

С. В. Ребко, Л. Ф. Поплавская, П. В. Тупик*Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь,
e-mail: rebko@belstu.by, poplavskaya@belstu.by, pavel_tupik@belstu.by***РОСТ И СОСТОЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЭКОТИПОВ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ В БЕЛАРУСИ**

Аннотация. Приведены результаты оценки роста и продуктивности шести климатических экотипов (климатипов) ели европейской, произрастающих в Беларуси, выявлены климатипы с низкой устойчивостью к язвенному раку и изменившимся погодно-климатическим условиям. Проведена селекционная инвентаризация всех климатипов с распределением их по селекционным категориям. Установлена корреляция между показателями роста, продуктивности, устойчивости, селекционной ценности и погодно-климатическими факторами мест происхождения семян. Выявлена наиболее тесная связь между показателями роста, устойчивостью к язвенному раку и средней температурой, а также с географическими координатами мест заготовки семян. Дана ранговая оценка климатических экотипов ели европейской для условий Беларуси при селекции ее на продуктивность и устойчивость.

Ключевые слова: ель европейская, климатип, географические культуры, рост, продуктивность, устойчивость, селекционная ценность, климатические факторы, ранговая оценка

S. U. Rabko, L. F. Papluskaya, P. V. Tupik*Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus,
e-mail: rebko@belstu.by, poplavskaya@belstu.by, pavel_tupik@belstu.by***GROWTH AND STATE OF CLIMATIC ECOTYPES OF EUROPEAN SPRUCE IN BELARUS**

Abstract. The results of the assessment of the growth and productivity of six climatic ecotypes (climatypes) of European spruce growing in Belarus are presented, climatotypes with low resistance to ulcerative cancer and changed weather and climatic conditions are identified. Breeding inventory of all climatotypes was carried out with their distribution by breeding categories. Correlation between the indicators of growth, productivity, resistance, breeding value and weather and climatic factors of the places of origin of seeds has been established. The closest relationship revealed growth rates, resistance to ulcerative cancer and average temperature, as well as with the geographical coordinates of seed harvesting sites was established. The rank assessment of climatic ecotypes of European spruce for the conditions of Belarus in its selection for productivity and sustainability is given.

Keywords: European spruce, climatype, geographical crops, growth, productivity, stability, breeding value, climatic factors, ranking

С. У. Рабко, Л. Ф. Паплаўская, П. В. Тупік*Беларускі дзяржаўны тэхналагічны ўніверсітэт, Мінск, Беларусь,
e-mail: rebko@belstu.by, poplavskaya@belstu.by, pavel_tupik@belstu.by***РОСТ І СТАН КЛІМАТЫЧНЫХ ЭКАТЫПАЎ ЕЛКІ ЕЎРАПЕЙСКАЙ У БЕЛАРУСІ**

Анотацыя. Прыведзены вынікі ацэнкі росту і прадуктыўнасці шасці кліматычных экатыпаў (кліматыпаў) елкі еўрапейскай, якія растуць у Беларусі, выяўлены кліматыпы з нізкай устойлівасцю да язвавага раку і пагодна-кліматычных умоў, якія змяніліся. Праведзена селекцыйная інвентарызацыя ўсіх кліматыпаў з размеркаваннем іх па селекцыйных катэгорыях. Устаноўлена карэляцыя паміж паказчыкамі росту, прадуктыўнасці, устойлівасці, селекцыйнай каштоўнасці і пагодна-кліматычнымі фактарамі месцаў паходжання насення. Выяўлена найбольш цесная сувязь паміж паказчыкамі росту, устойлівасцю да язвавага раку і сярэдняй тэмпературай, а таксама з географічнымі каардынатамі месцаў нарыхтоўкі насення. Дадзена рангавая ацэнка кліматычных экатыпаў елкі еўрапейскай для ўмоў Беларусі пры селекцыйнае на прадуктыўнасць і ўстойлівасць.

Ключавыя словы: елка еўрапейская, кліматып, географічныя культуры, рост, прадуктыўнасць, устойлівасць, селекцыйная каштоўнасць, кліматычныя фактары, рангавая ацэнка

Введение. Ель европейская является одной из главных лесообразующих хвойных пород на территории Беларуси. В настоящее время еловые насаждения произрастают на площади 611,5 тыс. га и занимают 9,3 % от всей лесопокрытой площади. За последнее десятилетие площадь еловых насаждений сократилась из-за массового усыхания ели, обусловленного изменением климатических условий и, как следствие, ослабления еловых насаждений и поражения их вредителями и болезнями. В этой связи является актуальным поиск климатических экотипов, которые в большей степени будут соответствовать изменившимся условиям и позволят выращивать высокопродуктивные и устойчивые насаждения на территории Беларуси.

Проблемой устойчивости лесных древесных пород, выращиваемых в новых условиях среды, лесоводы стали заниматься в конце XIX в., когда в ряде стран стали использовать для создания лесных культур семена из других географических районов, при этом очень часто такие культуры оказыва-

лись нежизнеспособными или значительно уступали местным по продуктивности, качеству стволов и устойчивости. Проведенные в дальнейшем исследования показали генетическую неоднородность видов древесных растений, произрастающих в различных климатических зонах, и обусловили необходимость выделения географических (климатических) рас, или климатипов.

Географические культуры ели европейской с целью изучения влияния происхождения семян на продуктивность, сохранность и устойчивость закладывают уже более 100 лет. Цель создания таких культур – поиск в пределах ареала более выгодных в хозяйственном отношении экотипов, чем местные, а также определение возможности завоза семян ели из других регионов [1]. Рост и устойчивость древесных растений в географических культурах зависит от климатических и эдафических факторов, а также от наследственных свойств климатипа. Изучению роста географических культур ели посвящены работы П. Г. Мельника, М. Д. Мерзленко [2–4], М. А. Николаевой [5], О. В. Прониной [6], А. В. Иванова [7], О. А. Гвоздухиной [8], Н. А. Деминой [9], И. Т. Кищенко [10], А. М. Шутяева [11], С. Ю. Краснобаевой [12], А. В. Ежова и О. А. Юдиной [13]. В Беларуси изучением географических культур ели занимались П. И. Волович [14], С. А. Савченко и З. С. Поджарова [15], С. Н. Клименкова [16, 17] и др. Особенности формирования еловых лесов в Беларуси и проблемы массового их усыхания изучали Н. И. Федоров, В. В. Сарнацкий, А. А. Сазонов, В. Н. Кухта, В. Б. Звягинцев, А. И. Блинцов [18, 19] и др.

Знание внутривидовой географической изменчивости ели позволили выделить ее климатические экотипы. На территории СССР О. Г. Каппером были выделены четыре климатипа: ель кольская, ель хвойных лесов северо-западного типа, ель хвойных лесов северо-восточного типа и ель хвойно-широколиственных лесов [1]. Однако в пределах этих климатипов условия среды неоднородны, что приводит к необходимости проведения дальнейших исследований и выделения наиболее полным соответствующих экологических типов.

Цель работы – анализ роста и устойчивости шестидесятилетних географических культур ели европейской в условиях Беларуси в связи с изменением погодно-климатических условий для выявления наиболее перспективных климатипов, позволяющих повысить продуктивность и устойчивость еловых насаждений.

Объекты и методы исследований. Первые географические культуры ели на территории Беларуси были в Негорельском учебно-опытном лесхозе (Дзержинский р-н, Минская обл.) весной 1961 г. на площади 0,5 га и включали шесть географических вариантов: минский, витебский, новгородский, вологодский, ивано-франковский, гродненский. Участок, отведенный под географические культуры, представлял собой старую вырубку, вышедшую из-под елового насаждения. Почва на участке – дерново-подзолистая, сильнооподзоленная, супесчаная, на супеси связной, подстилаемой моренным суглинком, а с глубины 180 см – песком связным. Тип условий местопроизрастания – С₂. В качестве посадочного материала использовали трехлетние саженцы ели. Размещении посадочных мест – 2,0 × 0,7 м, исходная густота культур – 7 140 шт./га. Один климатип ели европейской представлен одним участком.

Для создания географических культур ели в Негорельском учебно-опытном лесхозе были получены семена от шести лесохозяйственных учреждений: трех лесохозяйственных учреждений Беларуси, расположенных в двух геоботанических подзонах и трех геоботанических округах, двух предприятий лесного хозяйства России, находящихся в подзоне южной тайги в округе Русской равнины и одного лесохозяйственного предприятия Украины в подзоне широколиственных лесов в округе Восточных Карпат.

Изучение особенностей роста и определение средних показателей высоты, диаметра, класса бонитета и др. проводили по общепринятой в лесоводстве методике [20]. Селекционная инвентаризация насаждений осуществлялась в соответствии с Инструкцией о порядке создания (формирования), выделения и эксплуатации объектов постоянной лесосеменной базы на участках лесного фонда в зависимости от потребности в семенах и посадочном материале лесных растений для лесовосстановления и лесоразведения, утвержденной постановлением Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь № 73 от 19 декабря 2016 г. Коэффициенты корреляции и составление корреляционной матрицы определены с использованием программы Statistic 6.0.

Результаты и их обсуждение. Различия мест происхождения семян обуславливают изменение важнейших экологических факторов внешней среды (табл. 1) [1]. Например, средняя температура воздуха в Новгородской обл. составляет 3,8 °С против 6,8 °С в Ивано-Франковской, сумма осадков соответственно 695 и 582 мм.

Наибольший показатель суммы температур более 10 °С характерен для Неманско-Предполесского геоботанического округа, где произрастает гродненский климатип, а минимальное значение этого показателя – для условий южной тайги (вологодский и новгородский климатипы). В условиях

Таблица 1. Характеристика климата района происхождения семян географических культур ели европейской

Происхождение семян			Продолжительность вегетационного периода, дней	Сумма температур, °С		Среднегодовая температура, °С	Сумма осадков, мм	Гидротермический коэффициент
Лесорастительная подзона	Геоботанический округ	Наименование климатипа		5°С	10°С			
Елово-грабовые дубравы	Березинско-Предполесский	Минский	195	2 540	2 190	5,2	570	1,55
Широколиственно-еловые леса	Западно-Двинский	Витебский	185	2 440	2 110	5,1	660	1,62
Южная тайга	Русская равнина	Новгородский	170	2 190	1 820	3,8	695	1,65
		Вологодский	165	2 070	1 710	2,6	590	1,58
Широколиственные леса	Восточные Карпаты	Ивано-Франковский	210	2 455	1 760	6,8	582	1,32
Елово-грабовые дубравы	Неманско-Предполесский	Гродненский	195	2 630	2 270	6,2	580	1,45

Восточных Карпат показатель суммы температур более 10 °С также ниже по сравнению с условиями Беларуси. Эти показатели иллюстрируют в основном влагообеспеченность территории и выражаются через гидротермический коэффициент Селянинова.

Наиболее низкий уровень влагообеспеченности наблюдается в условиях Восточных Карпат, а наиболее высокий – в условиях южной тайги Русской равнины.

Территория Беларуси характеризуется неоднородностью экологических условий. Наибольшее отличие между условиями произрастания белорусских климатипов проявляется в количестве осадков и показателях средней температуры. Сравнивая гидротермические коэффициенты, можно отметить, что в местах произрастания гродненского климатипа наблюдается более низкий уровень влагообеспеченности по сравнению с условиями витебского и минского климатипов.

При перенесении растений из одной широты в другую важно учитывать также фотопериодическую реакцию растений. Так, продолжительность самого длинного дня в северных широтах (Вологодская и Новгородская обл.) на два часа больше, чем в условиях Восточных Карпат (Ивано-Франковская обл.). Продолжительность самого длинного дня в условиях Беларуси составляет 17 ч 20 мин. Южный климатип, который представлен растениями короткого дня, в Беларуси оказался в условиях более длинного дня, а северные климатипы – в условиях укороченного дня.

Негорельский учебно-опытный лесхоз, в котором созданы географические культуры ели, в соответствии с существующим лесорастительным районированием территории республики относится к зоне хвойно-широколиственных лесов, подзоне елово-грабовых дубрав Неманско-Предполесского лесорастительного района.

По данным Института природопользования НАН Беларуси, установлено, что в 1881–1990 гг. колебания годовой температуры варьировали в пределах нормы (5,9 °С). Период изменения температурного режима в Беларуси наблюдается с 1970-х гг. XX в., причем более значимые климатические изменения фиксируются с 1989 г. [21].

Важной особенностью нынешнего периода потепления является не только его продолжительность, но и более высокая температура, которая в 1989–2018 гг. превысила климатическую норму на 1,3 °С. Из 73 самых теплых лет в течение послевоенного периода (1945–2018 гг.) 20 лет пришлось на 1989–2018 гг. [21, 22]. В период потепления годовое количество осадков значительно не изменилось, однако отмечалось усиление пространственной неравномерности выпадения осадков и формирование засушливых условий. Начиная с 70-х гг. XX в. на фоне потепления в Беларуси наблюдается снижение средней скорости ветра.

Изменение климата в сторону потепления и часто повторяющиеся засухи сказываются на продуктивности и устойчивости лесных насаждений, так как в первую очередь страдают насаждения с участием бореальных видов, находящиеся на границе своего сплошного распространения, к которым относится ель европейская.

Ареал ели на территории Европы состоит из трех областей сплошного распространения: бореальной, или скандинавско-восточноевропейской, карпатской и альпийско-балканской. Территория Беларуси находится в юго-западной части бореальной области, выходя за ее пределы на юге. Основными климатическими факторами, ограничивающими продвижение ели на юг, являются неустой-

чивое увлажнение атмосферными осадками, высокая теплообеспеченность и низкая влажность воздуха в период ее интенсивной вегетации. На территории Полесья при сумме температур выше 10 °С, равной 2 480, и длительности периода с температурой выше 10 °С более 155 дней сплошного распространения ели уже не наблюдается. Повышенная теплообеспеченность сочетается с высоким дефицитом влажности воздуха, который в Полесье составляет в мае – июне 6,7–7,0 мбар [23].

На юго-западной окраине бореальной области, где произрастают еловые насаждения с участием гродненского климатипа, ель распространена повсеместно, хотя теплообеспеченность этого региона достаточно высокая. По сравнению с Полесьем климат здесь более влажный, а также более богатые моренные почвы, что и предопределяет успешный рост такой древесной породы, как ель европейская. Однако при изменении климатических условий (длительные засушливые периоды, снижение уровня грунтовых вод) наблюдалось массовое усыхание ельников в этом регионе. Климатические характеристики мест происхождения семян ели различаются по протяженности вегетационного периода, сумме температур выше 5 и 10 °С, средней температуре, количеству осадков, влагообеспеченности, которая выражается через гидротермический коэффициент, что обусловлено географическими координатами мест происхождения климатипов.

Корреляционные связи показателей роста, продуктивности и устойчивости с климатическими и географическими показателями представлены в табл. 2.

Наиболее тесная связь наблюдается между климатическими характеристиками мест происхождения семян и устойчивости ели к язвенному раку. Коэффициенты корреляции довольно высокие и составляют от –0,54 с суммой осадков и до –0,80 с северной широтой. Существенное влияние на устойчивость ели к язвенному раку оказывает средняя температура, протяженность вегетационного периода и географическое расположение мест происхождения семян.

Таблица 2. Корреляционные связи между характеристикой мест происхождения семян, показателями роста и качественными параметрами деревьев климатипов ели европейской

Характеристика мест происхождения семян	Коэффициенты корреляции						
	Высота	Диаметр	Запас	Сохранность	Степень поражения язвенным раком	Соотношение лучших и худших деревьев	Селекционный выигрыш
Продолжительность вегетационного периода	0,60	0,47	0,22	–0,29	0,79	0,06	0,06
Сумма температур > 5 °С	0,54	0,51	0,07	–0,53	0,44	–0,09	0,05
Сумма температур > 10 °С	0,18	0,27	0,22	–0,66	–0,11	–0,43	0,07
Средняя температура	0,75	0,67	0,37	0,22	0,76	0,19	0,18
Сумма осадков	0,13	0,11	0,07	0,25	–0,54	–0,45	0,54
Северная широта	–0,62	–0,49	–0,26	–0,25	–0,80	–0,23	0,01
Восточная долгота	–0,73	–0,67	–0,39	0,21	–0,65	–0,04	0,26

Примечание: полужирным шрифтом выделены значения коэффициентов корреляции, статистически достоверные при уровне значимости $p = 0,05$.

Показатели роста (средний диаметр и средняя высота) имеют достаточно тесную корреляционную связь с суммой температур выше 5 °С, средней температурой, гидротермическим коэффициентом и северной широтой и восточной долготой. С продвижением на юг и запад показатели роста увеличиваются, а устойчивость к язвенному раку снижается. Общая сохранность географических культур показывает среднюю связь с суммой температур выше 5 °С (–0,53) и более тесную с суммой температур выше 10 °С (–0,66).

Рост ели в высоту, по диаметру и объему определяет характер и скорость накопления запаса древесины в единицу времени с определенной площади. От интенсивности физиологических процессов, протекающих в географических культурах ели под влиянием новых условий внешней среды, зависят высота, диаметр деревьев и запас стволовой древесины.

При адаптации лесных пород к климатическим изменениям значительную роль играет внутри- и межвидовая дифференциация, связанная с фенотипической пластичностью видов и уровнем влияния природных факторов [24].

В ходе исследований экотипов ели европейской установлено, что западные климатипы при переброске семян даже за пределы ареала распространения данной породы достаточно успешно произрастают в культуре. Так, по данным Г. И. Редько, А. Д. Дурсина, в условиях Ленинградской обл. лучшим ростом в молодом возрасте характеризуются культуры ели из семян Белорусско-Балтийского, Днепровско-Припятского и Восточно-Карпатского округов. Установлена положительная корреляционная связь между высотой культур и климатическим индексом ($R = 0,50$) и между высотой и гидротермическим коэффициентом ($R = 0,70 \pm 0,12$) [1].

П. Г. Мельник, Ф. Н. Воронин и М. Д. Мерзленко показали перспективность использования в лесокультурной практике семян происхождения из Восточных Карпат, Беларуси, Прибалтики [4].

Наши исследования показали, что в первые годы жизни наиболее успешным ростом характеризовалась ель из южных и западных районов (ивано-франковская и гродненская). Замедленный рост наблюдался у ели северных вариантов (вологодская и новгородская). Ель минского и витебского происхождения занимала промежуточное место по энергии роста. Данные роста 60-летних культур показывают, что все географические варианты ели европейской в условиях Неманско-Предполесского геоботанического округа подзоны елово-грабовых дубрав являются высокопродуктивными насаждениями, произрастают по I и I^a классам бонитета.

По высоте все исследуемые насаждения климатипов ели европейской имеют близкие значения, данный показатель колеблется от 22,5 м у минского до 23,5 м у гродненского климатипа. Вместе с тем насаждения южного (ивано-франковский) и западного (гродненский) климатипов имеют некоторое преимущество в росте по высоте. Более низкие показатели высоты у древостоев минского и вологодского климатипов. Запас стволовой древесины в возрасте 60 лет колеблется от 409 м³/га в насаждении минского до 737 м³/га на участке гродненского климатипов (табл. 3).

Таблица 3. Лесоводственно-таксационная характеристика насаждений ели европейской в географических культурах

Климатип	Тип леса	Тип условий местопроизрастания	Характеристика по элементу леса										Средний объем одного ствола, м ³	
			Ярус	Состав		Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Сумма площадей поперечного сечения, м ² /га	Полнота	Бонитет	Количество деревьев, шт./га		Запас стволовой древесины, м ³ /га
				Элемент леса	Коэффициент участка									
Минский	Ельник кисличный	C ₂	1	Е	100	60	22,5 ± 0,40	18,2 ± 0,56	39,33	0,94	I	1 457	409	0,28
Витебский	Ельник кисличный	C ₂	1	Е	100	60	23,0 ± 0,45	20,8 ± 0,72	44,01	1,00	I	1 286	491	0,38
Новгородский	Ельник кисличный	C ₂	1	Е	100	60	22,8 ± 0,47	19,9 ± 0,40	61,60	1,50	I	2 014	677	0,34
Вологодский	Ельник кисличный	C ₂	1	Е	100	60	22,6 ± 0,43	18,5 ± 0,62	50,09	1,23	I	1 829	539	0,30
Ивано-Франковский	Ельник кисличный	C ₂	1	Е	100	60	23,4 ± 0,50	21,1 ± 0,52	64,26	1,55	I	1 843	718	0,39
Гродненский	Ельник кисличный	C ₂	1	Е	100	60	23,5 ± 0,50	22,0 ± 0,72	65,67	1,58	I ^a	1 714	737	0,43

Более низкий запас стволовой древесины характерен для насаждений местных климатипов (минский и витебский), у которых этот показатель составляют соответственно 409 и 491 м³ на 1 га, что на более чем 50 % ниже по сравнению с древостоями южного и западного климатипов. Северные климатипы (вологодский и новгородский) по запасам стволовой древесины занимают промежуточное положение. Большое различие в запасах стволовой древесины у географических вариантов связано с показателями роста (средние диаметр и высота), с одной стороны, и количеством сохранившихся растений, с другой, что проявляется в полноте насаждений. Все исследуемые климатипы являются высокополнотными с относительной полнотой от 0,94 в насаждении минского до 1,58 в древостое гродненского климатипов. Древостои местных климатипов (минский и витебский) имеют более низкую полноту, что свидетельствует о быстрой дифференциации деревьев в насаждении и отпаду менее устойчивых генотипов к изменившимся климатическим условиям в последние десятилетия.

Древостои западного и южного климатипов характеризуются высокими запасами стволовой древесины, более 700 м³ на 1 га, что объясняется наследственно обусловленной быстротой роста большинства генотипов данных происхождений. Повышение средней температуры не является для этих климатипов лимитирующим фактором, так как средняя температура их мест происхождения значительно выше.

Неплохие результаты по запасу стволовой древесины показали северные варианты, которые при более низких средних показателях высоты и диаметра имеют более высокую сохранность.

Низкие средние температуры воздуха в местах их произрастания сформировали экотипы, наиболее адаптированные к изменившимся условиям среды, отличающиеся более медленным ростом

и большей устойчивостью к неблагоприятным условиям произрастания. Попад в условия с большей теплообеспеченностью и такими же условиями влагообеспеченности, они имеют показатели роста на уровне местных климатипов, хотя с большей долей в составе древостоя мелких отстающих в росте деревьев. Влияние условий среды наиболее значимо сказывается на сохранности растений.

В табл. 4 приведены сведения о сохранности деревьев ели европейской на исследуемых участках.

Таблица 4. Сохранность географических культур ели европейской

Климатип	Первоначальная густота культур, шт./га	Количество сохранившихся растений, шт./га	Сохранность растений, %
Минский	7 140	1 157	16,2
Витебский	7 140	1 286	18,0
Новгородский	7 140	2 014	28,2
Вологодский	7 140	1 829	25,6
Ивано-Франковский	7 140	1 843	25,8
Гродненский	7 140	1 714	24,0

Анализ полученных данных свидетельствует о наиболее низкой сохранности местных экотипов, что объясняется изменением климатических условий на территории республики за последние десятилетия, к которым местные 60-летние растения оказались менее приспособленными. В этих же изменившихся условиях инорайонные климатипы оказались более приспособленными и показали более высокую сохранность.

Для оценки жизнеспособности географических культур все деревья каждого климатипа разделили на три категории: здоровые без признаков повреждения, ослабленные и сухостойные (табл. 5).

В результате детального обследования было установлено, что основной причиной ослабления деревьев ели является поражение их язвенным раком. Наибольшее количество здоровых деревьев отмечено у северных климатипов – от 68 до 77 %.

Самая высокая степень поражения деревьев ели язвенным раком отмечена у южного ивано-франковского климатипа.

Таблица 5. Распределение деревьев ели европейской по категориям состояния

Климатип	Число деревьев			
	Всего на пробной площади, шт.	Здоровых, шт. (%)	Ослабленных (поврежденных раком), шт. (%)	Сухостойных, шт. (%)
Минский	135	91 (67,4)	11 (8,1)	33 (24,5)
Витебский	126	82 (65,1)	8 (6,3)	36 (28,6)
Новгородский	198	135 (68,2)	6 (3,0)	57 (28,8)
Вологодский	150	116 (77,3)	12 (8,0)	22 (14,7)
Ивано-Франковский	170	63 (37,1)	66 (38,8)	41 (24,1)
Гродненский	152	86 (56,5)	34 (22,4)	32 (21,1)

Среди местных белорусских менее устойчивым к язвенному раку оказался гродненский климатип, у которого степень поражения деревьев составила 22,4 %. Насаждения минского и витебского происхождения показали средний уровень устойчивости к данному заболеванию.

Для проведения селекционной оценки географических культур была проведена селекционная инвентаризация, в результате которой климатипы были распределены по категориям в зависимости от доли участия в них деревьев высокого качества (плюсовые и лучшие нормальные), нормальных и минусовых (табл. 6).

Таблица 6. Селекционная характеристика географических культур ели европейской

Климатип	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Класс бонитета	Полнота	Доля участия деревьев, %			Очищаемость ствола от сучьев, %	Селекционная категория насаждения
					высокого качества	нормальных	минусовых		
Минский	22,5	18,2	I	0,94	21,5	61,9	16,6	47,5	нормальное
Витебский	23,0	20,8	I	1,07	17,7	64,6	17,7	41,3	нормальное
Новгородский	22,8	19,9	I	1,50	18,4	67,5	14,1	34,2	нормальное
Вологодский	22,6	18,5	I	1,23	10,1	67,3	22,6	39,2	нормальное
Ивано-Франковский	23,4	21,1	I	1,55	17,0	31,9	51,1	29,9	минусовое
Гродненский	23,5	22,0	I ^a	1,58	21,6	50,1	28,3	52,0	нормальное

В результате селекционной инвентаризации насаждение из семян ивано-франковского климатипа, которое имеет высокие таксационные показатели, отнесено к категории минусовых, что обусловлено значительным поражением деревьев язвенным раком. Остальные климатипы отнесены к категории нормальных. Анализируя качественные показатели насаждений ели различных климатипов, можно отметить высокую долю содержания высококачественных деревьев у гродненского и минского климатипов, которая составляет соответственно 21,6 и 21,5 %. Кроме того, гродненский климатип характеризуется и самыми высокими таксационными показателями (средняя высота, средний диаметр, бонитет, полнота, запас стволовой древесины), однако из-за наличия большого количества деревьев, пораженных язвенным раком, насаждение не может быть отнесено к категории плюсовых.

У северных климатипов к категории минусовых отнесены мелкие, отстающие в росте деревья (диаметр ствола – 8–12 см). Степень поражения деревьев язвенным раком минимальная. Лучшие показатели по соотношению высококачественных и минусовых деревьев у новгородского климатипа, имеющего и более высокие таксационные показатели среди северных климатипов. Оценка географических культур должна учитывать все важнейшие их количественные и качественные показатели. Каждому климатипу по признакам, принятым для оценки, присваивается ранг. Число рангов равно числу климатипов в культурах. Ранг 1 присваивается климатипу, деревья которого имели лучшие показатели, а ранг 6 – с наихудшими показателями (табл. 7).

Таблица 7. Сравнительная оценка климатипов ели европейской в географических культурах Негорельского учебно-опытного лесхоза

Климатип	Ранг по отдельным показателям							
	Высота	Диаметр	Запас	Сохранность	Степень поражения язвенным раком	Доля высококачественных деревьев	Доля минусовых деревьев	Средний ранг
Минский	6	6	6	6	4	2	2	4,6
Витебский	3	3	5	5	2	4	3	3,6
Новгородский	4	4	3	1	1	3	1	2,4
Вологодский	5	5	4	3	3	6	4	4,3
Ивано-Франковский	2	2	2	2	6	5	6	3,6
Гродненский	1	1	1	4	5	1	5	2,6

Самый высокий ранг (2,4 и 2,6) имеют культуры, выращенные из семян новгородского и гродненского климатипов. Хорошо растут культуры ивано-франковского климатипа, однако они значительно уступают остальным вариантам по устойчивости и качественным показателям. Аналогичный ранг с ивано-франковским имеют культуры из семян, культивированных в витебском регионе. По большинству показателей у них средний ранг, за исключением сохранности и, следовательно, запаса стволовой древесины. Хуже показатели роста у культур, выращенных из семян минского и вологодского климатипов, хотя у первых хорошие селекционные показатели, которые оценены рангом 2. Медленный рост и низкую сохранность минского климатипа можно объяснить изменившимися климатическими условиями, к которым местный экотип не смог адаптироваться. В начальном периоде роста, когда климатические условия были стабильны, рост культур данного климатипа оценивался как средний.

Заключение. Таким образом, в условиях Беларуси при селекции ели на продуктивность необходимо использовать лучшие генотипы гродненского, ивано-франковского и витебского климатипов, на устойчивость к абиотическим и биотическим факторам – новгородский климатип. Из белорусских климатипов заслуживает внимания витебский, который имеет средние показатели роста, устойчивости и селекционной ценности. В дальнейших исследованиях нами будут продолжены работы по изучению товарности древостоев различных климатипов ели европейской и определению физико-механических свойств древесины.

Список использованных источников

1. Редько, Г. И. Географические культуры ели / Г. И. Редько, А. Д. Дурсин. – Ленинград: ЛТА, 1982. – 59 с.
2. Мельник, П. Г. Развитие и рост всходов ели разного географического происхождения в зависимости от числа семян / П. Г. Мельник // Лесопользование и воспроизводство лесных ресурсов: сб. науч. тр. МГУЛ. – 1994. – № 275. – С. 110–116.
3. Мерзленко, М. Д. Лесоводственная и генетическая ценность географических лесокультур / М. Д. Мерзленко, П. Г. Мельник // Докл. ТСХА. – 1997. – № 268. – С. 102–106.
4. Мельник, П. Г. Географическая изменчивость экотипов ели в фазе чащи / П. Г. Мельник, Ф. Н. Воронин, М. Д. Мерзленко // Лесной вестн. Экология. – № 6. – 2013. – С. 148–154.
5. Николаева, М. А. Рост и репродуктивные особенности ели в географических культурах Ленинградской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01 / М. А. Николаева; С.-Петербург. науч.-исслед. ин-т лес. хоз-ва. – СПб., 2005. – 24 с.

6. *Пронина, О. В.* Качество древесины ели разного географического происхождения в условиях Центральной России: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01 / О. В. Пронина; Моск. гос. ун-т леса. – М., 2008. – 21 с.
7. *Иванов, А. В.* Особенности фенологии и репродукции ели в географических культурах южной подзоны тайги: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01 / А. В. Иванов; Моск. гос. ун-т леса. – М.: МГУЛ, 2012. – 20 с.
8. *Гвоздухина, О. А.* Географические культуры ели в Архангельской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01 / О. А. Гвоздухина; Арханг. гос. техн. ун-т. – Архангельск, 2014. – 20 с.
9. *Демина, Н. А.* Состояние, рост и продуктивность климатипов ели в географических культурах Республики Коми: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01 / Н. А. Демина. – Сев. (Аркт.) федер. ун-т им. М. В. Ломоносова. – Архангельск, 2014. – 23 с.
10. *Кищенко, И. Т.* Влияние климатических факторов на сезонное развитие хвойных лесообразующих видов в таежной зоне / И. Т. Кищенко // Изв. вузов. Лесной журн. – 2020. – № 3. – С. 72–82.
11. *Шутяев, А. М.* Географические культуры видов ели в Центральном Черноземье / А. М. Шутяев // Лесоведение. – 1995. – № 3. – С. 8–18.
12. *Краснобаева, С. Ю.* Лучшие климатипы ели обыкновенной в географических культурах Республики Татарстан / С. Ю. Краснобаева // Лесотехн. журн. – 2013. – № 2 (10). – С. 31–37.
13. *Ежов, А. В.* Формовое разнообразие географических культур ели на Европейском Севере России (Архангельская область) / А. В. Ежов, О. А. Юдина // Успехи соврем. естествознания. – 2022. – № 2. – С. 7–13.
14. *Волович, П. И.* Изменчивость ели обыкновенной разного географического происхождения и лесосеменное районирование в БССР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01 / П. И. Волович; Белорус. технол. ин-т им. С. М. Кирова. – Минск, 1987. – 18 с.
15. *Савченко, С. А.* Культуры сосны и ели разного географического происхождения в Белорусской ССР / С. А. Савченко, З. С. Поджарова // Ботаника. – 1977. – Вып. 19. – С. 53–58.
16. *Клименкова, С. Н.* Зависимость продуктивности климатипов ели европейской в географических культурах Северного лесосеменного подрайона Белорусского лесосеменного района от условий мест происхождения семян / С. Н. Клименкова // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. – Гомель: Ин-т леса НАН Беларуси, 2021. – Вып. 81. – С. 135–144.
17. *Кончиц, А. П.* Влияние эколого-климатических характеристик мест происхождения климатипов ели европейской в географических культурах Северного лесосеменного подрайона Белорусского лесосеменного района на их фенотипические признаки / А. П. Кончиц, А. И. Ковалевич, С. Н. Клименкова // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. – Гомель: Ин-т леса НАН Беларуси, 2021. – Вып. 81. – С. 154–162.
18. *Федоров, Н. И.* Особенности формирования еловых лесов Беларуси в связи с их периодическим массовым усыханием / Н. И. Федоров, В. В. Сарнацкий. – Минск: Технология, 2001. – 180 с.
19. Проблема массового усыхания ельников Беларуси и пути ее решения / А. А. Сазонов [и др.] // Лесное и охотничье хоз-во. – 2013. – № 7. – С. 10–15.
20. Справочник таксатора / В. С. Мирошников [и др.]; под общ. ред. В. С. Мирошникова. – Минск: Ураджай, 1980. – 360 с.
21. Разработать прогноз состояния окружающей среды Беларуси на период до 2035 года: отчет о НИР (закл.) / Ин-т природопользования НАН Беларуси; рук. С. А. Лысенко; исполн. В. С. Хомич [и др.]. – Минск, 2020. – 512 с. – № ГР 20192690.
22. *Логинов, В. Ф.* Изменение климата Беларуси: причины, последствия, возможности регулирования / В. Ф. Логинов, С. А. Лысенко, В. И. Мельник. – Минск: УП «Энциклопедикс», 2020. – 218 с.
23. *Гельтман, В. С.* Географический и типологический анализ лесной растительности Беларуси / В. С. Гельтман. – Минск: Наука и техника, 1982. – 306 с.
24. *Прожерина, Н. А.* Изменение климата и его влияние на адаптацию и внутривидовую изменчивость хвойных пород Европейского Севера России / Н. А. Прожерина, Е. Н. Наквасина // Изв. вузов. Лесной журн. – 2022. – № 2. – С. 9–25. DOI: 10.37482/0536-1036-2022-2-9-25

Поступила 12.05.2022