

П. П. Попов, Л. Т. Жук, М. И. Жук

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ХВОИ ЕЛИ СИБИРСКОЙ НА УРАЛЕ

Хвоя ели часто используется как диагностический признак в таксономическом делении рода *Picea* на виды *Picea abies* L. (Karst.) и *Picea obovata* (Ledeb.). В ботанической литературе (Правдин, 1972) приводятся показатели длины хвои ели европейской 10—25 мм, ели сибирской 7—20 мм. Указывая пределы варьирования данного признака, авторы учитывают изменчивость длины хвои как в индивидуальном, так и в географическом плане. На обширной территории ареалов ели европейской и сибирской имеет место громадное разнообразие условий произрастания древесной растительности, которые играют определенную роль в морфогенезе органов и формировании видов.

Ель сибирская, произрастающая на Урале, испытывает некоторое генетическое влияние ели европейской (Теплоухов, 1872; Сукачев, 1938; Коновалов, 1950; Мамаев, Некрасов, 1968; и др.), что установлено в основном по варьированию размеров шишек и форме семенных чешуй. Влияние это по фенотипическим особенностям шишек незначительно, и большинство авторов считают ель, произрастающую на Урале, елью сибирской.

Сведений о морфологии хвои ели сибирской на Урале очень мало (Юргенсон, 1958). Между тем, как уже указывалось выше, морфологические особенности хвои ели обычно используются при определении вида. В связи с этим представляет определенный интерес изучение морфологических признаков хвои ели сибирской, произрастающей на Урале. С этой целью нами предпринята попытка установить размеры основных параметров хвои ели сибирской в различных лесорастительных районах лесной зоны Урала. Для этого в пунктах, местонахождение и характеристика которых приводятся в табл. 1, было срублено подряд в среднем по 45 деревьев. От каждого из них брались образцы хвои (по 10 шт.) с верхушечного побега и, кроме того, с десяти деревьев — с пе-

Таблица 1. Местонахождение и типы леса объектов исследования

Лесорастительные подзоны	Лесхозы	Тип леса
Северотаежная	Карпинский	Ельник зеленомошно-травяной
Среднетаежная	Красновишерский	Ельник разнотравный
Южнотаежная	Добрянский	Ельник липняковый
»	Ревдинский	Ельник хвощовый
»	Тавдинский	Ельник кислично-хвощовый
Подзона горных южнотаежных и смешанных лесов	Нязепетровский	Ельник разнотравный

риферии середины и нижней части кроны. Число деревьев было взято с расчетом получить данные о размерах длины хвоя с относительной ошибкой 2—3%, учитывая параметры общего варьирования данного признака (Мамаев, 1972). Общее число изученных хвоек 2810 шт.

Подобранные насаждения представляют собой характерные еловые ассоциации для каждого лесхоза и лесорастительного района в целом. В составе еловых древостоев пихта, береза, сосна, липа, осина. Класс возраста VI—VII, полнота 0,6—0,7, бонитет III.

Большая часть измерений выполнена с помощью окулярного микрометра. У каждой хвоинки измерялись длина, ширина, толщина, диаметр центрального проводящего цилиндра и смоляного канала. Определялся абсолютно сухой вес 100 хвоинок. Такие показатели, как объем хвоинки, поверхность и площадь сечения, отношение толщины к ширине (показатель сплюснутости), вычислялись по средним показателям длины, ширины и толщины хвои ели в каждом пункте исследования. Площадь сечения вычислялась как площадь ромба, построенного по средним данным ширины и толщины хвои, объем — умножением площади сечения на длину хвоинки, поверхность по формуле Иванова (Молчанов, Смирнов, 1967).

$$S = 2l \sqrt{a^2 + b^2},$$

где  $S$  — площадь поверхности;  
 $l$  — длина хвои;  
 $a$  и  $b$  — ширина и толщина хвои.

Равнозначные данные были получены при вычислении поверхности через произведение длины хвои на периметр ромба, построенного по данным ширины и толщины.

В результате изучения установлено, что форма хвоинки изменчива как в пределах кроны дерева, так и по длине хвоинки. Форма хвоинки не образует правильного геометрического тела, а лишь приближенно напоминает четырехгранную призму.

Хвоя главного побега основанием прижата к его поверхности. В месте срастания хвои с побегом со стороны последнего хвоя почти плоская — до  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$  длины. Внешняя сторона имеет вид почти равностороннего треугольника с острыми ( $45$ — $55^\circ$ ) углами при основании. В средней части хвоинка четырехгранная, сечение ее образует почти правильный ромб. В верхней части хвоинки этот ромб имеет более выпрямленные углы и по форме сечение больше приближается к квадрату. Ширина хвои между ребрами (где располагаются смоляные каналы) по длине ее неодинакова. Наибольшую величину она имеет в месте соединения с листовой подушечкой; в средней части ребра почти параллельны, постепенно суживаются к вершине. Изменение ширины хвои по длине следующее: на верхушке (в 1 мм от верхушки хвои) — 1,22 мм, на середине — 1,67 мм, у основания — 1,85 мм. Соответствующее изменение толщины хвои составляет 0,83, 1,11, 1,04 мм; диаметра проводящего цилиндра — 325, 462, 390 мк.

Хвоя с середины кроны имеет несколько иную форму. Ширина ее в верхнем сечении 1,08 мм, в среднем — 1,20 мм, в нижнем — 1,04 мм; толщина — соответственно 0,85, 1,07, 0,99 мм; диаметр проводящего цилиндра — 252, 340, 270 мк. В нижней части кроны ширина хвои по сечению сверху вниз следующая: 0,76, 0,84, 0,71 мм; толщина — 0,86, 1,01, 0,87 мм; диаметр проводящего цилиндра — 217, 300, 222 мк.

Приведенные данные показывают, что ширина хвои с верхушечного побега постепенно уменьшается от основания к верхушке, в средней и нижней частях кроны хвоя имеет наибольшую ширину в средней своей части, постепенно уменьшается к вершине и основанию. Толщина хвои и диаметр проводящего цилиндра имеют наибольшие показатели в среднем сечении независимо от

Таблица 2. Биометрические показатели хвои

Место взятия образца	Длина, мм		Ширина, мм	
	крайние варианты	$M \pm m$	крайние варианты	$M \pm m$
На верхушечном				
Карпинск	8,2—15,7	11,26±0,24	1,32—2,08	1,65±0,02
Красновишерск	7,9—17,7	12,20±0,34	1,61—2,10	1,70±0,02
Добрянка	7,9—15,6	11,23±0,25	1,19—2,07	1,57±0,03
Ревда	7,8—15,0	11,26±0,24	1,28—1,97	1,66±0,02
Тавда	9,0—14,6	11,38±0,31	1,51—1,86	1,68±0,02
Нязепетровск	7,0—15,8	12,0±0,30	1,34—2,11	1,72±0,02
В середине				
Карпинск	12,5—18,6	14,40±0,77	0,80—1,58	1,11±0,08
Красновишерск	13,2—18,4	15,57±0,42	0,87—1,49	1,18±0,06
Добрянка	10,6—16,3	13,35±0,47	0,90—1,36	1,15±0,06
Ревда	10,8—15,9	12,89±0,49	1,08—1,43	1,24±0,03
Тавда	11,5—16,2	14,71±0,48	1,02—1,40	1,19±0,05
Нязепетровск	11,8—19,4	15,30±0,45	0,86—1,26	1,05±0,04
В нижней части				
Карпинск	11,1—18,5	13,43±0,84	0,53—1,11	0,81±0,05
Красновишерск	10,9—18,0	14,31±0,84	0,62—1,08	0,77±0,06
Добрянка	10,5—16,7	14,38±0,35	0,50—1,01	0,65±0,05
Ревда	10,7—17,0	14,21±0,67	0,64—0,82	0,76±0,02
Тавда	10,2—17,3	14,47±0,91	0,67—1,05	0,90±0,03
Нязепетровск	12,1—17,6	13,66±0,63	0,57—0,86	0,67±0,03

положения хвои по ярусам кроны. Отношение толщины хвои к ширине ее по ярусам кроны неодинаково, в среднем сечении хвоинки оно составляет: на верхушечном побеге — 0,66, в середине кроны — 0,89, в нижней части кроны — 1,20, т. е. хвоя на верхушке более плоская, в середине кроны сплюснутость уменьшается и в нижней части кроны толщина хвои превосходит ширину, хотя также имеет значительное сжатие, только в другом направлении.

Связь формы хвои с положением в кроне отражает, вероятно, общие изменения в морфологии хвои в зависимости от экологической обстановки ее развития на верхушке, в середине и в низу кроны и свойственная не толь-

## ели сибирской по ярусам кроны

Толщина, мм		Диаметр проводящего цилиндра, мк		Абсолютно сухой вес 100 хвойнок, мг	
крайние варианты	$M \pm t$	крайние варианты	$M \pm t$	крайние варианты	$M \pm t$

## побеги

0,90—1,34	$1,07 \pm 0,01$	321—565	$439 \pm 6$	232—814	$443 \pm 19$
0,79—1,36	$1,07 \pm 0,02$	317—524	$422 \pm 8$	230—790	$510 \pm 20$
0,78—1,26	$1,04 \pm 0,01$	311—542	$414 \pm 7$	182—714	$423 \pm 20$
0,85—1,01	$1,08 \pm 0,01$	355—530	$442 \pm 6$	264—756	$460 \pm 17$
0,97—1,26	$1,12 \pm 0,01$	394—502	$461 \pm 6$	287—637	$470 \pm 21$
0,96—1,28	$1,10 \pm 0,01$	351—546	$461 \pm 6$	254—810	$549 \pm 22$

## кроны

0,95—1,29	$1,12 \pm 0,03$	250—470	$337 \pm 10$	245—708	$386 \pm 41$
1,05—1,28	$1,18 \pm 0,01$	260—450	$342 \pm 10$	350—675	$443 \pm 28$
0,88—1,14	$1,02 \pm 0,01$	240—375	$321 \pm 10$	284—511	$407 \pm 35$
0,98—1,18	$1,07 \pm 0,02$	330—368	$347 \pm 6$	311—516	$388 \pm 17$
0,98—1,12	$1,03 \pm 0,03$	327—389	$342 \pm 20$	213—524	$384 \pm 29$
0,99—1,18	$1,06 \pm 0,03$	252—320	$307 \pm 10$	303—471	$336 \pm 44$

## кроны

0,97—1,27	$1,08 \pm 0,03$	200—340	$261 \pm 10$	132—425	$262 \pm 33$
0,95—1,22	$1,06 \pm 0,03$	189—330	$236 \pm 20$	162—319	$233 \pm 15$
0,95—1,16	$1,07 \pm 0,03$	166—266	$211 \pm 10$	110—328	$225 \pm 24$
0,96—1,17	$1,06 \pm 0,03$	248—282	$259 \pm 4$	182—363	$294 \pm 21$
0,70—1,14	$1,04 \pm 0,07$	165—375	$268 \pm 20$	195—485	$293 \pm 31$
0,90—1,19	$1,05 \pm 0,03$	173—250	$202 \pm 30$	149—256	$210 \pm 12$

ко ели сибирской в данном районе, но и другим видам ели в иных районах.

Биометрические показатели хвои по ярусам кроны по каждому пункту, где взяты образцы, приведены в табл. 2. При анализе основных параметров хвои на верхушечном побеге следует отметить, что индивидуальная амплитуда варьирования всех приведенных показателей очень высока. Максимальные размеры длины, ширины, толщины, диаметра проводящего цилиндра в 1,5—2,0 раза превосходят минимальные. Варьирование сухого веса хвои еще более высокое, здесь максимальные показатели превосходят минимальные в 3,0—3,5 раза. Во всех пунктах, где были взяты образцы, встречаются деревья

и с очень короткой (7,0—9,0 мм) и сравнительно длинной (14,6—17,7 мм) хвоей. Средние показатели параметров хвои по каждому пункту исследования очень близки между собой. Какой-либо связи с географическим положением или условиями произрастания насаждений не обнаруживается. Например, средняя длина хвои из Красновишерского (подзона средней тайги) и Нязепетровского (подзона горных южнотаежных и смешанных лесов) лесхозов практически одинакова (12,20 и 12,6 мм). Длина хвои ельника липнякового Добрянского лесхоза (подзона южной тайги) — 11,23 мм, т. е. такая же, как и ельника хвощового — 11,26 мм в Ревдинском лесхозе (подзона южной тайги). Высокая индивидуальная амплитуда варьирования параметров хвои обусловлена в основном генотипическими особенностями дерева.

Биометрические показатели хвои на середине и в нижней части кроны по сравнению с соответствующими показателями на верхушечном побеге отражают прежде всего изменчивость ее под влиянием условий освещенности. Длина хвои из обеих частей кроны примерно одинакова (14,0—14,5 мм) и значительно больше (до 30%), чем на верхушечном побеге. Ширина хвои от верхушки кроны книзу уменьшается, сужаясь более чем в два раза, толщина ее постепенно возрастает в том же направлении и в нижней части кроны превосходит ширину. Конфигурация сечения хвои по ярусам кроны постепенно меняется. Показатели диаметра проводящего цилиндра и абсолютно сухой вес хвои со снижением яруса кроны существенно уменьшаются, отражая общее ослабление развития хвои. Географическая и экологическая изменчивость параметров хвои на середине и в низу кроны невысока, индивидуальная же амплитуда варьирования их существенно больше, хотя в сравнении с хвоей верхушечного побега она значительно меньше. Сглаживающим фактором в изменчивости хвои со средней и нижней частей кроны является, видимо, ухудшенный световой режим.

Параметры хвои (кроме диаметра смоляного канала), приведенные в табл. 3, показывают сравнительно невысокую амплитуду варьирования показателей по пунктам отбора образца, т. е. мало зависимую от климатических факторов. Здесь также отчетливо наблюдается динамика параметров хвои по ярусам кроны. Пара-

Таблица 3. Параметры хвой ели сибирской по ярусам кроны

Место взятыя образца	Хвоя с верхушечного побега						Хвоя с середины кроны					Хвоя с нижней части кроны				
	Объем, м <sup>3</sup>	Площадь поверхно- сти, м <sup>2</sup>	Площадь сечения, мм <sup>2</sup>	Отношение толщины к ширине	Диаметр смоляного канала, мк	Объем, м <sup>3</sup>	Площадь поверхно- сти, м <sup>2</sup>	Площадь сечения, мм <sup>2</sup>	Отношение толщ- ны к ширине	Диаметр смоляного канала, мк	Объем, м <sup>3</sup>	Площадь поверхно- сти, м <sup>2</sup>	Площадь сечения, мм <sup>2</sup>	Отношение толщины к ширине	Диаметр смоляного канала, мк	
Карпинск	9,82	44,1	0,89	0,65	101	8,77	45,2	0,61	1,00	79	5,89	36,3	0,44	1,33	59	
Красно- вишерск	10,98	48,8	0,90	0,63	88	10,85	51,9	0,70	1,00	78	5,95	37,5	0,42	1,38	62	
Добрян- ка	9,08	42,2	0,81	0,66	90	7,76	41,1	0,58	0,89	70	5,03	36,0	0,35	1,65	60	
Ревда	10,02	44,6	0,89	0,65	98	8,32	42,0	0,65	0,87	78	5,83	36,9	0,41	1,39	—	
Тавда	11,64	45,5	1,02	0,67	106	9,01	46,2	0,61	0,86	79	6,79	39,7	0,47	1,16	76	
Нязелет- ровск	11,38	49,2	0,94	0,64	118	8,28	45,5	0,57	1,00	76	4,78	33,9	0,35	1,57	45	

метры хвои, кроме длины, на верхушечном побеге значительно выше, чем у хвои с нижней части кроны. Соответствующие показатели хвои с середины кроны занимают промежуточное положение, однако биометрические показатели хвои с середины кроны занимают не строго среднее положение между верхушкой и средней частью кроны, а ближе к показателям хвои вершины дерева.

Подводя итог изложенному, можно сделать некоторые выводы.

Биометрические показатели хвои ели сибирской на Урале очень близки по районам, значительно удаленным друг от друга, т. е. они характеризуют уральскую популяцию ели сибирской как весьма однородную. Внутрипопуляционная (индивидуальная) амплитуда варьирования параметров хвои очень большая, что указывает на высокую генотипическую обусловленность их параметров. Форма хвои и динамика ее по ярусам кроны отражают общебиологическое адекватное воздействие экологической обстановки развития хвои.

Наши данные показывают, что нижний предел длины хвои ели на Урале совпадает с известным нижним значением хвои этого вида в пределах его ареала, а верхний — несколько ниже. Это указывает на принадлежность уральской популяции к ели сибирской. Остальные параметры хвои, приведенные в статье, могут быть использованы для сравнения соответствующих параметров хвои ели других популяций и видов.

Большая внутривнутрипопуляционная амплитуда варьирования биометрических показателей хвои, свидетельствующая о высокой зависимости их от индивидуальных особенностей деревьев, может быть использована в качестве диагностического признака при селекционном отборе деревьев, обладающих хозяйственно-ценными признаками.

□