

principles of sustainable agriculture, long-term functioning of natural economic systems, and a developed culture of market relations are becoming particularly relevant at present.

**Key words:** land relations, fair rent, mechanism of economic interest, sufficient lease period, agricultural land, leased land use, rent, temporary land use, lease relations, land lease transactions, lessor, tenant, principles of land lease, profitability of a land plot .

MPNТИ 68.47.01

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2024/44>

*С.А. Кабанова<sup>1</sup>, Б.Т. Мамбетов<sup>2</sup>, А.Н. Кабанов<sup>1\*</sup>, П.Ф. Шахматов<sup>1</sup>, В.А. Борцов<sup>1</sup>,  
И.С. Кочегаров<sup>1</sup>, С.А. Скотт<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>*ТОО «Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. А.Н. Букейхана, г. Щучинск, Казахстан, [Kabanova.05@mail.ru](mailto:Kabanova.05@mail.ru),  
[7058613132@mail.ru](mailto:7058613132@mail.ru)\*, [cektor-aral@mail.ru](mailto:cektor-aral@mail.ru), [garik\\_0188@mail.ru](mailto:garik_0188@mail.ru)*

<sup>2</sup>*Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Казахстан, [forest-institute.kz@mail.ru](mailto:forest-institute.kz@mail.ru)*

<sup>3</sup>*Государственный Колледж Колумбуса, г. Колумбус, США, [sscott73@cscc.edu](mailto:sscott73@cscc.edu)*

## ПРИМЕНЕНИЕ ГЕРБИЦИДОВ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ РАЗНЫХ СТРАН

### *Аннотация*

В статье представлен обзор научных статей зарубежных ученых, посвященных изучению влияния гербицидов на сорную растительность в лесных питомниках и лесных культурах. Ручная прополка семян и саженцев занимает значительную часть трудовых и материальных затрат в лесном хозяйстве. Авторы научных статей склоняются к мысли, что химический способ борьбы с сорняками позволяет сократить количество уходов и повысить выход древесины в лесных культурах. Определено, что использование химической прополки безопасно для хвойных растений и людей, гербициды быстро разлагаются в почве и не наносят урона почвенному и водному покрову. В зарубежных странах принято использование разных наименований гербицидов, в странах дальнего зарубежья в основном применяются пестициды на основе глифосата, в России и Беларуси существует список множества гербицидов, применяющихся в зависимости от региона и почвенно-климатических условий. Это значит, что для успешного применения химических средств требуются региональные технологии, при этом следует учитывать не только эффективность воздействия гербицидов на сорные травы, но и их избирательность по отношению к посадочному материалу основных лесобразующих пород.

**Ключевые слова:** гербицид, сорняки, сосна, ель, посадочный материал, лесные культуры

### **Введение**

В сельском хозяйстве остро стоит вопрос использования гербицидов при выращивании сельскохозяйственных растений, потому что от этого зависит продовольственная безопасность стран. Из-за этого изучение гербицидов и их воздействия на культурные и сорные растения освещено более полно по сравнению с лесным хозяйством. Но основные подходы и проблемы в борьбе с сорняками весьма схожи. Ущерб от воздействия сорняков на культурные растения превышает потери от вредителей и болезней, потери урожая от совокупности этих трех показателей составляют 30-50% во всем мире, а экономический ущерб занимает второе место после эрозии почвы [1].

Прогноз ученых показывает, что население Земли к 2050 году достигнет 9 миллиардов человек, следовательно, станет необходимостью увеличение производства продовольствия и немаловажной проблемой будет защита сельскохозяйственных растений от негативного

воздействия сорняков. Для лесного хозяйства это тоже важный вопрос, т.к. основную часть выращивания искусственных лесов занимает ручной труд на прополке посадок от сорняков. Это требует разработки новых, более безопасных гербицидов и биопестицидов, причем для них нужно выработать новые способы воздействия.

### ***Результаты и обсуждение***

Возможности селекции, в частности, генная инженерия предоставляет дополнительные возможности для избирательности гербицидов, а тенденции в области робототехники и наук о жизни могут предложить новые пути, интегрированные с существующими методами борьбы с сорняками [2]. Использование гербицидов в сельском хозяйстве очень распространено, особенно при выращивании генно-модифицированных культур, которые устойчивы к химии [3]. В лесном хозяйстве определена реакция трансгенных тополей на воздействие глифосата, причем при химической обработке деревья выросли на 20% больше, чем контрольные нетрансгенные тополя [4].

Результаты зарубежных исследований по использованию гербицидов показали, что химические методы имели высокую эффективность в борьбе с сорными растениями, а нехимические – самую низкую, но все эти способы значительно снижали встречаемость и распространенность сорняков. За несколько прошедших десятилетий интерес к борьбе с сорными растениями изменился от использования химических способов в сторону внедрения различных методов (химических, нехимических и комбинированных). Авторы научных статей предполагают, что новые гербициды, редактирование генов и средства уничтожения семян не решат системные проблемы и только объединение нескольких методов даст ответ на многие вопросы. Разработка и внедрение экологических стратегий борьбы с сорняками непростая задача: требуется детальное понимание сложных экологических взаимодействий, междисциплинарные исследования, вследствие чего будут разработаны соответствующие методы, адаптированные к потребностям и ограничениям систем ведения сельского и лесного хозяйства по всему миру [5].

При выращивании посадочного материала лесных пород в питомниках огромное влияние на рост и состояние сеянцев имеет засоренность почвы злостными сорняками, особенно при условии многолетнего выращивания древесных пород на одной и той же площади. Высокая засоренность посевного отделения питомника возникает вследствие открытого пространства в строках посевной ленты, а в молодых культурах – в рядах и междурядьях до смыкания крон древесных растений. Сорняки за длительный период эволюции значительно приспособились к выживанию в любых почвенно-климатических условиях. Кроме того, они забирают большую долю влаги и питательных веществ у культурных растений, затеняют сеянцы и саженцы, конкурируют с ними за площадь питания и освещенность. Семена сорняков могут сохраняться в почве до 10 лет и не терять всхожести. Все это указывает на необходимость активной борьбы с сорными растениями, в том числе с использованием гербицидов.

Гербициды в лесном хозяйстве, эффективно уничтожая сорняки, способствуют повышению приживаемости саженцев в лесных культурах и увеличивают их продуктивность в дальнейшем. Но при этом имеют двойственную природу – увеличивают объем древесины, что весьма важно с точки зрения экономической эффективности и одновременно создают экологические риски. Поэтому при использовании гербицидов имеется необходимость сбалансированного подхода, понимание взаимосвязи между экономическими выгодами и экологическими требованиями в современном лесном хозяйстве, а также детального подхода к применению гербицидов. Интенсивное управление лесными плантациями путем внесения гербицидов увеличивает прогнозируемый выход древесины и доходы в возрасте сбора урожая 40 и 60 лет [6]. Изучение влияния интенсивного ведения лесного хозяйства с использованием гербицидов на экосистемные услуги показало, что реакция биоразнообразия и услуги, предоставляемые растительностью в начале сукцессии, компенсируют производство древесины, а сохранение биоразнообразия может быть обеспечено снижением числа обработок и менее интенсивным управлением на плантациях [7]. Ученые предполагают, что

внедрение комплексных стратегий борьбы с сорняками для снижения риска развития устойчивых к гербицидам сорняков следует осуществлять упреждающе, т.е. прежде чем проблема усугубится, а не реактивно, как это происходило во многих странах [8].

Применение гербицидов в Северной Америке стало частью ведения лесного хозяйства, особенно при их использовании с целью повышения продуктивности лесов, успешности лесовосстановления и получения древесины. Результаты исследований, продолжавшиеся в течение 30 лет, показали, что при интенсификации технологий лесного хозяйства, в том числе в части применения гербицидов, наблюдается увеличение выхода объема древесины до 300%. Причем при правильном их использовании негативное воздействие на дикую природу носит кратковременный характер и не влияет на снижение биоразнообразия [9]. Это подтверждается исследованиями лесных культур на юго-востоке США, где лесоводство перешло на интенсивные короткие севообороты получения древесины. Гербициды имели решающее значение для обеспечения однородности древостоя и увеличения урожайности, причем при совместном использовании гербицидов и удобрений надземная биомасса сосны обыкновенной была на 25% выше, чем при применении только гербицида [10]. Но не всегда совместное внесение удобрений и гербицидов положительно влияет на рост деревьев. В эксперименте с использованием только гербицида было получено снижение конкуренции деревьев с сорными растениями, создающими дерновое покрытие. Авторы не рекомендуют внесение удобрений совместно с гербицидами, т.к. ростовое вещество не привело к увеличению роста деревьев по сравнению с использованием только гербицида [11].

Были изучены приоритеты исследований технологии использования гербицидов в лесном хозяйстве в Канаде и США путем опроса заинтересованных лиц и организаций. Респонденты указали на поддержку исследований и определили 10 главных приоритетов, в числе которых главными были: разработка технологии, обеспечивающей ту же эффективность при уменьшении активного ингредиента и объема распыления; определение влияния погодных условий и ветра на снос и дрейф гербицидов; разработка и улучшение устойчивости гербицидов к смыванию осадка от полива и дождя [12]. В Онтарио (Канада) гербициды ежегодно применяются примерно на 70 тыс. га, что составляет около трети площади ежегодного лесовосстановления. Канадская лесная промышленность использует гербициды как эффективный способ лесопромышленности и сохранения конкурентоспособности в лесопромышленности [13].

В странах Европы использование гербицидов занимает незначительную часть общего применения пестицидов в лесном хозяйстве. Это связано с национальными программами, ограничивающими применение пестицидов, сертификацией лесного хозяйства и сужением наименований гербицидов, разрешенных к использованию. Но следует отметить, что нельзя однозначно отрицать пользу гербицидов. В странах, которые значительно снизили применение гербицидов, государство вводит экологически ориентированные субсидии на борьбу с сорной растительностью (Дания, Финляндия, Чехия, Норвегия). При этом в них наблюдается значительное снижение искусственного лесовосстановления. Это говорит о том, что на территории этих стран нет больших лесокультурных площадей, следовательно, лесное хозяйство в данных странах не нуждается в большом количестве посадочного материала и на его выращивание требуются небольшие затраты, в том числе на ручную прополку. В Исландии наблюдается некоторое увеличение объема использования гербицидов, поскольку борьба с сорняками механическим способом не дает положительных результатов и он достаточно дорогой.

В зарубежных странах в качестве борьбы с сорняками используют гербициды на основе глифосата и его составляющих: раундап и атразин [14]. На практике используется более 2000 гербицидных препаратов, но по-прежнему существует большая потребность в исследованиях, изучающих влияние сопутствующих препаратов, помимо глифосата, на наземные организмы и экосистемы, не являющиеся объектами воздействия. Предлагается определение воздействия на состав и функции почвенной микробиоты и его влияние на здоровье растений [15]. В Ирландии гербициды раундап и атразин широко применяются в лесном хозяйстве, в Словакии

глифосатом обрабатываются посевы в питомниках. На долю гербицидов с действующим веществом глифосат в Южной Африке приходится 97% всех примененных гербицидов, на метазахлор и триклопирбутоксипропиловый эфир - по 2%. Причем гербициды применялись дважды за время вегетации [16]. Опрос владельцев лесных плантаций Новой Зеландии показал, что основными гербицидами, используемыми лесной промышленностью, являются тербутилазин, глифосат, гексазинон, клопиралид, метсульфурон-метил, триклопир и пиклорам [17]. В настоящее время имеется недостаточно информации, чтобы подтвердить или опровергнуть запрет на использование тербутилазина и гексазинона в лесонасаждениях Новой Зеландии. Обзор литературы показал, что при оперативном применении и в соответствии с рекомендациями производителя эти гербициды вряд ли окажут какое-либо негативное воздействие на окружающую среду лесонасаждений [18]. В Канаде гербициды на основе глифосата используются один-два раза в течение ротации лесных культур, что приводит к нечастому применению на одной и той же площади [19]. Оценивалась эффективность стратегий борьбы с сорняками на основе глифосата (глюфосинат, имазапир, МСРА + дикамба, продиамин и др.) и было выявлено, что данные гербициды снижали покрытие сорняками на 80% через 12 недель после внесения без негативного воздействия на растения и на почвенную биоту [20]. Определено, что в Чили отсутствие борьбы с сорняками в течение первого года после посадки лесных культур сосны лучистой и эвкалипта приводит к уменьшению биомассы на 60%, а использование глифосата дает хорошие результаты на второй или третий год после посадки [21]. На юго-востоке США на паровых участках перед посадкой сосны применялись альтернативные глифосату препараты, содержащие флумиоксазин, глюфосинат, триклопир и имазапир. В результате наблюдений выявлено, что в паровых полях глюфосинат можно использовать как альтернативу глифосату, применяя его в ноябре [22]. Наблюдения за влиянием гербицидов гексазинона и глифосата на количество сорняков в течение 10 лет показали, что обработки значительно сократили сорный покров на 3-4 вегетационных периода, а применение гербицидов улучшило приживаемость, увеличило высоту и диаметр саженцев дугласовой ели [23].

Большую заинтересованность вызывает экотоксикологическое воздействие влияние глифосата на растения, не являющиеся так называемой мишенью. Согласно распределению чувствительности видов, дрейфовая доза для защиты 95% видов растений, произрастающих на более крупных участках леса, не должна превышать 5% дозы, обычно используемой для сельскохозяйственных культур [24]. Имеются некоторые виды проблемных сорняков, которые показывают устойчивость к глифосату. Таким растением является амарант, который наносит большой урон в Парагвае. Некоторые виды амаранта оказались устойчивыми к определенным гербицидам, поэтому предлагается чередование и комбинация гербицидов на основе глифосата и интеграция с нехимическими способами борьбы с сорняком, тем более в Парагвае нет исследований по данной теме [25].

Существует много мнений о рисках, связанных с применением гербицидов на основе глифосата, которые являются доминирующими продуктами, используемыми на международном уровне для борьбы с растительностью в лесных насаждениях и плантациях. В лесном секторе они используются один или два раза за ротацию, из расчета не более 4 кг/га<sup>-1</sup>, специалистами, которые соблюдают технику безопасности. Все проведенные исследования воздействия на работников при ручном нанесении гербицидов указывают на отсутствие существенного риска для здоровья человека. На основании международного обзора о прямых и косвенных рисках, связанных с оперативным применением гербицидов на основе глифосата, не выявлено существенного неблагоприятного воздействия на наземную и водную фауну, т.к. он не накапливается в растениях и быстро распадается в почве [26, 27].

Интересен опыт, доказывающий безопасность применение гербицида на основе глифосата, который был заложен в Акадийском лесу на востоке Канады. Ученые через 10 лет, прошедшие после внесения гербицидов выявили, что их применение не изменяет видовое богатство лесной экосистемы, но сокращает обилие нежелательных кустарников [28].

В Канаде опробовано много способов борьбы с сорняками (укладка мульчирующих ковриков, использование пастбищного скота и даже выращивание местного гриба в качестве микробного агента биоконтроля), но ни один метод не является столь же экономичным, эффективным и надежным, как современные химические гербициды [29]. Сравнивалось воздействие мульчи из коры кипариса и гербицидов клопиралид, оксифлуорфен и глифосат на встречаемость сорных растений и фитотоксичность на хвойные растения (ель и сосна). Выявлено, что мульча в сочетании с гербицидом обеспечивала 60-100%-ную борьбу с сорняками во всех случаях; на двух фермах мульча обеспечила значительное усиление борьбы с сорняками по сравнению с аналогичными обработками без мульчи. Из 12 изучаемых способов только при использовании всех вышеназванных гербицидов и мульчи рост хвойных растений снизился [30].

При использовании гербицида метсульфурон-метил на плантации сосны обыкновенной в Аргентине не было заметно фитотоксического эффекта на сеянцы. Гербицид применяли через 30 дней после посадки сеянцев сосны обыкновенной в трех дозах. Никаких различий в росте сосны на опытных делянках с контролем не было выявлено. Кроме того, применение гербицидов приводило к большему росту саженцев, чем на контроле. При дозах гербицида 60 г/га и 90 г/га саженцы сосны показали наибольший диаметр и высоту, что соответствует результатам обработки глифосатом [31].

Некоторые питомники используют пендиметалин для борьбы с сорняками на посевах эвкалипта и сосны. Были проведены испытания, чтобы проверить реакцию сосны на послевсходовое внесение 2,2 кг га<sup>-1</sup> активного ингредиента пендиметалина. При обработке сеянцев через четыре недели после посева не было замечено задержки роста. В одном опыте обработанные сеянцы были крупнее, чем необработанные. Хотя гербицид обеспечивал хороший контроль над сорняками, у сеянцев сосны появились гербицидные галлы на стебле вблизи линии земли, частота которых составляла от 0 до 28%. Предполагается проведение дальнейших исследований для определения природы и частоты образования галлов - от экологических или генетических различий [32]. Изучен опыт использования гербицида Stomp® 400 SC с действующим веществом пендиметалин в посадках лиственных растений. Гербицид вносился сразу после посадки растений в городских условиях. На рост и состояние бирючины применение гербицида в эксперименте мало повлияло, но европейский пузырчатый орех обладал повышенной чувствительностью к повреждению гербицидами. Плохая переносимость гербицида европейским пузырчатым орехом была подтверждена визуальными признаками повреждений, которые наблюдались примерно у 20% обработанных растений, и повышенным уровнем их гибели, который составил 10%. Понимание реакции роста декоративных древесных растений на обработку гербицидами и скорости их спада при любых неблагоприятных условиях оказывают значительное влияние на эффективность и экономичность их выращивания в питомниках и при озеленении жилых микрорайонов. Это также влияет на выполнение желаемых функций древесными растениями в их постоянной среде обитания [33].

На результативность борьбы с сорной растительностью оказывает влияние срок внесения гербицидов. Фитотоксичность глифосата значительно варьирует в зависимости от времени и нормы внесения. Саженцы сосны обыкновенной, австрийской и приморской были относительно устойчивы к глифосату в апреле, тогда как в мае у них была непереносимость. В то же время следует отметить, что при низкой норме внесения в период с середины весны и до середины лета саженцы показали высокую устойчивость к воздействию гербицида. Авторами рекомендуется использование глифосата в дозе до 0,8% в середине весны, когда хвоя сосны покрыта плотным эпикутикулярным восковым слоем, ограничивающим проникновение глифосата в ассимиляционный аппарат [34]. Для лесных культур ели европейской оптимальным временем внесения гербицидов в виде баковой смеси Террсана и Глифоса является начало сентября [35]. Результаты исследования роста 6-летней сосны ладанной, произрастающей в лесных культурах, на которых были испытаны баковые смеси имазапира и триклопира, показали, что рост сосны (*Pinus taeda* L.) после применения баковых

смесей, внесенных в сентябре или октябре, как правило, был выше, чем при внесении в июле [36]. Выявлена высокая эффективность не только весенней химической обработки посевов, но и применение гербицидов в осенний период, что позволяет уменьшить число ручных прополок на следующий вегетационный период и полностью подавить развитие сорняков до июля следующего года [37, 38]. Перед посадкой лесных культур сосны обыкновенной весной или осенью для предварительной обработки почвы рекомендуется использование 2-3-компонентных смесей гербицидов на основе раундапа (6 л/га), арсенала, анкора-85 [38], гоал 2Е, зеллек-супер, фюзилад-супер, препараты глифосата [39], почвенные гербициды террсан (100-200 г/га) и грейдер (1 л/га) и их баковые смеси [35]. В культурах ели применение в начале вегетационного периода 2- и 3-компонентных смесей гербицидов (раундап, анкор-85, арсенал) обеспечивало эффективность подавления роста сорной растительности [40]. Для саженцев березы повислой в школьном отделении питомников предлагается проводить обработку террсаном и скатом, но начинать работы не ранее июля [41].

Из стран СНГ более число исследований по применению химической прополки в лесном хозяйстве наблюдается России [37, 38, 42, 43, 46] и Беларуси [35, 44, 48], где определено, что применение гербицидов наряду и в сочетании с агротехническими приемами обеспечивает практически полное уничтожение травянистой растительности, в первый год посадки лесных культур сокращая число ручных и механизированных прополок сорняков в рядах с пяти до трех [45].

В России зарегистрированы и применяются гербициды на основе изопропиламинной соли глифосата (фосфорорганические соединения), имазапира (имидазолиноны), галоксифоп-Р-метила (арилоксиалканкарбоновые кислоты), сульфометурон-метила, метсульфурон-метила и трибенурон-метила (сульфонилмочевины). Многие гербициды и арборициды, включая эфиры 2,4-Д, исключены из Списка разрешенных препаратов в связи с неблагоприятными токсикологическими характеристиками. Следовательно, необходим поиск более совершенных и универсальных гербицидных и арборицидных препаратов, позволяющих их использование на различных этапах лесовыращивания, а также новых эффективных и экологически более безопасных для окружающей среды технологий их внесения [46]. Также с успехом используются гербициды на основе сульфонилмочевины – Террсан, Анкор-85, Гренч, Гранстар [47], но следует учитывать, что на эффективность применения данных препаратов влияет кислотность почвы и содержание гумуса [48]. В лесных питомниках при выращивании посадочного материала сосны обыкновенной предлагается довсходовое применение анкора-85 (30 г/га) [49], суперстар (20-25 г/га) и в составе баковой смеси с зеллеком-супер [50], раундапа [51], при выращивании сеянцев ели - гоала 2Е (2-4 л/га) и зеллек-супер (1,0 л/га) [37]. При выращивании посевного материала ели и довсходового использования смеси раундапа и анкора-85 биомасса опытных однолетних сеянцев превышала контрольные сеянцы на 141-185%, а предложенная схема применения гербицидов позволила полностью исключить ручные уходы [46]. Для снижения фитотоксического воздействия на сеянцы хвойных растений при применении гербицидов предлагается вносить минеральные удобрения и другие ростовые вещества [52].

Учеными особенно рекомендуется применение двух- и трехкомпонентных баковых смесей (раундап, анкор-85 и арсенал), которые снижают токсикологическую и химическую нагрузку на экосистемы в 1,5-2 раза по сравнению с использованием отдельных гербицидов, а себестоимость лесокультурного производства снижается на 25-41% в лесных культурах ели и на 21-25% - в паровых полях питомников [53]. Из приведенных источников видно, что ассортимент гербицидов весьма разнообразен и их выбор во многом зависит от региональных условий среды.

Гербициды применяют не только для лесных пород, но и для культурных растений, например, яблони. Исследования показали, что ежегодное использование различных гербицидов не оказало негативного влияния на саженцы яблони в школке и значительно снизило засоренность до 90% [54]. В молодом саду яблони и груши предлагается применение Реглона, Лонтрел 300 и Басты, которые не фитотоксичны для плодовых культур. Гербициды

Тарга, Пантера Зелек и Фюзилад при попадании на листья не оказывают влияния на них и поэтому их можно использовать в растущем молодом производственном саду и на приусадебных участках [55]. Применение оризалина и дипиопира обеспечило наилучшую борьбу с сорняками при очень незначительном повреждении урожая плодовых и ореховых деревьев [56].

Для безопасного и эффективного применения гербицидов необходима разработка рекомендаций, в которых были бы приведены технологические схемы химических уходов с учетом почвенно-климатических условий и видовой принадлежности древесных пород. Например, гербициды на основе глифосата относятся к общеистребительным, но их можно использовать в качестве избирательных пестицидов только для сеянцев и саженцев хвойных пород, для лиственных пород рекомендации по их применению не разработаны. Для посевов березы повислой и других лиственных пород в научной литературе практически не встречаются рекомендации по использованию гербицидов. Очевидно, это связано с тем, что некоторые гербициды влияют на березу как арборициды и используются для борьбы с нежелательной лиственной растительностью в хвойных культурах. Но посевы березы повислой также нуждаются в прополке и поэтому необходимо выявить такие гербициды, которые бы селективно воздействовали на сорную растительность, не затрагивая при этом лиственные породы. Если для дуба, ольхи и ивы такие препараты определены, то для березы это предстоит сделать. Дозы гербицидов флуороксипира и клопиралида не вызвали симптомов фитотоксичности у саженцев дуба, находящихся в физиологическом покое. Данные гербициды могут быть успешно использованы для борьбы со многими ранневесенними широколиственными сорняками в подпологовых культурах дуба, но при этом 2- и 3-летние саженцы дуба должны находиться в стадии покоя. [57]. Для посевов лиственных пород рекомендуется использование почвенных гербицидов весной и осенью, для березы повислой оптимального гербицида не определено, т.к. применение препаратов Каллисто, Террсан, Гром, Гезард, Зонтран негативно повлияли на всхожесть семян и были токсичны для сеянцев. Наименьшее отрицательное влияние показал гербицид Дуал Голд, но он имеет малый спектр воздействия на сорные травы и нуждается в смешении с другими пестицидами [58].

Отдельным вопросом идет применение биогербицидов. Хотя на рынке регистрируются новые биопестициды, но биогербициды в этом списке практически отсутствуют. Считается, что эффективность биогербицидов на 50% меньше, чем у химических препаратов, кроме того, они очень зависимы от погодных условий. Из-за этих особенностей количество обработок биогербицидами увеличивается в два раза, причем при использовании температура воздуха должна быть не выше 28<sup>0</sup>С, а наступление результата более медленное по сравнению с синтезированными гербицидами [59]. Действующими элементами биогербицидов являются фитопатогенные грибы, бактерии и вирусы, которые вызывают гибель определенных сорных растений [60-63]. В Европе зарегистрировано около 10 биогербицидов, но они не нашли широкого распространения из-за невысокой эффективности, ограниченных сроков хранения и избирательности по отношению к видам трав. Так называемые биорациональные химические гербициды, которые получены из экстрактов, природных соединений, микробных препаратов и синтетических аналогов природных соединений могут быть не безопасными. В России не зарегистрировано ни одного биогербицида, хотя проводятся исследования по разработке микогербицидов против злостных и опасных сорняков (бодяка полевого, борщевика Сосновского и осота полевого) [64]. Многие исследователи предлагают использовать набор гербицидов в комплексной мультитактической стратегии устойчивой борьбы с сорняками. Пеларгоновая кислота является наиболее эффективным природным гербицидом и может способствовать снижению количества синтетических гербицидов, но информация о ее эффективности противоречива. Изучение применения данного гербицида на несколько видов сорняков показало, что при его использовании значительно снижалась биомасса сорных растений, причем злаковые сорняки были менее чувствительные. Авторами рекомендуется использовать пеларгоновую кислоту не самостоятельно, а в комплексе с другими препаратами [65].

В настоящее время Казахским НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации им. А.Н. Букейхана начаты исследования по разработке технологии использования гербицидов в лесном хозяйстве. В процессе научно-исследовательской работы КазНИИЛХА в 80-х годах прошлого века производству были даны рекомендации по применению гербицидов в лесных культурах и питомниках. Проведены опыты по применению гербицидов в лесных культурах зеленой зоны г. Астаны [66] и рекомендованы к использованию глисол, раундап, флюзилад и фенизан. Детальных исследований воздействия гербицидов на посадочный материал и молодые деревья, результатом которых являлись бы рекомендации производству по ассортименту и применению гербицидов нового поколения, в Казахстане практически не было. Региональные рекомендации важны в экономическом плане, т.к. пороги вредоносности сорняков зависят от почвенно-климатических условий и экономических факторов. Поэтому целесообразно разрабатывать зональные пороги и конкретизировать их применительно к определенным условиям.

### **Выводы**

Ручная прополка в посевном отделении лесных питомников занимает много времени и требует финансовых затрат на ее проведение, поэтому применение гербицидов позволит снизить расходы, а следовательно, и себестоимость посадочного материала. В настоящее время гербициды в лесном хозяйстве применяются бессистемно и очень ограниченно, хотя для базисных питомников, где происходит интенсивное зарастание посевов сорными растениями, необходимость их применения достаточно велика. Но при этом следует учитывать не только эффективность воздействия гербицидов на сорные травы, но и их избирательность по отношению к посадочному материалу основных лесобразующих пород. Определенный уровень засоренности (экономический порог целесообразности применения гербицидов) и выбор химического метода борьбы с сорняками окупает затраты и экономит средства, в том числе трудовые. Для исключения химического ожога семян в посевном отделении и деревьев в лесных культурах необходимо подобрать ассортимент, дозу и время внесения гербицидов, снижающих или исключаящих их негативное влияние на рост и состояние посадочного материала первого года и лесных культур до 3-5-летнего возраста.

Данное исследование финансируется Министерством экологии и природных ресурсов Республики Казахстан (№ BR23590517).

### **Список литературы**

1. Сорока С.В., Скурьят А.Ф., Кислушко П.М. Химический метод защиты растений и обеспечение экологической безопасности его применения в сельском хозяйстве Беларуси. – Минск: ИВЦ Минфина, 2005. – 194 с.
2. Westwood J.H., Charudattan R., Duke S.O., Fennimore S.A., Marrone P., Slaughter D.C., Swanton C., Zollinger R. Weed management in 2050: perspectives on the future of weed science // Weed Science. – 2018. - Vol. 66 (3). – P. 1-11.
3. Mesnage R., Szekacs A., Zaller J. Herbicides: Brief history, agricultural use, and potential alternatives for weed control // In book: Herbicides. – 2021. – P. 1-20.
4. Ault K., Viswanath V., Jayawickrama J., Ma C., Eaton J., Meilan R., Beauchamp G., Hohenschuh W., Murthy G., Strauss S.H. Improved growth and weed control of glyphosatolerant poplars // New Forests. – 2016. - Vol. 47(5).
5. MacLaren C., Storkey J., Menegat A., Metcalfe H., Dehnen-Schmutz K. An ecological future for weed science to sustain crop production and the environment. A review // Agronomy for Sustainable Development. – 2020. - Vol. 40 (4). – P. 1-29.
6. Arshad M.A., Rouf S., Abbas R.N., Aleem K., Sarwar A., Shahbaz Z., Baloch R., Rehman H., Masood M.T. Environmental benefits and risks of herbicides use in forestry. Review // Haya the saudi journal of life sciences. - 2024. - Vol. 9(2). – P. 23-35.
7. Stokely T.D., Kormann U.G., Verschuy J., Kroll A.J., Frey D.W., Harris S.H., Mainwaring D., Maguire D., Hatten J.A., Rivers J.W., Fitzgerald S., Betts M. G. Experimental evaluation of



herbicide use on biodiversity, ecosystem services and timber production trade-offs in forest plantations // *Journal of Applied Ecology*. – 2020. - Vol. 1–15.

8. Hulme P. Weed resistance to different herbicide modes of action is driven by agricultural intensification // *Field Crops Research*. - 2023. - № 292. – P.108819.

9. Wagner R.G., Newton M., Cole E.C., Miller J.H., Shiver B.D. The role of herbicides for enhancing forest productivity and conserving land for biodiversity in North America // *Wildlife Society Bulletin*. - 2004. - Vol. 32(4). – P. 1028-1041.

10. Ferreira G., Rau B., Aubrey D. Herbicide, fertilization, and planting density effects on intensively managed loblolly pine early stand development // *Forest Ecology and Management*. – 2020. – P. 472.

11. Moore J., Fan Z., Shaw T. Silvicultural treatments affect growth and foliar nutrients in a young ponderosa pine stand // *Forest Science*. – 2023. - Vol. 69.

12. Campbell R., Howard C. Priorities for forestry herbicide application technology research. *Canadian Journal of Forest Research*. – 2021. - Vol. 23. – P. 2204-2212.

13. Thompson D.G., Pitt D.G. Frequently asked questions (FAQs) on the use of herbicides in Canadian forestry // *Canadian Journal of Plant Science*. – 2005. - Vol. 85(2). – P. 457-479.

14. Willoughby I., Balandier P., Bentsen N., McCarthy N., Claridge J. Forest vegetation management in Europe: current practice and future requirements // Brussels: COST Office, 2009. – 162 p.

15. Klatyik S., Simon G., Olah M., Mesnage R., Antoniou M.N., Zaller J.G., Szekacs A. Terrestrial ecotoxicity of glyphosate, its formulations, and co-formulants: evidence from 2010–2023 // *Environmental Sciences Europe*. - 2023. - Vol. 35(51). – P. 1-29.

16. Roberts J., Little K., Rolando C. Estimated herbicide use in the commercial forest sector in South Africa // *Australian Forestry*. - 2021. - Vol. 84. – P. 1-14.

17. Tran H., Harrington K.C., Robertson A.W., Watt M.S. Relative persistence of commonly used forestry herbicides for preventing the establishment of broom (*Cytisus scoparius*) seedlings in New Zealand plantations // *New Zealand Journal of Forestry Science*. - 2015. - Vol. 45 (6). - 13 p.

18. Rolando C.A., Garrett L.G., Baillie B.R., Watt M.S. A survey of herbicide use and a review of environmental fate in New Zealand planted forests // *New Zealand Journal of Forestry Science*. - 2013. – Vol. 43(1). - P. 1-17.

19. Edge C., Haines W., Blaney M., Noël M. Low detection of Glyphosate in rivers following application in forestry // *Pestmanagement science*. – 2023. - Vol. 79.

20. Hudek L., Enez A., Bräu L. Comparative analyses of glyphosate alternative weed management strategies on plant coverage, soil and soil biota // *Sustainability*. – 2021. - Vol. 13. – P. 11454.

21. Kogan M., Alister C. Glyphosate use in forest plantations // *Chilean journal of agricultural research*. – 2010. - Vol. 70(4). – P. 4-20.

22. Clabo D.C., Dickens E. Evaluations of alternative herbicides to glyphosate for wilding pine control during forestry site preparation in the southeastern United States // *Weed Technol*. - 2022. - Vol. 36. – P. 561-569.

23. Harper G.J., Comeau P.G., Biring B.S. A comparison of herbicide and mulch mat treatments for reducing grass, herb, and shrub competition in the bc interior douglas-fir zone-ten-year results // *Western Journal of applied forestry*. - 2005. - Vol. 20(3). – P. 167-176.

24. Ferreira M.F., Torres C., Bracamonte E., Galetto L. Glyphosate affects the susceptibility of non-target native plant species according to their stage of development and degree of exposure in the landscape // *The Science of The Total Environment*. – 2022. - Vol. 865(11). – P. 161091.

25. Kashivaqui S.E.F., Krzyzaniak F., Pires A., Silva M. F.A., Albrecht A.J.P., Albrecht P.L. *Amaranthus hybridus* L. resistant to glyphosate and chlorimuron in Paraguay // *Chilean journal of agricultural & animal sciences*. - 2023. - Vol. 39(3). – P. 288-295.

26. Rolando C.A., Baillie B.R., Thompson D.G., Little K.M. The Risks associated with glyphosate-based herbicide use in planted forests // *Forests*. – 2017. - Vol. 8(6). – P. 208-225.

27. Бубнов А.А., Егоров А.Б., Павлюченкова Л.Н., Постников А.М. Экологическая оценка гербицидов, используемых при лесовыращивании // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2022. - № 4. – С. 58-75.
28. Xiao J., Yakimowski S., Brown M., Hartz S., Parachnowitsch A.L., Edge C.B. Changes to the understory vegetation community of the Acadian Forest a decade after herbicide use // *Forestry: An International Journal of Forest Research*. – 2023. – Vol. 97(3). - P. 1-10.
29. <http://cfs.nrcan.gc.ca/pubwarehouse/pdfs/32344.pdf>
30. Gallina G., Cregg B., Patterson E., Saha D. Developing integrated strategies to address emerging weed management challenges in christmas tree production // *Forests*. – 2023. - Vol. 14. - P. 881.
31. Garau A.M., Meyer G., Delfino S.F. Pinustaeda establishment in the province of Corrientes (Argentina): Effects of the herbicide metsulfuron-metil in seedlings growth and survival // *Bosque*. – 2006. - Vol. 27. – P. 108-114.
32. South D., Hill T.E. Results from six Pinustaeda nursery trials with the herbicide pendimethalin in the USA // *Journal of Forest Science*. – 2009. - Vol. 71. – P. 179-185.
33. Bulř P., Miksová L. Verification of the selective efficacy and effect of the application of the pre-emergence herbicide stomp (pendimethalin) on shoot growth in young ornamental woody plants using privet and european bladdernut as an example // *Acta universitatis agriculturae et silviculturae mendelianae brunensis*. - 2023. - Vol. 71(6). – P. 329-339.
34. Cap M., Eşen D. Effects of application date and rate of foliar-applied glyphosate on pine seedlings in Turkey // *Journal of Forestry Research*. – 2018. - Vol. 29. – P. 583–591.
35. Носников В., Юрениа А.В., Майсеенок А.П. Опыт применения гербицидов при химическом уходе в лесных культурах // Труды БГТУ. – 2016. - №1. - С. 119-123.
36. Clabo D., Dickens E. Chemical site preparation mixtures, application timing, and herbaceous weed control impacts on loblolly pine development through six years // *Forest Science*. – 2023. - Vol. 69(4). – P. 12-22.
37. Романов А.В. Совершенствование технологии выращивания сеянцев ели в питомниках на основе применения современных гербицидов: на примере Пермского края: автореферат дисс... кандидата сельскохозяйственных наук, Санкт-Петербург, 2009. – 21 с.
38. Постников А.М. Эффективные гербициды для облесения невозделываемых сельскохозяйственных земель // *Вестник защиты растений*. – 2012. - № 2. – С. 58-61.
39. Трофимов Л.Н. Практика применения гербицидов и пути ее совершенствования при воспроизводстве ели и сосны: на примере Ленинградской области: автореферат дис... кандидата сельскохозяйственных наук. – Санкт-Петербург, 2006. – 21 с.
40. Егоров А.Б., Постников А.М., Бубнов А.А., Павлюченкова Л.Н., Партолина А.Н. Выращивание культур ели с применением современных гербицидов, не требующее проведения агротехнических уходов // *Известия вузов. Лесной журнал*. – 2021. - № 3. – С. 9-23.
41. Носников В.В., Юрениа А.В., Майсеенок А.П. Технология применения гербицидов при выращивании саженцев в лесных питомниках // Труды БГТУ. – 2015. - № 1. – С. 149-152.
42. Егоров А.Б., Бубнов А.А. Система гербицидов для ухода за посевами хвойных пород в лесных питомниках // *Известия вузов. Лесной журнал*. – 2013. - № 5. – С. 71-77.
43. Егоров А.Б., Бубнов А.А., Павлюченкова Л.Н., Жаркова О.В. Пути совершенствования химического ухода за посевами хвойных пород в лесных питомниках // *Сб. науч. тр. СПбНИИЛХ*. – 2009. – С. 123-142.
44. Носников В.В., Волкович А.П. Применение гербицидов для борьбы с сорной растительностью в питомниках // *Труды БГТУ*, 2009. – С. 181-182
45. Егоров А.Б. Химический уход за лесом: история, современное состояние и перспективы развития. – СПб.: БУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства», 2014. - № 2. - С. 43-55.

46. Бубнов А.А. Современные гербициды в лесных питомниках // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2013. № 2. – С. 55-61.
47. Егоров А.Б., Жигунов А.В. Лесовосстановление с применением химического метода: учеб. пособие. – СПб.: СПбГЛТА, 2009. – 67 с
48. Наукович Е.А., Носников В.В. Особенности применения сульфонилмочевинных гербицидов при выращивании посадочного материала хвойных пород в лесных питомниках // Труды БГТУ. - 2013. - № 1. – С. 157 – 161.
49. Виноградов А.Н. Комплексное применение экологически безопасных средств химии при выращивании сеянцев и культур сосны обыкновенной на дерново-подзолистых супесчаных и среднесуглинистых окультуренных почвах Центрального района Европейской части России: автореф. на соискание степени к.с.-х.н. Москва, 2005. – 28 с.
50. Егоров А.Б., Бубнов А.А., Павлюченкова Л.Н., Омеляненко А.Я. Инновационные технологии химического ухода за лесом // Материалы междунар. Научно-практической конф. «Инновации в лесном хозяйстве». – Санкт-Петербург, 2011. - С. 32-37.
51. Казаков В.И., Проказин Н.Е., Казаков И.В., Лобанова Е.Н. Эффективность контактного нанесения гербицидов для борьбы с сорной растительностью в лесных питомниках // Лесотехнический журнал. – 2019. - № 1. – С. 153-159.
52. Тюкавина О.Н., Демина Н.А. Применение гербицидов при выращивании сеянцев хвойных в питомниках открытого грунта // Хвойные boreальной зоны. - 2022. - Т. XL, № 6. - С. 513–518.
53. Партолина А.Н. Эффективность действия баковых смесей гербицидов на нежелательную растительность и методы ее оценки на разных этапах лесовосстановления хвойных пород: автореферат дисс...кандидата сельскохозяйственных наук. – Санкт-Петербург, 2013. – 21 с.
54. Антоненко В.В., Зубков А.В., Довгилевич А.В., Дорожкина Л.А. Применение гербицидов в питомнике саженцев в условиях дерново-подзолистых почв // Плодородие. – 2023. – №3. – С. 52-55.
55. Сухоцкий М.И. Применение гербицидов в садоводстве // Современное садоводство. – 2015. – № 2.
56. Hanson B.D., Schneider S.A. Evaluation of weed control and crop safety with herbicides in open field tree nurseries // Weed Technology. - 2017. - Vol. 22. – P. 493-498.
57. Vasic V., Djilas M., Kovacevic B., Vasic S., Poljakovi'c-Pajnik L., Pap P., Orlovic S. Early spring broadleaved weed control during seedling dormancy in regenerated pedunculate oak forests // Forests. – 2023. - Vol. 14. – P. 2286.
58. Носников В.В., Майсеенок А.П. Применение гербицидов при выращивании посадочного материала лиственных пород в лесных питомниках // Труды БГТУ. - 2014. - № 1. – С. 154-158.
59. Рубежняк И.Г. Биогербициды: прошлое, настоящее и будущее // Сборник научных трудов Sworld. – 2014. - № 4. – С. 35-41.
60. Cassela F., Charudattan R., Vurro M. C Effectiveness and technological feasibility of bioherbicide candidates for biocontrol of Green Foxtail (*Setaria viridis*) // Biocontrol Science and Technology. - 2010. - Vol. 20 (10). – P. 1027-1045.
61. Gomathinayagam S., Persaud S. A., Rekha M. Comparative study of biological agents, *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma viride* for controlling brown spot disease in rice // Journal of Biopesticides. - 2012. - Vol. 5. – P. 28-32.
62. Hoagland R.E., Boyette G. D, Weaver M.A. Bioherbicides: research and risks // Toxin Review. - 2007. - Vol. 26. – P. 313-342.
63. Hoagland R.E., Teaster N.D., Boyette C.D.B. Bioherbicidal effects of *Myrothecium verrucaria* on glyphosateresistant and-susceptible Palmer amaranth biotypes // Allelopathy Journal. - 2013.- Vol. 31 (2). – P. 367-376.

64. Берестецкий А.О. Перспективы разработки биологических и биорациональных гербицидов // Вестник защиты растений. – 2017. - № 1 (91). – С. 5-12
65. Loddo D., Jagarapu L.K.K, Strati E., Trespidi G., Nebojša N., Masin R., Berti A., Otto S. Assessing herbicide efficacy of pelargonic acid on several weed species // [Agronomy](#). - 2023. - Vol. 13(6). – P.1511.
66. Каверин В.С., Азбаев Б.О., Рахимжанов А.Н., Рожанов М.Р., Суюндиков Ж.О. Эффективность использования гербицидов при уходе за лесными культурами в зеленой зоне г. Астаны //Аграрный вестник Урала. - 2013. - № 11 (117). – С. 50-54.

### References

1. Soroka S.V., Skur'yat A.F., Kislushko P.M. Himicheskiy metod zashchity rastenij i obespechenie ekologicheskoy bezopasnosti ego primeneniya v sel'skom hozyajstve Belarusi. – Minsk: IVC Minfina, 2005. – 194 s.
2. Westwood J.H., Charudattan R., Duke S.O., Fennimore S.A., Marrone P., Slaughter D.C., Swanton C., Zollinger R. Weed management in 2050: perspectives on the future of weed science // *Weed Science*. – 2018. - Vol. 66 (3). – P. 1-11.
3. Mesnage R., Szekacs A., Zaller J. Herbicides: Brief history, agricultural use, and potential alternatives for weed control // In book: *Herbicides*. – 2021. – P. 1-20.
4. Ault K., Viswanath V., Jayawickrama J., Ma C., Eaton J., Meilan R., Beauchamp G., Hohenschuh W., Murthy G., Strauss S.H. Improved growth and weed control of glyphosatetolerant poplars // *New Forests*. – 2016. - Vol. 47(5).
5. MacLaren C., Storkey J., Menegat A., Metcalfe H., Dehnen-Schmutz K. An ecological future for weed science to sustain crop production and the environment. A review // *Agronomy for Sustainable Development*. – 2020. - Vol. 40 (4). – P. 1-29.
6. Arshad M.A., Rouf S., Abbas R.N., Aleem K., Sarwar A., Shahbaz Z., Baloch R., Rehman H., Masood M.T. Environmental benefits and risks of herbicides use in forestry. Review // *Haya the saudi journal of life sciences*. - 2024. - Vol. 9(2). – P. 23-35.
7. Stokely T.D., Kormann U.G., Verschuyf J., Kroll A.J., Frey D.W., Harris S.H., Mainwaring D., Maguire D., Hatten J.A., Rivers J.W., Fitzgerald S., Betts M. G. Experimental evaluation of herbicide use on biodiversity, ecosystem services and timber production trade-offs in forest plantations // *Journal of Applied Ecology*. – 2020. - Vol. 1–15.
8. Hulme P. Weed resistance to different herbicide modes of action is driven by agricultural intensification // *Field Crops Research*. - 2023. - № 292. – P.108819.
9. Wagner R.G., Newton M., Cole E.C., Miller J.H., Shiver B.D. The role of herbicides for enhancing forest productivity and conserving land for biodiversity in North America // *Wildlife Society Bulletin*. - 2004. - Vol. 32(4). – P. 1028-1041.
10. Ferreira G., Rau B., Aubrey D. Herbicide, fertilization, and planting density effects on intensively managed loblolly pine early stand development // *Forest Ecology and Management*. – 2020. – P. 472.
11. Moore J., Fan Z., Shaw T. Silvicultural treatments affect growth and foliar nutrients in a young ponderosa pine stand // *Forest Science*. – 2023. - Vol. 69.
12. Campbell R., Howard C. Priorities for forestry herbicide application technology research. *Canadian Journal of Forest Research*. – 2021. - Vol. 23. – P. 2204-2212.
13. Thompson D.G., Pitt D.G. Frequently asked questions (FAQs) on the use of herbicides in Canadian forestry // *Canadian Journal of Plant Science*. – 2005. - Vol. 85(2). – P. 457-479.
14. Willoughby I., Balandier P., Bentsen N., McCarthy N., Claridge J. Forest vegetation management in Europe: current practice and future requirements //Brussels: COST Office, 2009. – 162 p.
15. Klatyik S., Simon G., Olah M., Mesnage R., Antoniou M.N., Zaller J.G., Szekacs A. Terrestrial ecotoxicity of glyphosate, its formulations, and co-formulants: evidence from 2010–2023 // *Environmental Sciences Europe*. - 2023. - Vol. 35(51). – P. 1-29.

16. Roberts J., Little K., Rolando C. Estimated herbicide use in the commercial forest sector in South Africa // *Australian Forestry*. - 2021. - Vol. 84. – P. 1-14.
17. Tran H., Harrington K.C., Robertson A.W., Watt M.S. Relative persistence of commonly used forestry herbicides for preventing the establishment of broom (*Cytisus scoparius*) seedlings in New Zealand plantations // *New Zealand Journal of Forestry Science*. - 2015. - Vol. 45 (6). - 13 p.
18. Rolando C.A., Garrett L.G., Baillie B.R., Watt M.S. A survey of herbicide use and a review of environmental fate in New Zealand planted forests // *New Zealand Journal of Forestry Science*. - 2013. – Vol. 43(1). - P. 1-17.
19. Edge C., Haines W., Blaney M., Noël M. Low detection of Glyphosate in rivers following application in forestry // *Pestmanagement science*. – 2023. - Vol. 79.
20. Hudek L., Enez A., Bräu L. Comparative analyses of glyphosate alternative weed management strategies on plant coverage, soil and soil biota // *Sustainability*. – 2021. - Vol. 13. – P. 11454.
21. Kogan M., Alister C. Glyphosate use in forest plantations // *Chilean journal of agricultural research*. – 2010. - Vol. 70(4). – P. 4-20.
22. Clabo D.C., Dickens E. Evaluations of alternative herbicides to glyphosate for wilding pine control during forestry site preparation in the southeastern United States // *Weed Technol*. - 2022. - Vol. 36. – P. 561-569.
23. Harper G.J., Comeau P.G., Biring B.S. A comparison of herbicide and mulch mat treatments for reducing grass, herb, and shrub competition in the bc interior douglas-fir zone-ten-year results // *Western Journal of applied forestry*. - 2005. - Vol. 20(3). – P. 167-176.
24. Ferreira M.F., Torres C., Bracamonte E., Galetto L. Glyphosate affects the susceptibility of non-target native plant species according to their stage of development and degree of exposure in the landscape // *The Science of The Total Environment*. – 2022. - Vol. 865(11). – P. 161091.
25. Kashivaqui S.E.F., Krzyzaniak F., Pires A., Silva M. F.A., Albrecht A.J.P., Albrecht P.L. *Amaranthus hybridus* L. resistant to glyphosate and chlorimuron in Paraguay // *Chilean journal of agricultural & animal sciences*. - 2023. - Vol. 39(3). – P. 288-295.
26. Rolando C.A., Baillie B.R., Thompson D.G., Little K.M. The Risks associated with glyphosate-based herbicide use in planted forests // *Forests*. – 2017. - Vol. 8(6). – P. 208-225.
27. Bubnov A.A., Egorov A.B., Pavlyuchenkova L.N., Postnikov A.M. Ekologicheskaya ocenka gerbicidov, ispol'zuemyh pri lesovyrashchivanii // *Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lesnogo hozyajstva*. – 2022. - № 4. – S. 58-75.
28. Xiao J., Yakimowski S., Brown M., Hartz S., Parachnowitsch A.L., Edge C.B. Changes to the understory vegetation community of the Acadian Forest a decade after herbicide use // *Forestry: An International Journal of Forest Research*. – 2023. – Vol. 97(3). - P. 1-10.
29. <http://cfs.nrcan.gc.ca/pubwarehouse/pdfs/32344.pdf>
30. Gallina G., Cregg B., Patterson E., Saha D. Developing integrated strategies to address emerging weed management challenges in christmas tree production // *Forests*. – 2023. - Vol. 14. - P. 881.
31. Garau A.M., Meyer G., Delfino S.F. Pinustaeda establishment in the province of Corrientes (Argentina): Effects of the herbicide metsulfuron-metil in seedlings growth and survival // *Bosque*. – 2006. - Vol. 27. – P. 108-114.
32. South D., Hill T.E. Results from six Pinustaeda nursery trials with the herbicide pendimethalin in the USA // *Journal of Forest Science*. – 2009. - Vol. 71. – P. 179-185.
33. Bulř P., Miksová L. Verification of the selective efficacy and effect of the application of the pre-emergence herbicide stomp (pendimethalin) on shoot growth in young ornamental woody plants using privet and european bladdernut as an example // *Acta universitatis agriculturae et silviculturae mendelianae brunensis*. - 2023. - Vol. 71(6). – P. 329-339.
34. Cap M., Eşen D. Effects of application date and rate of foliar-applied glyphosate on pine seedlings in Turkey // *Journal of Forestry Research*. – 2018. - Vol. 29. – P. 583–591.
35. Nosnikov V., YUrenya A.V., Majseenok A.P. Opyt primeneniya gerbicidov pri himicheskom uhode v lesnyh kul'turah // *Trudy BGTU*. – 2016. - №1. - S. 119-123.

36. Clabo D., Dickens E. Chemical site preparation mixtures, application timing, and herbaceous weed control impacts on loblolly pine development through six years // *Forest Science*. – 2023. - Vol. 69(4). – P. 12-22.
37. Romanov A.V. Sovershenstvovanie tekhnologii vyrashchvaniya seyancev eli v pitomnikah na osnove primeneniya sovremennyh gerbicidev: na primere Permskogo kraja: avtoreferat diss... kandidata sel'skohozyajstvennyh nauk, Sankt-Peterburg, 2009. – 21 s.
38. Postnikov A.M. Effektivnye gerbicidey dlya obleseniya nevozdel'nykh sel'skohozyajstvennyh zemel' // *Vestnik zashchity rastenij*. – 2012. - № 2. – S. 58-61.
39. Trofimov L.N. Praktika primeneniya gerbicidev i puti ee sovershenstvovaniya pri vosproizvodstve eli i sosny: na primere Leningradskoj oblasti: avtoreferat dis... kandidata sel'skohozyajstvennyh nauk. – Sankt-Peterburg, 2006. – 21 s.
40. Egorov A.B., Postnikov A.M., Bubnov A.A., Pavlyuchenkova L.N., Partolina A.N. Vyrashchivanie kul'tur eli s primeneniem sovremennyh gerbicidev, ne trebuyushchee provedeniya agrotekhnicheskikh uhodov // *Izvestiya vuzov. Lesnoj zhurnal*. – 2021. - № 3. – S. 9-23.
41. Nosnikov V.V., YUrenya A.V., Majseenok A.P. Tekhnologiya primeneniya gerbicidev pri vyrashchivanii sazhencev v lesnyh pitomnikah // *Trudy BGTU*. – 2015. - № 1. – S. 149-152.
42. Egorov A.B., Bubnov A.A. Sistema gerbicidev dlya uhoda za posevami hvoynnyh porod v lesnyh pitomnikah // *Izvestiya vuzov. Lesnoj zhurnal*. – 2013. - № 5. – S. 71-77.
43. Egorov A.B., Bubnov A.A., Pavlyuchenkova L.N., ZHarkova O.V. Puti sovershenstvovaniya himicheskogo uhoda za posevami hvoynnyh porod v lesnyh pitomnikah // *Sb. nauch. tr. SPbNIILH*. – 2009. – S. 123-142.
44. Nosnikov V.V., Volkovich A.P. Primenenie gerbicidev dlya bor'by s sornoj rastitel'nost'yu v pitomnikah // *Trudy BGTU*, 2009. – S. 181-182
45. Egorov A.B. Himicheskij uhod za lesom: istoriya, sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya. – SPb.: BU «Sankt-Peterburgskij nauchno-issledovatel'skij institut lesnogo hozyajstva», 2014. - № 2. - S. 43-55.
46. Bubnov A.A. Sovremennye gerbicidey v lesnyh pitomnikah // *Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lesnogo hozyajstva*. – 2013. № 2. – S. 55-61.
47. Egorov A.B., ZHigunov A.V. Lesovosstanovlenie s primeneniem himicheskogo metoda: ucheb. posobie. – SPb.: SPbGLTA, 2009. – 67 s
48. Naukovich E.A., Nosnikov V.V. Osobennosti primeneniya sul'fonilmochevinykh gerbicidev pri vyrashchivanii posadochnogo materiala hvoynnyh porod v lesnyh pitomnikah // *Trudy BGTU*. - 2013. - № 1. – S. 157 – 161.
49. Vinogradov A.N. Kompleksnoe primenenie ekologicheski bezopasnyh sredstv himii pri vyrashchivanii seyancev i kul'tur sosny obyknovnoy na dernovo-podzolistykh supeschanyh i srednesuglinistykh okul'turenykh pochvah Central'nogo rajona Evropejskoj chasti Rossii: avtoref. na soiskanie stepeni k.s-h.n. Moskva, 2005. – 28 s.
50. Egorov A.B., Bubnov A.A., Pavlyuchenkova L.N., Omel'yanenko A.YA. Innovacionnye tekhnologii himicheskogo uhoda za lesom // *Materialy mezhdunar. Nauchno-prakticheskoy konf. «Innovacii v lesnom hozyajstve»*. – Sankt-Peterburg, 2011. - S. 32-37.
51. Kazakov V.I., Prokazin N.E., Kazakov I.V., Lobanova E.N. Effektivnost' kontaktnogo naneseniya gerbicidev dlya bor'by s sornoj rastitel'nost'yu v lesnyh pitomnikah // *Lesotekhnicheskij zhurnal*. – 2019. - № 1. – S. 153-159.
52. Tyukavina O.N., Demina N.A. Primenenie gerbicidev pri vyrashchivanii seyancev hvoynnyh v pitomnikah otkrytogo grunta // *Hvoynnye boreal'noj zony*. - 2022. - T. XL, № 6. - S. 513–518.
53. Partolina A.N. Effektivnost' dejstviya bakovyh smesej gerbicidev na nezhelatel'nyu rastitel'nost' i metody ee ocenki na raznyh etapah lesovosstanovleniya hvoynnyh porod: avtoreferat diss...kandidata sel'skohozyajstvennyh nauk. – Sankt-Peterburg, 2013. – 21 s.
54. Antonenko V.V., Zubkov A.V., Dovgilevich A.V., Dorozhkina L.A. Primenenie gerbicidev v pitomnike sazhencev v usloviyah dernovo-podzolistykh pochv // *Plodorodie*. – 2023. – №3. – S. 52-55.

55. Suhockij M.I. Primenenie gerbicidev v sadovodstve // *Sovremennoe sadovodstvo*. – 2015. – № 2.
56. Hanson B.D., Schneider S.A. Evaluation of weed control and crop safety with herbicides in open field tree nurseries // *Weed Technology*. - 2017. - Vol. 22. – P. 493-498.
57. Vasic V., Djilas M., Kovacevic B., Vasic S., Poljakovi'c-Pajnik L., Pap P., Orlovic S. Early spring broadleaved weed control during seedling dormancy in regenerated pedunculate oak forests // *Forests*. – 2023. - Vol. 14. – P. 2286.
58. Nosnikov V.V., Majseenok A.P. Primenenie gerbicidev pri vyrashchivanii posadochnogo materiala listvennyh porod v lesnyh pitomnikah // *Trudy BGTU*. - 2014. - № 1. – S. 154-158.
59. Rubezhnyak I.G. Biogerbicidy: proshloe, nastoyashchee i budushchee // *Sbornik nauchnyh trudov Sworld*. – 2014. - № 4. – S. 35-41.
60. Cassela F., Charudattan R., Vurro M. C Effectiveness and technological feasibility of bioherbicide candidates for biocontrol of Green Foxtail (*Setaria viridis*) // *Biocontrol Science and Technology*. - 2010. - Vol. 20 (10). – P. 1027-1045.
61. Gomathinayagam S., Persaud S. A., Rekha M. Comparative study of biological agents, *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma viride* for controlling brown spot disease in rice // *Journal of Biopesticides*. - 2012. - Vol. 5. – P. 28-32.
62. Hoagland R.E., Boyette G. D, Weaver M.A. Bioherbicides: research and risks // *Toxin Review*. - 2007. - Vol. 26. – P. 313-342.
63. Hoagland R.E., Teaster N.D., Boyette C.D.B. Bioherbicidal effects of *Myrothecium verrucaria* on glyphosateresistant and-susceptible Palmer amaranth biotypes // *Allelopathy Journal*. - 2013.- Vol. 31 (2). – P. 367-376.
64. Beresteckij A.O. Perspektivy razrabotki biologicheskikh i bioracional'nyh gerbicidev // *Vestnik zashchity rastenij*. – 2017. - № 1 (91). – S. 5-12
65. Loddo D., Jagarapu L.K.K, Strati E., Trespidi G., Nebojša N., Masin R., Berti A., Otto S. Assessing herbicide efficacy of pelargonic acid on several weed species // *Agronomy*. - 2023. - Vol. 13(6). – R.1511.
66. Kaverin V.S., Azbaev B.O., Rahimzhanov A.N., Rozhanov M.R., Suyundikov ZH.O. Effektivnost' ispol'zovaniya gerbicidev pri uhode za lesnymi kul'turami v zelenoj zone g. Astany // *Agrarnyj vestnik Urala*. - 2013. - № 11 (117). – S. 50-54.

**С.А. Кабанова<sup>1</sup>, Б.Т. Мамбетов<sup>2</sup>, А.Н. Кабанов<sup>1\*</sup>, П.Ф. Шахматов<sup>1</sup>, В.А. Борцов<sup>1</sup>,  
И.С. Кочегаров<sup>1</sup>, С.А. Скотт<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Ә.Н. Бөкейхан атындағы Қазақ орман шаруашылығы және агроорманмелиорация ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Щучинск қ., Қазақстан, [Kabanova.05@mail.ru](mailto:Kabanova.05@mail.ru), [7058613132@mail.ru](mailto:7058613132@mail.ru)\*, [cektor-aral@mail.ru](mailto:cektor-aral@mail.ru), [garik\\_0188@mail.ru](mailto:garik_0188@mail.ru)

<sup>2</sup>Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан, [forest-institute.kz@mail.ru](mailto:forest-institute.kz@mail.ru)

<sup>3</sup> Колумбус мемлекеттік колледжі, Колумбус АҚШ, [sscott73@csc.edu](mailto:sscott73@csc.edu)

## **ӘРТҮРЛІ ЕЛДЕРДЕГІ ОРМАН ШАРУАШЫЛЫҒЫНДА ГЕРБИЦИДТЕРДІ ҚОЛДАНУ**

### **Аңдатпа**

Орман питомниктері мен орман өсіру плантацияларының арамшөптеріне гербицидтердің әсерін зерттеуге арналған шетел ғалымдарының ғылыми мақалаларына шолу. Бұл мақалада шетел ғалымдарының орман питомниктері мен орман өсіру плантацияларының арамшөптеріне гербицидтердің әсерін зерттеуге арналған ғылыми мақалаларына шолу жасалған. Саженецтер мен көшеттерді қолмен аралау орман шаруашылығында еңбек және материалдық шығындардың көп бөлігін алады. Ғылыми мақалалардың авторлары арамшөптермен күресудің химиялық әдісі орман дақылдарында күтім шығындарын азайтуға және ағаштың өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді деп есептейді. Химиялық арамшөптерді қолдану қылқан жапырақты өсімдіктер мен адамдар үшін қауіпсіз екендігі анықталды,

гербицидтер топырақта тез ыдырайды және топырақ пен су жамылғысына зиян келтірмейді. Шет елдерде гербицидтердің әртүрлі атаулары кеңінен қолданылады. ТМД елдерінде, негізінен Ресей мен Беларусьте қолданылатын глифосат негізіндегі пестицидтерден басқа, аймаққа, топырақ-климаттық жағдайларға және басым орман құраушы жыныстарға байланысты көптеген гербицидтер тізімі бар. Химиялық заттарды табысты қолдану үшін олардың аймақтық қолдану технологиясы қажет. Бұл кезде арамшөптерге арналған гербицидтердің тиімділігін ғана емес, сонымен қатар басым орман құраушы жыныстардың отырғызу материалына қатысты таңдамалылығын да ескеру қажет.

**Кілт сөздер:** гербицид, арамшөптер, қарағай, шырша, отырғызу материалы, орман дақылдары

*S.A. Kabanova<sup>1</sup>, B.T. Mambetov<sup>2</sup>, A.N. Kabanov<sup>1\*</sup>, P.F. Shakhmatov<sup>1</sup>,  
V.A. Bortsov<sup>1</sup>, I.S. Kochegarov<sup>1</sup>, S.A. Scott<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>*Kazakh Scientific Research Institute of Forestry and Agroforestry named after  
A.N.Bukeikhan, Shchuchinsk, Kazakhstan, [Kabanova.05@mail.ru](mailto:Kabanova.05@mail.ru), [7058613132@mail.ru](mailto:7058613132@mail.ru)\*,  
[cektor-aral@mail.ru](mailto:cektor-aral@mail.ru), [garik\\_0188@mail.ru](mailto:garik_0188@mail.ru)*

<sup>2</sup>*Kazakh National Agrarian Research University,  
Almaty, Kazakhstan, [forest-institute.kz@mail.ru](mailto:forest-institute.kz@mail.ru)*

<sup>3</sup>*Columbus State College, Columbus USA, [sscott73@csc.edu](mailto:sscott73@csc.edu)*

## THE USE OF HERBICIDES IN FORESTRY IN DIFFERENT COUNTRIES

### **Abstract**

This article provides an overview of scientific articles by international researchers devoted to studying the effect of herbicides on weeds in forest nurseries and plantations. Manual weeding of seedlings and saplings consumes a significant portion of labor and material resources in forestry. The authors of these scientific articles suggest that the chemical method of weed control can reduce maintenance costs and increase wood yield in forest crops. Studies have shown that the use of chemical weeding can be safe for coniferous plants and humans, with herbicides decomposing quickly in the soil and causing minimal harm to soil and water resources. There are variations in herbicide names across different countries. In countries outside the Commonwealth of Independent States (CIS), glyphosate-based pesticides are prevalent. In contrast, Russia and Belarus utilize a wider range of herbicides depending on the specific region and soil and climatic conditions. This highlights the importance of developing regional application technologies for successful chemical use. Furthermore, it is crucial to consider not only the effectiveness of herbicides on weeds but also their selectivity towards planted materials of primary forest-forming species.

**Keywords:** herbicide, weeds, pine, spruce, planting material, forest crops