

МРНТИ 34.35.15

УДК 574.24

https://doi.org/10.52269/22266070_2024_2_38

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ХВОИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) В РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Брагина Т.М.* – доктор биологических наук, профессор кафедры естественно-научных дисциплин, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан; главный научный сотрудник Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация.

Шван Л.В. – обучающийся магистратуры по образовательной программе 7M01501 «Биология», 2 год обучения, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы»; учитель биологии, КГУ «Школа-лицей №1 отдела образования города Костаная» Управления образования акимата Костанайской области, г. Костанай, Республика Казахстан.

В статье рассмотрены изменения морфометрических и патологических показателей хвои сосны обыкновенной в древостоях, произрастающих в разных экологических условиях на территории Костанайской области. Цель исследования – изучить изменения длины хвои сосны обыкновенной и количества некрозов на ассимиляционном аппарате в разновозрастных сосняках в условиях техногенного загрязнения города Костаная и в экологически чистой зоне Аракарагайского бора. Задачи: изучить и проанализировать общее состояние деревьев в разновозрастных сосняках в разных экологических условиях, показать последствия влияния техногенного загрязнения на состояние ассимиляционного аппарата сосны обыкновенной. В процессе работы изучены морфометрические показатели хвои сосны обыкновенной, проведена диагностика некрозов и общая оценка состояния древостоев. В результате проведенных работ установлены статистически достоверные различия по длине хвои сосны обыкновенной в различных экологических условиях. Показано повышение уровня обесхвоенности кроны в урбанизированной зоне и рост числа некрозов на хвое сосны. Показано, что морфометрические показатели хвои сосны обыкновенной, состояние кроны и число некрозов на ассимиляционном аппарате древостоев являются важными показателями для оценки влияния экологических факторов на состояние древесных пород.

Ключевые слова: морфометрия, сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), длина хвои, возраст, экология, загрязнение.

ҚОСТАНАЙ ОБЛЫСЫНЫҢ ӘРТҮРЛІ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЛАРЫНДАҒЫ КӘДІМГІ ҚАРАҒАЙ ИНЕЛЕРІНІҢ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) МОРФОМЕТРИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІ

Брагина Т.М.* – биология ғылымдарының докторы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, жаратылыстану-ғылыми пәндер кафедрасының профессоры, Қазақстан Республикасы, Қостанай қ.; Жалпыресейлік балық шаруашылығы және мұхиттану ҒЗИ-дың Азов-Қара теңіз бөлімінің бас ғылыми қызметкері, Ресей Федерациясы, Дондағы Ростов қ.

Шван Л. В. – 7M01501 «Биология» білім беру бағдарламасы бойынша магистратурада білім алушы, 2 курс магистранты, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ; Қостанай облысы әкімдігінің білім басқармасының «Қостанай қаласы білім бөлімінің №1 мектеп-лицейі» КММ биология пәнінің мұғалімі, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Мақалада Қостанай облысының аумағында әртүрлі экологиялық жағдайларда өсетін орман алқаптарындағы қарағай инелерінің морфометриялық және патологиялық көрсеткіштерінің өзгерістері қарастырылған. Зерттеудің мақсаты: Қостанай қаласы мен Қазақстан Республикасының экологиялық таза аймағы Арақарағай орманының техногендік ластану жағдайында әр түрлі жастағы қарағайлы ормандардағы қарағай инелерінің ұзындығының өзгеруін және ассимиляциялық аппараттағы некроздың мөлшерін зерттеу. Міндеттері: әртүрлі орта жағдайларындағы және әртүрлі жастағы қарағайлы ормандардағы ағаштардың жалпы экологиялық жағдайын зерттеу және талдау, қарағайдың ассимиляциялық аппаратының күйіне техногендік ластану әсерінің зияны мен салдарын көрсету. Жұмыс барысында қарағай инелерінің морфометриялық ерекше көрсеткіштері зерттелді, некроз диагнозы нақты әрі анық қойылды және орман екпелерінің жағдайына жалпы баға берілді. Жүргізілген жұмыстардың нәтижесінде әртүрлі экологиялық жағдайлардағы қарағай инелерінің ұзындығында статистикалық өте маңызды айырмашылықтар анықталды. Урбанизацияланған аймақта ұшарбасының құнсыздану деңгейінің артуы және қылқан жапырақты қарағайларға арналған некроздар санының өсуі көрсетілген. Қарағай инелерінің морфометриялық көрсеткіштері, тәждің күйі және ағаш бұтақтарының ассимиляциялық аппараттарындағы

некроздар саны ағаш түрлерінің күйіне қоршаған орта факторларының әсерін бағалау үшін маңызды көрсеткіштер болып табылатыны көрсетілген.

Түйінді сөздер: морфометрия, кәдімгі қарағай (*Pinus sylvestris* L.), инелердің ұзындығы, жасы, экологиясы, ластануы.

MORPHOMETRIC PARAMETERS OF THE NEEDLES OF THE SCOTS PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.) IN VARIOUS ENVIRONMENTAL CONDITIONS OF KOSTANAY REGION

Bragina T.M. – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of natural sciences, «Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University» NLC, chief researcher, Azov-Black Sea Branch of the FSBSI «VNIRO» («AzNIIRKH»), Rostov-on-Don, Russian Federation.*

Shvan L.V. – Master's student, (2d academic year), 7M01501 "Biology" educational program, «Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University Baitursynuly» NLC, biology teacher of the "Lyceum-school №1 of the Kostanay education bureau" of the Education Department of the Kostanay region akimat, Republic of Kazakhstan.

The article examines changes in the morphometric and pathological parameters of Scots pine needles in forest stands growing in different environmental conditions on the territory of the Kostanay region. The goal of the study is to describe changes in the length of Scots pine needles and the extent of necrosis on the assimilation apparatus under conditions of technogenic pollution in Kostanay and in the ecologically pristine zone of the Arakaragay forest in pine forest stands of different ages. Objectives: to study and analyze the general condition of trees in pine forests of different ages under various environmental conditions, to demonstrate the consequences of technogenic pollution on the state of the assimilation apparatus of Scots pine. In the process of research, the morphometric parameters of Scots pine needles were studied, necrosis was diagnosed and a general assessment of the condition of forest stands was carried out. Our study revealed statistically significant differences in the length of Scots pine needles in various environmental conditions. Moreover, it identified an increase in the level of crown diminishing in an urbanized area and increase in the number of necrosis on pine needles. It has been shown that the morphometric indicators of Scots pine needles, the state of the crown and the number of necrosis on the assimilation apparatus of tree stands are important indicators for assessing the influence of environmental factors on the tree species.

Key words: *morphometry, Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), needles length, age, ecology, pollution.*

Введение. Леса и лесные насаждения являются ценным возобновляемым ресурсом. Они участвуют в регулировании критически важных глобальных циклов (в частности, циклов кислорода, азота, углерода и воды), играют жизненно важную роль в функционировании почв, поддержании климата, качества окружающей среды, сохранения биоразнообразия, обеспечивая естественную среду обитания для большого числа растительных и животных сообществ [1, с. 1-2]. Важной задачей лесохозяйственной деятельности является сохранение лесных насаждений и количественная оценка воздействий на их состояние [2, с. 1909; 3, с. 101].

Многолетнее систематическое влияние работы предприятий, выхлопные газы автомобильного транспорта и многое другое оказывают отрицательное влияние на процессы метаболизма, биологическую продуктивность растений, в первую очередь, в черте города и пригородных лесничествах [4, с. 80-83]. Влияние факторов среды обитания во многом зависит от рельефа, розы ветров, расстояния от очага распыления вредных соединений, периода воздействия на насаждения древесных пород и других условий произрастания [5, с. 56; 6, 139-140]. Оценка воздействий различных факторов среды обитания на древесные породы, снижающие их функциональный и промышленный потенциал, представляет собой актуальную задачу.

Инструменты оценки воздействия для прогнозирования изменений в природных и искусственных экосистемах строятся на конкретных исследованиях, например, на изучении углеродного следа продукции, оценке экосистемных услуг, изменений морфометрических и физиологических характеристик [7, с. 394, 398; 8, с. 75; 9 с. 200-201]. Поэтому накопление данных, в том числе о морфофизиологическом состоянии лесных насаждений на региональном и местном уровнях, является важным в научном и практическом отношении.

Морфометрические показатели ассимиляционного аппарата сосны, который представлен видоизмененными листовыми пластинками (хвоей), в целом являются основополагающими индикаторами экологического состояния древесных пород и их адаптивными характеристиками, связанными с различными условиями произрастания [10, с. 113; 11, с. 36]. Изучение морфофизиологических признаков хвои в различных регионах считается перспективным также для разработки сценариев сохранения лесных массивов при изменении климата [12, с. 86].

Работы проводились на территории Костанайской области, Аракарагайского лесничества, Аракарагайского соснового бора и в г. Костанай (Рисунок 1).

СХЕМАТИЧЕСКАЯ КАРТА лесохозяйственного районирования Костанайской области

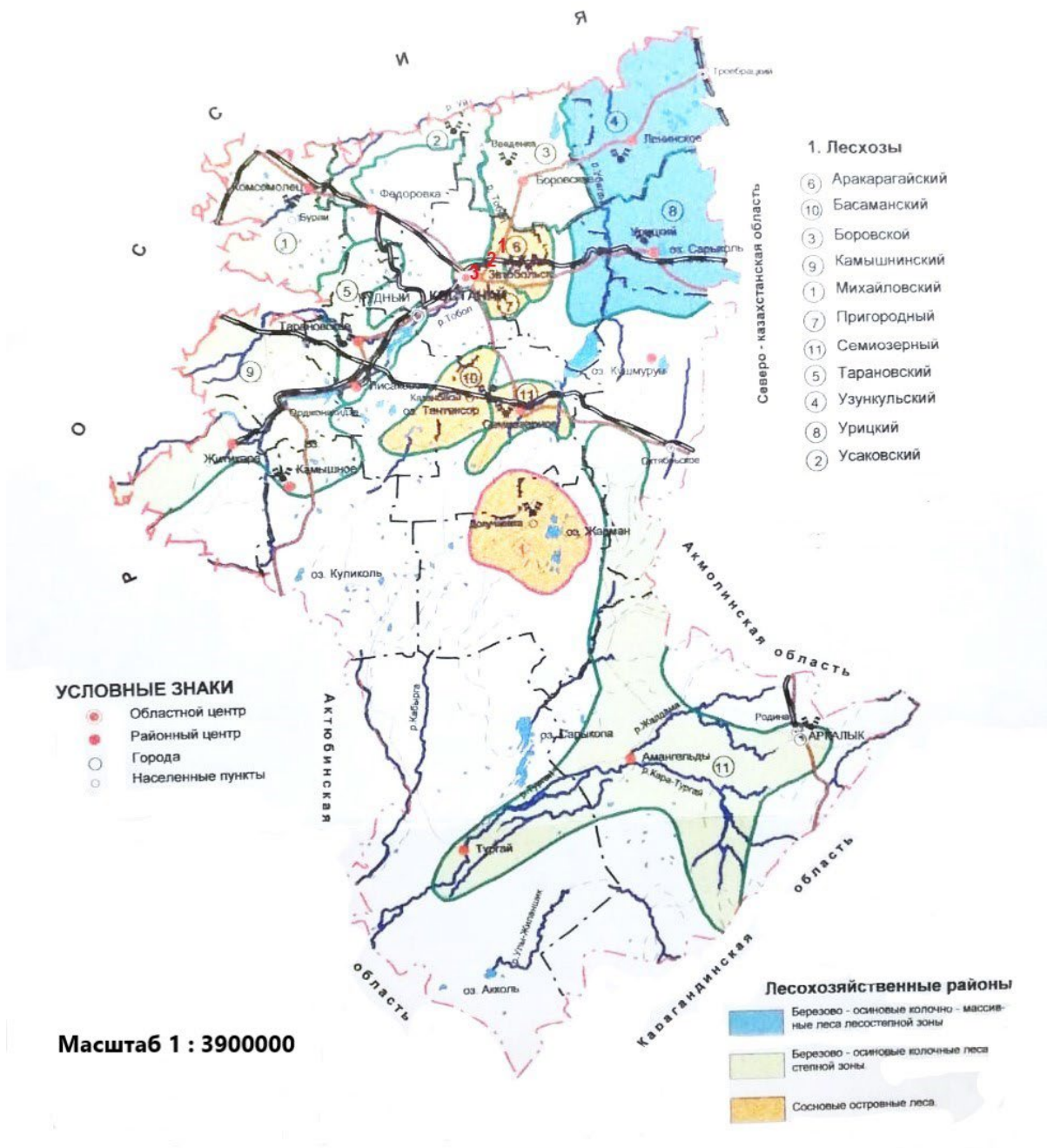


Рис. 1 – Участки проведения работ. Костанайская область. Сентябрь, 2022 г.
(на основе карты-схемы лесохозяйственного районирования Костанайской области [13])

Условные обозначения:

1 – сосняк Аракарагайского лесничества, Аракарагайский бор, Алтынсаринский район.

2 – сосняк Аракарагайского лесничества вблизи промышленного предприятия по изготовлению древесного угля, Аракаранайский бор, Алтынсаринский район.

3 – насаждения сосны обыкновенной в промышленной зоне центральной теплоэлектростанции города Костаная.

По лесорастительному районированию, леса Аракарагайского лесничества и насаждения в окрестностях Костаная входят в группу формаций мезофильных лесостепных колочных травяных и кустарниковых осиновых и березовых лесов местами с остаточными сосняками, в провинцию Зауральско-Убаганских нетипичных осиновых и березовых лесов местами с остаточными сосняками, в район Убаган-Ишимских типичных и нетипичных колочных осинников и березняков местами с остаточными сосняками [13, с.10;], в Зауральско-Тургайскую геоботаническую подпровинцию Западно-Казахстанского блока степных провинций [14, с. 39]. Провинция входит в зону колочной лесостепи в северной части области на равнинах Зауральского плато и юго-западной окраине Западно-Сибирской низменности со своеобразной растительностью и почвенным покровом. Сосняки приурочены к слабоволнистой древнеаллювиальной равнине Убаган-Ишимского междуречья среднечетвертичного возраста [15, с. 109, 166-118]. Сосновые леса этого лесорастительного района устойчивые и производительные, II бонитета. По лесохозяйственному значению леса Аракарагайского лесничества относятся к I группе, что определяет их как значимые объекты, выполняющие функции санитарного, эстетического обеспечения с водоохраной и почвенно-защитной структурой. Климат района исследований резко континентальный с годовой амплитудой температур воздуха до 80°C. Средняя месячная температура воздуха в г. Костаная составляет 20,9°C, в январе – 14,8°C. Годовая сумма осадков 300-330 мм, большая часть которых выпадает в теплое время года (70-80%). Из-за частых суховеев и низкой влажности воздуха в летний период наблюдается высокая пожароопасность лесных массивов.

Цель, задачи. Целью данной работы является сравнительный анализ экологического состояния сосны по морфологическим признакам и состоянию хвои сосны, произрастающей в природных и техногенных условиях. Поставлены следующие задачи: изучить и проанализировать общее состояние деревьев в разновозрастных сосняках в разных экологических условиях, показать последствия влияния техногенного загрязнения на состояние ассимиляционного аппарата сосны обыкновенной.

Материалы и методы. Сбор материалов и оценка состояния древесных пород были проведены в сентябре 2022 года на трех участках:

1. Сосняк Аракарагайского лесничества. Алтынсаринский район, Аракарагайское лесничество.
2. Насаждения сосны вблизи промышленного предприятия по изготовлению древесного угля. Алтынсаринский район, Аракарагайское лесничество:
3. Насаждения сосны в промышленной зоне центральной теплоэлектростанции (ТЭЦ 1) в центре г. Костаная. Костанайский район.

С целью определения общего состояния древостоев вычислялся коэффициент обесхвоенности кроны древесной породы на модельных деревьях методом случайной выборки и их визуальной оценки в количестве 20 экземпляров на каждом участке. Вычисления проводились по следующей формуле (1):

$$F = \frac{B_2+2B_3+3B_4+4B_5+5B_6}{5(B_1+B_2+B_3+B_4+B_5+B_6)} \times 100\%,$$

где B1, B2 и т.д. – показатели состояния деревьев (описания приведены в таблице 1).

Морфометрическое изучение хвои сосны *Pinus sylvestris* L. в разных экологических условиях было основано на измерении длины хвои модельных деревьев возрастом 15 лет и 30 лет. Листовые пластинки второго года произрастания отбирались в количестве 30 образцов на каждой из трех пробных площадей. Всего проанализировано 540 образцов хвои. Длина хвои измерялась с помощью метрических приборов. Материалы обработаны статистически.

Кроме того, было обследовано физиологическое и патологическое состояние хвоинок по относительному числу некрозов от общего числа обследованных листовых пластин с деревьев в различных экологических условиях с помощью оптических приборов при увеличении 4x [16, с. 18]. Отобрано и изучено по 270 хвоинок с деревьев на каждом участке. Всего обследовано 1080 листовых пластинок.

Результаты и обсуждение. Визуальная оценка древостоев по состоянию кроны модельных деревьев сосны обыкновенной, отобранных методом случайной выборки на каждом из двух обследованных участков, приведена в таблице 1. Для анализа использовалась формула 1, приведенная в методах исследований.

Согласно полученным показателям установлено, что в промышленной зоне теплоэлектростанции (ТЭЦ) коэффициент обесхвоенности кроны древесной породы был в 2,92 раза выше, чем в естественном сосняке, что указывает на плохое состояние деревьев сосны на обследованном участке.

Таблица 1 – Состояние кроны сосны обыкновенной в разных экологических условиях. Костанайская область. Алтынсаринский район (сосняк) и Костанайский район (промышленная зона). 2022 год

Описание состояния кроны сосны. Буквенный показатель состояния кроны сосны.	Аракарагайское лесничество. Сосняк. Число деревьев	Промышленная зона ТЭЦ, г. Костанай. Число деревьев
Обследовано деревьев, в том числе:	20	20
Густая крона, обладающая насыщенной зеленой окраской, локально расположенная в нижней части древесной породы (B1)	13	3
Средний уровень густоты кроны, обладающая признаками усыхания в нижней трети кроны (B2)	3	3
Уровень густоты кроны – ниже среднего, наблюдаются сухие ветви в среднем ярусе древесной породы (B3)	3	11
Уровень густоты кроны – низкий, яркая изреженность, частично живые ветви (B4)	1	2
Сухостой текущего года (B5)	0	1
Сухостой прошлых лет (B6)	0	0
Показатель состояния (обесхвоенности) кроны (%)	12,0	35,0

Морфометрические измерения листовых пластинок сосны в разных экологических условиях дали следующие результаты (таблица 2).

Таблица 2 – Морфометрические показатели (длина, мм) хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в разных экологических условиях. Костанайская область. Сентябрь, 2022 год

Показатели	Участок / Возрастная категория деревьев					
	Участок 1. 15 лет	Участок 1. 30 лет	Участок 3. 15 лет	Участок 3. 30 лет	Участок 2. 15 лет	Участок 2. 30 лет
Длина хвои, мм (M ± m)*	74,06±0,48	82,8±0,43	50,73±0,45	60,6±1,45	64,6±0,48	73,8±0,42
min	64	72	46	31	60	70
max	79	89	56	78	69	79
CV (%)	3,55	2,85	4,89	13,10	4,04	3,10
Примечание: M – среднее арифметическое, m – ошибка средней арифметической, min минимальные значения длины хвои, max – максимальные значения длины хвои сосны, CV – коэффициент вариации						

На территории Аманкарагайского лесничества в природных условиях длина хвои сосны варьировала от 64 мм до 70 мм у сосен 15 лет и от 72 мм до 89 мм у сосен 30 лет и имела наибольшие значения по сравнению с длиной хвои сосен на других участках. Минимальная длина хвои отмечена у сосен в промышленной зоне ТЭЦ в г. Костанай – 31-46 мм со средними значениями от 50,73±0,45 мм у деревьев 15-летнего возраста до 60,6±1,45 мм у 30-летних сосен. Средние значения длины хвои сосны по сравнению с вышеперечисленными участками были зарегистрированы для деревьев, произрастающих на территории Аракарагайского лесничества в зоне воздействия промышленного предприятия по изготовлению древесного угля. Коэффициент вариации был максимальным на участке № 3 – в промышленной зоне ТЭЦ. Но в целом вариабельность длины хвои в разных экологических условиях была невысокой. Длина хвои определяет степень эффективности фотосинтеза, результатом которого является накопления питательных веществ в виде полисахаридов.

В целом показатели длины хвои сосны близки к приведенным в литературе измерениям длины хвои сосны обыкновенной, например, для таежной зоны [11, с. 36-37], где длина хвои в разных типах леса варьировала от 15 мм до 76 мм. Показательно, что для условий тайги с увеличением сухости и бедности почвы длина хвои сосны уменьшалась [11, с 37], что коррелирует с данными, полученными в наших исследованиях по отрицательному воздействию загрязнений на ассимиляционный аппарат деревьев сосны. Загрязнение влияет также на изменчивость состава эфирных масел в хвое *Pinus sylvestris* L. в природных условиях и в городской среде [17, с. 5]. Уменьшение длины хвои сосны

обыкновенной при воздействии загрязнения зафиксировано и для Минусинского бора (Пермский край) – оно составило 26% по сравнению с фоновым участком [18, с. 363].

В период проведения работ были изучены патологические изменения хвои сосны, характеризующиеся отмиранием тканей листовых пластинок – некрозы. Причинами образования некрозов могут быть засуха, морозные явления, загрязнение воздуха и почвы и другие отрицательные факторы. В таблице 3 приведены количественные показатели некрозов на хвое сосны в разных экологических условиях.

Таблица 3 – Некрозы на хвое сосны обыкновенной в природных и антропогенных условиях произрастания (в процентах %). Костанайская область. 24-27.09.2022 г.

Показатели	Участок / Возрастная категория деревьев			
	Участок 1. 15 лет	Участок 1. 30 лет	Участок 3. 15 лет	Участок 3. 30 лет
Общее число (n) обследованных листовых пластинок	270	270	270	270
Пятнистость (%)	2,2	4,4	25,1	30,7
Усыхание (%)	1,4	1,2	0,8	0,4

В период обследований было установлено, что воздействие загрязнений на ассимиляционный аппарат сосны проявлялось не только в уменьшении длины хвоинок, но и в увеличении патологических изменений хвои. Так, в промышленной зоне ТЭЦ в г. Костаная пятнистость на хвое сосны достигала от 25,1% до 30,7% по сравнению с 2,2-4,4 % повреждений этого типа в природных условиях.

Заключение. Проведенные исследования хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в лесном массиве на территории Аманкарагайского лесничества (Алтынсаринский район Костанайской области) и в зоне влияния промышленных загрязнений (насаждения сосны обыкновенной в промышленной зоне центральной теплоэлектростанции г. Костаная и сосняке Аракарагайского лесничества вблизи промышленного предприятия по изготовлению древесного угля) выявили значительное уменьшение длины хвои сосны под воздействием загрязнений. Сосновые насаждения выполняют важную экологическую функцию и эксплуатационную ценность. В связи с этим важно учитывать возможности адаптации и устойчивости природных насаждений к неблагоприятным факторам окружающей среды при проведении лесохозяйственных работ и управления лесами. Показано, что изменение условий произрастания древесных пород оказывает значительное воздействие на размер ассимиляционного аппарата и увеличивает число патологических повреждений хвои. Анализ морфометрических показателей листовых пластинок растений служит объективным инструментом для оценки состояния лесных насаждений в разных экологических условиях.

ЛИТЕРАТУРА:

1. **Forests at the heart of sustainable development** [Text]. – European Investment Bank, Luxembourg: EIB, 2022. – 36 pp.
2. **Villeneuve, C., Tremblay, D., Riffon, O., Lanmafankpotin, G.Y., Bouchard, S. A systemic tool and process for sustainability assessment** [Text] / C. Villeneuve, D. Tremblay et al. // Riffon Sustainability. – 2017. – N 9 (10). – 1909 s. <https://doi.org/10.3390/su9101909>.
3. **Schweier, J., Magagnotti, N., Labelle, E.R. et al. Sustainability Impact Assessment of Forest Operations: a Review** [Text] / Schweier, J., Magagnotti, N., Labelle, E.R. et al. // Curr Forestry Rep. – 2019. – V. 5, 101–113. <https://doi.org/10.1007/s40725-019-00091-6>.
4. **Пшеничникова, Л.С.** Оценка рубок промежуточного пользования в сосновых древостоях [Текст] / Л.С. Пшеничникова // Хвойные бореальной зоны. – 2008. – Т. 25. – № 1-2. – С. 80-83.
5. **Матвеев, С.М.** Дендроиндикация динамики состояния сосновых насаждений Центральной лесостепи [Текст]: монография / С.М. Матвеев. – Воронеж: Изд-во ВГЛУ, 2003. – 272 с.
6. **Siry, J.P., Cubbage F., Potter K.M., McGinley K. Current perspectives on sustainable forest management: North America** [Text] / J.P. Siry, F. Cubbage, K.M. Potter, K. McGinley // CFR. – 2018. – N 4. – pp.138–149. <https://doi.org/10.1007/s40725-018-0079-2>.
7. **de Groot, R.S., Wilson, M.A., Boumans, R.M.J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services** [Text] / R.S.de Groot, M.A. Wilson, R.M.J. Boumans // Ecol Econ. – 2002. – N 41(3). – pp. 393-408.
8. **Sieber, S., Amjath-Babu, T.S., Reidsma, P., Koenig, H., Piorr, A., Bezlepkina, I., et al. Sustainability impact assessment tools for land use policy advice: a comparative analysis of five research approaches** [Text] / S. Sieber, T.S. Amjath-Babu, P. Reidsma, H. Koenig, A. Piorr, I. Bezlepkina, et al. // Land Use Policy. – 2018. – N 71. – pp. 75-85. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.11.042>.

9. Lindner, M., Suominen, T., Palosuo, T., Garcia-Gonzalo, J., Verweij, P., Zudin, S., et al. ToSIA – A tool for sustainability impact assessment of forest-wood-chains [Text] / M. Lindner, T. Suominen, et al. // *Ecol Model.* – 2010. – N. 221. – pp. 2197–2205. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2009.08.006>.
10. Эбель, А.В., Эбель, Е.И., Залесов, С.В., Муканов, Б.М. Влияние полноты и густоты на рост сосновых древостоев Казахского мелкосопочника и эффективность рубок ухода в них [Текст]: монография / А.В. Эбель, Е.И. Эбель, С.В. Залесов, Б.М. Муканов. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2014. – 221 с.
11. Tyukavina, O.N., Neverov, N.A., Klevtsov, D.N. Influence of growing conditions on morphological and anatomical characteristics of pine needles in the northern taiga [Text] / O. N. Tyukavina, N. A. Neverov, D. N. Klevtsov // *Journal of Forest Science.* – 2019. – V. 65. – pp. 33–39. <https://doi.org/10.17221/126/2018-JFS>.
12. Pakharkova, N.V., Kuzmina, N.A., Kuzmin, S.R. et al. Morphophysiological traits of needles in different climatypes of Scots pine in provenance trial [Text] / N.V. Pakharkova, N.A. Kuzmina, S.R. Kuzmin, et al. // *Contemp. Probl. Ecol.* – 2014. – N 7. – pp. 84–89. <https://doi.org/10.1134/S1995425514010107>.
13. Основные положения ведения лесного хозяйства Костанайской области [Текст]: – Алматы: Казахское лесоустроительное предприятие, 2000. – 306 с.
14. Брагина, Т. М. Состав и структура сообществ почвенных беспозвоночных (мезофауна) Наурзумского заповедника. [Текст]: монография / Т.М. Брагина. – Костанай: ТОО «Полиграфия-Костанай», 2021. – 188 с. ISBN 978-601-7640-54-5.
15. Брагина, Т.М. Особо охраняемые природные территории Казахстана и перспективы организации экологической сети (с законодательными основами в области особо охраняемых природных территорий) [Текст]: монография / Т.М. Брагина. – Костанай: Костанайский Дом печати, 2007. – 164 с. ISBN 9965-754-43-8.
16. Черненкова, Т. В. Реакция лесной растительности на промышленное загрязнение [Текст]: монография / Т. В. Черненкова. – М.: Наука, 2002. – 190 с.
17. Айдарханова Г.С., Избастина К.С., Кожина Ж.М., Садырбеков Д.Т. Изменчивость состава эфирных масел в хвое *Pinus sylvestris* L. на территории ГНПП «Бурабай» и г. Нур-Султан [Текст] / Г.С. Айдарханова, К.С. Избастина, Ж.М. Кожина, Д.Т. Садырбеков // *Известия Национальной академии наук Республики Казахстан.* – 2022. – Том 2. – № 451. – С. 6–21. <https://doi.org/10.32014/2022.2518-1491.98>.
18. Григоренко, А.В., Грибов, А.И. Морфометрические параметры хвои, элементный состав хвои и компонентный состав эфирного масла *Pinus sylvestris* L. Минусинского бора в условиях антропогенного загрязнения [Текст] / А.В. Григоренко, А.И. Грибов // *Вестник Пермского университета.* – 2015. – № 4. – С. 359–365.

REFERENCES:

1. **Forests at the heart of sustainable development.** European Investment Bank, Luxembourg: EIB, 2022, 36 p.
2. Villeneuve C, Tremblay D., Riffon O., Lanmafankpotin G.Y., Bouchard S. A systemic tool and process for sustainability assessment. *Riffon Sustainability*, 2017, no 9 (10), 1909 p. <https://doi.org/10.3390/su9101909>.
3. Schweier J., Magagnotti N., Labelle E.R. et al. Sustainability Impact Assessment of Forest Operations: a Review. *Curr Forestry Rep.* 2019, vol. 5, pp. 101–113. <https://doi.org/10.1007/s40725-019-00091-6>.
4. Pshenichnikova L.S. Ocenka rubok promezhutochnogo pol'zovaniya v sosnovy'h drevostoyah [Assessment of intermediate felling of pine stands]. *Hvojny'e boreal'noj zony'*, 2008, vol. 25, no 1-2, pp. 80–83. (In Russian).
5. Matveev S.M. Dendroindikaciya dinamiki sostoyaniya sosnovy'h nasazhdenij Central'noj lesostepi [Dendroindication of the dynamics of the pinery state in the Central forest-steppe]. Voronezh, VGLTU, 2003, 272 p. (In Russian).
6. Siry J.P., Cabbage F., Potter K.M., McGinley K. Current perspectives on sustainable forest management: North America. *CFR*, 2018, no. 4, pp.138–149. <https://doi.org/10.1007/s40725-018-0079-2>.
7. de Groot R.S., Wilson M.A., Boumans R.M.J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecol Econ.*, 2002. no. 41(3), pp. 393–408.
8. Sieber S., Amjath-Babu T.S., Reidsma P., Koenig H., Piorr A., Bezlepina I., et al. Sustainability impact assessment tools for land use policy advice: a comparative analysis of five research approaches. *Land Use Policy*, 2018, no. 71, pp. 75–85. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.11.042>.

9. Lindner M., Suominen T., Palosuo T., Garcia-Gonzalo J., Verweij P., Zudin S., et al. ToSIA - A tool for sustainability impact assessment of forest-wood-chains. *Ecol Model*, 2010, no. 221, pp. 2197–2205. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2009.08.006>.
10. Ebel A.V., Ebel E.I., Zalesov S.V., Mukanov B.M. Vliyanie polnoty' i gustoty' na rost sosnovy'h drevostoev Kazahskogo melkosopochnika i e'ffektivnost' rubok uhoda v nih [The influence of fullness and density on the growth of pine stands of the Kazakh hilly area and the cleaning cutting effectiveness]. Ekaterinburg, UGLTU, 2014, 221 p. (In Russian).
11. Tyukavina O.N., Neverov N.A., Klevtsov D.N. Influence of growing conditions on morphological and anatomical characteristics of pine needles in the northern taiga. *Journal of Forest Science*, 2019, vol. 65, pp. 33–39. <https://doi.org/10.17221/126/2018-JFS>.
12. Pakharkova N.V., Kuzmina N.A., Kuzmin S.R. et al. Morphophysiological traits of needles in different climatypes of Scots pine in provenance trial. *Contemp. Probl. Ecol*, 2014, no. 7, pp. 84–89. <https://doi.org/10.1134/S1995425514010107>.
13. Osnovny'e polozheniya vedeniya lesnogo hozyajstva Kostanajskoj oblasti [Basic provisions for forestry management in Kostanay region]. Almaty, Kazahskoe lesoustroitel'noe predpriyatie, 2000, 306 p. (In Russian).
14. Bragina T.M. Sostav i struktura soobshchestv pochvenny'h bespozvonochny'h (macrofauna) Naurzumskogo zapovednika [Composition and structure of populations of soil invertebrates (macrofauna) of the Naurzum Reserve]. Kostanaj, TOO Poligrafiya-Kostanaj, 2021, 188 p. ISBN 978-601-7640-54-5. (In Russian).
15. Bragina T.M. Osobo ohranyaemy'e prirodny'e territorii Kazahstana i perspektivy' organizacii e'kologicheskoy seti (s zakonodatel'ny'mi osnovami v oblasti osobo ohranyaemy'h prirodny'h territorij) [Specially protected natural areas of Kazakhstan and prospects for organizing an ecological network (with legislative framework related to specially protected natural areas)]. Kostanaj, Kostanajskij Dom pečati, 2007, 164 p. ISBN 9965-754-43-8. (In Russian).
16. Chernen'kova T.V. Reakciya lesnoj rastitel'nosti na promy'shlennoe zagryaznenie [The reaction of forest vegetation to industrial pollution]. Moscow, Nauka, 2002, 190 p. (In Russian).
17. Ajdarhanova G.S., Izbastina K.S., Kozhina ZH.M., Sadyrbekov D.T. Izmenchivost' sostava efirny'h masel v hvoe Pinus sylvestris L. na territorii GNPP «Burabaj» i g. Nur-Sultan [Variability of essential oils composition in Pinus sylvestris L. needles in the territories of Burabay SNNP and Nur-Sultan]. *Izvestiya Nacional'noj akademii nauk Respubliki Kazahstan*, 2022, vol. 2, no. 451, pp. 6–21. <https://doi.org/10.32014/2022.2518-1491.98>. (In Russian).
18. Grigorenko A.V., Gribov A.I. Morfometricheskie parametry' hvoi, e'lementny'j sostav hvoi i komponentny'j sostav e'firnogo masla Pinus sylvestris L. Minusinskogo bora v usloviyah antropogennogo zagryazneniya [Morphometric parameters of needles, elemental composition of needles and compositional breakdown of Pinus sylvestris L. essential oil of the Minusinsk pine forest under conditions of man-made pollution]. *Vestnik Permskogo universiteta*, 2015, no. 4, pp. 359–365. (In Russian).

Сведения об авторах:

Брагина Татьяна Михайловна* – доктор биологических наук, профессор кафедры естественно-научных дисциплин, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, Тәуелсіздік 118; главный научный сотрудник Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), Российская Федерация, 344002, г. Ростов-на-Дону, ул. Береговая, 21в, тел.: +77017279388, tm_bragina@mail.ru.

Шван Людмила Викторовна – обучающийся магистратуры по образовательной программе 7M01501 «Биология», НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы»; учитель биологии КГУ «Школа-лицей №1 отдела образования города Костаная» Управления образования акимата Костанайской области; Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, мкрн Юбилейный, 10; тел.: 87774420637, e-mail: shvanl@inbox.ru.

Брагина Татьяна Михайловна* – биология ғылымдарының докторы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, жаратылыстану-ғылыми пәндер кафедрасының профессоры, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Тәуелсіздік, 118; Жалпыресейлік балық шаруашылығы және океанография ҒЗИ Азов-Қара теңіз филиалының бас ғылыми қызметкері, Ресей Федерациясы, 344002, Дондағы Ростов қ., тел.: + 77017279388, e-mail: tm_bragina@mail.ru.

Шван Людмила Викторовна – 7M01501 «Биология» білім беру бағдарламасы бойынша магистратурада білім алушы, 2 курс магистранты, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ; Қостанай облысы әкімдігінің білім басқармасының «Қостанай қаласы білім бөлімінің №1 мектеп-лицейі» КММ биология пәнінің мұғалімі, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Юбилейный шағын ауданы, 10; тел.: 87774420637, e-mail: shvanl@inbox.ru.

Bragina Tatyana Mikhailovna – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of natural sciences, «Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University» NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 118 Tauelsizdik Str.; chief scientific researcher, Azov-Black Sea Branch of the FSBSI “VNIRO” (“AzNIIRKH”), Russian Federation, 3440002, Rostov-on-Don, tel.: +77017279388, e-mail: tm_bragina@mail.ru.*

Shvan Lyudmila Viktorovna – Master’s student, (2d academic year), 7M01501 “Biology” educational program, «Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University» NLC; biology teacher of the “Lyceum-school №1 of the Kostanay education bureau” of the Education Department of the Kostanay region akimat, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 10 Yubileiniy micro district, tel.: 87774420637, e-mail: shvanl@inbox.ru.

XFTAP 68.37.33

ӨӘЖ 632.51

https://doi.org/10.52269/22266070_2024_2_46

NO-TILL ТЕХНОЛОГИЯСЫНДАҒЫ ГЕРБИЦИДТІҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ЭКОНОМИКАЛЫҚ ТИІМДІЛІГІ

Елеуов Б.М. – а.ш.ғ.м., 6D080100 – Агрономия мамандығы бойынша докторантураның білім алушысы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы.*

Калимов Н.Е. – а.ш.ғ.к., Агрономия кафедрасының қауымдастырылған профессорының м.а., «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы.

Жарлығасов Ж.Б. – а.ш.ғ.к., зерттеулер, инновациялар және цифрландыру жөніндегі проректор, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы.

Нугманов А.Б. – а.ш.ғ.к., ауыл шаруашылығы ғылымдары факультетінің деканы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы.

Мақалада no-till технологиясындағы гербицидтің биологиялық және экономикалық тиімділігі анықталды. Зерттеулер 2019-2021 жылдар аралығында Қостанай облысы Қостанай ауданы Заречное ауылындағы «Заречное «Ауылшаруашылық тәжірибе станциясы» ЖШС-нің нөлдік технологиямен өңделетін тәжірибелік танабында жүргізілді. Зерттеудің мақсаты – алынған өнімге гербицидтердің әсерін анықтау болып табылады. Міндеттері: нөлдік технологиясымен өсірілген жаздық бидай егістері орналасқан Қостанай облысы Қостанай ауданы Заречное ауылындағы «Заречное «Ауылшаруашылық тәжірибе станциясы» ЖШС-нің тәжірибелік учаскісінің орташа ауа температурасы, жауын-шашын мөлшері және орташа ауа ылғалдылығының көрсеткіштерін (он күндік пен оның орташа сомасы есебімен) зерттеу және талдау, сонымен қатар бір жылдық қосжарнақты, соның ішінде 2,4-Д және 2М-4Х-қа төзімді және кейбір көпжылдық қосжарнақты арамшөптеріне қарсы гербицидтің (2,4-Д (2-этилгексил эфирі) 410 г/л + флорасулам 7,4 г/л) әртүрлі дозаларының биологиялық және экономикалық тиімділігін анықтау. Масақтарды жинау және бастыру 2 есе қайталап жүргізілді. Егін мемлекеттік стандартқа сәйкес өнімнің стандартты ылғалдылығына келтіріліп ц/га-ға қайта есептелді. Нөлдік технологиясымен өсірілетін жаздық бидай егістерінің ауа-райының ерекшеліктері және бір жылдық қосжарнақты, соның ішінде 2,4-Д және 2М-4Х-қа төзімді және кейбір көпжылдық қосжарнақты арамшөптеріне қарсы гербицидтің тиімділігі егжей-тегжейлі көрсетілген.

Түйінді сөздер: нөлдік технология, гербицид, өсімдіктерді қорғау, арамшөптер, жаздық бидай.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ И ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДА В ТЕХНОЛОГИИ NO-TILL

Елеуов Б.М. – м.с.-х.н., обучающийся докторантуры по специальности 6D080100 – Агрономия, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан.*

Калимов Н.Е. – к.с.-х.н., и.о. ассоциированного профессора кафедры Агрономия, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан.

Жарлығасов Ж.Б. – к.с.-х.н., проректор по исследованиям, инновациям и цифровизации, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан.

Нугманов А.Б. – к.с.-х.н., декан факультета сельскохозяйственных наук, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан.