**Региональный этап Всероссийского юниорского лесного конкурса «Подрост» - 2020**

**(«За сохранение природы и бережное отношение к лесным богатствам»)**

**ПОКАЗАТЕЛИ ВОДНОГО ДЕФИЦИТА**

**И ОТНОСИТЕЛЬНОГО СОДЕРЖАНИЯ ВОДЫ В ХВОЕ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ, ЕЛИ СИБИРСКОЙ И ЛИСТВЕННИЦЫ ГМЕЛИНА В ОКРЕСТНОСТЯХ ГОРОДА ОЛЕКМИНСКА**

Номинация «Экология лесных растений»

**Шабалина Алина Алексеевна**

Россия, Республика Саха (Якутия), г. Олекминск,

МБУ ДО «Центр творческого развития и гуманитарного образования школьников»

МБОУ «Районная гимназия «Эврика», 9 класс

Научный руководитель: Таций Татьяна Викторовна, педагог дополнительного образования МБУ ДО «ЦТРиГОШ»

Якутск 2020

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

стр.

Введение……………..…………………………………………………………………………..3

1. Материалы и методы исследования………………...…….………………………………...3
2. Характеристика района исследования……………………………………………………...5
3. Объект исследования…………………………………………………………………..........6
4. Результаты исследования и их обсуждение………………………………………………..9
   1. Определение классов опада, усыхания и повреждения хвои сосны обыкновенной, ели сибирской и лиственницы Гмелина………………………………......................................................................................9
   2. Зависимость водного дефицита хвои от сезона...…………………………………………………………………………....................11
   3. Зависимость водного дефицита хвои сосны обыкновенной, ели сибирской и лиственницы Гмелина от возраста хвои ……………………………………...…………………………………………..…………….13
   4. Зависимость относительного содержания воды в хвое сосны обыкновенной, ели сибирской и лиственницы Гмелина от сезона ………………………………………………………………………………………..............14
   5. Зависимость относительного содержания воды в хвое сосны обыкновенной, ели сибирской и лиственницы Гмелина от возраста хвои …………...………………………………………………………………………....................17

Выводы и заключение………………………………………………………..……………….18

Список литературы…………………………………………………………………………....19

**ВВЕДЕНИЕ**

**Актуальность работы**. Вода – главная составляющая часть растения. Основной источник воды для растений являются атмосферные осадки. Обеспеченность растений влагой зависит не только от содержания воды в почве, но и от способности самих растений усваивать ее. Наличие воды в хвое является важным фактором для нормального фотосинтеза, дыхания и других физиологических процессов, интенсивность которых уменьшается с повышением водного дефицита[1]. Актуальность работы заключается в том, что определение физиологических и морфологических особенностей хвои позволяет судить о состоянии окружающей среды и степени воздействия антропогенных факторов на лесные экосистемы [1]. **Целью данной работы** является определение показателей водного дефицита и относительного содержания воды в хвое сосны обыкновенной (Pinus sylvestris l.), ели сибирской (Picea obovata Ledeb.) и лиственницы Гмелина (Larix gmelinii (Rupr.) Rupr.) на площадках в окрестностях города Олёкминска

Для её достижения были поставлены следующие **задачи**:

1. Сделать описание площадок в сосняках, ельниках и в насаждениях с преобладанием лиственницы Гмелина
2. Определить классы опада, усыхания и повреждения у деревьев на площадках
3. Измерить морфометрические параметры хвои сосны обыкновенной, ели сибирской и лиственницы Гмелина
4. Вычислить относительное содержание воды, водный дефицит хвои
5. Сравнить показатели содержания воды, водного дефицита хвои
6. Вычислить коэффициент корреляции

**Объект исследования:** хвоя сосны обыкновенной (Pinus sylvestris l.), ели сибирской (Picea obovata Ledeb.) и лиственницы Гмелина (Larix gmelinii (Rupr.) Rupr.)

**Предмет исследования**: относительное содержание воды и водный дефицит хвои сосны обыкновенной (Pinus sylvestris l.), ели сибирской (Picea obovata Ledeb.) и лиственницы Гмелина (Larix gmelinii (Rupr.) Rupr.)

1. **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Исследование проводилось в окрестностях города Олёкминска в июне-ноябре 2018-2019 годов. В этот период были заложены 14 площадок в древостоях сосны обыкновенной (5 площадок), ели сибирской (5 площадок) и лиственницы Гмелина (4 площадки). Площадки расположены на сопке (П1), в районе «Новостройки» (П2), рядом с аэропортом города Олекминска (П3), с поселком Нефтебаза (П5) и микрорайоном города Дача (П4). В районах сопки, новостройки, поселка Нефтебаза, аэропорта города Олекминска по площадки в каждом древостое, а в микрорайоне «Дача» в древостоях сосны обыкновенной и ели сибирской (рис.1). На всех площадках были сделаны описания, определены средняя высота и диаметр ствола на высоте 1,3м, средний возраст у 140 деревьев сосны обыкновенной, ели сибирской и лиственницы Гмелина, до вида определены 33 растения, сделано 4800 измерений хвои по двум параметрам.

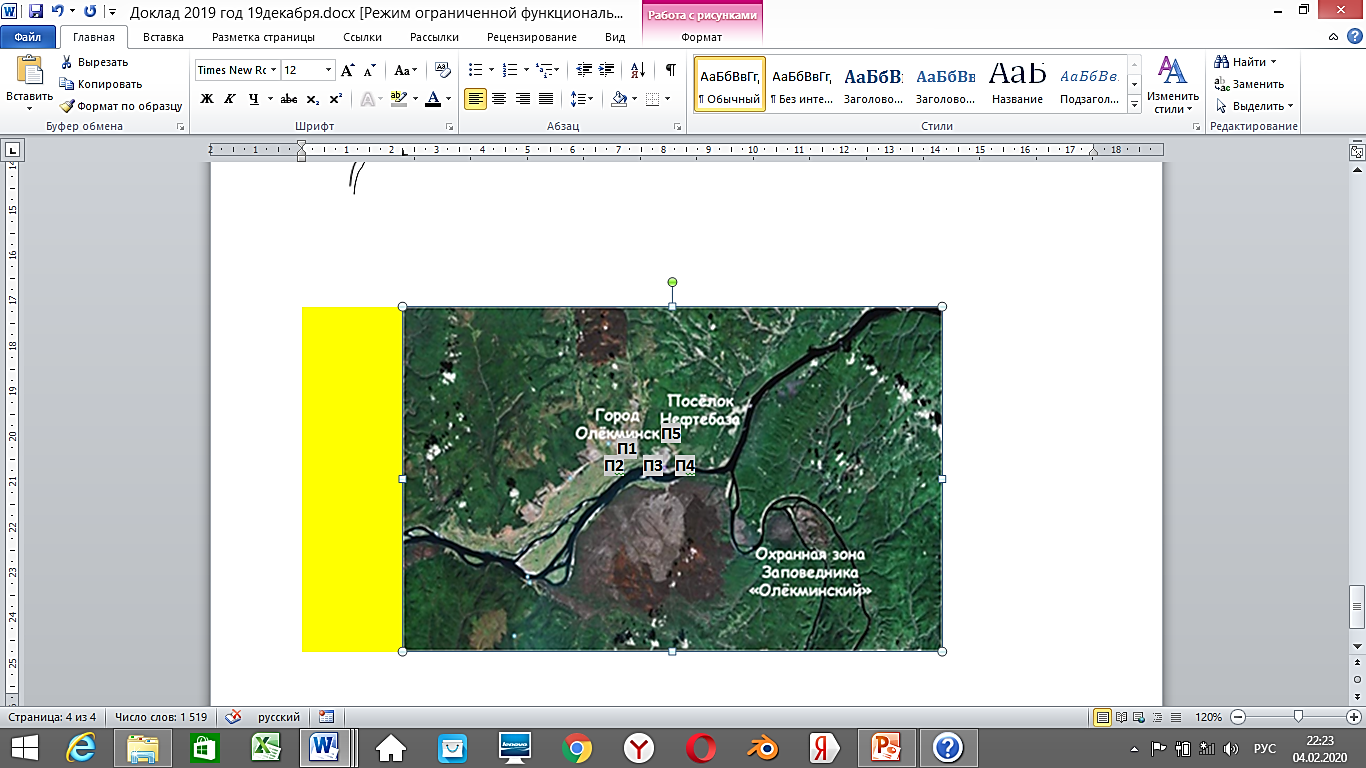


Рис.1. Карта-схема расположения площадок

Программа исследований состояла из нескольких частей:

1. Описание площадок. Определение растений до вида проводилось по определителю высших сосудистых растений Якутии под редакцией А.И. Толмачева [2], данные о температурном режиме, влажности и высоте снежного покрова за период с 2018 по 2019 года были взяты в Государственном учреждении «Якутское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды федеральной службы России».

Для снятия биометрических показателей случайным способом были отобраны 10 деревьев на каждой площадки. У каждого дерева в средней части кроны были взяты по 30 хвоинок разного возраста у ели сибирской и сосны обыкновенной. У лиственницы по 10 пучков с двухлетних и трехлетних побегов. У хвои снимались следующие биометрические показатели, такие как длина и ширина хвои, вес. Длину хвои измеряли линейкой, массу на весах с точностью до 0,001 грамм.

Классы опада, повреждения и усыхания были определены на глаз по общепринятым шкалам, предложенным немецким ученым Jager. Класс опада определяли по классификации: 1- вся хвоя держится на побеге; 2- осыпалась менее половины хвои; 3- осыпалось около половины хвои; 4- осталось единичные хвоинки; 5- осыпалась вся хвоя. Класс повреждения: 1-хвоя без пятен; 2- хвоя с небольшим количеством мелких пятен; 3- с большим числом черных пятен. Класс усыхания: 1- нет сухих участков; 2- усох кончик длиной 2-5 мм; 3- усохла треть хвоинки; 4- более половины или вся хвоинка желтая [3].

Водный дефицит рассчитывали по методу Штоккера, как отношение разности между наибольшим содержанием воды в состоянии насыщения и реальным содержанием воды в хвое. Образцы хвои отбирали из средней части кроны деревьев, после этого сразу взвешивали их и помещали в сосуд с водой на 24 час хвою сосны обыкновенной и ели сибирской, а хвою лиственницы Гмелина на 2 часа. Насыщенную водой хвою промокали салфеткой и снова взвешивали. Затем на 30 минут отправляли еще раз в воду, высушивали при помощи салфеток и взвешивали, потом помещали в духовой шкаф на 8 часов при температуре 80- 100 градусов, до полного высыхания. Затем еще раз взвешивали.

Относительное содержание воды в хвое определяется как отношение разности сырой и абсолютно сухой массы хвои к сырой массе [4].

1. Определение зависимости показателей водного дефицита и относительного содержания воды в хвое от среднемесячной температуры, суммы осадков и влажности воздуха за период 2018-2019гг. Вычисления коэффициента корреляции проводили с помощью программы EXCEL.

1. **ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ**

Олекминский район имеет уникальное географическое расположение. На севере граничит с группой вилюйских районов, с юга имеет выход через Иркутскую область к озеру Байкал и в Бурятию, через Чару – в Монголию и Китай. Район расположен на юго-западе республики.

Рельеф южной части района – горный. Высота отдельных вершин достигает 1500 – 2000 м. над уровнем моря. Территория района делится на две ландшафтные подзоны: таежную и горно-таежную. Первая занимает центральную и северную части района. Здесь развита, преимущественно, лиственнично-брусничная тайга с древостоями небольшой примеси березы, осины, тополя и других лиственных пород. Для этого типа тайги характерно лесное разнотравье, обилие луговых трав и цветов, развитый багульниково-моховой покров. В лесах бывает много голубики, брусники, толокнянки, смородины. Местами встречаются безлесные участки, покрытые луговой, лугово-болотной растительностью и сверкающими озерами в наиболее низких местах. Межаласные пространства на участках, покрытых супесями и песками, обычно заняты сосновыми борами. Сухие боры с лишайниковым покровом, зарослями багульника и толокнянки полосами тянутся вдоль рек на песчаных террасах.

Климат резко континентальный, отличается продолжительным зимним и коротким летним периодами. Максимальная амплитуда средних температур самого холодного месяца — января и самого теплого — июля составляет 80−85 °C. По абсолютной величине минимальной температуры (в восточных горных системах — котловинах, впадинах и других понижениях до −70 °C) и по суммарной продолжительности периода с отрицательной температурой (от 6,5 до 9 месяцев в год) республика не имеет аналогов в Северном полушарии (рис. 2).

Рис.2. Климатические показатели за 2018-2019гг.

Весной последние заморозки в воздухе обычно заканчиваются в конце мая, изредка в начале июня. Первые заморозки осенью, чаще всего, наблюдаются в первой декаде сентября, изредка – в конце этого месяца. Безморозный период составляет от 90 до 100 дней. Среднегодовая сумма осадков составляет 230-270 мм, на юге района 195-202 мм. Высота снежного покрова сравнительно небольшая и не превышает 40 см, на юге – до 50 см. Наиболее теплый период со среднесуточными температурами воздуха свыше +10С составляет 90-97 дней, поэтому за это время вечная мерзлота успевает оттаять на глубину 1,5-2 метра. Преобладающими ветрами являются западные ветры, их среднегодовая скорость не превышает 3 м/с [5].

1. **ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Объектом исследования послужили образцы хвои сосны обыкновенной (Pinus sylvestris l.), ели сибирской (Picea obovata Ledeb.) и лиственницы Гмелина (Larix gmelinii (Rupr.) Rupr.). Все три вида относятся к отделу голосеменных классу хвойные семейство сосновые.

Сосна обыкновенная - вечнозеленое дерево высотой до 40 м и диаметром ствола до 1 м. Ствол в сомкнутых насаждениях ровный, высокоочищенный от сучьев. Крона сквозистая, округлая, иногда пирамидальная или яйцевидно-раскидистая у старых деревьев. С мутовчатым расположением ветвей. Хвоя узкая, сизо-зеленая, сверху выпуклая, снизу плоская, остроконечная, длиной до 8 см и шириной до 2 см, спирально расположенная по побегу. Живет 2-3 года, иногда даже 12, зависит от мест произрастания. Зимой в хвое возрастает содержание смолы и эфирных масел, что хорошо защищает от мороза. Хвоя сосны обыкновенной выделяет фитонциды, очищающие воздух от вредных микробов, способствуя оздоровлению окружающей среды. Сосна обыкновенная очень чувствительна к загрязнению воздуха [6].

На площадках с сосной обыкновенной средние параметры деревьев составляют: возраст – 14,4 лет, высота – 3,72, диаметр ствола на высоте 1,3 м – 4,6см. Самые высокие параметры на площадках П3 в районе аэропорта и П4 в районе «Дача», самые низкие на площадке П5 в районе поселка Нефтебаза (таблица 1). На площадке П5 деревья сосны растут очень густо, им не хватает света из-за растущих рядом высоких деревьев.

Таблица 1

Характеристика основных показателей древостоев сосны обыкновенной

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Преобладающая  порода | Средняя высота, м | Средний диаметр, см | Средний возраст, лет | Напочвенный покров |
| П1 | Сосна  обыкновенная | 3,2 | 4 | 13 | злаки sp, люцерна серповидная, подмаренник настоящий, осока sp, мышиный горошек, тысячелистник обыкновенный, шиповник иглистый, подорожник средний |
| П2 | Сосна  обыкновенная | 3,6 | 4 | 14 | злаки sp, осока sp, люцерна серповидная, кровохлебка лекарственная, клевер люпинолистный, лен Комарова, полынь обыкновенная, полынь замещающая гравилат , донник белый |
| П3 | Сосна  обыкновенная | 4,1 | 6 | 13 | злаки sp, люцерна серповидная, подмаренник настоящий, осока sp, мышиный горошек, тысячелистник обыкновенный, шиповник иглистый, подорожник средний |
| П4 | Сосна  обыкновенная | 4,8 | 6 | 15 | подорожник средний, гравилат городской, лютик ползучий, клевер полевой, донник белый, лен Комарова, люцерна серповидная, злаки sp, осока sp. |
| П5 | Сосна  обыкновенная | 2,9 | 3 | 17 | злаки sp, герань луговая, гравилат , вероника седая, фиалка песчаная, подорожник средний, лапчатка сжатая, люцерна серповидная, клевер ползучий, полынь замещающая, мышиный горошек |
| Ср. значения | | 3,72 | 4,6 | 14,4 |  |

По данным исследования хвоя сосны обыкновенной имеет среднюю длину 5,03см и ширину 0,09. Самые высокие показатели были отмечены на площадке П4 в районе «Дача» (5,5 см), самые низкие – на площадке П5 в районе поселка Нефтебаза (3,7см). Максимальный возраст хвои был отмечен на всех площадках 5 лет.

Ель сибирская - бореальный евразиатский вид с широким ареалом. В России произрастает на Урале, в Сибири, в Алтая и Саянах, на Дальнем Востоке. В Якутии растет западнее р. Лены. Восточная граница ее ареала идет по левому берегу р. Лены до поселка Жиганска и переходит на ее правый берег. **Дерево высотой до 30 м и диаметром ствола до 80 см и более. В Якутии она достигает высоты 5-9 м на севере, 25-30 на юге, 10-12 м в подгольцовом поясе Алданского нагорья. У ели кора серая, трещиноватая, молодые побеги опущенные. Хвоя жесткая, линейно-шиловидная, колючая, темно-зеленая или голубая с 4 ребрами, длиной 1,5-2 см. Устьица расположены по краям. Хвоинки сидят по 1 на листовой подушечке, живут от 6-до 12 лет. Ель сибирская - более морозоустойчивая и зимостойкая порода из елей, переносит - 40-45 градусов мороза на севере, в Центральной Якутии -60 градусов. Очень теневыносливая порода, растет лучше и приобретает характерные черты своей архитектоники при сомкнутом произрастании. Ель сибирская - мезофит и требовательна к плодородию почвы. Она предпочитает хорошо увлажненные, хорошо дренированные, богатые аллювиальные почвы**[6].

**На площадках средние параметры деревьев ели сибирской имеют следующие значения: возраст – 34 года, высота – 10,06м, диаметр на высоте ствола 1.3м – 15,8см (таблица 2).** У  **хвои на всех площадках средняя длина варьировала от 1,57 см до 1,78 см. Ширина хвои у ели практически одинаковой и равна 0,05 см. Наибольшие размеры хвои были отмечены на площадке П5 в районе поселка Нефтебаза (1,78см), наименьшие - на площадке П2 в районе «Новостройки» (1,57см). Средний возраст хвои на всех площадках - 10 лет.**

Таблица 2

Характеристика основных показателей древостоев ели сибирской

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Преобладающая  порода | Средняя высота, м | Средний диаметр, см | Средний возраст, лет | Напочвенный покров и  кустарники |
| П1 | Ель сибирская | 16,2 | 31 | 60 | ольховник (душекия кустарниковая), таволга средняя, шиповник иглистый, кизильник черноплодный, боярышник даурский, брусника обыкновенная, осока ,мышиный горошек, кровохлебка лекарственная, чина луговая, лютик северный, мхи |
| П2 | Ель сибирская | 6,3 | 7 | 20 | смородина красная, шиповник иглистый, свидина белая, ива козья, жимолость алтайская, таволга средняя, княжик сибирский, малина восточная, грушанка мясокрасная, башмачок настоящий, земляника, подмаренник настоящий, кровохлебка лекарственная, злаки sp, герань лесная, осоки sp. |
| П3 | Ель сибирская | 11,5 | 18 | 40 | ива козья, шиповник иглистый, таволга средняя, кизильник черноплодный, княжик сибирский, можжевельник сибирский, брусника обыкновенная, костяника, грушанка мясокрасная, кипрей изколистный, осоки sp, злаки sp, пырей, мох |
| П4 | Ель сибирская | 9,5 | 14 | 30 | ива козья, шиповник иглистый, малина восточная, черемуха обыкновенная, бузина белая, княжик сибирский, герань лесная, мышиный горошек, земляника восточная, колокольчик скученный, мятлик, подорожник средний, подмаренник настоящий, клевер люпинолистный, майник двулистный, лютик, гравилат, мох, осока sp. |
| П5 | Ель сибирская | 6,8 | 9 | 20 | шиповник иглистый, малина восточная, боярышник даурский, черемуха, таволга средняя, вероника ползучая, мышиный горошек, тысячелистник, клевер люпинолистный, грушанка мясокрасная, герань лесная, хвощ полевой, осока sp, костяника, земляника восточная |
| Ср.значения | | 10,06 | 15,8 | 34 |  |

Лиственница Гмелина произрастает в Восточной Сибири, на Дальнем Востоке, также встречается в Средней Сибири и в Восточном Забайкалье. Лиственница - самая холодостойкая и морозоустойчивая порода из всех деревьев. Она также зимостойкая, легко переносит жестокие (от -50-65 градусов) морозы Якутии. Лиственница также самая светолюбивая порода и одна из быстрорастущих пород северного региона. Образует светолюбивую тайгу. На юге Якутии это дерево высотой до 30-35м, диаметром ствола до 1 м. Крона конусовидная у молодых, цилиндрическая или овальная верхушечная и прерывисто-ажурная у старых деревьев. Ветви расположены горизонтально с косо вверх растущими однолетними побегами, на которых хвоинки расположены одиночно и спирально. На ветвях второго года и старше развиваются укороченные побеги с пучками хвоинок (в пучке 25-35 хвоинок). Хвоинки мягкие, узкие, длиной 1.5-3 см. Хвоя распускается со второй декады мая и, пожелтев, опадает в октябре[6].

В районе исследования деревья лиственницы Гмелина имеют следующие среднее значения: средний возраст – 20 лет, высота – 5,2м, диаметр ствола на высоте 1.3м – 4,1см (таблица 3). Средние размеры длины хвои лиственницы изменяются от 2,00см до 2,14см, средне значение – 2,12см. Ширина хвои имеет средне значение равное 0,065см. Наибольшее значение было отмечено на площадке П1 в районе сопки, а наименьшее – на площадке П2 в районе «Новостройки».

Таблица 3

Характеристика основных показателей древостоев лиственницы Гмелина

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № № | Преобладающая  порода | Средняя высота, м | Средний диаметр, см | Средний возраст, лет | Напочвенный покров и кустарники |
| П1 | Лиственница Гмелина | 5,3 | 5,2 | 20 | злаки sp, люцерна серповидная, подмаренник настоящий, осока sp, мышиный горошек, тысячелистник обыкновенный, шиповник иглистый, подорожник пушистый, малина, боярышник даурский, кастиллия красная, погребок малый |
| П2 | Лиственница Гмелина | 5,5 | 3,5 | 20 | злаки sp, люцерна серповидная, кровохлебка лекарственная, клевер люпинолистный, лен Комарова, полынь замещающая, подорожник средний, подмаренник настоящий |
| П3 | Лиственница Гмелина | 4,5 | 4.2 | 20 | злаки sp, люцерна серповидная, подмаренник настоящий, осока sp, мышиный горошек, тысячелистник обыкновенный, кипрей, пырей, погребок малый, шиповник иглистый, подорожник средний, малина, боярышник даурский |
| П5 | Лиственница Гмелина | 5,5 | 3,5 | 20 | ива козья, малина, толокнянка, клевер ползучий, хвощ полевой, злаки sp, фиалка песчаная, подмаренник настоящий, грушанка мясокрасная, герань луговая, мхи, лишайника |
| Ср. значения | | 5,2 | 4,1 | 20 |  |

1. **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

***4.1. Определение классов опада, усыхания и повреждения хвои сосны обыкновенной, ели сибирской и лиственницы Гмелина***

На площадках с сосной обыкновенной класс опада колеблется от 1 до 2. На площадках в районах «Новостройки» и поселка Нефтебазы хвоя осыпалась, и на побегах ее осталось менее половины. Класс повреждения на площадках варьирует от 2 до 3, самый высокий - на площадке в районе «Новосторойки» – хвоинки с небольшим и большим количеством темных пятен. На этих же площадках самый высокий класс усыхания. Больше всех повреждена и усохла прошлогодняя хвоя. На хвое текущего года повреждений и усыханий нет.

Определение классов опада, повреждения и усыхания показали, что деревья сосны обыкновенной произрастающие на площадках находятся в неудовлетворительном состоянии из-за поражения хвои грибковым заболеванием - обыкновенное шютте (таблица 4).

Таблица 4

Характеристика морфометрических параметров и классов опада,

повреждения и усыхания хвои сосны обыкновенной

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Длина хвои, см | Ширина хвои, см | Класс опада хвои | Класс повреждения хвои | Класс усыхания хвои по годам | | | | | |
| Т\* | 1 | 2 | 3 | 4 | Ср.зн. |
| П1 | 4,1 | 0,1 | 1,1 | 1,9 | 1,1 | 2,4 | 1,9 | 2,7 | 1,4 | 1,9 |
| П2 | 5,2 | 0,1 | 1,8 | 2,7 | 1 | 4 | 2,5 | 3,4 | 2,7 | 2,72 |
| П3 | 4,4 | 0,09 | 1,3 | 2,3 | 1 | 1,4 | 2,4 | 2,5 | 3,1 | 2,08 |
| П4 | 5,5 | 0,09 | 1 | 2,1 | 1 | 2,2 | 1,4 | 1,5 | 1,5 | 1,52 |
| П5 | 3,7 | 0,09 | 2,2 | 2 | 1 | 3,3 | 2,4 | 2,4 | 3,2 | 2,46 |
| Ср. | 5,03 | 0,09 | 1 | 2 | 1 | 2,66 | 2,12 | 2,5 | 2,38 | 2,31 |

Примечание: Т\* - хвоя текущего года.

Классы опада, повреждения и усыхания у хвои на площадках с елью сибирской (таблица 5) и лиственницей Гмелина (таблица 6) равны 1 - это значит, что вся хвоя держится на побегах, хвоинки без пятен и нет сухих участков на них. Хвоя этих деревьев здоровая без признаков ослабления**.**

Таблица 5

Характеристика морфометрических параметров и классов опада, повреждения и усыхания хвои ели сибирской

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Длина  хвои,  см | Ширина хвои,  см | Класс опада  хвои | Класс повреждения хвои | Класс усыхания хвои |
| П1 | 1,55 | 0,05 | 1 | 1 | 1 |
| П2 | 1,34 | 0,05 | 1 | 1 | 1 |
| П3 | 1,61 | 0,05 | 1 | 1 | 1 |
| П4 | 1,58 | 0,05 | 1 | 1 | 1 |
| П5 | 1,78 | 0,05 | 1 | 1 | 1 |
| Ср. | 1,57 | 0,05 | 1 | 1 | 1 |

Таблица 6

Характеристика морфометрических параметров и классов опада, повреждения и усыхания хвои лиственницы Гмелина

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Длина  хвои,  см | Ширина хвои,  см | Класс  опада  хвои | Класс повреждения хвои | Класс усыхания хвои |
| П1 | 2,22 | 0,07 | 1 | 1 | 1 |
| П2 | 2,00 | 0,06 | 1 | 1 | 1 |
| П3 | 2,11 | 0,06 | 1 | 1 | 1 |
| П5 | 2,14 | 0,07 | 1 | 1 | 1 |
| Ср. | 2,12 | 0,065 | 1 | 1 | 1 |

***4.2. Зависимость водного дефицита хвои от сезона***

Среднее значения водного дефицита хвои на всех площадках изменяется от 14 до 23% у сосны обыкновенной (рис.3), от 14 до 21% - у ели сибирской (рис.4), от 10 до 32% - у лиственницы Гмелина (рис.5). У хвои сосны обыкновенной самые низкие показатели водного дефицита были отмечены в июле месяце на площадке П4 в районе «Дача» (9%), самые высокие в августе - на площадке П1 в районе сопки (25%). На всех площадках с сосной обыкновенной в июле месяце значения водного дефицита меньше, чем в августе и октябре, а в августе значения водного дефицита больше, чем в октябре. Это связано скорей всего с тем, что количество влаги в почве в июле меньше, чем в начале лета и осенью. В начале лета почва получает влагу из-за таяния снега, а осенью - начинают идти дожди и почва восстанавливает свои запасы влаги.

Рис.3. Зависимость водного дефицита хвои сосны обыкновенной от сезона

Значения водного дефицита хвои ели сибирской самые низкие были отмечены на площадке П4 в районе «Дача» (9%) в июне месяце, а самые высокие – на площадке П2 в районе «Новостройки» (22%) в августе и октябре. Значения водного дефицита у хвои ели в августе и октябре месяцах выше на площадках П1 в районе сопки, П2 в районе «Новостройки» и П3 в районе аэропорта города Олекминска.

По литературным источникам известно, что ель после полного закрывания устьиц выдерживает без ущерба для себя водный дефицит до 45-50%, а сосна - до 70%, следовательно полученные показатели водного дефицита не вызывают опасений.

Рис.4. Зависимость водного дефицита хвои ели сибирской от сезона

Рис.5. Зависимость водного дефицита хвои лиственницы Гмелина от сезона

У хвои лиственницы Гмелина наибольшие значения водного дефицита на площадке П2 в районе «Новостройки» в июне месяце (40%), наименьшее - на площадке П1 в июле (7%). На всех площадках в июне месяце значения водного дефицита самые высокие и изменяются от 25% до 40%. В июле и августе значения водного дефицита ниже. Высокие значения в июне объясняются тем, что в это время идет интенсивный рост хвои, и потребность во влаге возрастает.

Самые низкие значения водного дефицита хвои были отмечены в июле у всех хвойных, а самые высоки у ели сибирской и сосны обыкновенной в августе-октябре и у лиственницы – в июне.

Коэффициент корреляции показал высокую зависимость водного дефицита от относительной влажности воздуха за июнь, июль и август месяцы у ели сибирской 0,96 и сосны обыкновенной 0,9 и обратную зависимость от среднемесячной температуры и суммы осадков. У лиственницы Гмелина коэффициент корреляции показал низкую зависимость от относительной влажности воздуха (0,23) и обратную зависимость от суммы осадков и среднемесячной температуры (таблица 7).

Таблица 7

Зависимость водного дефицита хвои сосны обыкновенной, ели сибирской и лиственницы Гмелина от климатических факторов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Климатические  показатели | Сосна обыкновенная | Ель сибирская | Лиственница Гмелина |
| 1 | Относительная влажность воздуха, % | 0,9 | 0,96 | 0,23 |
| 2 | Среднемесячная температура, град. | -0,94 | -0,99 | -0,45 |
| 3 | Сумма осадков, мм | -0,51 | -0,5 | -0,59 |

***4.3. Зависимость водного дефицита хвои сосны обыкновенной, ели сибирской и лиственницы Гмелина от возраста хвои***

Средний возраст хвои сосны обыкновенной на площадках 5 лет. В зависимости от возраста хвои значения водного дефицита изменяется от 8% на площадке П4 в районе «Дача» у 5 летней хвои до 22% на площадке П5 в районе поселка Нефтебаза у 4 летней хвои (рис.6).

Рис.6. Зависимость водного дефицита хвои сосны

обыкновенной от возраста хвои

Самые низкие значения водного дефицита отмечались у хвои текущего года на всех площадках, кроме площадки П4 в районе «Дача». Значения водного дефицита у однолетней хвои сосны обыкновенной возросли по сравнению с хвоей текущего года на 2 - 4%. У 5летней хвои значения водного дефицита увеличились или прежними на площадках П1 в районе сопки, П2 в районе «Новостройки», П3 в районе аэропорта г.Олекминска , а на площадках П4 в районе «Дача» и П5 в районе поселка Нефтебаза – уменьшились. Увеличение значения водного дефицита с возрастом связано с тем, что по мере старения хвои снижается ее обводненность и изменяется структура ассимиляционного аппарата.

У хвои ели сибирской самые низкие значения водного дефицита на площадке П5 в районе поселка Нефтебаза (8%), а самые высокие – на площадке П1 в районе сопки (23%) (рис.7). На всех площадках значения водного дефицита увеличивается с возрастом хвои: на площадке П1 в районе сопки - от 15% до 23%, на площадке П2 в районе «Новостройки» - от 16% до 20%, на площадке П3 в районе аэропорта г. Олекминска – от 15 до 20%, на площадке П4 в районе «Дача» - от 9% до 15% и на П5 в районе поселка Нефтебаза – от 8% до 13%. Разность между значениями незначительная от 4% до 8%. С возрастом в хвое ели сибирской происходят изменения, что приводит к уменьшению влаги в хвое.

Рис.7. Зависимость водного дефицита хвои ели сибирской от возраста хвои

***4.4. Зависимость относительного содержания воды в хвое сосны обыкновенной, ели сибирской и лиственницы Гмелина от сезона***

Средние значения относительного содержания воды в хвое у сосны обыкновенной на всех площадках варьирует от 50,04% до 52,52%. Наименьшие средние значения относительного содержания воды в хвое отмечены на площадке П1 в районе сопки (50,55%), наибольшие - на площадке П3 в районе аэропорта г. Олекминска (52,96%). Самое высокое значение отмечено на площадке П3 в районе аэропорта в июле месяце (54,42%), а самое низкое в июне на площадке П1 в районе сопки – (48,75%) (рис.8). В июне месяце на трех площадках П1, П2 и П3 относительное содержание воды меньше, чем в июле, августе и октябре.



У ели сибирской среднее значения относительного содержания воды в хвое колеблется от 45 до 53% (рис.9). Самое низкое отмечено на площадках П1 в районе сопки в июне месяце (44%), а самое высокое – на площадке П5 в районе поселка Нефтебаза в октябре месяце (56%). На площадках значения относительного содержания воды в хвои увеличиваются с июня по октябрь. Разница между значениями от 3% до 9%.

Рис.9. Зависимость относительного содержания воды в хвои

ели сибирской от сезона

Средние значения относительного содержания воды у хвои лиственниц ы Гмелина варьируют от 60 до 66% (рис.10). Наибольшее значение на площадках П1 в районе сопки и на площадке П2 в районе «Новостройки» (67%) в июне месяце, наименьшее – на площадке П1 (59%) в июле. Значения относительного содержаниия воды в хвое на всех площадках имеют меньшие значения в июле и августе месяцах, чем в июне и октябре.

Рис.10. Зависимость относительного содержания воды в хвои

ели сибирской от сезона

Относительное содержание воды в хвое сосны обыкновенной и ели сибирской на протяжении периода с июня по август месяцы незначительно увеличивается, а у хвои лиственницы Гмелина, наоборот, к концу этого периода средняя величина относительного содержания воды уменьшается.

Коэффициент корреляции показал низкую зависимость относительного содержания воды в хвое лиственницы Гмелина от относительной влажности воздуха (0,45) и высокую - от среднемесячной температуры (0,9). У сосны обыкновенной коэффициент корреляции показал среднюю зависимость относительного содержания воды в хвое от относительной влажности воздуха (0,52) и отрицательную от суммы осадков (-0,96) и среднемесячной температуры (-0,99), у ели сибирской - высокую зависимость от относительной влажности воздуха (0,76) и обратную от среднемесячной температуры (-0,45) и суммы осадков (-0,99) (таблица 8).

Таблица 8

Зависимость относительного содержания воды в хвое сосны обыкновенной, ели сибирской и лиственницы Гмелина от климатических факторов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Климатические  показатели | Сосна обыкновенная | Ель сибирская | Лиственница Гмелина |
| 1 | Относительная влажность воздуха, % | 0,52 | 0,76 | 0,45 |
| 2 | Среднемесячная температура, град. | -0,99 | -0,45 | 0,99 |
| 3 | Сумма осадков, мм | -0,96 | -0,99 | -0,76 |

***4.5. Зависимость относительного содержания воды в хвое сосны обыкновенной, ели сибирской и лиственницы Гмелина от возраста хвои***

Значения относительного содержания воды в хвое сосны обыкновенной больше всего на всех исследуемых площадках в хвое текущего года и варьирует от 57,78% до 58,12% (рис.11). Самые низкие и самые высокие значения отмечены на площадке П1 в районе сопки 47,13% и 58,12 соответственно. Начиная с первого года жизни, у сосны обыкновенной происходит снижение среднего относительного содержания воды в хвое с 57,94 до 49,23%.

Рис.11. Зависимость относительного содержания воды в хвои

сосны обыкновенной от возраста хвои

У хвои ели сибирской как и у сосны обыкновенной средние значения относительного содержания воды в хвое уменьшаются: на площадке П1 - с 53% до 36%, на П2 - с 58% до 46%, на П3 – с 59% до 47%, на П4 – с 56% до 51% и на П5 – с 59% до 54% (рис.12).

Рис.12. Зависимость относительного содержания воды в хвои

Сосны обыкновенной от возраста хвои

Наименьшая величина относительного содержания воды наблюдалось на площадке П3 в возрасте хвои 11 лет (33%), наибольшая величина – на площадке П5 у хвои текущего года (59%). Более всего обводнена молодая хвоя. Вода является главной составляющей частью в хвое первого года жизни, так как в ней более интенсивно протекают метаболические процессы.

За два года было отмечено повышение значения водного дефицита на 5% (рис.13) и понижение относительного содержания воды на 6% у хвои сосны обыкновенной на трех площадках (рис.14).

Рис. 14.Сравнительная характеристика

водного дефицита в хвое сосны

обыкновенной за 2018-2019гг.

Рис.13. Сравнительная характеристика относительного содержания воды в хвое сосны обыкновенной за 2018-2019гг.

**ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Определение классов опада, повреждения и усыхания показали, что деревья сосны обыкновенной произрастающие на 5 площадках находятся в неудовлетворительном состоянии из-за повреждения хвои грибковым заболеванием, деревья ели сибирской и лиственницы Гмелина в удовлетворительном – хвоя без пятен и усыхания.
2. В среднем водный дефицит у сосны обыкновенной составляет 18%, у ели сибирской 17%, у лиственницы Гмелина – 63%, показатели водного дефицита не вызывают опасений.
3. В среднем относительное содержание воды в хвои у сосны обыкновенной составляет 52%, у ели сибирской 53% и у лиственницы 63%.
4. С возрастом хвои у сосны обыкновенной и ели сибирской значения водного дефицита увеличиваются, а значения относительного содержания воды в хвое – уменьшаются на всех площадках.
5. На протяжении периода с июня по август месяцы наблюдается увеличение водного дефицита и относительного содержания воды в хвои у сосны обыкновенной и ели сибирской, и уменьшения у лиственницы Гмелина.
6. Коэффициент корреляции показал высокую зависимость водного дефицита от относительной влажности воздуха у хвои сосны обыкновенной и ели сибирской.
7. В период с июня по август относительное содержание воды в хвои имеет невысокую зависимость от относительного содержания влажности воздуха у сосны обыкновенной и лиственницы Гмелина и высокую – у ели сибирской.

В результате проведенного исследования мы пришли к выводам, что для хвойных пород сосны обыкновенной, ели сибирской и лиственницы Гмелина показатели влажности могут быть использованы для оценки состояния деревьев. Обеспеченность растений влагой зависит не только от ее содержания в почве, но и от способности самих растений усваивать ее.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Крамер, Пол.Д. Физиология древесных растений, пер. с англ. / Пол.Д. Крамер, Теодор.Т. Козловский. – М., 1963. – 464 с.
2. Лир, Ч. Физиология древесных растений / Ч. Лир, Г. Польстер, Г. Фидлер. – М., 1974. – 421 с. 8. Сенькина, С.Н. Влага в продукционном процессе
3. Григоренко А.В. Физиологические и морфологические показатели хвои сосны обыкновенной в условиях аэротехногенного загрязнения // Вестник КрасГАУ- 2015-№4-С.15-191.
4. Веретенников А.В. Физиологические основы устойчивости древесных растений к временному избытку влаги в почве// - М.: Наука, 1968, - 136с.
5. Голяков П.В. Материалы к флоре средней Олекмы (Южная Якутия) // Флора и растительность Алтая: Труды Южно-Сибирского ботанического сада. Барнаул, 1996. С. 103-115.
6. Тимофеев П.А. Деревья и кустарники Якутии// Я.: Бичик – 2003 -64с.
7. Овсянникова Н.В., Феклистова П.А., Волкова Н.В., Мочалов Б.А., Мелехов В.И., Дроздов И.И. Показатели водного режима хвои ели в черничном типе леса, журнал «Лесной вестник» 3/2012г. – стр.24-29
8. Ковригин Л.Н., Петункина Л.О. Хвойные породы в городской среде// Вест.Иркут.гос.с.-х. академии. – 2011.-№44.-С.73-80
9. Мокроносов А.Т. Малый практикум по физиологии растений. – М.:Изд-во МГУ, 1994. -184с.