

Использование гуминовых препаратов для выращивания посадочного материала древесных растений в аридном регионе

А. К. Романенко¹, А. В. Солонкин¹, А. С. Соломенцева^{1✉}, С. А. Егоров¹

¹Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, Волгоград, Россия

✉ E-mail: alexis2425@mail.ru

Аннотация. Цель исследования – изучение влияния органического препарата «Экобиосфера» различного спектра действия на морфофизиологические процессы при прорастании семян видов *Pinus nigra subsp. pallasiana* (Lamb.) (сосна крымская), *Quercus robur* L. (дуб черешчатый), *Robinia pseudoacacia* L. (робиния лжеакация), *Calligonum aphyllum* (Pall.) Guerke. (джугун безлистный). **Методика исследований.** Опыты выполнялись в лабораторных условиях в трех вариантах внесения препарата: 10, 15 и 20 мл/л воды, стратифицированные и скарифицированные семена на протяжении от 12 часов до суток замачивались в рабочем растворе, их рост и развитие наблюдались в лаборатории в растительных и непосредственно перед посадкой в субстрат (зональная светло-каштановая почва + торф). Повторность опыта трехкратная, с контролем, по 20 растений в каждом варианте опыта. **Результаты.** В ходе исследований авторами установлена необходимость и целесообразность применения препарата «Экобиосфера» в качестве биостимулятора роста фитомассы и корней. Наиболее оптимальной для роста и развития образцов древесных видов является дозировка 10 и 15 мл/л. При увеличении или уменьшении дозы у растений наблюдались увядание и угнетение роста, меньший процент сохранности. Также было установлено положительное влияние светодиодного освещения на сеянцы дуба черешчатого и сосны крымской. Для робинии лжеакации требуется подбор оптимальной дозы препарата и освещения, для джугуна безлистного препарат неэффективен ввиду несоответствия почвенно-климатических условий выращивания, что требует дальнейшего изучения. Таким образом, отмечено положительное влияние органического препарата «Экобиосфера» на рост и развитие хвойных и лиственных видов для питомниководства в засушливой зоне. **Научная новизна.** В условиях аридного региона влияние органического препарата «Экобиосфера» на древесные виды изучалось впервые. С учетом реакции семян исследуемых растений разработаны эффективные дозы внесения стимулятора роста, предложены оптимальные варианты освещения растений в процессе доращивания.

Ключевые слова: биостимуляторы роста, развитие, рост, «Экобиосфера», рациональное природопользование, аридный регион.

Для цитирования: Романенко А. К., Солонкин А. В., Соломенцева А. С., Егоров С. А. Использование гуминовых препаратов для выращивания посадочного материала древесных растений в аридном регионе // Аграрный вестник Урала. 2022. № 06 (221). С. 2–15. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-221-06-2-15.

Дата поступления статьи: 05.05.2022, **дата рецензирования:** 13.05.2022, **дата принятия:** 19.05.2022.

Постановка проблемы (Introduction)

В условиях интенсификации питомниководства возросла потребность в ускоренном производстве посадочного материала, отвечающего требованиям современного сельского и лесного хозяйства. В современном органическом сельском хозяйстве делается акцент на экологию, использование системы безопасных органических удобрений, сохранение плодородия почвы и видов, произрастающих на обрабатываемых площадях [8; 9; 14].

Климат региона характеризуется резкой континентальностью. Среднегодовое количество осадков составляет 300–330 мм. В вегетационный период может выпадать около 30 % осадков от среднегодовой нормы. Абсолютный минимум температур холодного периода составляет –36 °С, максимум равен + 42 °С. Испарение в летний период значительно превышает сумму осадков. Анализ данных по состоянию хвойных и лиственных видов в Волгоградской области показал значительный процент отклонения от среднемноголетней нормы (рис. 1).

Наиболее ценным источником семенного и посадочного материала являются старые искусственные насаждения, прошедшие полный цикл роста и развития в засушливых условиях и полностью к ним адаптированные [17; 18; 19]. В процессе многолетних исследований рядом авторов было установлено, что применение биостимуляторов роста снижает процент сорной растительности на опытных участках [10]. Доказано, что активность роста корневой системы испытываемых растений увеличивается, процент корнеобразования возрастает [2], повышается укореняемость [6], увеличивается процент всхожести семян [2]. В засушливых регионах применение биостимуляторов повышает сопротивляемость растений к засухе [4]. При исследовании пихты сибирской учеными было отмечено повышение содержания азота в почве [7]. Наблюдается увеличение содержания полезной для растения микрофлоры [3]. При изучении плодовых растений было отмечено повышение плодоношения и увеличение процента завязываемости плодов [10]. В исследовании можжевельника и видов рода хвойных были отмечены интенсивный рост и развитие, увеличение азотного баланса [7; 11]. Действие абиотических и биотических факторов на растения при использовании биостимуляторов существенно снижается [1]. В лабораторных опытах добавление препаратов, стимулирующих рост, в опытные образцы повышало прорастание семян [11]. Также применение гуминовых и аминокислотных веществ существенно повышало количество необходимых растениям микроэлементов, показав корреляционную зависимость между их содержанием [12; 13; 15]. Значительная часть деградированных земель Нижнего Поволжья под защитой лесных полос превращается в продуцирующие площади, следовательно, тема ускоренного выращивания сеянцев и саженцев перспективных древесно-кустарниковых видов особенно актуальна в условиях засухи.

Методология и методы исследования (Methods)

Данная работа проводилась с целью разработки элементов технологии ускоренного выращивания посадочного материала сосны крымской, дуба черешчатого, джугуна безлистного и робинии псевдоакация путем обработки семян биостимулятором роста, что в данный момент является одной из важнейших проблем, имеющих большое значение не только для сельского хозяйства в целом, но и для питомниководства и озеленения в аридных условиях. Вопросы ускоренного выращивания сеянцев вышеперечисленных видов мало изучены для конкретных почвенно-климатических зон, в связи с чем перед авторами встала задача опытным путем проверить метод ускоренного выращивания сеянцев с помощью биостимулятора роста. Объек-

тами исследований являлись следующие виды: сосна крымская *Pinus nigra subsp. pallasiana* (Lamb.), дуб черешчатый *Quercus robur* L., робиния лжеакация *Robinia pseudoacacia* L., джугун безлистный *Calligonum aphyllum* (Pall.) Guerke.

Робиния лжеакация – дерево, достигающее в высоту 25 м, с ажурной кроной и шероховатой корой. Отличительной чертой молодого дерева робинии является наличие двух острых шипов, являющихся видоизмененными прилистниками, которых нет у взрослых деревьев. Листья робинии в полуденные часы поднимаются до вертикального положения, а на ночь поникают. Цветет обычно в мае – июне, цветы белые, собранные в длинные кистевидные соцветия. В засушливых условиях Нижнего Поволжья робиния начинает плодоносить в возрасте 4–6 лет. Плоды – плоские бобы длиной 2–12 см, могут оставаться на дереве всю зиму. Быстрорастущая порода, дающая до 1 м прироста в год.

Дуб черешчатый – крупное дерево, достигающее в высоту 25–50 м, диаметр ствола более 1 м. Цветет одновременно с распусканием листьев – в мае. Опыляется ветром. Плоды – желуди зеленовато-бурого цвета с коричневыми полосками. Средняя длина желудя – 2–4 см, ширина – 1–2 см. В лесных насаждениях плоды дуба разносятся лесными животными и птицами.

Сосна крымская – дерево высотой до 40 м с пирамидально-шарообразной кроной. Хвоя длиной 6–16 см, шириной до 2 мм, темно-зеленая, с жесткой и колючей верхушкой, по 2–3 в пучке. Возобновление хвои ведется каждые 3–4 года. Имеет густую крону и может образовывать густые насаждения. Очень засухоустойчивый и зимостойкий вид, который свободно растет на песчаных землях.

Джугун безлистный – кустарник, имеющий высоту 3 м и кору красного цвета. Молодые побеги зеленые, травянистые, старые – деревенеющие. Листья мелкие длиной 2–3 мм, рано опадающие. Цветение наблюдается в мае, цветки розового или белого цвета. Плод – четырехгранный орешек длиной 15–20 мм. Отлично возобновляется вегетативным путем. Очень солеустойчив. Молодые плоды могут служить кормом для птиц и животных.

Цель работы – изучение влияния регулятора роста различного спектра действия на морфофизиологические процессы при прорастании семян сосны, дуба, джугуна и робинии. В задачи работы входит установление динамики ростовых показателей в зависимости от дозировки применяемого регулятора роста, изучение влияния освещения и биостимулятора на развитие исследуемых видов, рекомендация наиболее успешно прошедших испытание видов и дозировок биостимулятора для применения на практике питомниководства.

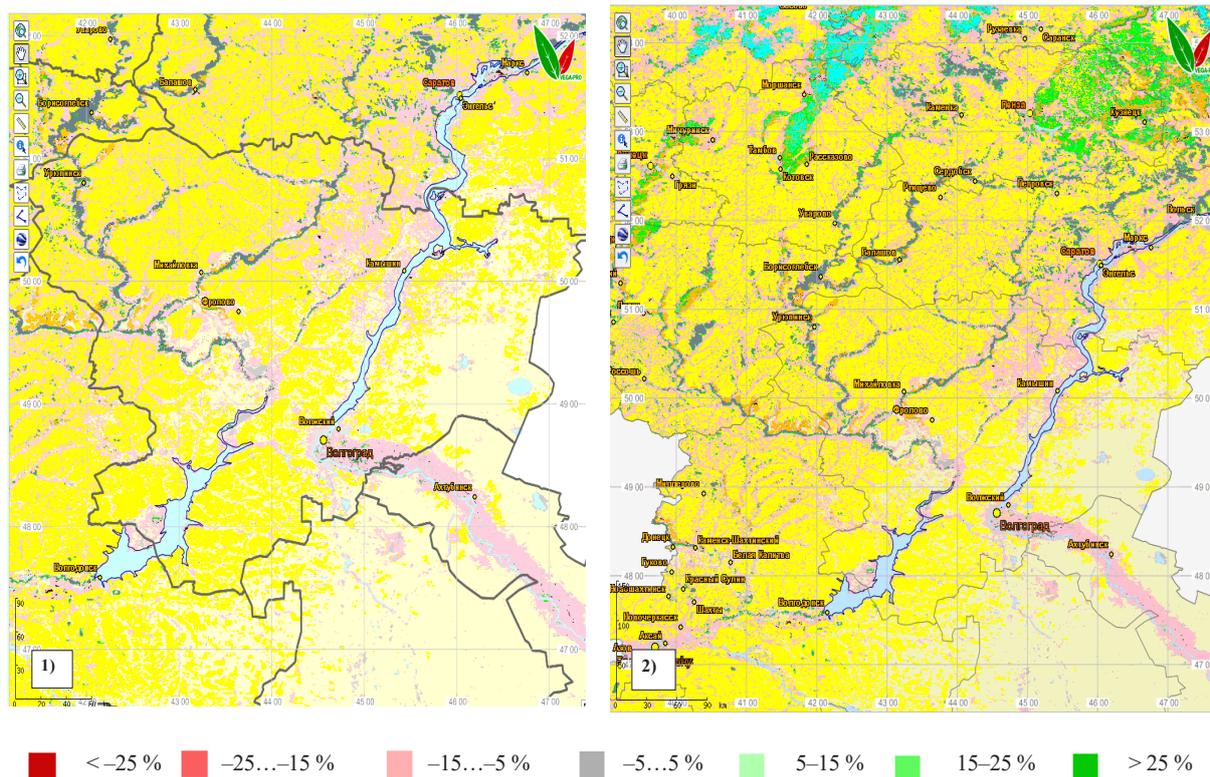


Рис. 1. Анализ лиственной (1) и хвойной (2) растительности Волгоградской области, отклонение NDVI от среднееголетнего (по данным спутникового сервиса «Вега», 2021 г.) [5]
 Fig. 1. Analysis of deciduous (1) and coniferous (2) vegetation of the Volgograd region, deviation of NDVI from the average annual (according to the Vega satellite service, 2021) [5]

«Экобиосфера» – органический препарат, ускоряющий рост и развитие растений, который дает возможность получить экологически чистую продукцию, повышает качественные характеристики выращиваемых видов растений, возрождает гумусный слой и стимулирует естественную почвенную микрофлору, снижает дозы химических минеральных удобрений на 50–100 %, уменьшает внесение средств защиты растений на 30–50 %, уменьшает содержание нитратов и нитритов в выращиваемой продукции. Исследования велись авторами по следующей схеме опыта: три варианта дозировки препарата (10, 15 и 20 мл) растворялись в 1 л воды, семена на протяжении 12–24 часов замачивались в рабочем растворе непосредственно перед посадкой в грунт и в дальнейшем наблюдались в лабораторных условиях. Повторность трехкратная, с контролем, по 20 растений в каждом варианте опыта. Стратифицированные семена обдавали кипятком до остывания (скарификация).

Результаты (Results)

Более глубокое изучение морфологии и биологических особенностей растений, внутренних и внешних факторов роста побегов, режимов укоренения способствует выявлению потенциальных возможностей корне- и побегообразования у видов. Все изучаемые виды перспективны для за-

щитного лесоразведения и озеленения. Ценным лесомелиоративным свойством дуба является его высокая устойчивость к засухе. Сочетание этого качества с солеустойчивостью делает данный вид незаменимым для районов Нижнего Поволжья. Говоря о разведении дуба черешчатого, следует отметить, что выращивание его в питомниках отличается от разведения других видов вследствие его своеобразного характера роста, иногда скачкообразного. Несмотря на соблюдение агротехнических приемов, выращивание стандартных сеянцев дуба зачастую связано со значительными материальными затратами. Джужгун обладает слабой морозоустойчивостью, сильной засухоустойчивостью и солевыносливостью, подходит для полезащитных насаждений и прекрасно растет на песчаных почвах засушливых регионов. У робинии лжеакации средняя степень солевыносливости, слабая морозоустойчивость, сильная порослевая способность, подходящая для полезащитных, овражно-балочных, озеленительных и полезащитных насаждений. Сосна крымская отличается средней устойчивостью к морозам и засухе, слабой солевыносливостью, но нетребовательна к почве, что делает данный вид перспективным для полезащитных, озеленительных насаждений, а также для закрепления песков.

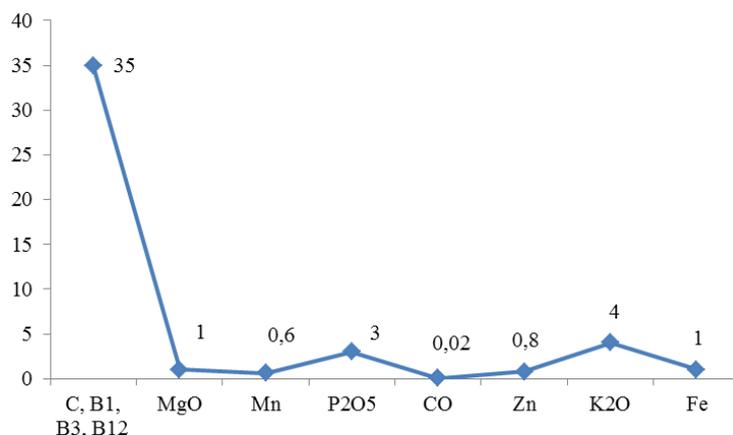


Рис. 2. Состав препарата «Экобиосфера» (% на сухое вещество)
 Fig. 2. Composition of the preparation "Ekobiosfera" (% on dry matter)

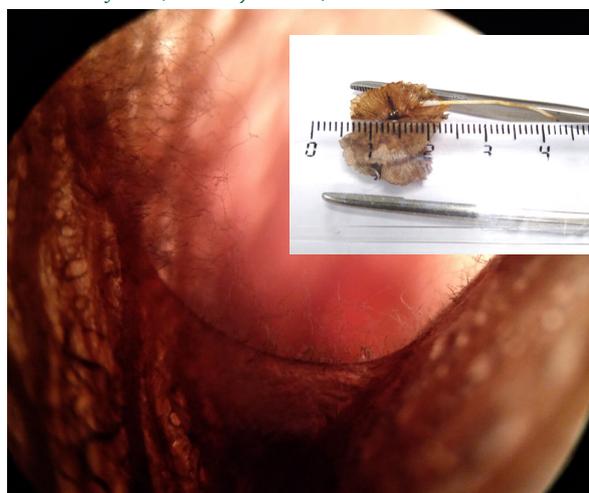
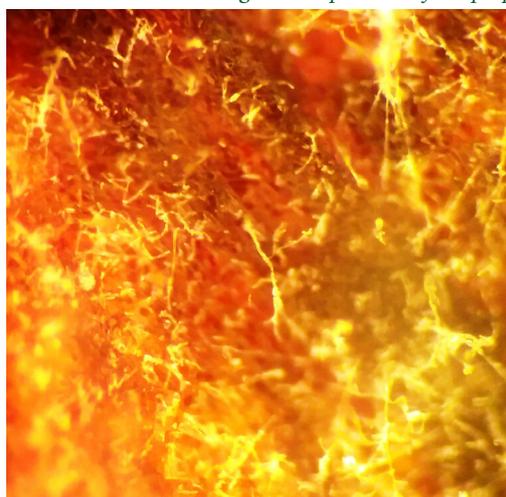


Рис. 3. Споры *Aspergillus niger* Tiegh. и джузгун безлистный, пораженный плесенью
 Fig. 3. *Aspergillus niger* Tiegh spores and juzgun leafless, affected by mold

Разработка органического препарата «Экобиосфера» основана на рекомендациях Г. Н. Косьяненко [16]. Для усиления роста и развития древесно-кустарниковых видов препарат содержит наиболее важные элементы питания (рис. 2).

Сбор шишек сосны крымской ведется в декабре – феврале с взрослых деревьев, достигших полной зрелости. Семена извлекаются из шишек при температуре 50–55 °С и могут храниться в течение 3–4 лет в стеклянных закупоренных герметичных емкостях.

Сбор желудей дуба черешчатого ведется осенью с учетом того, что с дерева вначале опадают больные и поврежденные вредителями желуди. Собранные семена хорошо просушивают и хранят в течение года в холодных помещениях с влажностью 55–60 % от абсолютно сухой массы семян.

Плоды джузгуна собирают в мае – июне путем стряхивания в период их осыпания с кустарника. Хранят до двух лет в хорошо проветриваемом помещении при влажности 6–7 %, периодически перемешивая.

Семена робинии лжеакация собирают в фазе полной зрелости дерева, затем просушивают при

температуре 30–35 °С и извлекают из стручков. Они могут храниться в течение года в мешках или 3–4 года герметичной таре при влажности 11–12 %.

Перед обработкой препаратом «Экобиосфера» семена подвергались стратификации. Семена сосны крымской хранились в мешке, в сухом прохладном помещении при температуре 0–5 °С, влажности 8–9 %; семена дуба – в подвале в смеси с влажным песком (срок хранения – 1 год); робинии и джузгуна – в мешке в сухом помещении при температуре 0–5 °С (срок хранения – 1 год).

Первые результаты действия препарата «Экобиосфера» на семена были обнаружены уже на второй день после обработки: у семян робинии лжеакация и сосны крымской наблюдалось прорастание до 3 см в варианте опыта с дозировкой 15 мл/л. Семена дуба черешчатого дали проросты чуть позже остальных видов – спустя неделю. У джузгуна безлистного в растительных размер проростков не увеличивался, однако в варианте опыта с дозировкой 20 мл/л наблюдалось поражение видом высших плесневых грибов из рода аспергилл – *Aspergillus niger* Tiegh. (рис. 3).

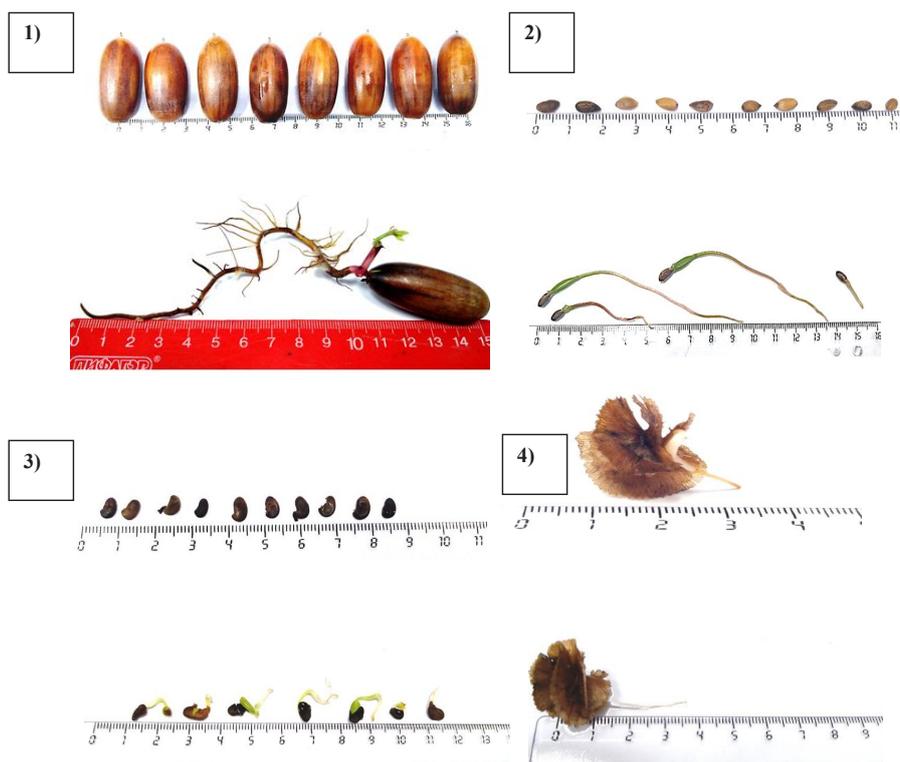


Рис. 3. Дуб черешчатый (1), сосна крымская (2), робиния псевдоакация (3) и джужгун безлистный (4) в первый день и спустя неделю после обработки препаратом «Экобиосфера»

Fig. 3. *Quercus robur* L. (1), *Pinus nigra subsp. pallasiana* (Lamb.) (2), *Robinia pseudoacacia* L. (3) and *Calligonum aphyllum* (Pall.) Guerke. (4) on the first day and a week after treatment with "Ekobiosfera"

Таблица 1
Рост испытываемых растений в условиях применения различных дозировок препарата «Экобиосфера»

Вид	Дозировка препарата, мл	Прирост, см $M \pm m_M$
<i>Pinus nigra subsp. pallasiana</i> (Lamb.)	Контроль	$3,0 \pm 0,8$
	10	$4,5 \pm 0,1$
	15	$6,2 \pm 0,6$
	20	$4,8 \pm 0,7$
	Mn + 10 мл	$4,6 \pm 0,9$
<i>Quercus robur</i> L.	Контроль	$2,6 \pm 0,7$
	10	$5,5 \pm 0,3$
	15	$3,8 \pm 0,8$
	20	$4,3 \pm 0,2$
	Mn + 10 мл	$3,6 \pm 0,7$
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Контроль	$2,1 \pm 0,9$
	10	$4,0 \pm 0,1$
	15	$1,7 \pm 0,2$
	20	$3,1 \pm 0,4$
	Mn + 10 мл	$2,0 \pm 0,5$
<i>Calligonum aphyllum</i> (Pall.) Guerke.	Контроль	$1,7 \pm 0,4$
	10	$3,8 \pm 0,2$
	15	$1,1 \pm 0,3$
	20	$2,4 \pm 0,3$
	Mn + 10 мл	$2,0 \pm 0,4$

Table 1
Growth of the tested plants under conditions of application of various dosages of the drug "Ekobiosfera"

Species	Dosage of the drug, ml	Increment, cm $M \pm m_M$
<i>Pinus nigra subsp. pallasiana</i> (Lamb.)	Control	3.0 ± 0.8
	10	4.5 ± 0.1
	15	6.2 ± 0.6
	20	4.8 ± 0.7
	Mn + 10 ml	4.6 ± 0.9
<i>Quercus robur</i> L.	Control	2.6 ± 0.7
	10	5.5 ± 0.3
	15	3.8 ± 0.8
	20	4.3 ± 0.2
	Mn + 10 ml	3.6 ± 0.7
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Control	2.1 ± 0.9
	10	4.0 ± 0.1
	15	1.7 ± 0.2
	20	3.1 ± 0.4
	Mn + 10 ml	2.0 ± 0.5
<i>Calligonum aphyllum</i> (Pall.) Guerke.	Control	1.7 ± 0.4
	10	3.8 ± 0.2
	15	1.1 ± 0.3
	20	2.4 ± 0.3
	Mn + 10 ml	2.0 ± 0.4

Влияние препарата «Экобиосфера» на укореняемость исследуемых видов

Вид	Дозировка препарата, мл	Количество корней I порядка, шт.	Количество укоренившихся растений, %
<i>Pinus nigra subsp. pallasiana</i> (Lamb.)	Контроль	8,6	76
	10	22,1	92
	15	14,6	84
	20	12,3	78
	Mn + 10 мл	8,1	28
<i>Quercus robur</i> L.	Контроль	9,1	67
	10	12,9	84
	15	10,8	76
	20	11,0	58
	Mn + 10 мл	8,2	51
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Контроль	9,5	22
	10	11,8	15
	15	10,4	12
	20	8,8	9
	Mn + 10 мл	7,4	5
<i>Calligonum aphyllum</i> (Pall.) Guerke.	Контроль	0,0	0
	10	5,6	43
	15	3,2	24
	20	3,1	21
	Mn + 10 мл	2,0	23

Table 2

The effect of the drug "Ekobiosfera" on the rootability of the studied species

Species	Dosage of the drug, ml	Number of roots of the first order, pcs.	Number of rooted plants, %
<i>Pinus nigra subsp. pallasiana</i> (Lamb.)	Control	8.6	76
	10	22.1	92
	15	14.6	84
	20	12.3	78
	Mn + 10 ml	8.1	28
<i>Quercus robur</i> L.	Control	9.1	67
	10	12.9	84
	15	10.8	76
	20	11.0	58
	Mn + 10 ml	8.2	51
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Control	9.5	22
	10	11.8	15
	15	10.4	12
	20	8.8	9
	Mn + 10 ml	7.4	5
<i>Calligonum aphyllum</i> (Pall.) Guerke.	Control	0.0	0
	10	5.6	43
	15	3.2	24
	20	3.1	21
	Mn + 10 ml	2.0	23

С целью адаптации проросшие семена были высажены в кассеты с грунтом в варианте соотношения зональной почвы и торфа 1:1.

Выращивание сеянцев из семян требует определенных условий среды, режим которой должен быть дифференцирован в зависимости от биологических особенностей вида. При избыточном увлажнении тормозится интенсивность внутриклеточных процессов, замедляется синтез белка, корни выделяют значительное количество углеводов, органических кислот, аминокислот и других метаболитов, что приводит к ослаблению, уменьшению приростов, а затем и к гибели адвентивных корней. Наилучшие приросты наблюдались у сосны крымской и дуба черешчатого. Робиния и джужгун росли медленнее, давая наилучший результат биометрических показателей в варианте с дозировкой препарата 10 мл/л (таблица 1).

Очень низкие показатели приростов сеянцев на контрольных вариантах в сравнении с другими объясняются отсутствием применения препарата и подкормок.

Проведенные наблюдения за формированием и ростом корней на саженцах видов под влиянием обработки препаратом свидетельствуют о неодинаковом эффекте биостимулятора роста в различных вариантах дозировки. Так, у дуба черешчатого и сосны крымской корневая система образовывалась гораздо интенсивнее. В целом под воздействием препарата корней образовывалось в несколько раз больше, чем на контроле. У робинии псевдоакации и джужгуна безлистного впоследствии наблюдалось отмирание отдельных корней и увядание. Нарастание корней на контрольных саженцах проходило постепенно и равномерно в сравнении с обработанными растениями, у которых число образовавшихся корней превысило контроль в несколько раз (таблица 2).

Сроки посева и скорость прорастания семян древесно-кустарниковых видов зависят от их биологических особенностей: периода покоя, сроков плодоношения, устойчивости к почвенно-климатическим неблагоприятным факторам (рис. 4).

Наблюдалось значительное отклонение биометрических показателей при различных дозах внесения биостимулятора роста у исследуемых видов. Как видно из данных графиков (рис. 4), при дозе 20 мл/л высота сеянца дуба черешчатого значительно выше, чем при дозе 10 и 15 мл/л. Следовательно, для данного вида дозировка в 15 мл (для семян) и 20 мл (для сеянцев) является оптимальной. Виды робиния и джужгун в ходе опытов выпали полностью ввиду увядания и гибели, что говорит о перспективах подбора другого подходящего стимулятора роста и типов субстрата для данных видов.

Спустя 1,5 месяца с начала опыта растения сосны крымской были помещены в стеллажи для роста растений Стеллар-Фито Line P6-C с целью подбора оптимальных условий освещенности и испытания для дальнейшего проращивания. Проращивание велось при диапазоне длины 440–460 нм и 630–660 нм (рис. 5).

Установлено, что тип освещения влияет на высоту и количество образовавшейся фитомассы. Светодиодное освещение отличается длительным сроком эксплуатации, аналогичным солнечному освещению и отсутствием токсичных компонентов при изготовлении осветительных элементов. Люминесцентные лампы имеют ряд минусов: чувствительность к перепадам температур в помещении, содержание в осветительных элементах паров ртути, что при повреждении опасно как для растений, так и для исследователей. При светодиодном освещении был отмечен интенсивный и равномерный прирост, большее количество образовавшейся в процессе развития листвы и хвои у сосны крымской и дуба (таблица 3).

Таблица 3
Влияние типов освещения на биометрические показатели сосны и дуба

Вид	Тип освещения	Высота, см	Количество листьев/хвои, шт.
<i>Pinus nigra subsp. pallasiana</i> (Lamb.)	Светодиодный	9,0 ± 2,10	8,0 ± 1,10
	Люминесцентный	7,5 ± 1,30	6,0 ± 1,50
<i>Quercus robur</i> L.	Светодиодный	12,4 ± 2,20	7,0 ± 1,30
	Люминесцентный	9,6 ± 1,60	5,0 ± 1,40

Table 3
The influence of lighting types on the biometric indicators of pine and oak

Species	Type of lighting	Height, cm	Number of leaves/needles, pcs.
<i>Pinus nigra subsp. pallasiana</i> (Lamb.)	LED	9.0 ± 2.10	8.0 ± 1.10
	Luminescent	7.5 ± 1.30	6.0 ± 1.50
<i>Quercus robur</i> L.	LED	12.4 ± 2.20	7.0 ± 1.30
	Luminescent	9.6 ± 1.60	5.0 ± 1.40

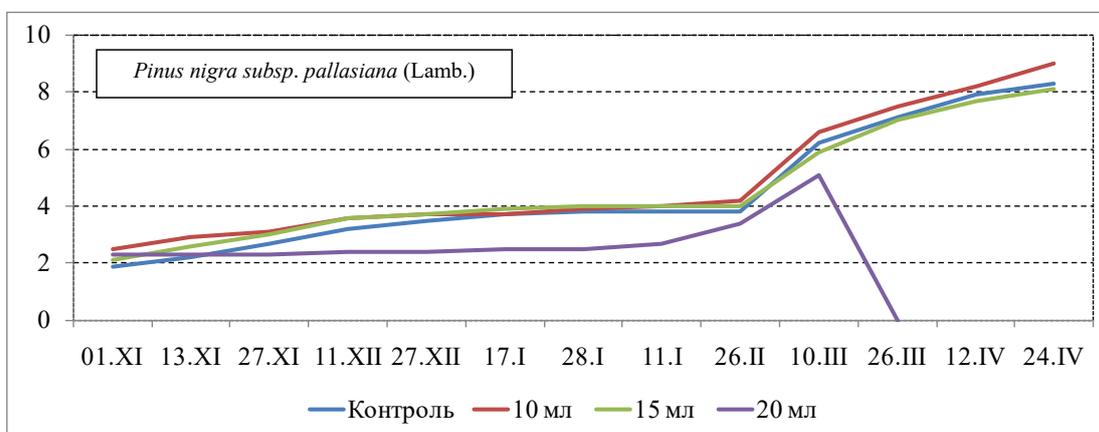
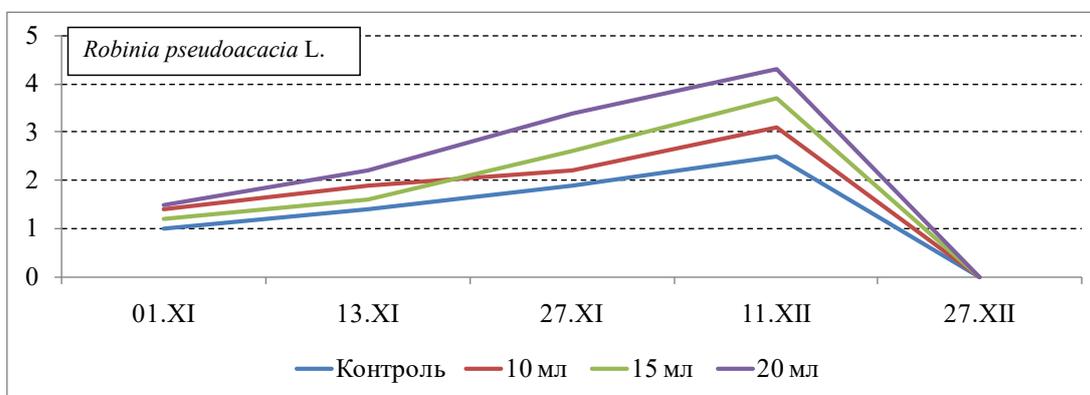
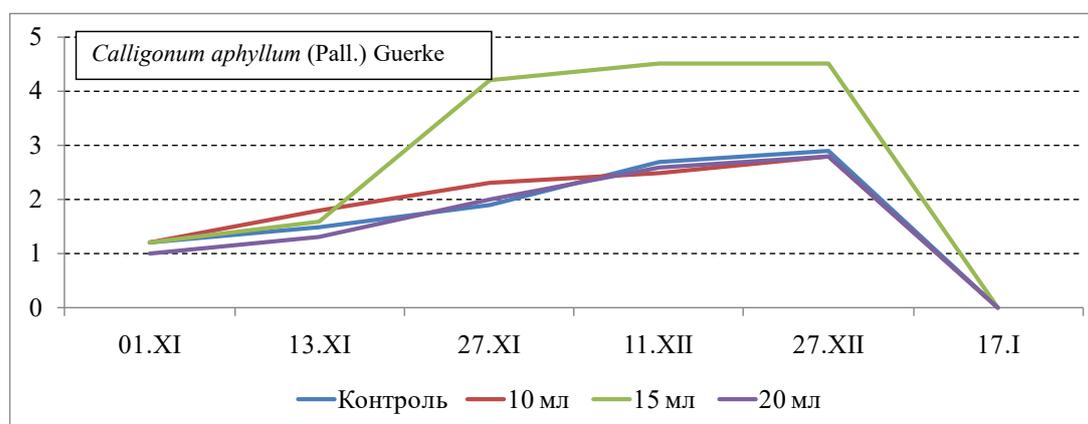
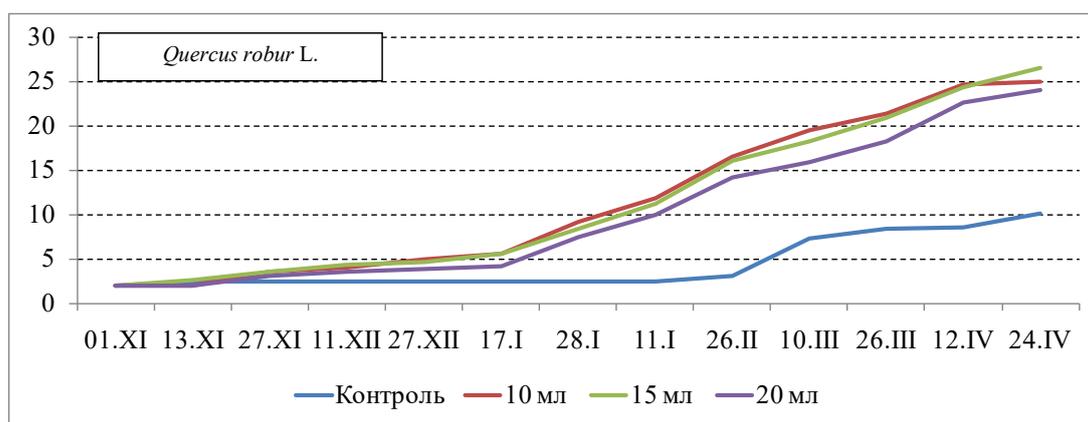


Рис. 4. Влияние дозировок препарата «Экобиосфера» на ход роста исследуемых видов

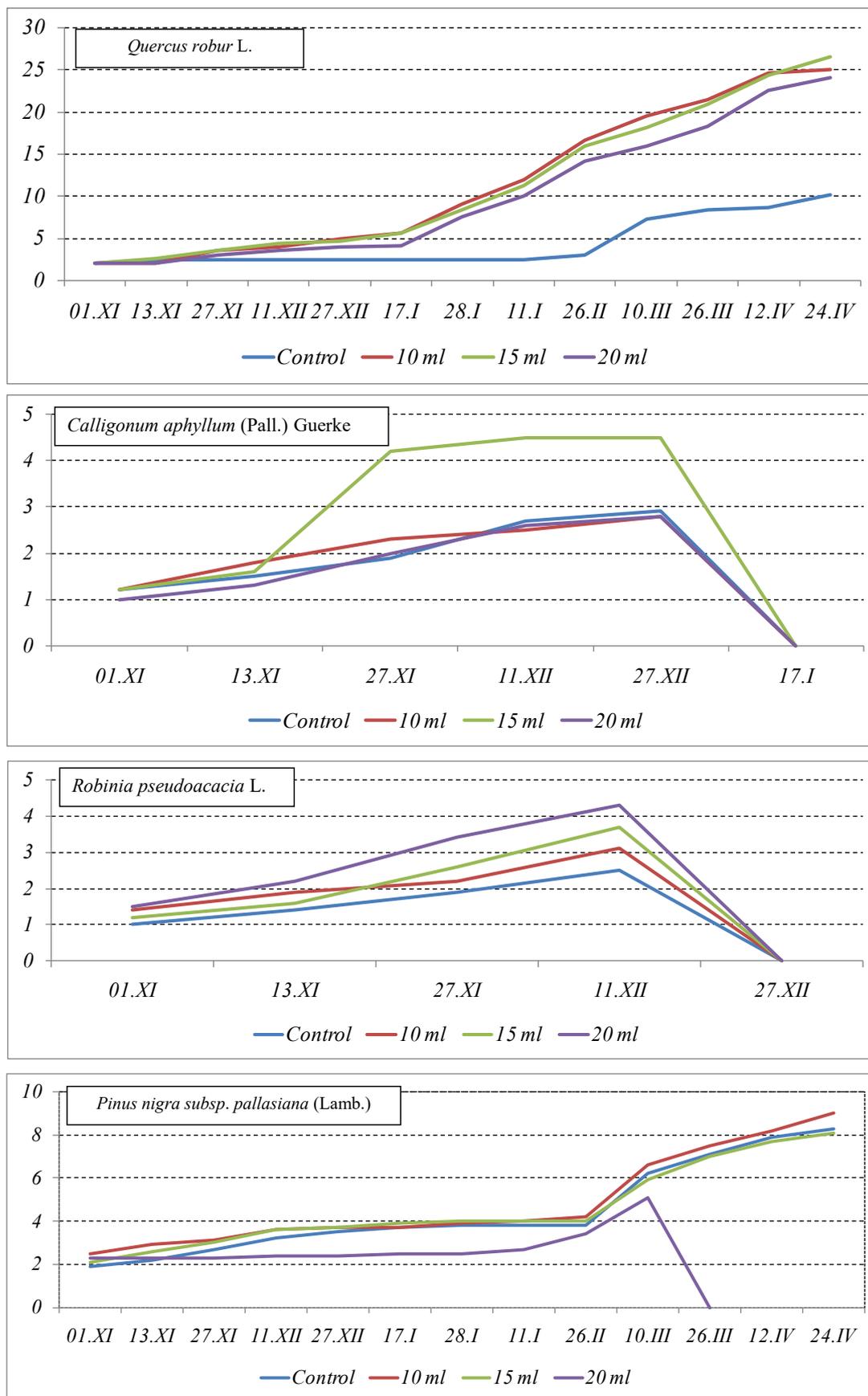


Fig. 4. The effect of dosages of the drug "Ekobiosfera" on the course of growth of the studied species



Рис. 5. Растения сосны Крымской в стеллаже Stellar-Phyto Line P6-C и после высадки на питомник
Fig. 5. Crimean pine plants in the Stellar-Phyto Line P6-C rack and after landing at the nursery

Выход сеянцев в посевных отделениях питомника определяет схемы посева. Для сосны крымской используют шестистрочные двухзвеньевые схемы посева с шириной строчки 1,5–3 см и расстоянием между строчками 10–70 см. (погонная длина строчек 40 тыс. м/га). Для лиственных пород можно применять широкобороздковый 2–3-строчный способ посадки с шириной строчки 10–20 см с расстоянием между строчками 25–75 см. Глубина заделки семян для засушливой зоны – 5 см (дуб), 3 см (акация), 1–2 см (сосна крымская).

Необходимо учитывать преимущества большей приспособленности к местным условиям, наблюдающейся при заготовке семян в однородных условиях. Это особенно проявляется при резко специфических условиях среды. Так, угнетенное состояние семян джужгуна безлистного в процессе проведения лабораторных исследований объясняется его способностью произрастать на лишенных растительности открытых мелкобарханных песках с выраженным ветровым режимом района, который отличается от зоны светло-каштановых почв и специфичных для них видов растительности.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Наши выводы о целесообразности применения органического препарата «Экобиосфера» подтверждаются морфометрическими показателями видов. Наилучший результат был получен при дозировке препарата для дуба черешчатого, робинии псевдоакации и джужгуна безлистного 10 мл/л, для сосны Крымской – 15 мл/л. В этих вариантах наблюдался самый интенсивный рост. На остальных вариантах число всходов было примерно одинаковым с контролем. Вышеназванные варианты также отличались наивысшим процентом зимней сохранности. Проведенные исследования показали, что наибольшим количеством корней первого порядка и укоренившихся растений отличались виды с внесением препарата «Экобиосфера» в дозировке 10 мл/л. Несколько меньшим, но достаточно высоким процентом корнеобразования обладали сеянцы варианта 15 мл/л.

Отсутствие внесения биостимулятора роста сказалось тормозящим образом на росте сеянцев в варианте контроля: они практически прекратили приросты по высоте, в то время как остальные варианты опыта еще продолжали рост и развитие.

В процессе исследований была установлена высокая эффективность гуминового препарата «Экобиосфера» и его положительное влияние на семена и сеянцы. Определена подходящая оптимальная концентрация – 10 мл, которая позволяет ускорить прорастание семян и рост сеянцев. Для робинии псевдоакации и джужгуна безлистного препарат неэффективен ввиду появления заплесневения, что требует дальнейшего изучения и поиска способов борьбы с грибом-возбудителем. В защитных лесных и озеленительных насаждениях засушливой зоны изучаемые виды находят широкое применение по экологическим свойствам и морфологическим признакам. Создание эффективных защитных лесных насаждений в засушливом регионе определяется их правильным размещением на территории в сочетании с назначением, агротехническими мероприятиями и соответствующим уходом, применением передовой технологии во всех производственных процессах выращивания. Так, при противозерозионной организации территории в состав водорегулирующих лесных насаждений вводят дуб и робинию лжеакацию, данные насаждения должны обладать высокими ветрозащитными свойствами, а древесные растения в них – иметь глубокие и хорошо развитые корни, образующие в почве несколько ярусов и повышающие ее водопроницаемость.

Противодефляционные полосы защищают почву и посевы сельскохозяйственных культур от ветрового воздействия. Их выращивают в районах с пыльными бурями, на легких супесчаных и песчаных почвах, на бугристых песках. Робинию лжеакацию возможно выращивать на сильно переветренных почвах, где она прекрасно может сочетаться с джужгуном.

Прибалочные и приовражные лесополосы регулируют стоки талых и ливневых вод, переводя их во внутриводный, способны останавливать рост оврагов и скопление снега. В их состав шириной 20–30 м вводят дуб черешчатый (с учетом степени смывности почвы и климата региона). Такие насаждения имеют плотную конструкцию и могут быть многоярусными. В куртинные насаждения инсолируемых склонов оврагов может рекомендоваться сосна крымская и дуб черешчатый путем посадки в шурфы. В зоне пустыни и полупустыни джужгун безлистный рекомендуется на закрепление песков.

Проведенные опыты делают перспективными будущие исследования на питомнике по определению

эффективности препарата при предпосевной обработке саженцев и черенков древесных видов для посадок в засушливой зоне.

Благодарности (Acknowledgements)

Авторы выражают благодарность компании «Экобиосфера» за плодотворное сотрудничество. Работа выполнена в рамках Государственного задания № 0713-2019-0009 «Теоретические основы, создание новых конкурентоспособных биотипов сельскохозяйственных культур с высокими показателями продуктивности, качества, устойчивости и сортовые технологии на основе новейших методов и технологических решений в условиях изменяющегося климата».

Библиографический список

1. Адилхан Б. А., Айткулова Р. Э., Айменова Ж. Е. Влияние биостимуляторов на рост и развитие растений // Научные труды ЮКГУ им. М. Ауэзова. 2017. № 3 (42). С. 3–6.
2. Безуглова О. С., Горюнов А. В., Полиенко Е. А., Лыхман В. А. О механизмах влияния внекорневой обработки растений гуматами на процессы мобилизации элементов питания в почве // Биологически активные препараты для растениеводства. Научное обоснование – рекомендации – практические результаты: материалы XIV Международной научно-практической конференции. Минск, 2018. С. 36–38.
3. Васильева Е. А., Рабинович Г. Ю. Оптимизация процесса получения нового биоконсерванта для silosования многолетних трав // Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5. № 9. С. 201–208. DOI: 10.33619/2414-2948/46/24.
4. Вергунова А. А., Сокольская О. Б., Проездов П. Н. Особенности размножения и укоренения черенками видов *Salix* на территориях объектов ландшафтной архитектуры Саратовской области // Агрофорсайт. 2020. № 2. С. 12.
5. Вега-Про – спутниковый сервис анализа вегетации [Электронный ресурс]. URL: <http://pro-vega.ru> (дата обращения: 26.12.2021).
6. Зацепина И. В. Способность размножения форм и сортов груши методом зеленого черенкования при использовании стимулятора роста корневина в условиях искусственного тумана // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XVIII Международной научной конференции. Брянск, 2021. С. 76–80.
7. Ковалева А. Л., Зиннер Н. С., Некратова А. Н., Щукина А. В. Оценка влияния углекислотных экстрактов пихты сибирской на индекс азотного баланса зерновых культур // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2021. № 2 (196). С. 20–26.
8. Крючков С. Н., Стольников А. С. Стратегия сортового семеноводства для искусственного лесоразведения в экстремально засушливых условиях // Научно-агрономический журнал. 2018. № 2 (103). С. 48–50.
9. Крючков С. Н., Морозова Е. В., Иозус А. П. Перспективные методы улучшения качества и урожайности лесосеменных плантаций в засушливых условиях // Успехи современной науки. 2017. Т. 2. № 4. С. 148–152.
10. Ламмас М. Е., Шитикова А. В. Влияние биостимуляторов роста на энергию прорастания, всхожесть и интенсивность прорастания семян ярового ячменя // Плодородие. 2021. № 5 (122). С. 61–64. DOI: 10.25680/S19948603.2021.122.15.
11. Мисливец В. А., Острошенко В. Ю., Острошенко В. В. Эффективность применения стимуляторов роста на укоренение черенков рода можжевельник (*Juniperus L.*) // Аграрный вестник Приморья. 2019. № 1 (13). С. 51–55.
12. Никольский М. А., Панкин М. И. Воздействие биоэффективных препаратов на изменение содержания элементов питания и органических кислот в листьях маточных растений винограда // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. 2018. Т. 18. С. 44–48. DOI: 10.30679/2587-9847-2018-18-44-48.
13. Острошенко В. Ю., Чекушкина Т. Н. Влияние стимулятора роста на посевные качества семян сосны обыкновенной (*Pinus silvestris L.*) // Аграрный вестник Приморья. 2017. № 4 (8). С. 58–61.

14. Сурхаев И. Г., Сурхаев Г. А., Рыбашлыкова Л. П. Рост и долголетие хвойных культур в экотопах песков Терско-Кумского междуречья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 4 (60). С. 182–192. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-17.
15. Труфанов А. М., Шукин С. В., Котьяк П. А., Чебыкина Е. В. Использование биопрепаратов при возделывании малины по органической технологии // Вестник АПК Верхневолжья. 2021. № 2 (54). С. 16–21. DOI: 10.35694/YARCX.2021.54.2.003.
16. Экобиосфера [Электронный ресурс]. URL: <https://ecobiosfera.ru> (дата обращения: 02.09.2021).
17. Maksutbekova G. T., Auelbekova A. K., Tleukenova S. U. et al. Heat and drought tolerance of woody and shrub plants in the Zhezkazgan industrial region // Annals of Agri Bio Research. 2019. Vol. 24. No. 2. Pp. 216–220.
18. Klein T., Zeppel M. J. B., Anderegg W. R. L. et al. Xylem embolism refilling and resilience against drought-induced mortality in woody plants: processes and trade-offs // Ecological Research. 2018. Vol. 33. No. 5. Pp. 839–855. DOI: 10.1007/s11284-018-1588-y.
19. Liu Y., Gentine P., Konings A. G., Kennedy D. Global Coordination in Plant Physiological and Rooting Strategies in Response to Water Stress [e-resource] // Global Biogeochemical Cycles. 2021. Vol. 35. No. 7. Article number e2020GB006758. URL: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2020GB006758> (date of reference: 12.10.2021). DOI: 10.1029/2020GB006758.

Об авторах:

Алмагуль Кадыргалиевна Романенко¹, аспирант, младший научный сотрудник, ORCID 0000-0002-6705-6135, AuthorID 1125490; +7 904 422-96-82, romanenko-ak@vfanc.ru
 Андрей Валерьевич Солонкин¹, доктор сельскохозяйственных наук, руководитель селекционно-семеноводческого центра, ORCID 0000-0002-1576-7824, AuthorID 822657; mishamax73@mail.ru
 Александра Сергеевна Соломенцева¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ORCID 0000-0002-5857-1004, AuthorID 756338; +7 906 403-76-58, alexis2425@mail.ru
 Сергей Анатольевич Егоров¹, аспирант, младший научный сотрудник, ORCID 0000-0001-8234-7355, AuthorID 1124794; +7 995 426-36-74; serzh-egorov-94@mail.ru

¹ Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, Волгоград, Россия

The use of humic preparations for the cultivation of planting material of woody plants in the arid region

A. K. Romanenko¹, A. V. Solonkin¹, A. S. Solomentseva¹✉, S. A. Egorov¹

¹ Federal Research Centre for Agroecology, Complex Reclamation and Protective Afforestation of Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia

✉ E-mail: alexis2425@mail.ru

Abstract. The purpose is to study the effect of the organic preparation “Ekobiosfera” of various spectrum of action on morphophysiological processes during the germination of seeds of *Pinus nigra subsp. pallasiana* (Lamb.), *Quercus robur* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Calligonum aphyllum* (Pall.). **Research methodology.** The experiments were carried out in laboratory conditions in three variants of applying the drug – 10, 15 and 20 ml/l of water, stratified and scarified seeds were soaked in a working solution for 12 hours to a day, their growth and development were observed in the laboratory in the plant rooms, and immediately before planting in the substrate (zonal light-chestnut soil + peat) conditions. The repetition of the experiment is three-fold, with control, 20 plants in each variant of the experiment. **Results.** In the course of research, the authors have established the necessity and expediency of using the drug “Ekobiosfera” as a biostimulator for the growth of phytomass and roots. The most optimal dosage for the growth and development of samples of woody species is 10 and 15 ml/l. With an increase or decrease in the dose, plants experienced wilting and inhibition of growth, a lower percentage of preservation. Also, the positive effect of LED lighting on seedlings of oak and Crimean pine was found. For robinia pseudoacacia, the selection of the optimal dose of the drug and lighting is required, for the leafless juzgun, the drug is ineffective due to the inconsistency of soil and climatic conditions of cultivation, which requires further study. Thus, the positive effect of the organic preparation “Ekobiosfera” on the growth and development of coniferous and deciduous species for nursery breeding in the arid zone was noted. **Scientific novelty.** In the conditions of the arid region, the effect of the organic preparation “Ekobiosfera” on tree species was studied for the first time. Taking into account the reaction

of the seeds of the studied plants, effective doses of introducing a growth stimulant have been developed, optimal lighting options for plants in the process of growing have been proposed.

Keywords: biostimulators of growth, development, growth, “Ekobiosfera”, rational nature management, arid region.

For citation: Romanenko A. K., Solonkin A. V., Solomentseva A. S., Egorov S. A. Ispol'zovanie guminovykh preparatov dlya vyrashchivaniya posadochnogo materiala drevesnykh rasteniy v aridnom regione [The use of humic preparations for the cultivation of planting material of woody plants in the arid region] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. No. 06 (221). Pp. 2–15. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-221-06-2-15. (In Russian.)

Date of paper submission: 05.05.2022, **date of review:** 13.05.2022, **date of acceptance:** 19.05.2022.

References

1. Adilhan B. A., Aitkulova R. E., Aimenova Zh. E. Vliyaniye biostimulyatorov na rost i razvitiye rasteniy [The effect of biostimulants on plant growth and development]. Nauchnye Trudy YuKGU im. M. Auezova. 2017. No. 3 (42). Pp. 3–6. (In Russian.)
2. Bezuglova O. S., Gorovtsov A. V., Polienko E. A., Lyhman V. A. O mekhanizmah vliyaniya vnekornevoi obrabotki rasteniy gumatami na process mobilizatsii elementov pitaniya v pochve [On the mechanisms of influence of foliar treatment of plants with humates on the processes of mobilization of nutrients in the soil] // Biologicheskii aktivnyye preparaty dlya rastenievodstva. Nauchnoe obosnovanie-rekomendatsii-prakticheskie rezyltaty: materialy XIV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Minsk, 2018. Pp. 36–38. (In Russian.)
3. Vasilyeva E. A., Rabinovich G. Yu. Optimizatsiya protsessa polucheniya novogo biokonservanta dlya silisosovaniya mnogoletnikh trav [Optimization of the process of obtaining a new bioconservant for silage of perennial grasses] // Bulletin nauki i praktiki. 2019. Vol. 5. No. 9. Pp. 201–208. DOI: 10.33619/2414-2948/46/24. (In Russian.)
4. Vergunova A. A., Sokolskaya O. B., Proezdov P. N. Osobennosti razmnozheniya i ukoreneniya cherenkami vidov *Salix* na territoriyakh ob'ektov landshaftnoy arkhitektury Saratovskoy oblasti [Features of propagation and rooting by cuttings of *Salix* species on the territories of landscape architecture objects of the Saratov region] // Agroforsait. 2020. No. 2. Pp. 12. (In Russian.)
5. Vega-Pro – sputnikovyi servis analiza vegetatsii [Vega-Pro – satellite vegetation analysis service] [e-resource]. URL: <http://pro-vega.ru> (date of reference: 26.12.2021). (In Russian.)
6. Zatsepina I. V. Sposobnost' razmnozheniya form i sortov grushi metodom zelenogo cherenkovaniya pri isrol'zovanii stimulyatora rosta kornevina v usloviyakh iskusstvennogo tumana [The ability to propagate forms and varieties of pears by the method of green cuttings when using the growth stimulator kornevin in conditions of artificial fog] // Agroecologicheskii aspektы ustoychivogo razvitiya APK: materialy XVIII Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii. Bryansk, 2021. Pp. 76–80. (In Russian.)
7. Kovaleva A. L., Zinner N. S., Nekratova A. N., Shchukina A. V. Otsenka vliyaniya uglekislotnykh ekstraktov pikhty sibirskoy na indeks azotnogo balansa zernovykh kul'tur [Assessment of the effect of carbon dioxide extracts of Siberian fir on the nitrogen balance index of grain crops] // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. No. 2 (196). Pp. 20–26. (In Russian.)
8. Kryuchkov S. N., Stol'nov A. S. Strategiya sortovogo semenovodstva dlya iskusstvennogo lesorazvedeniya v ekstremal'no zasushlivykh usloviyakh [Strategy of varietal seed production for artificial afforestation in extremely arid conditions] // Nauchno-agronomicheskij zhurnal. 2018. No. 2 (103). Pp. 48–50. (In Russian.)
9. Kryuchkov S. N., Morozova E. V., Iozus A. P. Perspektivnye metody uluchsheniya kachestva i urozhaynosti lesosemennykh plantatsiy v zasushlivykh usloviyakh [Promising methods for improving the quality and yield of forest seed plantations in arid conditions] // Uspekhi sovremennoy nauki. 2017. Vol. 2. No. 4. Pp. 148–152. (In Russian.)
10. Lammam M. E., Shitikova A. V. Vliyaniye biostimulyatorov rosta na energiyu prorastaniya, vskhozhest' i intensivnost' prorastaniya semyan yarovogo yachmenya [Influence of biostimulants of growth on germination energy, germination and intensity of germination of spring barley seeds] // Plodorodie. 2021. No. 5 (122). Pp. 61–64. DOI: 10.25680/S19948603.2021.122.15. (In Russian.)
11. Mislivets V. A., Ostroshenko V. Yu., Ostroshenko V. V. Effektivnost' primeneniya stimulyatorov rosta na ukorenenie cherenkov roda mozhzhevel'nik (*Juniperus* L.) [The effectiveness of the use of growth stimulants for rooting cuttings of the juniper genus (*Juniperus* L.)] // Agrarnyy vestnik Primor'ya. 2019. No. 1 (13). Pp. 51–55. (In Russian.)
12. Nikol'skiy M. A., Pankin M. I. Vozdeystvie bioeffektivnykh preparatov na izmeneniye sodержaniya elementov pitaniya i organicheskikh kislot v list'yakh matochnykh rasteniy vinograda [The effect of bioeffective drugs on the

change in the content of nutrients and organic acids in the leaves of the mother plants of grapes] // Nauchnye trudy Severo-Kavkazskogo federal'nogo nauchnogo tsentra sadovodstva, vinogradarstva, vinodeliya. 2018. Vol. 18. Pp. 44–48. DOI: 10.30679/2587-9847-2018-18-44-48. (In Russian.)

13. Ostroshenko V. Yu., Chekushkina T. N. Vliyanie stimulyatora rosta na posevnye kachestva semyan sosny obyknovenoj (*Pinus silvestris* L.) [The effect of a growth stimulator on the sowing qualities of the seeds of scots pine (*Pinus silvestris* L.)] // Agrarnyy vestnik Primor'ya. 2017. No. 4 (8). Pp. 58–61. (In Russian.)

14. Surkhaev I. G., Surhaev G. A., Rybashlykova L. P. Rost i dolgoletie khvoynykh kul'tur v ekotopakh peskov Tersko-Kumskogo mezhdurech'ya [Growth and longevity of coniferous crops in the ecotopes of the sands of the Tersko-Kuma interfluve] // Izvestiya Nizhnevolskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vsshche professional'noe obrazovanie. 2020. No. 4 (60). Pp. 182–192. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-17. (In Russian.)

15. Trufanov A. M., Shchukin S. V., Kotyak P. A., Chebykina E. V. Ispol'zovanie biopreparatov pri vozdeleyvanii maliny po organicheskoy tekhnologii [The use of biological products in the cultivation of raspberries using organic technology] // Agroindustrial Complex of Upper Volga Region Herald. 2021. No. 2 (54). Pp. 16–21. DOI: 10.35694/YARCX.2021.54.2.003. (In Russian.)

16. Ekobiosfera [e-resource]. URL: <https://ecobiosfera.ru> (date of reference: 02.09.2021). (In Russian.)

17. Maksutbekova G. T., Auelbekova A. K., Tleukenova S. U. et al. Heat and drought tolerance of woody and shrub plants in the Zhezkazgan industrial region // Annals of Agri Bio Research. 2019. Vol. 24. No. 2. Pp. 216–220.

18. Klein T., Zeppel M. J. B., Anderegg W. R. L. et al. Xylem embolism refilling and resilience against drought-induced mortality in woody plants: processes and trade-offs // Ecological Research. 2018. Vol. 33. No. 5. Pp. 839–855. DOI: 10.1007/s11284-018-1588-y.

19. Liu Y., Gentine P., Konings A. G., Kennedy D. Global Coordination in Plant Physiological and Rooting Strategies in Response to Water Stress [e-resource] // Global Biogeochemical Cycles. 2021. Vol. 35. No. 7. Article number e2020GB006758. URL: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2020GB006758> (date of reference: 12.10.2021). DOI: 10.1029/2020GB006758.

Authors' information:

Almagul' K. Romanenko¹, postgraduate, junior researcher, ORCID 0000-0002-6705-6135, AuthorID 1125490; +7 904 422-96-82, romanenko-ak@vfanc.ru

Andrey V. Solonkin¹, doctor of agricultural sciences, head of the breeding and seed-growing center, ORCID 0000-0002-1576-7824, AuthorID 822657; mishamax73@mail.ru

Aleksandra S. Solomentseva¹, candidate of agricultural sciences, senior researcher, ORCID 0000-0002-5857-1004, AuthorID 756338; +7 906 403-76-58, alexis2425@mail.ru

Sergey A. Egorov¹, postgraduate, junior researcher, ORCID 0000-0001-8234-7355, AuthorID 1124794; +7 995 426-36-74, serzh-egorov-94@mail.ru

¹Federal Research Centre for Agroecology, Complex Reclamation and Protective Afforestation of Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia