорельефа, на наветренных склонах которых и у подножия бугров наблюдается выдув илистых фракций, а на противоположных – их аккумуляция.

С точки зрения соблюдения баланса между гранулометрическим составом песков и их водно-физическими характеристиками лучшие условия для роста растений должны складываться в межбугровых понижениях. Здесь однородный фракционный состав песка, ближе УГВ и больше аккумулируется атмосферных осадков. Поэтому закономерно, что именно в этих элементах мезорельефа отмечена максимальная приживаемость лесных культур контрольного варианта создания. Заметного влияния гумата натрия Сахалинского и гумата+7 Йод не выявлено: приживаемость лесных культур здесь больше на 4,5–10,9%. Наибольшую эффективность показали корневин и мёд. Обработка корневых систем сеянцев растворами этих БАВ позволила добиться приживаемости лесных культур 72,8 и 79,6% соответственно, что выше контрольных показателей на 35,6–48,2%.

Орографические особенности участка не позволили испытать все БАВ на склонах бугров северной и южной экспозиции, но имеющиеся опытные варианты (рис. 3) позволяют констатировать факт положительного влияния корневина на северном склоне и гумата натрия Сахалинского – на южном. В обоих вариантах приживаемость лесных культур в сравнении с контролем больше: на 59,8% – при использовании корневина, на 20,5% – при использовании гумата натрия Сахалинского.

Вследствие преобладания ветров восточных румбов микросклоны этой экспозиции и вершины бугров наиболее подвержены действию ветровой эрозии. Ожидалось, что приживаемость лесных культур здесь будет минимальна. Фактически полученные данные (рис. 3) позволяют дать неоднозначную оценку влияния БАВ на этих элементах мезорельефа. В целом и в контрольном, и в опытных вариантах приживаемость лесных культур немного меньше (на 10%), что закономерно, так как растения здесь испытывают, как минимум, двойное негативное влияние: во-первых, засекание мелкозернистыми и пылеватыми фракциями песка; во-вторых, более глубокое залегание грунтовых вод, затрудняющее доступность их для корневой системы. Здесь все испытанные БАВ оказали положительное влияние: приживаемость лесных культур в опытных вариантах была в 1,2–1,6 раза больше – на склоне восточной экспозиции и в 1,8–2,1 раза больше – на вершине бугра. Однако виды БАВ, максимально повлиявшие на приживаемость лесных культур на восточном склоне и на вершине бугра разные. В первом случае – это гумат +7 Йод и мёд: различия в приживаемости с контрольным вариантом составили 27,5% и 28,8% соответственно. На вершине бугра наиболее эффективным оказался гумат+7 Йод: обработка корневых систем растений раствором этого препарата позволила увеличить приживаемость лесных культур на 41,8%. Другие препараты имели идентичные показатели превышения приживаемости над контрольным вариантом: 24,3%, 26,2% и 32,0%

у гумата натрия Сахалинского, мёда и корневина соответственно.

Наименее подверженными действию ветровой эрозии являются склоны западной экспозиции. По данным натурного обследования в III декаде июня приживаемость лесных культур в опытных вариантах была на 15,4–24,1% больше, чем на контроле, а по окончании вегетационного периода – больше на 40,1–47,6%. Наибольшую эффективность по показателю «приживаемость» проявил гумат натрия Сахалинский, а минимальный отпад растений зафиксирован при использовании гумат+7 Йода.

Анализ полученных результатов по оценке влияния БАВ на приживаемость лесных культур по элементам мезорельефа, свидетельствует о том, что каждый из испытанных препаратов имеет некоторую «специализацию». Так, гумат натрия Сахалинский наиболее эффективен на склонах западной экспозиции, корневин – в межбугровых понижениях, гумат+7 Йод – на склонах восточной экспозиции, мёд – в межбугровых понижениях и на склонах восточной экспозиции.

Выявленная «специализация» БАВ подтверждается и величиной коэффициента существенности различий (табл. 7).

Таблица 7

Значение коэффициента существенности различий (по Стьюденту) приживаемости лесных культур сосны крымской по элементам мезорельефа бугристых песков

Сравниваемые варианты предпосадочной обработки семян	Существенность различий приживаемости лесных культур (тф) по элементам мезорельефа			
	З*	В*	ВВ*	МП*
МГНС18–МБО	4,14	1,62	1,36	0,33
МК18–МБО	2,63	0,78	1,88	1,16
МГ7Й5–МБО	3,77	8,59	2,05	0,90
ММ18–МБО	3,16	4,17	1,47	1,77
МГНС18–МК18	0,21	0,01	0,69	1,00
МГНС18–МГ7Й5	0,74	2,85	1,10	0,67
МГНС18–ММ18	1,15	2,22	0,16	1,69
МК18–МГ7Й5	0,04	1,50	0,66	0,62
МК18–ММ18	0,34	1,43	0,53	0,44
МГ7Й5–ММ18	0,60	0,17	0,99	1,37

Примечания. 1. «*» – обозначения те же, что и на рисунках 2 и 3. 2. В тонированных ячейках фактическое значение коэффициента Стьюдента больше стандартного значения ($t_{\phi} > t_{95} = 2,01$).

Несмотря на выявленные особенности влияния БАВ на приживаемость лесных культур, технологически осуществить дифференциацию их использования в конкретных элементах мезорельефа при механизированном способе создания лесных культур практически невозможно. Во-первых, в большинстве конструкций лесопосадочных машин количество бункеров для загрузки посадочного материала соответствует количеству сажальщиков (преимущественно 2). Во-вторых, положение

сажальщиков в лесопосадочной машине («спиной вперед») не позволяет им заблаговременно определить орографический элемент лесокультурной площади.

В целом во всех вариантах с предпосадочной подготовкой семян приживаемость лесных культур существенно превышает контрольные показатели ($t_{\phi} > t_{95}$). Это означает, что для увеличения эффективности лесовосстановления и качества работ возможно использование всех испытанных препаратов,

содержащих БАВ. Поскольку избежать повреждения семян при выкопке на питомнике невозможно, то обработка веществами, стимулирующими корнеобразование, является эффективной мерой для ускорения процессов восстановления корневой системы. Выбор же конкретного препарата (гумат натрия Сахалинский, корневин, гумат+7 Йод, мёд) должен быть осуществлен при проектировании лесовосстановления с учетом экологических особенностей каждого конкретного участка.

Заключение

На бугристых песках Среднего Дона даже при условии высокой влагообеспеченности вегетационного периода приживаемость лесных культур сосны крымской при существующих технологических приемах освоения лесокультурных площадей не всегда превышает 50%. Одной из причин является снижение адаптационного потенциала семян вследствие потери части корневой системы при выкопке из питомника и перед загрузкой в бункер лесопосадочной машины.

В результате исследований, преследующих цель выявления влияния БАВ при локальном внесении, установлено, что испытанный агроприем – предпосадочная обработка корневых систем семян в растворах препаратов, содержащих БАВ, – способствовал увеличению приживаемости лесных культур при ручном способе посадки почти в 2 раза, при механизированном – в 1,2–5 раз в сравнении с контрольным вариантом.

Используемые в опытных целях концентрации БАВ, предложенные производителями препаратов, обеспечили значимые с контролем различия при вероятности ошибки 5% и менее.

Влияние БАВ на приживаемость проявляется уже на начальном этапе роста растений. Различия с контролем, более значимые по окончании вегетационного периода (коэф-

фициент Стьюдента больше, чем в начале вегетационного периода), и сохранение значимых различий на второй год роста лесных культур свидетельствуют об «эффекте пролонгированного действия БАВ», который выявлен у корневина и гумата натрия Сахалинского.

Использование БАВ при предпосадочной обработке семян, кроме увеличения приживаемости, обеспечивает и более равномерную сохранность растений: коэффициент вариации (v) на контроле составляет 52,49%, в опытных вариантах – 13,89–38,5%.

Степень влияния исследуемых БАВ на приживаемость лесных культур по элементам мезорельефа различна. По величине этого показателя выявлена «специализация» препаратов. На склонах западной экспозиции наиболее эффективен гумат натрия Сахалинский, склонах восточной экспозиции – гумат+7 Йод, в междурядьях – корневин. Универсальным препаратом оказался мёд, максимальная его эффективность выявлена в междурядьях и на склонах восточной экспозиции.

Применение БАВ решает ряд важных проблем, связанных с эффективностью искусственного лесовосстановления на песках и песчаных почвах. Замачивание корневых систем семян в растворах, содержащих макро- и микроэлементы, обеспечило толерантность к почвенным разностям и действию экстремальных температур, повысило противодражационную устойчивость растений. Поэтому на бугристых песках Среднего Дона для увеличения приживаемости лесных культур сосны крымской рекомендуется внедрение испытанного агроприема – предпосадочной обработки корневых систем семян в растворах гумата натрия Сахалинского, корневина, гумата+7 Йод, мёда.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Архив погоды в станции Казанской [Электронный ресурс]. – URL: <https://tr5.ru> (дата обращения 09.01.2019).
2. Банникова, О.А. О некоторых результатах использования современных технологий создания лесных культур на бугристых песках юга России / О.А. Банникова, Т.А. Турчина // Южный университет «Индустриальный институт управления бизнеса и права (ИУБиП), научно-практический журнал «Аспирант». – Ростов-на-Дону, 2018. – № 3. – С. 10–14.
3. Ганжара, Н.Ф. Почвоведение / Н.Ф. Ганжара. – М.: Агроконсалт, 2001. – 392 с.
4. Гаркуша, И.Ф. Почвоведение с основами геологии / И.Ф. Гаркуша. – М.-Л.: Сельхозиздат, 1963. – 260 с.
5. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации на 28.09.2018 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://mcx.ru/ministry/departments/departament-rastenievodstva-mekhanizatsii-khimizatsii-i-zashchity-rasteniy/industry-information/info-gosudarstvennaya-usluga-po-gosudarstvennoy-registratsii-pestitsidov-i-agrokhimikatov/> (дата обращения 10.12.2018).
6. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – Изд. пятое, доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
7. Зюзь, Н.С. Культуры сосны на песках Юго-Востока / Н.С. Зюзь. – М.: Агропромиздат, 1990. – 155 с.
8. Кравченко, В.И. Новое в освоении бугристых песков / В.И. Кравченко, А.И. Мельников // Передовой опыт по технологии и комплексной механизации лесоразведения в Ростовской области: сб. работ. Донской НИЛОС – Ростов-на-Дону, 1974. – С. 51–63.
9. Лакин, Г.Ф. Биометрия: учебное пособие для биол. спец. вузов / Г.Ф. Лакин. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1990. – 350 с.
10. Методические указания по планированию, проектированию, приемке, инвентаризации, списанию объектов лесовосстановления и лесоразведения и оценке эффективности мероприятий по лесовосстановлению и лесоразведению. – М.: ВНИИЛМ, 2011. – 98 с.
11. Нашиванко, М.С. Укрепление и облесение песков / М.С. Нашиванко – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1949. – 48 с.
12. Орловский, Г.М. Методика полевых исследований лесных почв / Г.М. Орловский. – Брянск: БТИ. – 1967. – 68 с.
13. ОСТ 56–81–84 «Полевые исследования почвы. Порядок и способы проведения работ, основные требования к результатам» / Утвержден приказом Гослесхоза СССР от 12 октября 1984 г. № 140.
14. Правила лесовосстановления / Утв. приказом МПР России от 29.06.2016 № 375. Зарегистрир. в Минюсте РФ 15.11.2016. Рег. № 44342.
15. Проект организации и развития лесного хозяйства Вешенского опытно-показательного мехлесхоза Ростовской области. Том 1. Книга 1. Объяснительная записка. – Ирпень, 1990.
16. Проказин, Н.Е. Влияние биостимуляторов и микроудобрений на рост сеянцев хвойных пород / Н.Е. Проказин, Е.Н. Лобанова, Н.В. Пентелькина, В.И. Казаков, Г.И. Иванюшева, В.В. Сахнов, А.В. Чукарина, С.С. Багаев // Лесохозяйственная информация. 2013. – № 2. – С. 9–15.
17. Смирнов, Н.А. Выращивание 4–5-летнего посадочного материала сосны для создания культур на вырубках / Н.А. Смирнов, Н.С. Прошин – М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1975. – 24 с.
18. Турчина, Т.А. Научное обоснование систем воспроизводства насаждений ольхи черной (*Alnus glutinosa* Gaertn.) в степной зоне европейской части России: дис. ... д-ра с.-х. наук. – Станица Вешенская. – 2016. – 528 с.
19. Турчина, Т.А. Ретроспективный анализ технологий создания лесных культур на бугристых песках Среднего Дона и их лесоводственная оценка / Т.А. Турчина, О.А. Банникова // Лесохозяйственная информация: электронный сетевой журнал. – 2018. – № 4. – С. 31–46.

REFERENCES

1. Arhiv pogody v stanice Kazanskoj. Mode of access: <https://rp5.ru>. (In Russian)
2. Bannikova O.A., Turchina T.A. O nekotoryh rezul'tatah ispol'zovaniya sovremennyh tehnologij sozdaniya lesnyh kul'tur na bugristyh peskah yuga Rossii. *Yuzhnyj universitet "Institut upravleniya biznesa i prava (IUBiP), nauchno-prakticheskij zhurnal "Aspirant"*. Rostov-na-Donu, 2018, no. 3, pp. 10–14. (In Russian)
3. Ganzhara N.F. Pochvovedenie. Moscow, 2001, 392 p. (In Russian)
4. Garkusha I.F. Pochvovedenie s osnovami geologii. Moscow-Leningrad, 1963, 260 p. (In Russian)
5. Gosudarstvennyj katalog pesticidov i agrohimikatov, razreshennyh k primeneniyu na territorii Rossijskoj Federacii na 28.09.2018. Mode of access: <http://mcx.ru/ministry/departments/departament-rasteniievodstva-mekhanizatsii-khimizatsii-i-zashchity-rasteniy/industry-information/info-gosudarstvennaya-usluga-pogosudarstvennoy-registratsii-pestitsidov-i-agrokhimikatov/>. (In Russian)
6. Dosphehov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). Moscow, 1985, 351 p. (In Russian)
7. Zyuz' N.S. Kul'tury sosny na peskah Yugo-Vostoka. Moscow, 1990, 155 p. (In Russian)
8. Kravchenko V.I., Mel'nikov A.I. Novoe v osvoenii bugristyh peskov. *Peredovoj opyt po tehnologii i kompleksnoj mehanizatsii lesorazvedeniya v Rostovskoj oblasti: sb.rabot.* Rostov-na-Donu, 1974, pp. 51–63. (In Russian)
9. Lakin G.F. Biometriya: uchebnoe posobie dlya biol. spec. vuzov. Moscow, 1990, 350 p. (In Russian)
10. Metodicheskie ukazaniya po planirovaniyu, proektirovaniyu, priemke, inventarizatsii, spisaniyu ob'ektov lesovosstanovleniya i lesorazvedeniya i ocnke jeffektivnosti meropriyatij po lesovosstanovleniyu i lesorazvedeniyu. Moscow, 2011, 98 p. (In Russian)
11. Nashivanko M.S. Ukreplenie i oblesenie peskov. Moscow-Leningrad, 1949, 48 p. (In Russian)
12. Orlovskij G.M. Metodika polevyh issledovaniy lesnyh pochv. Bryansk, 1967, 68 p. (In Russian)
13. OST 56–81–84 "Polevye issledovaniya pochvy. Poryadok i sposoby provedeniya rabot, osnovnye trebovaniya k rezul'tatam". Utverzhden prikazom Gosleshoza SSSR ot 12 oktyabrya 1984 g. no. 140. (In Russian)
14. Pravila lesovosstanovleniya. Utverzhdeny prikazom MPR Rossii ot 29.06.2016 no. 375. Zaregistrirrovany v Minyuste RF 15.11.2016. Registracionnyj nomer 44342. (In Russian)
15. Proekt organizatsii i razvitiya lesnogo hoz'yajstva Veshenskogo opytno-pokazatel'nogo mehleshoza Rostovskoj oblasti. Vol. 1. Book 1. Ob'yasnitel'naya zapiska. Irpen', 1990. (In Russian)
16. Prokazin N.E., Lobanova E.N., Pentel'kina N.V., Kazakov V.I., Ivanyusheva G.I., Sahnov V.V., Chukarina A.V., Bagaev S.S. Vliyanie biostimulyatorov i mikroudobrenij na rost seyancev hvojnnyh porod. *Lesohoz'yajstvennaya informatsiya*, 2013, no. 2, pp. 9–15. (In Russian)
17. Smirnov N.A., Proshin N.S. Vyrashhivanie 4–5-letnego posadochnogo materiala sosny dlya sozdaniya kul'tur na vyrubkah. Moscow, 1975, 24 p. (In Russian)
18. Turchina T.A. Nauchnoe obosnovanie sistem vosproizvodstva nasazhdenij ol'hi chernoj (*Alnus glutinosa* Gaertn.) v stepnoj zone evropejskoj chasti Rossii: Doctor's thesis. Stanica Veshenskaya, 2016, 528 p. (In Russian)
19. Turchina T.A., Bannikova O.A. Retrospektivnyj analiz tehnologij sozdaniya lesnyh kul'tur na bugristyh peskah Srednego Dona i ih lesovodstvennaya ocenka. *Lesohoz'yajstvennaya informatsiya: jelektronnyj setevoj zhurnal*, 2018, no. 4, pp. 31–46. (In Russian)

Статья поступила в редакцию 4.06.2019