

ЛЕСОВЕДЕНИЕ, ЛЕСОВОДСТВО, ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ, АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ, ОЗЕЛЕНЕНИЕ,
ЛЕСНАЯ ПИРОЛОГИЯ И ТАКСАЦИЯ/FORESTRY, FORESTRY, FOREST CROPS, AGROFORESTRY,
LANDSCAPING, FOREST PYROLOGY AND TAXATION

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.157.88>

ВЛИЯНИЕ ФИТОРЕГУЛЯТОРА ИЗ ПОБЕГОВ ИВЫ ОСТРОЛИСТНОЙ (*SALIX ACUTIFOLIA WILLD.*) НА
ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН ДЕРЕВЬЕВ ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД

Научная статья

Лутай С.С.¹, Старыгин Л.А.², Залесов С.В.^{3,*}

¹ ORCID : 0000-0002-2238-9083;

² ORCID : 0009-0009-6394-4117;

³ ORCID : 0000-0003-3779-410X;

^{1, 2, 3} Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (zalesovsv[at]m.usfeu.ru)

Аннотация

На примере тополя душистого (*Populus suaveolens* Fisch.), вяза гладкого (*Ulmus laevis* Pall.), дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) и клена остролистного (*Acer platanoides* L.) предпринята попытка исследования эффективности влияния фиторегулятора из побегов ивы на всхожесть семян и динамику их прорастания. Установлено, что изготовленный из побегов ивы фиторегулятор оказывает положительное влияние на всхожесть семян указанных древесных видов. Так, при всхожести семян тополя душистого в контрольном варианте 86%, при обработке их фиторегулятором всхожесть повышается в зависимости от концентрации до 88–98%. Всхожесть семян вяза гладкого в контрольном варианте составляла 88%, а в опытных посевах 88–98%. Всхожесть семян дуба составляла 84% в контрольном и 90–98% в опытных вариантах соответственно. Эффект от обработки семян клена остролистного проявился в увеличении всхожести от 88 до 98%. Помимо увеличения всхожести, что позволяет сократить расход семян, обработка фиторегулятором сокращает срок прорастания семян. Следовательно, использованием фиторегулятора можно сократить срок выращивания посадочного материала.

Ключевые слова: посадочный материал, семена, фиторегуляторы, всхожесть, динамика прорастания.

THE EFFECT OF PHYTOREGULATORS FROM WILLOW SHOOTS ON THE GERMINATION OF HARDWOOD
SEEDS

Research article

Lutai S.S.¹, Starigin L.A.², Zalesov S.V.^{3,*}

¹ ORCID : 0000-0002-2238-9083;

² ORCID : 0009-0009-6394-4117;

³ ORCID : 0000-0003-3779-410X;

^{1, 2, 3} Ural State Forestry Engineering University, Ekaterinburg, Russian Federation

* Corresponding author (zalesovsv[at]m.usfeu.ru)

Abstract

Using the example of fragrant poplar (*Populus suaveolens* Fisch.), European white elm (*Ulmus laevis* Pall.), pedunculate oak (*Quercus robur* L.) and bosnian maple (*Aser platanoides* L.), an attempt was made to study the effectiveness of the influence of a phyto regulator from willow shoots on seed germination and the dynamics of their germination. It has been established that the phyto regulator made from willow shoots has a positive effect on the germination of seeds of the referred tree species. Thus, with the germination of fragrant poplar seeds in the control variant of 86%, when they are treated with a phyto regulator, the germination increases depending on the concentration to 88–98%. The germination of European white elm seeds in the control variant was 88%, and in the experimental crops 88–98%. The germination of pedunculate oak seeds was 84% in the control and 90–98% in the experimental variants, respectively. The effect of treating bosnian maple seeds was manifested in an increase in germination from 88 to 98%. In addition to increasing germination, which allows reducing seed consumption, treatment with a phyto regulator reduces the germination period of seeds. Consequently, using a phyto regulator can reduce the period of growing planting material.

Keywords: planting material, seeds, phyto regulators, germination, germination dynamics.

Введение

Лесовосстановление и лесоразведение в лесостепной и степной зонах требует значительного количества посадочного материала [1], [2], [3], [4], [5]. Основной способ размножения лиственных древесных видов — семенной, но нередко при проращивании семян наблюдается их низкая всхожесть. Повысить всхожесть семян лиственных видов можно приемами предпосевной обработки. В результате обработки семян биологически активными веществами, в том числе регуляторами роста, происходит активизация биологических процессов, повышается активность фитогормонов, активизируется синтез ДНК и РНК, деятельность ферментов, что приводит к стимуляции деления, роста и дифференциации клеток, т.е. процессов, лежащих в основе морфогенеза.

Перспективными объектами для поиска регуляторов роста нового поколения являются природные биологически активные вещества, вызывающие ростостимулирующий эффект в малых и сверхмалых концентрациях, что позволяет значительно снизить расход препаратов.

Растительное сырье является основным источником биологически активных веществ и антиоксидантов, широко используемых в производстве фармакологических препаратов и биодобавок. Большая часть биологически активных веществ в растениях находится в оболочках в виде биополимерных комплексов, которые по существующим технологиям не переводятся в биодоступную форму.

Для максимального извлечения биологически активных веществ (потенциальных регуляторов роста растений) при экстракции из сырья необходимо не только произвести разрушение оболочки клетки, но и освободить значительную их часть из внутриклеточных биополимерных структур. Суть предлагаемого подхода заключается в переводе в биологически доступную форму фитостероидов, тритерпенов и других биологически активных веществ, содержащихся в растительном сырье и некоторых отходах сельскохозяйственной и пищевой промышленности, за счет высокоинтенсивной кавитационной переработки сырья с образованием биокомпозитов наноразмерных частиц [6], [7], [8], [9].

Обычно регуляторы роста извлекаются из растительного сырья путем экстракции органическими растворителями. Существенными преимуществами кавитации являются исключение из технологии органических растворителей, снижение материальных и трудовых затрат на производство.

Кавитационный диспергатор — это принципиально новый вид оборудования. Под воздействием кавитации, в биологическом сырье рвутся сложные связи волокон органических веществ на молекулярном уровне. Как следствие этого процесса дисперсность биологического сырья значительно увеличивается, и его частицы уменьшаются в размерах до 0,1–8 мкм. При этом скорость протекания процесса экстрагирования повышается (в 10–100 раз), увеличивается выход экстрагируемых веществ, обеспечивается экстракция веществ, недоступных другими способами. Использование кавитационной диспергации позволяет получать биологически активные вещества в одностадийном процессе и сделать их доступными для массового использования [10].

Цель, объекты и методики работ

Цель работы — установление влияния различных концентраций фиторегулятора, созданного на основе побегов ивы остролистной (*Salix acutifolia* Willd.) на всхожесть семян и динамику их прорастания для повышения эффективности выращивания посадочного материала.

В процессе исследований был разработан способ получения фиторегулятора из побегов ивы остролистной, а затем выполнены работы по установлению эффективности его применения при обработке семян деревьев лиственных древесных видов различными концентрациями препарата.

Указанный фиторегулятор изготавливался следующим образом. В две стеклянные банки размером 0,5 л наливали по 200 мл воды в каждую и размещали по 20 побегов (черенков) ивы (рис. 1).



Рисунок 1 - Стеклянные банки с побегами (черенками) ивы

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.157.88.1>

Одну банку с черенками размещали при комнатной температуре, вторую ставили на подоконник с таким расчетом, чтобы нижняя часть банки находилась в зоне более высокой температуры.

Раствор начинали готовить с появлением корней на черенках. При этом черенки вынимаются из банок и размещаются на 7 дней в холодильник с температурой до 4° С. После чего черенки измельчаются на вибрмельнице.

Полученный в результате концентрат фиторегулятора разбавляется дистиллированной водой до следующих концентраций: 1,0; 0,1; 0,01; 0,001 и 0,0001%.

Выбор побегов ивы остролистной в качестве сырья для приготовления фиторегулятора роста объясняется двумя основными причинами. Во-первых, данный вид сырья является доступным в неограниченном количестве практически на всей территории Российской Федерации и Республики Казахстан. Во-вторых, побеги ивы являются превосходным источником протеина, витаминов группы В, витамина Е, меди, железа, марганца, кальция и фосфора. Другими словами, они богаты витаминами, макро- и микроэлементами, необходимыми для растений.

Исследовались семена таких видов как: тополь душистый (*Populus suaveolens* Fisch.), вяз гладкий (*Ulmus laevis* Pall.), дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) и клен остролистый (*Acer platanoides* L.). В процессе проведения исследований отбирались крупные, хорошо вызревшие, наиболее жизнеспособные семена каждого из указанных видов.

Отобранные семена небольшими партиями на 1–1,5 минуты помещали в 3–5% раствор поваренной соли (30–50 г на 1 л воды) и аккуратно перемешивали. При этом пустые семена всплывали и их удаляли. Осевшие на дно семена вынимались и дважды промывались чистой водой, а затем подсушивались.

Посев семян производился в весенний период (апрель-май) в 3-х кратной повторности. Семена всех четырех видов не стратифицировались и не проходили других видов обработки кроме замачивания в растворе фиторегулятора или в воде.

Перед посевом из семян каждого вида отбиралось по 300 семян, которые разделили на 6 партий по 50 шт. по количеству вариантов опыта. Семена первого варианта обрабатывались раствором фиторегулятора концентрацией 1,0%, второй вариант — 0,1%, третий — 0,01%, четвертый — 0,001%, пятый — 0,0001%, шестой вариант служил контролем, в котором фиторегулятор не использовался, а семена просто смачивались в воде.

Подготовку почвы для посадки проводили вручную. Семена высевали на глубину 2–3 см за исключением семян тополя, которые слегка присыпали почвой. После посева производился систематический полив во избежание пересыхания верхних горизонтов почвы.

Результаты и обсуждение

Как отмечалось нами ранее, в процессе исследований мы использовали фиторегулятор, представляющий собой раствор, приготовленный из побегов ивы остролистной. Полученными концентрациями фиторегулятора обрабатывали семена путем замачивания семян каждого варианта опыта на сутки.

Данные о всхожести семян тополя душистого приведены в таблице 1.

Материалы таблицы 1 свидетельствуют, что замачивание семян тополя душистого в растворе фиторегулятора из побегов ивы увеличивает всхожесть семян с 86% на контроле до 88–98% в опытных посевах.

Таблица 1 - Всхожесть семян тополя душистого после обработки их различными концентрациями фиторегулятора из побегов ивы

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.157.88.2>

№ варианта	Концентрация фиторегулятора, %	Всхожесть семян														Всего высеянных семян	
		2 недели с момента посева		3 недели с момента посева		4 недели с момента посева		5 недель с момента посева		6 недель с момента посева		7 недель с момента посева		8 недель с момента посева			
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
1	1,0	33	66	40	80	43	86	45	90	48	96	48	96	48	96	50	100
2	0,1	28	56	37	74	39	78	44	88	44	88	44	88	44	88	50	100

№ варианта	Концентрация фиторегулятора, %	Всхожесть семян														Всего высеянных семян	
		2 недели с момента посева		3 недели с момента посева		4 недели с момента посева		5 недель с момента посева		6 недель с момента посева		7 недель с момента посева		8 недель с момента посева			
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
3	0,01	36	72	45	90	49	98	49	98	49	98	49	98	49	98	50	100
4	0,001	30	60	37	74	43	86	44	88	47	94	47	94	47	94	50	100
5	0,0001	29	58	36	72	41	82	43	86	46	92	46	92	46	92	50	100

№ варианта	Концентрация фиторегулятора, %	Всхожесть семян														Всего высеянных семян	
		2 недели с момента посева		3 недели с момента посева		4 недели с момента посева		5 недель с момента посева		6 недель с момента посева		7 недель с момента посева		8 недель с момента посева			
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
6	Контроль	20	40	26	52	29	58	30	60	35	70	37	74	43	86	50	100

Применение фиторегулятора в дозе 0,01% позволяет на 12% сократить расход семян при аналогичном показателе количества всходов.

Особо следует отметить, что фиторегулятор из побегов ивы существенно повлиял на скорость прорастания семян тополя душистого. Если на контроле всходы появлялись в течение 8 недель, то при использовании для стимуляции роста фиторегулятора в концентрации 0,01% уже в течение четырех недель прорастают все всхожие семена. При этом 72% семян проросло уже на второй неделе. Ускорение прорастания семян позволяет значительно сократить срок выращивания посадочного материала. Последнее особенно важно при выращивании сеянцев с закрытой корневой системой, когда в теплицах планируется выращивание нескольких ротаций сеянцев.

Положительное влияние фиторегулятора проявляется на всхожести и энергии прорастания семян вяза гладкого (табл. 2).

Таблица 2 - Всхожесть семян вяза гладкого после обработки их различными концентрациями фиторегулятора из побегов ивы

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.157.88.3>

№ варианта	Концентрация фиторегулятора, %	Всхожесть семян														Всего высеянных семян	
		2 недели с момента посева		3 недели с момента посева		4 недели с момента посева		5 недель с момента посева		6 недель с момента посева		7 недель с момента посева		8 недель с момента посева			
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
1	1,0	30	60	38	76	41	82	45	90	46	92	46	92	46	92	50	100
2	0,1	27	54	33	66	41	82	44	88	48	96	48	96	48	96	50	100

№ варианта	Концентрация фиторегулятора, %	Всхожесть семян														Всего высеянных семян	
		2 недели с момента посева		3 недели с момента посева		4 недели с момента посева		5 недель с момента посева		6 недель с момента посева		7 недель с момента посева		8 недель с момента посева			
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
3	0,01	29	58	45	90	47	94	49	98	49	98	49	98	49	98	50	100
4	0,001	31	62	40	80	45	90	48	96	48	96	48	96	48	96	50	100
5	0,0001	33	66	38	76	39	78	41	82	44	88	44	88	44	88	50	100

№ варианта	Концентрация фиторегулятора, %	Всхожесть семян														Всего высеянных семян	
		2 недели с момента посева		3 недели с момента посева		4 недели с момента посева		5 недель с момента посева		6 недель с момента посева		7 недель с момента посева		8 недель с момента посева			
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
6	Контроль	23	46	25	50	32	64	35	70	38	76	42	84	44	88	50	100

Как следует из таблицы 2 всхожесть семян вяза гладкого на контроле составляет 88%. Аналогичную всхожесть дают семена, обработанные фиторегулятором в дозе 0,0001%. В остальных вариантах всхожесть семян варьируется от 92 до 98% при лучшем результате в варианте с концентрацией 0,01%. При этом концентрации фиторегулятора 0,01 и 0,001% приводят к ускорению прорастания семян до 5 недель, при 8 неделях на контроле.

Одной из наиболее ценных пород является дуб черешчатый и для лесовосстановления и лесоразведения необходимо большое количество его посадочного материала. Полученные нами данные свидетельствуют, что за счет применения фиторегулятора можно значительно сократить расход желудей (табл. 3).

Таблица 3 - Всхожесть семян дуба черешчатого после обработки желудей различными концентрациями фиторегулятора из побегов ивы

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.157.88.4>

№ вариан- та	Конце- нтрац- ия фиторе- гулято- ра, %	Всхожесть семян														Всего высеянных семян	
		2 недели с момента посева		3 недели с момента посева		4 недели с момента посева		5 недель с момента посева		6 недель с момента посева		7 недель с момента посева		8 недель с момента посева			
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
1	1,0	27	54	37	74	40	80	44	88	49	98	49	98	49	98	50	100
2	0,1	25	50	29	58	37	74	40	80	46	92	46	92	46	92	50	100

№ варианта	Концентрация фиторегулятора, %	Всхожесть семян														Всего высеянных семян	
		2 недели с момента посева		3 недели с момента посева		4 недели с момента посева		5 недель с момента посева		6 недель с момента посева		7 недель с момента посева		8 недель с момента посева			
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
3	0,01	30	60	38	76	43	86	49	98	49	98	49	98	49	98	50	100
4	0,001	27	54	31	62	37	74	44	88	48	96	48	96	48	96	50	100
5	0,0001	28	56	35	70	39	78	43	86	45	90	45	90	45	90	50	100

№ варианта	Концентрация фиторегулятора, %	Всхожесть семян														Всего высеянных семян	
		2 недели с момента посева		3 недели с момента посева		4 недели с момента посева		5 недель с момента посева		6 недель с момента посева		7 недель с момента посева		8 недель с момента посева			
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
6	Контроль	21	42	24	48	29	58	33	66	37	74	40	80	42	84	50	100

Согласно материалам таблицы 3, всхожесть желудей на контроле составляет 84%, в то время как при использовании фиторегуляторов она варьируется от 90 до 98%. Таким образом, используя фиторегулятор из побегов ивы концентрацией 0,01% можно на 14% сократить расход желудей при посеве, а также сократить срок появления всходов с 8 до 5 недель.

Влияние фиторегулятора на всхожесть и энергию прорастания семян клена остролистного рассмотрено в таблице 4.

Таблица 4 - Всхожесть семян клена остролистного после обработки их различными концентрациями фиторегулятора из побегов ивы

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.157.88.5>

№ варианта	Концентрация фиторегулятора, %	Всхожесть семян														Всего высеянных семян	
		2 недели с момента посева		3 недели с момента посева		4 недели с момента посева		5 недель с момента посева		6 недель с момента посева		7 недель с момента посева		8 недель с момента посева			
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
1	1,0	30	60	38	76	41	82	45	90	46	92	46	92	46	92	50	100
2	0,1	27	54	33	66	41	82	44	88	48	96	48	96	48	96	50	100

№ варианта	Концентрация фиторегулятора, %	Всхожесть семян														Всего высеянных семян	
		2 недели с момента посева		3 недели с момента посева		4 недели с момента посева		5 недель с момента посева		6 недель с момента посева		7 недель с момента посева		8 недель с момента посева			
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
3	0,01	29	58	45	90	47	94	49	98	49	98	49	98	49	98	50	100
4	0,001	31	62	40	80	45	90	48	96	48	96	48	96	48	96	50	100
5	0,0001	33	66	38	76	39	78	41	82	44	88	44	88	44	88	50	100

№ варианта	Концентрация фиторегулятора, %	Всхожесть семян														Всего высеянных семян	
		2 недели с момента посева		3 недели с момента посева		4 недели с момента посева		5 недель с момента посева		6 недель с момента посева		7 недель с момента посева		8 недель с момента посева			
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
6	Контроль	23	46	25	50	32	64	35	70	38	76	42	84	44	88	50	100

Материалы таблицы 4 наглядно свидетельствуют, что фиторегулятор из побегов ивы оказывает влияние на всхожесть и интенсивность прорастания семян у клена остролистного аналогичное другим видам исследуемых древесных пород. Применяя фиторегуляторы, можно повысить всхожесть семян до 98% при 88% в контрольном варианте и сократить срок прорастания семян с 8 до 5 недель. При этом оптимальной концентрацией реагента для семян клена остролистного является 0,01%.

Наглядное представление о влиянии концентрации фиторегулятора, созданного на основе побегов ивы, на всхожесть семян лиственных древесных видов позволяют получить данные, приведенные на рисунке 2.

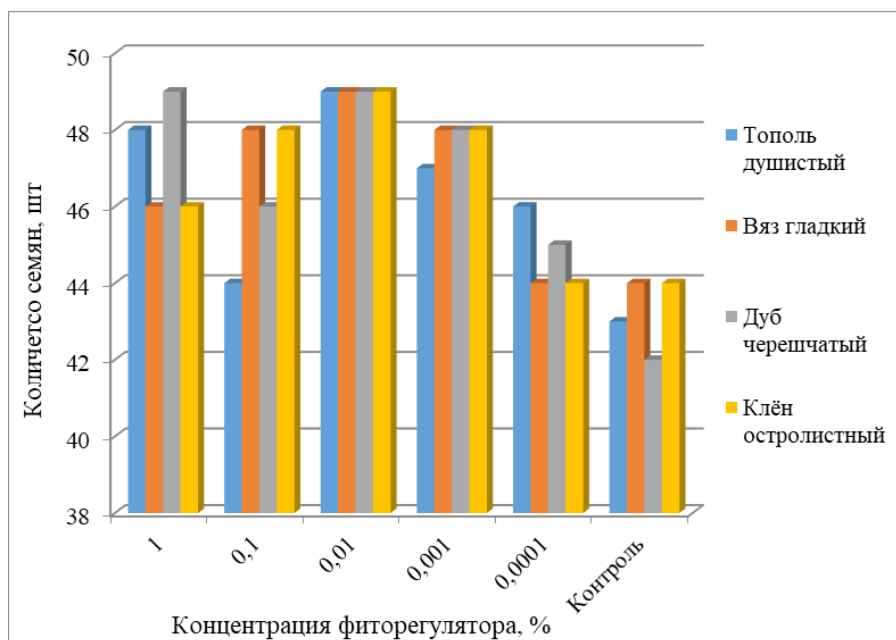


Рисунок 2 - Количество проросших семян при разных концентрациях фиторегулятора, используемых при их обработке
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.157.88.6>

Из материалов рисунка 2 следует, что практически все концентрации фиторегулятора оказывают положительное влияние на прорастание семян. При этом оптимальным вариантом является использование фиторегулятора в концентрации 0,01%.

Заключение

1. Побеги ивы остролистной являются доступным материалом для производства фиторегулятора для тополя душистого (*Populus suaveolens* Fisch.), вяза гладкого (*Ulmus laevis* Pall.), дуба черешчатого (*Quercus robur* L.), клена остролистного (*Acer platanoides* L.).

2. Обработка семян тополя душистого, вяза гладкого, дуба черешчатого и клена остролистного путем замачивания на одни сутки в раствор фиторегулятора, приготовленного из побегов ивы остролистной, позволяет увеличить их всхожесть на 12–14% и сократить период прорастания на 2–3 недели.

3. Максимальный эффект достигается при обработке семян раствором фиторегулятора в концентрации 0,01%.

Использование фиторегулятора позволяет сократить расход семян и срок выращивания посадочного материала, что, несомненно, скажется на себестоимости последнего.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Фрейберг И.А. Опыт создания искусственных насаждений в степи Зауралья / И.А. Фрейберг, С.В. Залесов, О.В. Толкач. — Екатеринбург : Уральский государственный лесотехнический университет, 2012. — 121 с.
2. Залесов С.В. Искусственное лесоразведение вокруг г. Астаны / С.В. Залесов, Б.О. Азбаев, А.В. Данчева [и др.] // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 4. — URL: <https://science-education.ru/article/view?id=13438> (дата обращения: 17.07.2025).

3. Залесов С.В. Опыт лесоразведения в сухой типчаково-ковыльной степи Северного Казахстана / С.В. Залесов, Ж.О. Суяндиков, А.В. Данчева [и др.] // Защитное лесоразведение, мелиорация земель, проблемы агроэкологии и земледелия в Российской Федерации. — Волгоград : ВНИАЛМИ, 2016. — С. 109–113.
4. Новоселова Н.Н. Формирование древесной растительности на бывших сельскохозяйственных угодьях / Н.Н. Новоселова, С.В. Залесов, А.Г. Магасумова. — Екатеринбург : Уральский государственный лесотехнический университет, 2016. — 106 с.
5. Залесов С.В. Опыт создания лесных культур на солонцах хорошей лесопригодности / С.В. Залесов, В.В. Толкач, И.А. Фрейберг [и др.] // Экология и промышленность России. — 2017. — Т. 21. — № 9. — С. 42–47.
6. Лутай С.С. Влияние фиторегулятора природного происхождения на всхожесть, динамику роста и развития садово-парковых культур / С.С. Лутай, А.Л. Воробьев // Вестник ВКГТУ им. Д. Серикбаева. — 2013. — № 1 (59). — С. 72–76.
7. Лутай С.С. Применение фиторегуляторов роста природного происхождения для повышения всхожести семян ели сибирской / С.С. Лутай, Г.А. Жаирбаева [и др.] // Вестник ВКГТУ им. Д. Серикбаева. — 2017. — № 3 (77). — С. 50–55.
8. Китапбаева А.А. Применение фитостимуляторов роста природного происхождения для повышения всхожести семян ели сибирской / А.А. Китапбаева, С.С. Лутай, К.Б. Алипина // Вестник государственного университета им. Шакарима г. Семей. Научный журнал. — 2019. — № 3 (87). — С. 240–245.
9. Воробьев А.П. Фитоминеральный гель для инкрустации корней сеянцев ели сибирской (*Picea obovate* Ledeb.) / А.П. Воробьев, А.А. Калачев, С.В. Залесов // ИВУЗ «Лесной журнал», 2019. — № 6. — С. 255–261.
10. Красина И.Б. Влияние механической обработки на углеводно-амилазный комплекс пряно-ароматического сырья / И.Б. Красина, А.В. Темников, А.Н. Есина // Известия Кемеровского технологического института пищевой промышленности. — 2009. — № 3. — С. 1–5.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Freiberg I.A. Opyt sozdaniya iskusstvennykh nasazhdenij v stepi Zaural'ya [The experience of creating artificial plantings in the steppe of the Trans-Urals] / I.A. Freiberg, S.V. Zalesov, O.V. Tolkach. — Yekaterinburg : Ural State Forestry University, 2012. — 121 p. [in Russian]
2. Zalesov S.V. Iskusstvennoe lesorazvedenie vokrug g. Astany [Artificial afforestation around Astana] / S.V. Zalesov, B.O. Azbaev, A.V. Dancheva [et al.] // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya [Modern problems of science and education]. — 2014. — № 4. — URL: <https://science-education.ru/article/view?id=13438> (accessed: 17.07.2025). [in Russian]
3. Zalesov S.V. Opyt lesorazvedeniya v suhoj tipchakovo-kovyl'noj stepi Severnogo Kazakhstana [The experience of afforestation in the dry type-grass steppe of Northern Kazakhstan] / S.V. Zalesov, Zh.O. Suyundikov, A.V. Dancheva [et al.] // Zashchitnoe lesorazvedenie, melioraciya zemel', problemy agroekologii i zemledeliya v Rossijskoj Federacii [Protective afforestation, land reclamation, problems of agroecology and agriculture in the Russian Federation]. — Volgograd : VNIALMI, 2016. — P. 109–113. [in Russian]
4. Novoselova N.N. Formirovanie drevesnoj rastitel'nosti na byvshih sel'skhozayajstvennykh ugod'yah [Formation of woody vegetation on former agricultural lands] / N.N. Novoselova, S.V. Zalesov, A.G. Magasumova. — Yekaterinburg : Ural State Forestry Univ., 2016. — 106 p. [in Russian]
5. Zalesov S.V. Opyt sozdaniya lesnykh kul'tur na solonchah horoshej lesoprigodnosti [The experience of creating forest crops on salt marshes of good forest suitability] / S.V. Zalesov, V.V. Tolkach, I.A. Freiberg [et al.] // Ekologiya i promyshlennost' Rossii [Ecology and Industry of Russia]. — 2017. — Vol. 21. — № 9. — P. 42–47. [in Russian]
6. Lutai S.S. Vliyanie fitoregulyatora prirodnogo proiskhozhdeniya na vskhozhest', dinamiku rosta i razvitiya sadovo-parkovykh kul'tur [The influence of phytoregulators of natural origin on germination, growth dynamics and development of horticultural crops] / S.S. Lutai, A.L. Vorobyov // Vestnik VKGTU im. D. Serikbaeva [Bulletin of the EKSTU named after D. Serikbaev]. — 2013. — № 1 (59). — P. 72–76. [in Russian]
7. Lutai S.S. Primenenie fitoregulyatorov rosta prirodnogo proiskhozhdeniya dlya povysheniya vskhozhesti semyan eli sibirskoj [The use of phytoregulators of natural growth to increase the germination of Siberian spruce seeds] / S.S. Lutai, G.A. Zhairbaeva, A.L. Vorobyev [et al.] // Vestnik VKGTU im. D. Serikbaeva [Bulletin of the EKSTU named after D. Serikbaev]. — 2017. — № 3 (77). — P. 50–55. [in Russian]
8. Kitapbaeva A.A. Primenenie fitostimulyatorov rosta prirodnogo proiskhozhdeniya dlya povysheniya vskhozhesti semyan eli sibirskoj [The use of natural growth stimulants to increase the germination of Siberian spruce seeds] / A.A. Kitapbaeva, S.S. Lutai, K.B. Alipina // Vestnik gosudarstvennogo universiteta im. Shakarima g. Semej. Nauchnyj zhurnal [Bulletin of the State University named after Shakarima G. Semey. Scientific Journal]. — 2019. — № 3 (87). — P. 240–245. [in Russian]
9. Vorobyov A.P. Fitomineral'nyj gel' dlya inkrustacii kornej seyancev eli sibirskoj (*Picea obovate* Ledeb.) [Phytomineral gel for inlay of roots of Siberian spruce seedlings (*Picea obovata* Ledeb.)] / A.P. Vorobyov, A.A. Kalachev, S.V. Zalesov // IVZ "Lesnoy zhurnal" [Izvestiya of higher educational institutions "Lesnoy Zhurnal"], 2019. — № 6. — P. 255–261. [in Russian]
10. Krasina I.B. Vliyanie mekhanicheskoy obrabotki na uglernodno-amilaznyj kompleks pryano-aromaticheskogo syr'ya [Influence of mechanical processing on the carbon-amylase complex of spicy-aromatic raw materials] / I.B. Krasina, A.V. Temnikov, A.N. Yesina // Izvestiya Kemerovskogo tekhnologicheskogo instituta pishchevoj promyshlennosti [Proceedings of Kemerovo Technological Institute of Food Industry]. — 2009. — № 3. — P. 1–5. [in Russian]