

Список литературы

1. Кавецький, В.М. Екотоксикологічна оцінка українських фосфоритів по вмісту важких металів / В.М. Кавецький, М.А. Макаренко, Г.О. Буожис // *Натураліст*. – 1998. – № 3–4. – С. 5–7.
2. Медведовський, О.К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві / О.К. Медведовський, І.П. Іваненко. – К.: Урожай, 1988. – 208 с.
3. Слюсар, І.Т. Вплив сільськогосподарського використання на родючість торфо-болотних ґрунтів / І.Т. Слюсар // *Агрохімія і ґрунтознавство*. – 1983. – Вип. 46. – С. 56–60.
4. Содержание тяжелых металлов и токсических элементов в фосфорных удобрениях. – Информационное сообщение. – БелНИИ экономики и информатики АПК, 1995.
5. Тараріко, Ю.О. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур: методичні рекомендації / Ю.О. Тараріко. – К.: Нора-прінт, 2001. – 60 с.
6. Трохтенберг, И.М. Тяжёлые металлы как потенциально токсичные вещества и загрязнители производственной и окружающей среды / И.М. Трохтенберг, В.П. Луковенко. – К.: Знание, 1990. – 19 с.
7. Уточкин, В.Г. Основные аспекты и методологические особенности агрохимической оценки сырьевых источников питательных веществ / В.Г. Уточкин, И.Н. Чумаченко, Б.А. Сушеница // *Химия в сельском хозяйстве*. – 1995. – №6. – С. 5–9.
8. Шевчук, М.Й. Розробити заходи підвищення агрохімічної ефективності фосфоритного борошна / М.Й. Шевчук, В.А. Гаврилук, П.П. Денисюк, Л.В. Васюк, О.А. Власюк // *Науковий звіт за 1999 рік*. – Луцьк, 1999. – 22 с.
9. Шевчук, М.Й. Ефективність використання місцевих фосфоритів на основних типах ґрунтів Західного регіону України / М.Й. Шевчук, В.А. Гаврилук // *Зб. наук. статей і доповідей*. – Луцьк: Надстир'я. – 1997. – С. 19–26.

УДК 631.62+502.7(476)

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ЭДАФИЧЕСКИЕ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ В ДЕНДРОКЛИМАТОЛОГИЯХ ХВОЙНЫХ ПОРОД НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Матюшевская Е.В.

Учреждение образования «Белорусский государственный университет»,
г. Минск, Республика Беларусь, katerina.vm@gmail.com

Long-term dynamics of the tree-ring growth of spruce and pine in the changing climatic conditions (solar radiation, air temperature and precipitation) on the territory of Belarus is determined by regional and local edaphic factors.

Современные динамичные климатические реалии Беларуси, на фоне периодических изменений климата в Северном полушарии, должны

отразиться на состоянии природной среды, прежде всего на устойчивости лесов в настоящее время и в ближайшей перспективе. Под устойчивостью лесов следует понимать сохранение ими способности реагировать на погодичную изменчивость погодно-климатических факторов, реализуя свой биопродукционный потенциал в нарастании стволовой массы (радиального прироста). При этом необходимо учитывать антропогенные факторы: техногенное загрязнение и осушительную мелиорацию (особенно в Полесье).

Потеря устойчивости лесов при нестабильной экологической ситуации может выразиться в снижении погодичной изменчивости радиального прироста под влиянием погодно-климатических факторов вплоть до постоянного его угнетения. Возникшая проблема устойчивости лесов Беларуси в современных климатических реалиях в условиях антропогенного воздействия (осушительная мелиорация и техногенное загрязнение) может стать еще более острой. Современное их состояние является частью ситуации деградации и отмирания лесов в Северном полушарии в целом, занимающей заметное место в перечне экологических проблем планетарного масштаба с 1980-х гг. [1]. До настоящего времени нет единого понимания этой деградации. Отсюда вытекает чрезвычайно важная задача выяснения причин этого явления и прогноз его развития на региональном уровне.

Географическое положение Беларуси в лесной зоне умеренного климатического пояса предоставляет возможность организации и проведения дендроиндикационных исследований, результаты которых будут способствовать расширению знаний о сущности временной и пространственной изменчивости природной среды и пониманию участия антропогенных факторов в ее динамике.

Рациональное использование и охрана лесных ландшафтов выступает одной из важнейших задач природоведческих наук, с решением которой связаны экологическая безопасность и прогноз общественного развития Беларуси. Наиболее сложным и слабо разработанным вопросом является оценка ресурсных и экологических последствий для лесов под влиянием современных изменений климата. При этом обостряется проблема выявления соотношения естественных и антропогенных факторов в состоянии и продуктивности лесных экосистем. По этой причине выделение каждого из них связано со значительными трудностями методического порядка, преодоление которых представляется необходимым для исследования данной проблемы.

Выполнение исследования обязано быть ориентированным на изучение временной динамики изменчивости продукционного процесса, отраженного в нарастании стволовой массы под влиянием естественных и антропогенных факторов. При этом необходимо учитывать территориальную составляющую, отражающую географические закономерности исследуемых явлений. Как показывает опыт подобных исследований в США, России, Канаде, Швеции и других странах, в качестве индикатора, позволяющего оценить изменения в лесных ландшафтах, выступает годичное кольцо.

Согласно предложенной Институтом леса СО РАН [2] концепции дендроклиматического мониторинга, включающей выбор объектов и организацию сети базовых, региональных и локальных тест-полигонов и мониторинговых участков, территория Беларуси рассматривается в качестве базового тест-полигона для Атлантико-континентальной области лесов

умеренного пояса. При сравнительно небольшой размерности равнинной территории Беларуси (протяженность с запада на восток 650 км, с севера на юг 560 км) климатические условия, несмотря на их пространственную и временную изменчивость, характеризуются относительной однородностью. Горизонтальный градиент температуры в восточном направлении составляет - 0,3 °С, в южном -0,4 °С на 100 км.

Согласно концепции дендроклиматического мониторинга, для изучения связи «климат – радиальный прирост» тестовые участки целесообразно было бы располагать на удалении до 250 км, т. е. на удалении, в пределах которого изменение климатических величин на равнинных территориях незначительно. В этом случае достаточно было бы динамику радиального прироста под влиянием изменчивости климата исследовать на 5 тестовых участках, располагая их на плакорах в центре Беларуси и на удалении до 150–200 км по сторонам света. Именно на плакорах растительность реализует климатический потенциал природной зоны.

Наращение стволовой массы древостоя есть результат взаимодействия множества прямо или косвенно действующих факторов биологического и экологического порядка. Важнейшим прямо действующим фактором служит питание растений: корневое (почвенный раствор) и атмосферное (солнечная радиация). Эдафические условия лесной растительности на равнинной территории Беларуси характеризуются исключительной пестротой, которая определяет неоднозначность реакции древесных пород на изменчивость климатических факторов, оказывающих непосредственное влияние на образование почвенного раствора.

До настоящего времени слабо изученным остается воздействие самых непостоянных компонентов климатической системы – прямой и рассеянной солнечной радиации на состояние и стволовую продуктивность древостоя. Публикации по этой проблеме практически отсутствуют, в то время как основное внимание уделено изучению влияния солнечной активности, температуры воздуха и осадков на изменчивость радиального прироста.

Оценить состояние лесных экосистем в условиях постоянно меняющихся природно-экологических и антропогенных факторов можно только по индикационному параметру самих экосистем – радиальному приросту. Именно он является объективным показателем происходящих изменений в природной среде и не зависит от субъективного восприятия ее трансформаций. Пестрота эдафических условий их местонахождения заставляет самое пристальное внимание уделить локальному анализу с позиций дендрохронологии и дендроклиматологии дендрокольцевой информации, которая может быть получена только при экспедиционных полевых исследованиях.

Исследования выполнялись на тест-полигонах следующей ландшафтной приуроченности (с указанием полученных одновозрастных древесно-кольцевых хронологий и общего количества кернов древесины, отобранных возрастным буром при полевых экспедиционных исследованиях) в Поозерье, Центральной Беларуси и Полесье в 2000–2011 гг. [3]:

- верховые болота (тип леса: сосняк багульниково-сфагновый – 16 хронологий, 360 кернов),

- холмистые и локальные платообразные возвышенности краевых зон оледенений и основных моренных полей (типы леса: ельник мшистый и е. черничный – 15 хронологий, 215 кернов; сосняк мшистый и с. черничный – 36 хронологий, 394 керна),

- песчаные равнины Полесья различного происхождения с автоморфными и заболоченными почвами (типы леса: ельник мшистый и е. черничный – 23 хронологии, 271 керн; сосняк мшистый и с. черничный – 22 хронологии, 347 кернов),

- лесопарковые насаждения в Минске, Могилеве, Мозыре и Браславе (ель – 5 хронологий, 87 кернов; сосна – 8 хронологий, 118 кернов).

Эдафические условия насаждений на тест-участках определялись литофациальной основой ландшафтов и гидрогеологическими условиями (глубиной залегания первого от поверхности водоносного горизонта) и увлажнением атмосферными осадками. В результате выполненного дендроклиматического анализа выявлено, что территория Беларуси относится к зоне пониженной климатической чувствительности хвойных пород-лесообразователей к изменчивости климатических условий (температуры и осадков).

Общая во времени (одновременная) реакция экологически неравнозначных ели и сосны проявилась во всех экотопах в перемене чувствительности к этим климатическим факторам, которая наступала одновременно в переломные годы: в 1940 г. (при переходе от влажной эпохи к неустойчиво влажной) и в 1976 г. (при сокращении притока прямой солнечной радиации). Наименьшая чувствительность ели и сосны к этим факторам была при похолодании климата и сокращении осадков в 1941–1976 гг. [4].

Наибольшую чувствительность к изменчивости климатических факторов ель и сосна на территории Беларуси приобрели после переломного момента в 1976 г. Индексный прирост с возросшей дисперсией оказался в статистически значимой зависимости от климатических факторов (температуры воздуха и осадков), которая дифференцировалась по территории в соответствии с зонально-региональной принадлежностью насаждений и локальными условиями их экотопов [4].

Реакция этих хвойных пород на изменчивость климатических условий при глубоком залегании грунтовых вод определялась субстратом, от которого зависит почвенное питание растения. На плодородных почвах на лессовидных суглинках (средняя полоса Беларуси) и моренных отложениях с богатым минералогическим составом (Поозерье) изменчивость радиального прироста ели коррелировала с атмосферными осадками.

Максимальную стволовую продуктивность ель в этих эдафотопях имела в 1940–1960-е гг. при похолодании климата. После аномально холодной поздней осени и суровых зим на территории Беларуси, следовавших за извержением вулканов Святой Елены (1980 г.), Эль-Чичона (1982 г.) и Пинатубо (1991 г.), ситуация с елью на лессовидно-суглинистом субстрате становилась критической, что и проявлялось в её массовом усыхании.

Региональной особенностью ландшафтов Белорусского Полесья является то, что их литофациальной основой на преобладающей площади региона являются третичные кварцевые пески, перемытые и переотложенные водно-ледниковыми потоками, речными и озерными водами в четвертичное

время. Угнетение сосны на них отмечено во второй половине XIX столетия при завершении малой ледниковой эпохи.

Важнейшим экологическим фактором погодичной изменчивости радиального прироста у сосняка мшистого на автоморфной слабо развитой почве с этим литологическим сложением служит рассеянная радиация, а у сосняка черничного на иллювиально-гумусово-железистом подзоле – метеорологические условия (температура воздуха и осадки) безлиственного периода.

Именно смена литофациальных условий эдафотопы привела к компенсации экологических факторов: недостаток корневого минерального питания растений компенсировался более активным усвоением солнечной энергии (прямо у сосняка мшистого) или метеорологическими условиями периода покоя (косвенно у сосняка черничного).

Эти локальные различия отражают своеобразие плодородия и водных условий эдафотопов для стволовой продуктивности важнейшей лесобразующей породы в полесском регионе, литологической основой которого являются кварцевые пески. В целом, изменение климата в XX в. (от влажного к неустойчиво влажному, от похолодания к потеплению) слабо отразилось в общем ходе многолетней изменчивости радиального прироста, хотя и вызывало возмущения в дендрохронологиях.

Без привлечения гелиорадиационного фактора (резкого сокращения солнечной радиации после 1976 г.) невозможно объяснить одновременное, не только в Полесье, но и на всей территории Беларуси, изменение реакции ели и сосны на возникшие гидротермические условия. На минералогически бедных автоморфных почвах на кварцевых песках Полесья лимитирующим фактором для ели выступает прямая солнечная радиация, для сосны – рассеянная. Реакция ели и сосны на изменчивость метеофакторов обострилась при их угнетении, наступившем после 1976 г. с сокращением в атмосфере солнечной радиации при быстром росте суммарной годовой продолжительности меридиональной южной циркуляции, т. е. стремительным выходом циклонов из низких широт в высокие (по Кононовой [5]).

Важнейшее значение после 1976 г. приобрели температурные условия и осадки безлиственного периода. Проведенное исследование показало, что на почвах с плотным иллювиально-гумусово-железистым горизонтом и мощной лесной подстилкой после понижения грунтовых вод изменчивость радиального прироста стала больше определяться температурными условиями безлиственного, а не вегетационного периода по сравнению с атмосферными осадками.

Растущие на почвах с близкой грунтовой водой древесные растения не используют минеральные ресурсы почвы. После понижения грунтовых вод, сопровождающего осушительную мелиорацию, увеличение годичного прироста могло произойти за счет вовлечения минеральных ресурсов лесной подстилки в корневое питание, потребность в котором возросла при потеплении климата.

Главным источником минерального питания древесных растений является аммонийный и нитратный азот, возникающий при минерализации свежего органического вещества [6]. Максимальная интенсивность минерализации наблюдается весной. Наиболее плотно микроорганизмами

заселена подстилка, и именно в ней выражена сезонная динамика численности и биомассы различных групп почвенных микроорганизмов [7].

Кроме хорошей аэрации и влажности почвы, необходимым условием поддержания ее биологической активности является температура. Интенсивность отмирания микрофлоры в холодный период зависит от температурных условий. По всей видимости, аномальные морозы при маломощном снежном покрове или без него могут подавить микробиологическую активность подстилки, от минерализации которой зависит приготовление почвенного раствора, необходимого для питания растения.

Возникшие при потеплении климата после 1976 г. контрастные погодные условия безлиственного периода (аномально теплые и суровые (с маломощным снежным покровом или без него) позднесенние и зимние месяцы) отразились на жизнеспособности почвенной микрофлоры. Как следствие, возникающая недостаточность в азотном и минеральном питании древесного растения на фоне изменения гелиорадиационного фактора определило его положительную реакцию на изменчивость температурных условий безлиственного периода.

Таким образом, многолетняя динамика радиального прироста ели и сосны в изменяющихся погодно-климатических условиях (солнечная радиация, температура воздуха и осадки) на территории Беларуси определяется региональными и локальными эдафическими факторами.

Список литературы

1. Манько, Ю.И. Усыхание ели в свете глобального ухудшения темнохвойных лесов / Ю.И. Манько, Г.А. Гладкова. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 228 с.

2. Шиятов, С.Г. Методические основы организации системы дендроклиматического мониторинга в лесах азиатской части России / С.Г.Шиятов, Е.А. Ваганов // Сибирский экол. журнал. – 1998. – Т. 5. – № 1. – С. 31–38.

3. Дендроклиматические исследования в хвойных лесах Беларуси / В.Н. Киселев [и др.]// Антропогенная трансформация ландшафтов: сб. научн. статей. – Минск: БГПУ – 2012. – С. 66–68.

4. Хвойные леса Беларуси в современных климатических условиях (дендроклиматический анализ) / В. Н. Киселев [и др.] – Минск: Право и экономика – 2010. – 202 с.

5. Кононова, Н.К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б.Л. Дзердзеевскому / Н.К. Кононова – М: Воентехиниздат, 2009. – 372 с.

6. Смольянинов, И. И. Как и чем питается лес / И.И. Смольянинов, О.А. Климова. – М.: Лесн. пром-сть. – 1978. – 121 с.

7. Головченко, А.В. Сезонная динамика численности и биомассы микроорганизмов по профилю почвы / А.В. Головченко, Л.М. Полянская // Почвоведение. – 1996. – № 10. – С. 1227–1283.

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ЗА ПОСЛЕДНИЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ

Мельник В.И., Комаровская Е.В.

Государственное учреждение «Республиканский гидрометеорологический центр», г. Минск, Республика Беларусь, mel@hmc.by

Obtained researches` results showed that some features in trends of changing of the main climatic characteristics for the last two decades of warming on the territory of Belarus do exist (1989 to 1998 and 1999–2008 in comparison to the climate norm adopted by the WMO during 1961–1990). In general, the second decade of warming period (1999–2008) has been defined more warm than the first decade by 0,5 ° C. Over the last decade (1999–2008) a shift of warming period on summer and autumn months and December has been noted. For the first time, change in the number of days with precipitation for the warming period has been researched.

Введение

Наблюдения за состоянием климата на территории Республики Беларусь проводятся по единым методикам на государственной сети гидрометеорологических наблюдений. Оценки изменения климатических характеристик проводятся на основе сравнения ежегодных данных наблюдений со средними климатическими характеристиками за предшествующие годы, а также климатическими нормами, вычисленными по 30–летним периодам предыдущих рядов наблюдений.

На протяжении почти всего XX века до конца восьмидесятых годов кратковременные периоды потеплений на территории Беларуси сменялись близкими по величине и продолжительности периодами похолоданий. Потепление, не имеющее себе равных по продолжительности и интенсивности, началось в 1989 году резким повышением температуры зимой. Начавшееся потепление продолжалось и все последующие годы, включая и последние годы.

Современные оценки изменения климата на территории Республики Беларусь

Начавшееся потепление в конце 80–х годов прошлого столетия продолжалось и все последующие годы, включая и последние годы. Особенность нынешнего потепления не только в небывалой его продолжительности, но и в более высокой температуре воздуха, которая в среднем за 25 лет (1989–2013) превысила климатическую норму на 1,1°C. (Исключением стал лишь 1996 г., когда средняя годовая температура воздуха была несколько ниже нормы). Из 20–ти самых теплых лет, начиная с послевоенного периода (1945 года), 17 лет приходятся на период 1989–2013 годы (рисунок 1).