

Всероссийский юниорский лесной конкурс «Подрост»,
региональный этап

Государственное бюджетное профессиональное образовательное
учреждение «Чебаркульский профессиональный техникум»
Челябинская область, г. Чебаркуль

**Влияние минеральных удобрений на семенную продуктивность сосны
обыкновенной на лесосеменных объектах**

Опытно-исследовательская работа

Автор: Комлева Анна Ильинична,
специальность «Лесное и лесопарковое хозяйство», группа 36, 3 курс

Руководитель: Митрофанов Сергей Васильевич, преподаватель, кандидат
с/х. наук, ГБПОУ «Чебаркульский профессиональный техникум»

Чебаркуль, 2021 г

Оглавление

	Введение.....	3
1.	Основное содержание.....	6
1.1.	Основные виды минеральных удобрений	6
1.2.	Применение минеральных удобрений в лесном хозяйстве.....	7
1.3.	Агротехника применения минеральных удобрений.....	8
2.	Результаты исследования.....	10
2.1.	Описание методики исследования.....	10
2.2.	Результаты исследования.....	11
	Выводы.....	17
	Заключение.....	18
	Рекомендации.....	18
	Список использованной литературы.....	19
	Приложение.....	20

Введение

Тема исследовательской работы - «Влияние минеральных удобрений на семенную продуктивность сосны обыкновенной на лесосеменных объектах». Данная тема выбрана мною не случайно.

Для лесостепи Южного Урала актуальны способы лесовосстановления, способствующие повышению лесистости территории, продуктивности лесов, их качественного состава и многоцелевого функционирования. В лесорастительных условиях островных боров Чебаркульского района в результате рубок происходит смена хвойных пород на мягколиственные: березу, осину и т.д. Все меньше становится лесных площадей занятых ценной хвойной породой - сосной обыкновенной. Именно ей, как главной лесообразующей породе, отводится особое место в удовлетворении потребностей семенами.

Наука и практика лесовосстановления и лесоразведения убедительно показали, что продуктивность создаваемых лесов в значительной мере зависит от качества семян.

Вопросы лесовосстановления в стране приобрели государственное значение и потребность в высококачественных семенах возрастает. Перспективным направлением в получении регулярных и обильных урожаев семян с ценными наследственными свойствами является создание на селекционной основе лесосеменных плантаций [3]. Ежегодный объем заготовки семян с лесосеменных плантаций в семенном хозяйстве нашей страны составляет только 36 % годового объема заготовки. Причина кроется в слабом урожае семян на семенных объектах. Применения удобрений на лесосеменных объектах является единственным оправданным способом для увеличения выхода семян древесных пород с единицы занимаемой ими площади.

Поэтому первоочередное значение имеет изучение влияний минеральных удобрений на семенную продуктивность сосны обыкновенной.

Крайне недостаточная изученность вопросов применения удобрений на лесосеменных объектах, особенно в зоне Южного Урала, обуславливает актуальность темы исследовательской работы.

Данная работа выполнена совместно с работниками Челябинского лесничества Минобороны России.

Актуальность выбранной темы можно рассматривать с нескольких позиций:

актуальность направления – данная проблема рассматривается в Лесном Кодексе РФ от 04.12. 2006г. № 200-ФЗ, № 149-ФЗ "О семеноводстве" от 17 декабря 1997г., в Приказе Рослесхоза от 10 января 2012 г. "Об утверждении порядка производства семян отдельных категорий лесных растений", в ФЗ "О семеноводстве" (с изменениями на 2 июля 2013 г.) в Приказе МПР РФ от 16 июля 2007 г., № 185 «Об утверждении правил ухода за лесами» и других нормативных документах;

практическая значимость проблемы заключается в том, что в ходе проведения исследовательской работы произошло осознание проблемных

вопросов по семенной продуктивности лесосеменных объектов на Южном Урале;

научная актуальность состоит в том, что многие ученые-лесоводы (Артюшин А.М., Вересин М.М., Коновалов Н.А., Никитенко В.Ф., Сидор А.И., Никляева В.С., Ковалевич А.И., Попкова Л.Л., Ревяко И.Д.) подвергли исследованию проблему, связанную со снижением урожайности семенных объектов сосны обыкновенной.

В ходе изучения различных источников нами были выявлены следующие *противоречия*:

- длительное время на Южном Урале лесоводы-практики не пытались на должном уровне применять минеральные удобрения с целью повышения урожайности сосны обыкновенной;

- при наличии научных источников о применении удобрений в центральной России, отсутствуют данные об их использовании на Урале;

- данные о способах и методах применения минеральных удобрений в регионах России недостаточны.

Выявленные противоречия позволили установить актуальность предложенной проблемы и определить **цель работы** – выявление влияния минеральных удобрений на семеношение сосны обыкновенной, определение оптимального сочетания элементов минеральных удобрений, имеющего наибольший эффект.

В соответствии с поставленной целью мы решали следующее **задачи**:

1. теоретически обосновать проблему низкой урожайности сосны обыкновенной на семенных объектах;

2. опытным путем определить влияние минеральных удобрений на показатели семенной продуктивности сосны обыкновенной;

3. на основании полученных данных выявить минеральное удобрение, имеющее наибольший лесоводственный эффект.

Объектом исследования является увеличение семенной продуктивности сосны обыкновенной на лесосеменных объектах.

Предметом исследования – изучение влияния сочетания минеральных элементов удобрений на семеношение сосны обыкновенной.

Работа проходила по следующим **этапам**:

1. поиск информации по данной теме (01.02.2018 г – 13.05.2018 г);

2. проведение опытного эксперимента (14.05.2018 г – 13.12.2020 г);

3. анализ полученных результатов (05.12.2018 г – 30.11.2020 г);

4. описание опыта, оформление исследовательской работы (30.12.2018 г – 30.01.2021 г).

Краткая методика проведения опыта.

Для выявления влияния минеральных удобрений на семеношение сосны обыкновенной была выбрана лесосеменная плантация сосны обыкновенной.

Минеральные удобрения были внесены в начале вегетационного периода (середина мая) в приствольные круги деревьев в следующих сочетаниях минеральных элементов: аммиачно-нитратное удобрение –

аммиачная селитра (H_4NO_3), комплексное удобрение – аммофос ($\text{NH}_4(\text{H}_2\text{PO}_4)$) и сложное удобрение, содержащее N, P_2O_5 и K_2O . Доза внесения удобрений под каждое дерево составила 0,7 кг по действующему веществу.

Учет лесоводственной эффективности удобрений на лесосеменных объектах проводился по количественным и качественным показателям. Для учета результатов опыта нами обследовалось по 30 деревьев в каждом опытном варианте внесения удобрения и контроле. В течение 3-х лет после полного созревания семян проводился подсчет количества шишек на каждом дереве. С изучаемых вариантов и контроля, методом случайной выборки, собирались опытные партии шишек (по 50 шт.). Для количественной оценки семеношения определялись размеры шишек и их вес. Для качественной – определялся вес полученных из шишек семян их выход и полнозернистость.

Полученные показатели семеношения изучаемых вариантов переведены в средние арифметические и сравнены с соответствующими показателями контроля.

Научная новизна заключается в том, что впервые на территории Челябинской области получены экспериментальные данные о влиянии сочетаний различных минеральных элементов на семенную продуктивность сосны обыкновенной на лесосеменных объектах.

Практическая значимость работы.

Опытным путем подтверждено предположение о повышении семенной продуктивности сосны обыкновенной в Чебаркульских лесах. На основе проведенных исследований составлены рекомендации по повышению урожайности семян сосны обыкновенной, которые нашли применение при ведении хозяйства на лесосеменных плантациях и участках с целью получения высоких урожаев улучшенных семян в Челябинском лесничестве Минобороны России.

Кроме того, результаты данной работы могут быть использованы для последующих научных исследований по изучению влияния минеральных удобрений на семеношение лесосеменных объектов сосны обыкновенной и других древесных пород.

1. Основное содержание (теоретическая часть)

1.1 Основные виды минеральных удобрений

Минеральные удобрения – неорганические вещества, содержащие необходимые для растений питательные элементы. Минеральные удобрения оказывают сильное воздействие на почву: обогащают ее питательными элементами, изменяют реакцию почвенного раствора, положительно влияют на микробиологические процессы. Минеральные удобрения имеют самое большое количество наименований среди прочих видов. Такое разнообразие объясняется их специализацией [2].

Нехватка фосфора приводит к снижению количества шишек и плодов, уменьшению их размеров, ухудшению качества семян. Азот обеспечивает ростовые процессы. Его недостаточное количество тормозит вегетативный рост у молодых растений, а у взрослых - заложение цветочных почек и развитие плодов и семян. Калий способствует повышению морозо- и засухоустойчивости растений, его вносят на бедных, известковых почвах [8].

Вследствие внесения удобрений повышается активность обменных процессов и накопление в растениях питательных веществ. Это способствует появлению большого количества побегов, несущих генеративные почки, изменению количества и соотношения мужских и женских генеративных органов, повышению сохранности шишек, увеличению урожая и улучшению посевных качеств семян [8].

Растениям необходимы также микроэлементы - медь, бор, цинк, марганец и др. Внесение микроудобрений способствует повышению сохранности и улучшению созревания семян [2].

В зависимости от того, какой элемент преобладает в данном минеральном удобрении, они делятся на азотные, калийные, фосфорные и комплексные. Минеральные удобрения могут применяться как в виде раствора (его следует готовить непосредственно перед использованием), так и в твердом виде (вносится прямо в почву) [1].

Азотные удобрения. К азотным удобрениям относятся аммиачная селитра (другие названия – нитрат аммония или азотнокислый аммоний) - сульфат аммония (сернокислый аммоний), мочевины (карбамид), натриевая соль (нитрат натрия или азотнокислый натрий), кальциевая селитра (азотнокислый кальций или нитрат кальция), сульфонитрат аммония (монтан-селитра или лейна-селитра), хлористый аммоний, цианамид кальция и др.

Каждый из них по-своему влияют на почву и растения и дают свои побочные эффекты, что крайне важно учитывать при их применении. Аммиачная селитра, сульфат аммония, сульфонитрат аммония и хлористый аммоний делают почву более кислой. Натриевая соль, кальциевая селитра и цианамид кальция увеличивают щелочность почвы. Цианамид кальция к тому же довольно ядовит и не годится для весенне-летней подкормки, в почву его нужно вносить с осени.

Фосфорные удобрения. К фосфорным удобрениям относятся простой и двойной суперфосфат, термофосфат, фосфоритная и костная мука, томасшлак, преципитат. Фосфорные удобрения применяются в качестве как основных, так и для подкормки.

Калийные удобрения. К калийным удобрениям относятся калийная соль, хлористый калий, хлорид калия, сульфат калия, калийная соль, сульфат калия-магния (калимагнезия), поташ (калий углекислый), сильвинит, каинит. Калийные удобрения хорошо растворяются в воде и могут применяться на любых почвах. Так как во многих калийных удобрениях присутствует хлор, то для засоленных почв и чувствительных к хлору растений лучше применять сернокислый калий.

Комплексные удобрения.

Комплексными называются минеральные удобрения, в которых содержатся два или три элемента NPK. К ним относятся нитрофоска, аммофосы, нитроаммофоска, калийная селитра и древесная зола. Нитрофоска и нитроаммофоска — это тройные удобрения.

1.2 Применение минеральных удобрений в лесном хозяйстве

Минеральные и органические удобрения в лесном хозяйстве применяются с разнообразными целями на различных объектах: в лесных питомниках, на лесосеменных плантациях и участках, на лесокультурных площадях, под пологом леса, на осушенных землях и т.д. На всех объектах лесохозяйственного производства применение удобрений дает биологический эффект, способствуя повышению трофности среды [6]. В лесных питомниках применяются для улучшения роста сеянцев, на лесосеменных плантациях и участках для стимулирования плодоношения, повышения устойчивости к вредителям, болезням и неблагоприятным условиям среды.

В процессе плодоношения деревья потребляют значительное количество питательных веществ, поэтому условия почвенного питания имеют большое значение для формирования урожая семян. Одним из основных мероприятий, стимулирующих плодоношение деревьев на лесосеменных плантациях, является внесение удобрений. Удобрения обогащают почву питательными веществами и улучшают условия роста деревьев, благодаря чему повышаются активность обменных процессов и накопление в растениях питательных веществ. Это способствует появлению большого количества однолетних побегов, несущих генеративные почки, изменению количества и соотношения мужских и женских генеративных органов, повышению сохранности шишек и плодов, увеличению урожая и улучшению физических и посевных качеств семян. Благодаря улучшению почвенного питания урожай семян возрастают в 1,5 – 2,0 раза и более.

Внесение минеральных удобрений через корневую систему позволяет активно воздействовать на рост растений и их развитие, а, следовательно, на плодоношение и общую продуктивность. В "Справочнике по лесному

селекционному семеноводству" (1985) указывается, что одним из основных мероприятий, стимулирующих плодоношение деревьев на ЛСП и участках, является внесение удобрений.

Но, к сожалению для лесосеменных плантаций и участков к настоящему времени не разработаны ни зональные, ни региональные системы минеральных удобрений с учетом почвенно-экологических условий, биологии плодоношения древесных пород, возраста ЛСП и ПЛСУ и т.д. [6].

Для получения обильных и устойчивых урожаев высококачественных семян необходимо изучить действие различных факторов на формирование урожаев. К настоящему времени в разных зонах нашей страны и за рубежом проведены исследования по стимулированию плодоношения древесных пород с помощью удобрений на разных почвах, в различных типах семенных насаждений. Однако в одних опытах наблюдалось значительное усиление плодоношения – в 2-4 раза, а в других – до 10-20%. В ряде исследований влияние удобрений оказалось нестабильным [9].

Для западной части России наиболее эффективным способом стимулирования цветения семенных плантаций сосны является внесение NPK. Минеральные удобрения, кроме усиления цветения в 1,5-1,6 раза [4], повышают сохранность завязей и увеличивают количество полнотелых семян [2, 9]. Есть мнение [3], что удобрения не оказывают непосредственного влияния на плодоношение деревьев, а действуют косвенно, улучшая рост, некоторые биохимические показатели, продуцирование пыльцы. Определенный эффект удобрения дают только на очень бедных питательными веществами почвах с содержанием гумуса ниже 1,5-2,0%. Никитенко В.Ф. и Сидор А.И. (1990) установили, что внесение полного минерального удобрения ($N_{150-200}P_{150-200}K_{150-200}$) до начала вегетации на семенных объектах сосны обыкновенной, формируемых на песчаных и супесчаных почвах, значительно стимулирует цветение, на 16-26 % улучшает пыльцевой режим в течение двух последующих лет, а начиная с 3-го года после внесения удобрений в 1,4-1,8 раза повышает урожай шишек и в 1,6-2,3 раза – семян в течение двух лет.

1.3 Агротехника применения минеральных удобрений

В Наставлении по системам применения удобрений в лесном хозяйстве на европейской территории СССР, рекомендуются следующие дозы внесения минеральных удобрений:

- при низкой степени обеспеченности сосны элементами питания - азотные - и калийные по 150, фосфорные - 300 кг/га по действующему веществу;

- при средней степени обеспеченности сосны элементами питания - азотные - и калийные по 100, фосфорные - 200 кг/га по действующему веществу.

Для западной части России дозы внесения удобрений несколько ниже и в значительной степени зависят от содержания питательных веществ в почве и для сосны обыкновенной составляют ориентировочно N 80—100, P 180—200, K 80—100 кг/га по д. в. [6].

Для сосны обыкновенной, произрастающей в Сибири рекомендуется вносить 140-280 кг/га д.в. азота, 50-100 кг/га д.в. фосфора и калия; в Красноярском крае – по 100 кг/га д.в. азота и калия и 200 кг/га д.в. фосфора [2].

Подкормка деревьев сосны обыкновенной проводится полосами шириной 1,5 - 2,0 м по обе стороны от посадочных рядов. В возрасте сосны старше 20 лет удобрения вносятся на всю площадь плантации. Для внесения минеральных удобрений применяют наземные механизмы - НРУ-0,5; МВУ-1; РУ-4-10; РМУ-0,8 и др. На небольших лесосеменных плантациях или постоянных лесосеменных участках удобрение можно внести вручную.

Ручное внесение удобрений особенно целесообразно при несплошном внесении удобрений, а лишь полосами вдоль посадочных рядов, в приствольные круги или в щели глубиной 20—30 см, размещенные в количестве 2—6 шт. по окружности горизонтальной проекции кроны каждого дерева. [5].

Лучшим временем для подкормки минеральными удобрениями на лесосеменных объектах следует считать весну, после схода снежного покрова, но до распускания почек (в конце апреля - начале мая).

Периодичность внесения минеральных удобрений принимается равной 3 - 5 - 7 годам, по истечении которых последствие удобрений прекращается. За 2 приема с интервалом в 2 года целесообразно вносить высокие дозы минеральных удобрений (200-300 кг/га д.в.) на песчаных и супесчаных почвах [5].

2. Результаты исследования

2.1 Описание методики исследования

Для выявления влияния минеральных удобрений на семеношение сосны обыкновенной была выбрана лесосеменная плантация сосны обыкновенной.

Работа выполнялась в течение 3-х лет, в период с 01.02.2018 по 30.01.2021 г. Предварительный агрохимический анализ почвы, а также морфологический и валовый анализ хвои мы не проводили, так как в последнее десятилетие на семенном объекте никаких агротехнических уходов, в т.ч. внесение удобрений не проводилось, в результате чего урожайность семян сосны находится на низком уровне. Исследование проводилось по следующим этапам:

1. Для выявления лесоводственной эффективности удобрений на лесосеменной плантации нами была заложена пробная площадь, в которую вошли по 30 учетных деревьев из каждого опытного варианта внесения удобрения и контроля.

2. Минеральные удобрения были внесены в начале вегетационного периода (середина мая 2018 г.) в приствольные круги деревьев в следующих сочетаниях минеральных элементов: аммиачно-нитратное удобрение – аммиачная селитра (H_4NO_3), комплексное удобрение – аммофос ($\text{NH}_4(\text{H}_2\text{PO}_4)$) и сложное удобрение, содержащее N, P_2O_5 и K_2O . Доза внесения удобрений под каждое дерево составила 0,7 кг по действующему веществу. Удобрения вносились вручную в приствольные круги деревьев.

3. Проанализировали показатели урожайности деревьев сосны с опытных вариантов и контроля. Для этого ежегодно, в течение 3-х лет, после полного созревания семян, на пробной площади, проводились следующие виды работ:

- сплошной подсчет всех шишек на учетных деревьях каждого опытного варианта и контроля;
- сбор опытных партий шишек (по 50 шт. с каждого варианта);
- определение размеров шишек и их вес;
- сушка шишек при температуре 50°C (на батарее) и извлечение из них всех семян;
- отделение полных семян от пустых способом опускания всех семян в воду (пустые – всплыли);
- определение веса 1 тыс. полных семян, их выхода (выход семян в % определялся делением веса полных семян на вес шишки) и полнозернистости (полнозернистость семян в % - делением числа полных семян на их общее количество в шишке).

Полученные данные по всем показателям были переведены в средние арифметические и сравнены между собой в опытных вариантах и контроле. Минеральные удобрения, транспорт и инвентарь были предоставлены Челябинским лесничеством Минобороны России.

2.2 Результаты исследования

Влияние минеральных удобрений на семеношение деревьев было выявлено уже в первый год внесения (осень 2018 года). Положительное действие на размеры и вес шишек оказало внесение минеральных удобрений во всех сочетаниях минеральных элементов. Увеличение размеров шишек в опытных вариантах по отношению к контролю составило от 0,2 до 10,2 % (табл. 1).

Наибольшее положительное влияние на размеры шишек оказало внесение аммофоса, превышение показателя над контролем по длине составило 4,7 и по ширине 10,2 %. Высокие показатели также получены при внесении аммиачной селитры, превышение 7,0 и 7,5 %, соответственно. Слабое действие на развитие шишек оказало внесение сложного удобрения NPK, превышение длины шишек над контролем составило 0,8 %, а по ширине 0,2 %.

Таблица 1 – Показатели развития шишек

Наименование удобрения	Средние размеры шишек					
	длина, см	% к контр.	ширина, см	% к контр.	вес, г	% к контр.
Аммофос	46,93±0,90	104,7	24,39±0,43	110,2	11,1±1,1	144,2
Аммиач. селитра	47,97±1,03	107,0	23,80±0,65	107,5	11,3±1,2	146,8
NPK	45,17±0,75	100,8	22,17±0,33	100,2	8,2±0,9	106,5
Контроль	44,82±0,58	100,0	22,13±0,36	100,0	7,7±0,7	100,0

Наибольшее влияние на вес шишек оказало внесение аммофоса и аммиачной селитры, увеличение веса достигло 44,2 % и 46,8 %, соответственно. Внесение сложного удобрения NPK оказало минимальное действие из всех видов удобрений, превышение веса шишек над контролем составило 6,5 %.

Внесение минеральных удобрений в первый год не оказало влияния на количество семян в сформировавшихся к моменту внесения удобрений шишках и их полнозернистость (табл. 2). Перечисленные показатели репродуктивной способности продолжают находиться под влиянием генетических свойств деревьев.

Слабое влияние оказало внесение удобрений и на процент выхода семян из шишек. Превышение выхода семян над контролем наблюдается только в варианте с внесением аммиачной селитры (44,9 %), в остальных вариантах опыта показатель выхода ниже контрольного.

Таблица 2- Показатели репродуктивной способности

Наименование удобрения	Среднее количество семян в шишке, шт		Полноз ернisto сть, %	Выход семян, %	% к контр	Масса 1 тыс. семян, г	% к контр
	всего	в т.ч. полных					
Аммофос	10,3	9,6	93,2	0,80	89,9	7,74	104,5
Аммиач. селитра	13,7	11,7	85,4	1,29	144,9	10,28	138,9
НРК	9,2	5,8	63,0	0,73	82,0	7,56	102,2
Контроль	14,0	12,2	87,1	0,89	100,0	7,40	100,0

Сравнение массы одной тысячи семян в опытных вариантах и контроле (табл. 2), показывает, что наибольшее увеличение массы семян произошло в результате внесения аммиачной селитры, превышение над контролем – 38,9 %, наименьшее – в варианте со сложным удобрением НРК (2,2 %).

В 2019 году, как показывает исследование, влияние минеральных удобрений на репродуктивную способность сосны обыкновенной продолжается (табл. 3).

Увеличение размеров шишек в опытных вариантах по отношению к контролю составляет от 1,1 до 8,3 %. Наибольшее влияние на размеры шишек, как и в прошлом году, оказало внесение аммофоса и аммиачной селитры.

Превышение показателя по длине шишек при внесении аммофоса составило 4,5 и по ширине 8,3 %. Превышение показателей также получено при внесении аммиачной селитры, по длине – 6,9 и по ширине – 7,9 %. Низкое влияние на увеличение размеров шишек оказало внесение сложного удобрения НРК, превышение по длине шишек над контролем составило 1,1 %, а по ширине 1,5 %.

Вес шишек деревьев удобренных аммиачной селитрой и аммофосом превышает контроль на 32,5 и 31,2 % соответственно. Внесение сложного удобрения НРК оказало минимальное действие из всех видов удобрений, превышение веса шишек над контролем составило 15,6 %.

Таблица 3 – Показатели развития шишек

Наименование удобрения	Средние размеры шишек					
	длина, см	% к контр.	ширина, см	% к контр.	вес, г	% к контр.
Аммофос	46,26 \pm 0,89	104,5	23,23 \pm 0,42	108,3	10,1 \pm 1,1	131,2
Аммиач. селитра	47,37 \pm 1,02	106,9	23,15 \pm 0,63	107,9	10,2 \pm 1,2	132,5
НРК	44,77 \pm 0,72	101,1	21,77 \pm 0,28	101,5	8,9 \pm 0,9	115,6
Контроль	44,28 \pm 0,76	100,0	21,45 \pm 0,28	100,0	7,7 \pm 0,7	100,0

Минеральные удобрения на второй год действия также оказывают положительное действие на качество репродуктивной способности сосны обыкновенной. Хотя влияние генетических свойств плодоносящих деревьев по-прежнему имеет место. Так полнозернистость семян во всех опытных вариантах превышает контрольный показатель (табл. 4) и находится в пределах от 82,3 до 93,2 %, несмотря на то, что среднее количество семян в шишке в контроле составляет 10,4 шт. и следует за вариантом с аммиачной селитрой, имеющего наибольшее значение показателя (11,9 шт.).

Таблица 4 – Качественные показатели репродуктивной способности

Наименование удобрения	Среднее количество семян в шишке, шт		Полнозернистость,		Выход семян, %	% к контр.	Масса 1 тыс. семян, г	% к контр.
	всего	в т.ч. полных	%	% к контр				
Аммофос	8,8	8,2	93,2	119,6	0,9	85,4	9,8	132,4
Аммиач. селитра	11,9	10,0	84,0	107,8	1,2	120,0	10,3	138,9
НРК	6,2	5,1	82,3	105,6	0,6	64,1	9,2	124,3
Контроль	10,4	8,1	77,9	100	1,0	100,0	7,4	100,0

Наибольшая полнозернистость семян в вариантах внесения минеральных удобрений наблюдается при внесении аммофоса – 93,2 %, превышение над контролем составляет 19,6 %. В вариантах внесения аммиачной селитры и комплексного удобрения НРК полнозернистость составила 84,0 и 82,3 %, соответственно при контрольном показателе 77,9 %.

Выход семян также зависит от генетических свойств деревьев, так как лишь в варианте с внесением аммиачной селитры выход семян превышает контроль на 20 % и составляет 1,2 %. При внесении аммофоса и НРК выход

семян составляет от контрольного показателя 85,4 и 64,1 % принятого за 100 %.

Наибольшее увеличение массы 1 тыс. семян произошло в варианте внесения аммиачной селитры, превышение над контролем составило 38,9 %. В варианте внесения аммофоса превышение – 32,4 %, наименьшее увеличение наблюдается в варианте внесения NPK – 24,3 %.

В 2019 году, на фоне общего снижения урожайности сосны, размеры шишек и их вес в сравнении с 2018 годом снизились на 1,2 и 3,7 % соответственно, но выход семян остался на прежнем уровне – 93 %, а полнозернистость и масса 1 тыс. семян увеличились соответственно на 2,6 и 11,3 %.

Сохранение выхода семян на прошлогоднем уровне, а также увеличение показателей полнозернистости и массы семян при снижении общей семенной продуктивности, стало результатом действия внесенных минеральных удобрений.

На третий год (осень 2020 г.) после внесения минеральных удобрений, их действие на урожайность сосны обыкновенной продолжается (табл. 5).

Таблица 5 – Показатели развития шишек

Наименование удобрения	Средние размеры шишек					
	длина, см	% к контр.	ширина, см	% к контр.	вес, г	% к контр.
Аммофос	46,59 \pm 0,89	104,6	23,81 \pm 0,42	109,3	10,2 \pm 1,1	132,5
Аммиач. селитра	47,67 \pm 1,03	107,1	23,48 \pm 0,64	107,8	10,4 \pm 1,2	135,1
NPK	44,97 \pm 0,74	101,0	21,97 \pm 0,31	100,8	8,6 \pm 0,9	111,7
Контроль	44,51 \pm 0,67	100,0	21,79 \pm 0,32	100,0	7,7 \pm 0,7	100,0

Превышение размеров шишек над контролем составило от 0,8 до 9,3 %, увеличение их веса – от 11,7 до 35,1 %. Наибольшее влияние на размеры и вес шишек оказало внесение аммофоса и аммиачной селитры. Высокие показатели получены при внесении аммиачной селитры, превышение по длине шишек 7,1 %, по ширине – 7,8 % и по весу – 35,1 %. Превышение показателя по длине шишек при внесении аммофоса составило 4,6 %, по ширине – 9,3 % и по весу шишек – 32,5 %. Низкое действие оказало внесение сложного удобрения NPK, превышение по длине шишек над контролем составило 1,0 %, по ширине 0,8 % и по весу одной шишки 11,7 %.

Внесение минеральных удобрений на третий год также оказало положительное действие и на качество репродуктивной способности сосны обыкновенной, изменение которой зависит от вида внесенного минерального удобрения показано в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели репродуктивной способности

Наименование удобрения	Среднее количество семян в шишке, шт		Полнозернистость		Выход семян, %	% к контр.	Масса 1 тыс. семян, г	% к контр.
	всего	в т.ч. полных	%	% к контр				
Аммофос	9,6	9,0	93,8	122,6	0,86	106,2	9,6	120,0
Аммиач. селитра	12,8	11,0	85,9	112,3	1,05	129,6	9,9	123,8
НРК	8,6	7,8	90,7	118,6	0,85	104,9	9,4	117,5
Контроль	10,2	7,8	76,5	100	0,81	100	8,0	100

Минеральные удобрения способствуют повышению количества полнозернистых семян из общего числа в шишке. Так полнозернистость семян во всех вариантах внесения удобрений превышает контрольный показатель и находится в пределах от 85,9 до 93,8 %. Наибольшая полнозернистость семян получена при внесении аммофоса, превышение над контролем составило 22,6 %. Высокий показатель полнозернистости получен при внесении сложного удобрения НРК, превышение 18,6 %. Менее низкие показатели получены при внесении аммиачной селитры – превышение – 12,3 %.

Выход семян в опытных вариантах превышает контроль в среднем на 13,6 %. При внесении аммиачной селитры получен максимальный выход семян – 1,05 %, что превышает контроль на 29,6 %. Аммофос и НРК увеличили выход семян соответственно на 6,2 и 4,9 %.

Наибольшее увеличение массы 1 тыс. семян произошло в варианте внесения аммиачной селитры, превышение над контролем составило 23,8 %. В варианте внесения аммофоса превышение – 20,0 %, наименьшее увеличение наблюдается в варианте внесения НРК – 17,5 %.

При подсчете количества шишек на деревьях было отмечено увеличение их числа на опытных участках в сравнении с контролем. Изменение урожайности сосны под действием минеральных удобрений показано в таблице 7.

На семенном объекте наблюдается повышение общего количества шишек на 12,1 %. Кроме того, минеральные удобрения во всех сочетаниях минеральных элементов способствовали увеличению урожая шишек на деревьях в среднем на 24 %. Наибольшее увеличение количества произошло при внесении аммофоса – на 25,5 %. Внесение НРК увеличило плодоношение на 25,2 %, аммиачной селитры – на 21,2 %.

Таблица 7 – Урожайность сосны в зависимости от вида внесенных удобрений

Наименование удобрения	Урожайность сосны по годам наблюдений				
	Ср. кол-во шишек, шт/дер.		Изменение кол-ва шишек		Превышение над контролем, %
	2013	2014	шт./дер	%	
Аммофос	99,8	137,3	+37,5	+37,6	25,5
Аммиач. селитра	94,1	125,4	+31,3	+33,3	21,2
НРК	85,3	117,1	+31,8	+37,3	25,2
Контроль	111,2	124,6	+13,4	+12,1	-

Сравнительный анализ действия удобрений на семеношение по годам исследований приведен в таблице 8.

Анализируя изменения репродуктивной способности за три года исследований, отмечено следующее:

- в первый год внесения удобрений увеличение размеров и веса шишек имеет наибольшие показатели, в последующие годы значения этих показателей незначительно снижаются;

- полнотелость семян в течение всех трех лет увеличивается с 80,5 до 90,13 %;

- наибольший средний выход семян (0,94 %) наблюдается в первый год внесения удобрений, во второй и третий годы выход семян незначительно снижается;

- масса одной тысячи семян имеет максимальное значение во второй год действия удобрений - 9,77 г., на третий год действие удобрения вес семян начинает снижаться.

Таблица 8 – Показатели репродуктивной способности деревьев на ЛСП за три года учета (2018 – 2020 гг.)

Годы учета	Показатели семеношения					
	ср. длина шишки, см	ср. ширина шишки, мм	ср. вес шишки, г	полнотелость, %	выход семян, %	масса 1 тыс. шт.семян, г
2012	46,69	23,45	10,20	80,50	0,94	8,53
2013	46,13	22,72	9,73	86,50	0,92	9,77
2014	46,41	23,09	9,73	90,13	0,92	9,63

Подводя итоги исследовательской работы, можно сделать следующие **выводы:**

1. Внесение минеральных удобрений во всех сочетаниях минеральных элементов оказывает положительное влияние на репродуктивную способность сосны обыкновенной:

- размеры шишек увеличиваются на 10 %, их вес на 35 – 46 %, в зависимости от года действия удобрения;

- полнотелость семян увеличивается на 22,6 %;

- масса 1 тысячи семян увеличивается на 38,9 %.

2. Аммиачно-нитратное удобрение – аммиачная селитра (H_4NO_3), и комплексное удобрение – аммофос ($\text{NH}_4(\text{H}_2\text{PO}_4)$) оказали наибольшее влияние на семенную продуктивность сосны обыкновенной, сложное удобрение, содержащее N, P_2O_5 и K_2O . оказало наименьшее влияние.

3. Учитывая последовательность изменений показателей репродуктивной способности в течение трех лет, можно рекомендовать внесение минеральные удобрения с периодичностью один раз в три-четыре года.

4. Внесение минеральных удобрений является неотъемлемой частью агротехнического ухода при выращивании и содержании лесосеменных объектов, способствующей повышению семенной продуктивности.

Заключение

Проведенные исследования позволили выявить влияние минеральных удобрений на семенную продуктивность сосны обыкновенной и определить оптимальное сочетание элементов минерального удобрения, имеющего наибольший лесоводственный эффект и получить экспериментальные данные по изменению семенной продуктивности сосны обыкновенной на лесосеменных объектах.

Минеральные удобрения во всех сочетаниях минеральных элементов оказывает положительное влияние на количественные и качественные показатели репродуктивную способность сосны обыкновенной.

Результаты данной работы могут быть использованы для последующих научных исследований по изучению влияния минеральных удобрений на семеношение лесосеменных объектов сосны обыкновенной и других древесных пород, а также при планировании работ по селекционному семеноводству в лесохозяйственных предприятиях Челябинской области.

Результаты исследования позволяют дать следующие **рекомендации**:

1. Лесохозяйственным предприятиям, занимающихся селекционным семеноводством, необходимо широко использовать практику применения удобрений на лесосеменных объектах, так как это является единственным оправданным способом для увеличения выхода семян древесных пород с единицы занимаемой ими площади.

2. Для повышения семенной продуктивности сосны обыкновенной следует применять в первую очередь аммиачно-нитратные и комплексные удобрения.

Список использованной литературы

1. Артюшин А.М., Краткий словарь по удобрениям - 2-е изд. / Артюшин А.М., Державин Л.М. – М., 1984 г.
2. Вересин, М.М. Справочник по лесному селекционному семеноводству /М.М. Вересин, Ю.П. Ефимов, Ю.Ф. Арефьев. – М.: Агропромиздат, 1985. – 245 с.
3. Воробьев Г., Исследование переноса удобрений в дерново-подзолистых почвах / Воробьев Г., Павлушкин Л., Сысуев В. // Вестник сельскохозяйственной науки. М., 1980. Вып. 10. — С. 73–81.
4. Коновалов, Н. А. Опыт стимулирования семеношения сосны на ПЛСУ в условиях Урала / Н.А. Коновалов, М. М. Сурин. – М., 1981. – 9 с.
5. Наставление по системам применения удобрений в лесном хозяйстве на европейской территории СССР. - М., Лесная промышленность 1991 г.
6. Наставление по выращиванию посадочного материала древесных и кустарниковых пород в лесных питомниках РСФСР. М., Лесная промышленность, 1979.
7. Никитенко В.Ф., Сидор А.И. Динамика плодоношения и оценка урожаев лесосеменных плантаций сосны в Белоруссии //Многоцелевое лесопользование и воспроизводство лесов БССР. - М.: БНШШМ, - 1990. - С. 103-112.
8. Основы земледелия и растениеводства - 3-е изд. / Под ред. Никляева В.С. – М., 1990г.
9. Сидор А. И., Технологии повышения урожайности лесосеменных плантаций хвойных пород. / А. И. Сидор, А. И. Ковалевич, Л. Л. Попкова, И. Д. Ревяко // Лесное и охотничье хозяйство, 2011. - № 9. - С. 117-21.

Глоссарий

Генофонд - совокупность всех генов или генотипов в популяции какого-либо вида организмов

Искусственное лесовосстановление – создание лесных культур на площадях ранее занятых лесом

Лесничество — основная территориальная единица управления в области использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов. Лесничества делятся на **участковые лесничества**

Лесные культуры - искусственно созданные лесные насаждения на месте вырубок или под пологом леса

Лесообразующая порода — древесная порода, формирующая полог леса — верхний, главный ярус древостоя. Лесообразующая порода определяет внешний облик насаждений.

Лесосеменная плантация – искусственно созданное насаждение для получения семян

Материалы лесоустройства - материалы, содержащие подробную характеристику лесов

Минеральные удобрения (другое название - туки) - неорганические соединения, содержащие необходимые для растений элементы питания.

Островной бор – обособленное хвойное насаждение

Полнозернистость семян - содержание в семенном материале нормально развитых семян

Популяция – совокупность особей одного вида, на определенной территории

Породный состав – перечень древесных пород в насаждении

Репродуктивная способность – способность растения производить семена

Сомкнутость крон - показатель степени использования деревьями пространства и светового потока