

У досліджуваному насадженні дерева за морфолого-анатомічними показниками хвої розподілились на п'ять груп (кластерів) (див. рис.). Деревя середньої смолопродуктивності розподілились по всіх п'яти групах, які переважно формують хвою з середніми параметрами. А дерева із високою смолопродуктивністю (85,7 %) потрапили до четвертої і п'ятої груп, а дерева із низькою смолопродуктивністю (57,1 %) ввійшли до першої та третьої груп.

Таким чином, кластерний аналіз показав різну морфолого-анатомічну структурну хвою у дерев із низькою та високою смолопродуктивністю. Хвоя високо смолопродуктивних дерев за довжиною, шириною, товщиною, площею поперечного перетину і площею поверхні хвої, кількістю смоляних каналів, шириною і товщиною центральної провідної системи перевищує у дерев нижчих категорій смолопродуктивності. Це дає змогу використовувати морфометричні та анатомічні параметри асиміляційного апарату у відборі високо смолопродуктивних форм деревних рослин у популяціях сосни звичайної.

Література

1. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства Pinaceae на Урале) / С.А. Мамаев. – М. : Изд-во "Наука", 1972. – 283 с.
2. Маргайлик Г.И. Влияние освещенности на развитие хвои сосны обыкновенной / Г.И. Маргайлик // Экология древесных растений. – Минск, 1965. – С. 100-107.
3. Проказин Е.П. Смолопродуктивные формы сосны обыкновенной // Лесной журнал : Известия ВУЗов России. – 1958. – № 3. – С. 19-21.
4. Проказин Е.П. О генетической обусловленности индивидуальной изменчивости сосны обыкновенной / Е.П. Проказин, Л.А. Бонн // Лесной журнал : Известия ВУЗов России. – 1976. – № 2. – С. 162-164.
5. Терешина Т.А. Селекционные основы повышения смолопродуктивности сосны обыкновенной в южно-таежном Зауралье : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. с.-х. наук / Т.А. Терешина; УЛТИ. – Свердловск, 1973. – 22 с.
6. Чудный А.В. Изменчивость состава терпентинных масел сосны обыкновенной / А.В. Чудный // Растительные ресурсы. – 1977. – Т. 13, вып. 2. – С. 291-304.
7. Шульгин В.А. Физиологические особенности сосен высокой смолопродуктивности / В.А. Шульгин // Лесное хозяйство : журнал. – 1964. – № 2. – С. 29-30.

Осадчук Л.С. Морфолого-анатомические показатели хвои сосны обыкновенной у деревьев разных категорий смолопродуктивности

Выявлена значительная дифференциация по морфолого-анатомическим показателям хвои у деревьев сосны обыкновенной разных категорий смолопродуктивности. Установлены морфологические и анатомические показатели, они существенно отличаются у деревьев с низкой и высокой смолопродуктивностью, которые можно использовать при диагностировании высокосмолопродуктивных форм древесных растений.

Ключевые слова: морфолого-анатомические показатели хвои, смолопродуктивность, сосна обыкновенная.

Osadchuk L.S. Morphological and anatomical indicators of pine needles in the trees of different categories resin productive

Revealed a significant differentiation by morphological and anatomical indicators of pine needles in the trees of different categories resin productive. Established morphological and anatomical parameters that differ significantly in trees with low and high resin productive, which can be used in diagnosing high resin productive forms of woody plants.

Keywords: morphological and anatomical indicators of needles, resin productive, Scots pine.

УДК 630*53(477.8)

Доц. Р.Д. Василюшин, канд. с.-г. наук –
НУ біоресурсів і природокористування України, м. Київ

ДИНАМІКА БІОПРОДУКТИВНОСТІ ПОВНИХ ЯЛИЦЕВИХ НАСАДЖЕНЬ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

Наведено результати моделювання динаміки конверсійних коефіцієнтів таких компонентів фітомаси повних (нормальних) природних деревостанів ялиці білої, як стовбур у корі, кора, гілки та хвоя. На основі таблиць ходу росту досліджуваних деревостанів розроблено нормативи динаміки їх біопродуктивності за уніфікованою системою, запропонованою науковцями Міжнародного інституту прикладного системного аналізу. Зроблено теоретичне обґрунтування практичного використання розроблених нормативно-довідкових таблиць.

Ключові слова: біопродуктивність, ялицеві деревостани, моделювання, фітотаса, Українські Карпати.

Необхідність екологізації лісової таксації, тобто розширення її теоретичного, понятійного та модельного апарату на оцінювання екологічних функцій лісів, є одним із важливих завдань сучасного етапу розвитку лісівничої науки. Враховуючи результати роботи 18-ї конференції сторін РКЗК ООН (Катар, 2012 р.), де була продовжена дія Кіотського протоколу, необхідністю стає майбутня оцінка вуглецевого бюджету лісів, яка передбачає таксацію фітомаси, чистої первинної продукції та низки інших показників лісових екосистем, які до цього не визначалися вітчизняною системою обліку лісів. Для ефективної практичної реалізації зазначених задач, потрібні нові види лісотаксаційних нормативів, важливим різновидом яких є моделі і таблиці біопродуктивності лісових екосистем [4].

Основним призначенням згаданих таблиць є надання нормативно-довідкової інформації для пофракційного оцінювання динаміки фітомаси, приростів фітомаси та чистої первинної продукції лісів. Ці показники є також основою для здійснення загального екологічного моніторингу лісових екосистем та їх впливу на навколишнє природне середовище.

Мета дослідження – здійснити моделювання конверсійних коефіцієнтів основних компонентів фітомаси та розробити таблиці біопродуктивності повних (нормальних) природних ялицевих насаджень Українських Карпат.

Матеріали і методика дослідження. У роботі використано такі загальнонаукові методи дослідження, як системний аналіз, синтез, узагальнення та класифікація. Кількісною базою для створення нормативно-довідкових таблиць динаміки біопродуктивності за компонентами фітомаси слугували дані 40 тимчасових пробних площ, закладених автором [2] та таблиці ходу росту досліджуваних деревостанів [1].

Процес розроблення нормативно-довідкових таблиць біопродуктивності повних природних ялицевих насаджень Українських Карпат складався з таких етапів: вивчення досвіду дослідження фітомаси [2]; збір, оброблення та аналіз дослідних даних [2]; моделювання конверсійних коефіцієнтів компонентів фітомаси та перевірка моделей; розроблення відповідних нормативів та їх верифікація. У цій роботі під терміном "конверсійний коефіцієнт" використовуємо відношення фітомаси тієї чи іншої фракції в абсолютно сухому

стані до запасу деревостану ($R_v = Ph_{gr}/M$). На думку проф. А.З. Швиденка, використання цього показника є найоптимальнішим з позиції адекватності, точності та зручності оцінювання фітомаси як окремого деревостану, так і значних лісових масивів [3, 4].

Результати дослідження. У ході моделювання конверсійних коефіцієнтів для апроксимації експериментальних даних було використано алометричне рівняння $Y = aX^b$, яке має певні переваги в аналітичному оцінюванні біопродуктивності насаджень [3]. Згідно з положенням системного підходу при вивченні складних лісових екосистем та необхідності найбільш повного врахування всіх існуючих взаємозв'язків, функція апроксимації ускладнювалась у бік збільшення параметрів входу.

Таким чином, у процесі регресійного аналізу встановлено, що найбільш придатною є трифакторна модель залежності конверсійних коефіцієнтів від таких таксаційних ознак, як вік (А), клас бонітету (Б) та відносна повнота (Р) насадження:

$$R_v = a_0 \cdot A^{a_1} \cdot B^{a_2} \cdot P^{a_3} \cdot \exp(a_4 \cdot A + a_5 \cdot P),$$

де: А – середній вік насадження, років; В – код класу бонітету (4-І^б; 5-І^а; 6-І; 7-ІІ і т.д.); Р – відносна повнота; a_0, a_1, a_2 – коефіцієнти регресії.

Характеристику параметрів рівнянь коефіцієнтів відношень R_v фракцій фітомаси у ялицевих насадженнях представлено у табл. 1.

Табл. 1. Коефіцієнти рівнянь динаміки конверсійних коефіцієнтів

Фракції фітомаси	Коефіцієнти рівняння						R^2
	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	
Стовбур у корі	1,450	-0,255	0,083	0,435	0,0050	-0,806	0,93
Кора	0,155	-0,561	0,512	0,028	0,0066	-0,373	0,91
Гілки	0,155	-0,619	0,853	-0,340	0,0015	0,013	0,82
Хвоя	0,387	-0,791	0,823	-0,342	-0,0025	0,077	0,87
Корені [4]	0,041	-1,031	1,367	-1,122	0,0103	1,500	0,71

Варто зазначити, що під час проведення досліджень фітомаси ялицевих деревостанів не досліджували такі компоненти, як кореневі системи, піднаметова рослинність та живий надґрунтовий покрив. Тому, для оцінювання зазначених компонентів було використано їх множинні регресійні рівняння з наукових літературних джерел [4, 5]. При цьому, рівняння динаміки фітомаси піднаметової рослинності (табл. 2) відображали не її відношення до запасу, а пряму оцінку фітомаси.

Табл. 2. Коефіцієнти рівнянь динаміки фітомаси піднаметової рослинності

Фракції фітомаси	Коефіцієнти рівняння						R^2
	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	
Підріст, підлісок	0,000053	1,501	2,109	0,292	-0,0050	-0,374	0,47
Живий надґрунтовий покрив	0,0057	0,705	2,623	1,311	-0,0013	-3,337	0,56

Таким чином, ми отримали регресійні рівняння, що зв'язують фітотому насадження за фракціями з таксаційними показниками насадження. Використання багатомірних залежностей дає змогу отримувати максимум інфор-

мації з дослідних даних і до певної міри врахувати регіональні особливості лісових екосистем. Отже, на основі таблиць ходу росту [1] та запропонованих математичних моделей було розроблено нормативи динаміки біопродуктивності, повних природних ялицевих деревостанів Українських Карпат, які представлено в табл. 2.

Табл. 2. Динаміка біопродуктивності повних (нормальних) природних насаджень ялиці білої

Вік, років	Фітомаса насадження, т·га ⁻¹										Загальна продуктив- ність фітомаси, т·га ⁻¹	Поточний приріст фітомаси, т·га ⁻¹ ·рік ⁻¹	
	деревостан						підріст і підлісок	живий наґрунтовий покрив	всього	наявного насадження		за загальною продуктив- ністю	
	стовбур	в т.ч. кора	гілки	хвоя	разом надземна	коріння							всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
І ^a бонітет													
10	10,7	1,8	3,7	5,8	20,2	3,9	24,1	0,0	0,1	24,2	30,0	5,22	6,99
20	45,0	6,1	11,8	16,5	73,3	10,8	84,1	0,1	0,1	84,3	140,3	6,80	14,14
30	92,9	11,3	20,3	25,3	138,5	17,2	155,7	0,2	0,1	156,0	310,8	7,27	19,12
40	114,7	16,5	27,5	31,4	203,6	22,6	226,2	0,2	0,2	226,6	518,8	6,81	21,92
50	195,0	21,1	33,0	34,8	262,8	27,1	289,9	0,3	0,2	290,4	745,3	5,98	23,08
60	241,0	25,0	36,9	36,2	314,1	30,6	344,7	0,4	0,2	345,3	976,8	5,10	23,14
70	282,0	28,4	39,5	36,2	357,7	33,5	391,2	0,5	0,3	392,0	1205,0	4,30	22,52
80	318,2	31,3	41,0	35,2	395,4	36,0	430,4	0,5	0,3	431,2	1424,7	3,65	21,54
90	350,2	33,8	41,7	33,8	425,7	38,1	463,8	0,6	0,3	464,7	1633,6	3,14	20,39
100	378,8	35,9	42,0	32,1	452,9	40,1	493,0	0,7	0,3	494,0	1830,8	2,76	19,22
110	404,9	37,9	41,9	30,2	477,0	42,0	519,0	0,7	0,3	520,0	2016,4	2,49	18,08
120	429,0	39,8	41,5	28,3	498,8	43,8	542,6	0,8	0,3	543,7	2191,4	2,31	17,03
130	451,8	41,6	41,0	26,5	519,3	45,8	565,1	0,8	0,4	566,3	2355,9	2,21	16,08
140	473,8	43,3	40,5	24,8	539,1	47,8	586,9	0,9	0,4	588,2	2511,7	2,16	15,25
І бонітет													
10	6,3	1,1	2,5	3,9	12,7	2,9	15,6	0,0	0,1	15,7	18,6	3,74	4,72
20	31,7	4,7	9,6	13,3	54,6	9,7	64,3	0,1	0,2	64,6	103,1	5,82	11,47
30	71,1	9,4	17,9	22,2	111,2	16,7	127,9	0,2	0,2	128,3	248,7	6,63	16,81
40	166,1	14,3	25,4	28,8	170,3	23,0	193,3	0,3	0,3	193,9	436,3	6,37	20,09
50	160,7	18,8	31,1	32,8	224,8	28,2	253,0	0,4	0,3	253,7	646,6	5,64	21,63
60	201,9	22,7	35,6	34,7	272,2	32,4	304,6	0,6	0,4	305,6	865,3	4,80	21,95
70	238,7	16,0	38,4	35,0	312,1	35,9	348,0	0,7	0,4	349,1	1082,6	4,01	21,50
80	271,0	28,8	40,2	34,4	345,6	38,7	384,3	0,8	0,4	385,5	1293,0	3,35	20,65
90	299,4	31,2	41,1	33,1	373,6	41,2	414,8	0,9	0,5	416,2	1493,6	2,84	19,60
100	324,6	33,3	41,4	31,4	397,4	43,4	440,8	1,0	0,5	442,3	1683,4	2,46	18,51
110	347,2	35,2	41,3	29,6	418,1	45,5	463,6	1,1	0,5	465,2	1862,5	2,19	17,46
120	368,1	36,9	41,0	27,8	436,9	47,5	484,4	1,2	0,6	486,2	2031,5	2,02	16,50
130	387,7	38,6	40,5	26,0	454,2	49,6	503,8	1,2	0,6	505,6	2191,6	1,91	15,64
140	406,5	40,2	39,9	24,4	470,8	51,8	522,6	1,3	0,6	524,5	2343,6	1,87	14,90
ІІ бонітет													
10	2,7	0,5	1,2	1,9	5,8	1,5	7,3	0,1	0,2	7,6	9,3	2,05	2,55
20	18,8	3,0	6,4	8,8	34,0	7,0	41,0	0,2	0,3	41,5	64,9	4,47	8,20
30	48,9	6,9	13,8	17,1	79,8	14,0	93,8	0,3	0,4	94,5	177,5	5,76	13,57
40	86,4	11,3	21,3	24,0	131,7	20,8	152,5	0,5	0,4	153,4	335,1	5,86	17,29

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
50	125,2	15,6	27,5	28,7	181,4	26,8	208,2	0,6	0,5	209,3	520,1	5,30	19,28
60	161,7	19,4	32,1	31,1	224,9	31,6	256,5	0,8	0,6	257,9	717,4	4,51	19,94
70	194,3	22,6	35,2	32,0	261,5	35,6	297,1	0,9	0,6	298,6	916,1	3,72	19,74
80	222,7	25,3	37,1	31,6	291,4	38,8	330,2	1,1	0,7	332,0	1110,0	3,06	19,07
90	247,4	27,5	38,2	30,6	316,2	41,5	357,7	1,2	0,7	359,6	1295,8	2,53	18,17
100	268,9	29,5	38,6	29,2	336,7	43,8	380,5	1,4	0,8	382,7	1472,1	2,14	17,21
110	288,1	31,2	38,6	27,6	354,3	46,0	400,3	1,5	0,8	402,6	1639,0	1,87	16,29
120	305,5	32,7	38,3	25,9	369,7	48,1	417,8	1,6	0,8	420,2	1797,1	1,7	15,45
130	321,7	34,2	37,9	24,2	383,8	50,2	434,0	1,7	0,9	436,6	1947,4	1,6	14,71
140	337,2	35,6	37,3	22,6	397,1	52,4	449,5	1,8	0,9	452,2	2090,9	1,55	14,09
III бонітет													
10	0,9	0,2	0,5	0,7	2,1	0,6	2,7	0,1	0,2	3,0	4,4	0,88	1,17
20	9,8	1,6	3,7	5,1	18,6	4,3	22,9	0,2	0,4	23,5	37,1	3,06	5,29
30	30,9	4,6	9,7	11,9	52,5	10,5	63,0	0,4	0,5	63,9	117,4	4,68	10,23
40	60,5	8,4	16,5	18,6	95,6	17,3	112,9	0,6	0,6	114,1	242,3	5,14	14,11
50	92,9	12,3	22,6	23,5	139,0	23,6	162,6	0,8	0,7	164,1	397,3	4,78	16,40
60	123,9	15,7	27,2	26,3	177,4	28,8	206,2	1,0	0,8	208,0	567,4	4,07	17,35
70	151,5	18,7	30,4	27,5	209,4	32,9	242,3	1,2	0,9	244,4	741,6	3,31	17,38
80	175,3	21,1	32,4	27,5	235,2	36,3	271,5	1,4	0,9	273,8	913,0	2,65	16,89
90	195,6	23,1	33,5	26,7	255,8	38,9	294,7	1,6	1,0	297,3	1077,9	2,13	16,16
100	213,0	24,7	33,9	25,5	272,4	41,2	313,6	1,8	1,1	316,5	1235,1	1,75	15,36
110	228,2	26,2	33,9	24,1	286,2	43,2	329,4	2,0	1,1	332,5	1384,5	1,5	14,60
120	241,9	27,4	33,6	22,6	298,1	45,2	343,3	2,1	1,2	346,6	1526,6	1,34	13,91
130	254,4	28,6	33,2	21,1	308,7	47,1	355,8	2,3	1,2	359,3	1662,4	1,24	13,33
140	266,3	29,8	32,7	19,7	318,7	49,1	367,8	2,4	1,3	371,5	1792,9	1,21	12,84
IV бонітет													
20	4,5	0,8	1,9	2,6	9,0	2,3	11,3	0,3	0,5	12,1	20,7	1,86	3,18
30	18,1	2,8	6,2	7,6	31,9	7,1	39,0	0,5	0,7	40,2	74,5	3,50	7,25
40	39,8	5,8	11,9	13,3	65,0	13,2	78,2	0,8	0,8	79,8	167,9	4,18	10,88
50	64,9	9,0	17,3	17,9	100,1	19,1	119,2	1,0	1,0	121,2	290,7	3,99	13,21
60	89,2	11,9	21,5	20,7	131,4	24,1	155,5	1,3	1,1	157,9	249,5	3,37	14,27
70	110,7	14,3	24,3	21,9	156,9	28,0	184,9	1,6	1,2	187,7	573,7	2,67	14,44
80	128,8	16,3	26,1	22,0	176,9	31,0	207,9	1,8	1,3	211,0	716,6	2,07	14,11
90	143,8	17,8	26,9	21,4	192,1	33,3	225,4	2,1	1,4	228,9	854,8	1,60	13,56
100	156,4	19,1	27,2	20,4	204,0	35,2	239,2	2,3	1,5	243,0	987,0	1,27	12,95
110	167,2	20,1	27,2	19,3	213,7	36,8	250,5	2,5	1,5	254,5	1113,3	1,06	12,38
120	176,7	21,1	26,9	18,0	221,6	38,4	260,0	2,7	1,6	264,3	1234,2	0,93	11,88
130	185,4	21,9	26,5	16,8	228,7	39,9	268,6	2,9	1,7	273,2	1350,7	0,87	11,47
140	193,7	22,8	26,0	15,7	235,4	41,5	276,9	3,1	1,8	281,8	1463,5	0,84	11,14

Висновки. Запропоновані в роботі нормативно-довідкові таблиці біопроductивності повних ялицевих насаджень, як їх кількісний еталон, можуть бути використані під час здійснення екологічного моніторингу лісових екосистем Карпатського регіону України та є базою для розробки таблиць киснепродуктивності та енергопродуктивності досліджуваних деревостанів. Однак, варто пам'ятати, що динаміка запасу фітомаси насаджень та загальної продуктивності фітомаси, в цих нормативах, виходячи з особливостей повних ТХР, передусім відображає деяку верхню межу зазначених параметрів для сукупності деревостанів, а не їх вікову динаміку в межах окремого конкретного деревостану.

Література

1. Василюшин Р.Д. Хід росту повних ялицевих деревостанів Українських Карпат / Р.Д. Василюшин // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2013. – Вип. 23.6. – С. 87-92.
2. Лакида П.І. Надземна фітомаса та вуглецево-енергетичний потенціал ялицевих деревостанів Українських Карпат : монографія / П.І. Лакида, Р.Д. Василюшин, О.М. Василюшин. – Корсунь-Шевченківський : ФОП Гаврищенко В.М., 2010. – 240 с.
3. Опыт агрегированной оценки основных показателей биопродукционного процесса и углеродного бюджета наземных экосистем России. 1. Запасы фитомассы и мертвой растительной органической массы / А.З. Швиденко, С. Нильсон, В.С. Столбовой и др. // Экология. – 2000. – № 6. – С. 403-410.
4. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесообразующих пород Северной Евразии : нормат.-справ. матер. / А.З. Швиденко, Д.Г. Щепашенко, С. Нильсон, Ю.И. Булуй. – М. : ОАО "Московская типография № 6", 2008. – 887 с.
5. Carbon, Climate and Managed Land in Ukraine: Integrated Data and Models of Land Use for NEESPI (Forest Sector) / A. Shvidenko, P. Lakyda, I. McCallum, S. Nilsson, D. Schepaschenko, R. Vasylyshyn // Reports on work of the International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria. – 2008. – P. 77.

Василюшин Р.Д. Динамика биопроductивности полных пихтовых древостоев Украинских Карпат

Приведены результаты моделирования динамики конверсионных коэффициентов таких компонентов фитомассы полных (нормальных) природных древостоев пихты белой, как ствол в коре, ветки и хвоя. На основе таблиц хода роста исследуемых древостоев разработаны нормативы динамики их биопроductивности по унифицированной системе, предложенной учеными Международного института прикладного системного анализа. Сделано теоретическое обоснование практического использования разработанных нормативно-справочных таблиц.

Ключевые слова: биопроductивность, пихтовые древостои, моделирование, фитомасса, Украинские Карпаты.

Vasylyshyn R.D. Dynamic of bioproductivity of normal fir stands of Ukrainian Carpathians

The results of modelling of conversional coefficients of main biomass components of normal fir stands of natural origin (stem with bark, bark, branches, and needles) are presented. The normatives of bioproductivity dynamic of fir stands based on growth tables using unified methodology of International Institute for Applied Systems Analysis were developed. Theoretical justification of use in practice of developed normatives was provided.

Keywords: bioproductivity, Silver fir stands, modelling, phytomass, Ukrainian Carpathians.

УДК 630*91:504.062

Доц. А.М. Польовський, канд. екон. наук –
НЛТУ України, м. Львів

АНАЛІЗ ГЛОБАЛЬНИХ ПРОБЛЕМ ЗНЕЛІСНЕННЯ ТА СТАЛОГО ЛІСОКОРИСТУВАННЯ

Проаналізовано головні причини знеліснення в контексті глобальних проблем довкілля та зміни клімату. Досліджено роль та значення лісових екосистем у подоланні екологічних проблем. Обґрунтовано необхідність запровадження сталого лісокористування за допомогою лісової політики.

Ключові слова: лісове господарство, лісова політика, знеліснення, стале лісокористування, глобальні проблеми довкілля.