3. ЛІСОВІ КУЛЬТУРИ, ФІТОМЕЛІОРАЦІЯ, СЕЛЕКЦІЯ І ГЕНЕТИКА

Forestry Academy of Sciences of Ukraine

Наукові праці Лісівничої академії наук України
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

http://fasu.nltu.edu.ua
https://doi.org/10.15421/412009
Article received 2019.11.25
Article accepted 2020.06.04

ISSN 1991-606X print
ISSN 2616-5015 online
@ ✉ Correspondence author
Iurii Debryniuk
debrynuk_ju@ukr.net
General Chuprynka st., 103, Lviv, 79057, Ukraine

*УДК 630*232 : 630*5*

Larix kaempferi Carr. як перспективний деревний вид для плантаційного лісовирощування у лісостанах Західного Лісостепу України

Ю. М. Дебринюк[1]

У Західному Лісостепу України Larix kaempferi відзначається дуже високими інтенсивністю росту (I^d-I^e класи бонітету) та конкурентоздатністю в молодому віці, переважно витісняючи зі складу насаджень інші деревні види. У чистих насадженнях L. kaempferi нагромаджує найвищі запаси стовбурової деревини, хоча її середні висота та діаметр тут помітно менші, ніж у мішаних деревостанах. Водночас, у разі встановлення в чистих культурах модрини густоти, близької до оптимальної, середні таксаційні показники хвойної породи наближаються до таких у мішаних насадженнях.

Збереженість модрини навіть і в початково чистих насадженнях характеризується високою варіабельністю, причиною чого є різні підходи до інтенсивності проведення рубок догляду. Відсутність конкретної програми вирощування модринових насаджень щодо встановлення близької до оптимальної густоти у різні вікові періоди є причиною неповного використання едафічного потенціалу типів лісорослинних умов, недоотримання значних обсягів деревини.

Доцільно на території лісового фонду Західного Лісостепу та прилеглих територій створювати чисті насадження модрини Кемпфера з рівномірним розміщенням садивних місць та постійним підтримуванням високої зімкнутості деревостану. Створювати плантаційні насадження цього деревного виду доцільно в умовах дібров і судібров, бучин і субучин, яличин і суяличин.

Як об'єкт плантаційного лісовирощування, L. kaempferi задовольняє низку важливих вимог: інтенсивний ріст та швидке нагромадження стовбурової деревини; проста технологія вирощування; відносно широка екологічна амплітуда, можливість успішного культивування в чистих насадженнях, цінна деревина; стійкість проти шкідників і хвороб; широкий діапазон застосування деревини; можливість ведення інтенсивного проміжного користування.

Ключові слова: *типи лісорослинних умов; лісові культури; густота; розміщення садивних місць; збереженість модрини; хід росту; таксаційні показники; запас стовбурової деревини.*

[1] *Дебринюк Юрій Михайлович* – академік Лісівничої академії наук України, академік-секретар ЛАН України, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри лісових культур і лісової селекції. Національний лісотехнічний університет України, вул. генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: 032-235-30-12, +38-067-195-78-36. E-mail: debrynuk_ju@ukr.net ORCID: http://orcid.org/0000-0002-0994-349X

Вступ. Лісостани модрини вкривають приблизно 4700 км^2 о. Хоккайдо і стали основною лісовою екосистемою на півночі Японії (Qu Laiye, 2016). Деревина модрини структурно класифікується в багатьох країнах як одна з-поміж інших хвойних порід з найвищою несучою здатністю (клас міцності C30) (Barriola, Aira & Lafuente, 2019), що є важливим стимулом для її культивування.

Культивування модрини Кемпфера або тонколускатої, або японської (*Larix kaempferi* (Lamb.) Carrière, *Larix leptolepis* (Siebold et Zucc.) Gord.) має свої особливості. Внаслідок здатності виду формувати щільний намет, насадження модрини можна створювати чистими. Однак практика монокультури під час створення плантацій *Larix* spp. у Північно-Східному Китаї призвела до таких проблем, як зниження родючості грунту і здатності його утримувати воду (Deliang Lu et al., 2018). Тому для поступового перетворення чистих плантацій модрини у мішані використано дрібномасштабну регуляцію намету шляхом формування «вікон» різної площі і культивування у цих «вікнах» двох видів – *Juglans mandshurica* та *Picea koraiensis*.

Подібну проблему для Північно-Східного Китаю відзначали й інші автори (Gang, Qiaoling, & Jiaojun, 2015). Так, для задоволення попиту на деревину великі площі широколистяних лісів були замінені чистими плантаціями *Larix* spp. Останні знизили родючість грунту, сприяли закисленню поверхневого стоку та зменшили рівень біорізноманіття. Для усунення цих негативних наслідків постала проблема перетворення чистих модринових плантацій у мішані ліси шляхом використання двох домінуючих широколистяних видів – *Juglans mandshurica* і *Fraxinus mandshurica*.

Порівняння концентрації поживних речовин у грунтовому розчині під листяними лісовими насадженнями та плантаціями *L. kaempferi* у провінції Kangwon-do (Корея) показало, що сумарне внесення поживних речовин з опадом було значно більшим у листяних лісових насадженнях, ніж на плантаціях модрини (Muh-Ho, Don-Koo, & Tae-Won, 2007). Подібну ситуацію виявили інші дослідники (Cheng-hu, Tian-zhen, Qin-hua, & Chun, 2005) під плантаціями *L. kaempferi* в Японії. За винятком валового азоту, всі інші показники родючості грунту (органічний субстрат, загальні N і K, рухомі форми N, P і K) під природним лісом були вищими, ніж у грунті під плантацією.

Водночас інші результати досліджень вказують на модрину Кемпфера, як на грунтополіпшувальний деревний вид. Баланс азоту і фосфору в грунті є дуже важливою умовою для швидкого росту *L. kaempferi* (Junyu, Qingxue, Jinxin, Korpelainen, & Chunyang, 2016). Вивчення хімічних властивостей суглинистих грунтів під плантаціями *Pinus rigida* і *Larix kaempferi*, які займають приблизно 60% площі штучних лісів у Кореї, підтвердило позитивний вплив модрини на грунт (A-Ram, Jaehong, Minseok, & Sun-Wha, 2013). На плантації модрини загальний вміст азоту, доступні концентрації фосфору й органічних речовин були вищими, ніж на плантації сосни і показали позитивні тенденції зі збільшенням віку насаджень.

Вивчення фізичних і хімічних властивостей ґрунту на різних стадіях розвитку (6, 15, 23 і 35 років) плантацій *L. kaempferi* у лісовій зоні Сяолуншань провінції Ганьсу (Китай) показало, що властивості ґрунту дещо погіршилися під насадженнями 23-річного віку. Проте із збільшенням віку насаджень (35 р.) капілярна пористість і максимальна вологоємкість зросли до 45,56 і 42,65%, а кількість поживних речовин у грунті повернулася до високого рівня, навіть набагато вищого від рівня лісу середнього віку (Hong, Xiao, Dong, Ya, & Jian 2012). Результати дослідження дають інформативні дані про перевагу вибору *L. kaempferi* для лісових посадок як грунтопокращувального виду (A-Ram, Jaehong, Minseok, & Sun-Wha, 2013).

Штучні насадження *L. kaempferi* не знижують флористичного різноманіття, видовий склад якого поступово відновлюється під модринниками і навіть переважає за кількісним і видовим складом сусідні ділянки з корінною еталонною рослинністю (Kim et al., 2013).

Під час порівняння відмінностей у різноманітності видів рослин між хвойними плантаціями *L. kaempferi* та широколистими вторинними лісами із *Quercus crispula* в Центральній Японії Nagaike (2002) встановив, що багатство видів рослин на плантаціях було значно більшим, ніж у вторинних лісах; хоча в плантаціях було менше видів високих дерев.

Видове різноманіття і багатство лісового рослинного вкриття на плантаціях *L. kaempferi* з тривалою і стандартною ротацією слабо відрізнялися між собою. Проте все-таки плантації з тривалим оборотом рубки можуть відновлювати і підтримувати видовий склад лісової рослинності на дещо вищому рівні (Nagaike, & Hayashi, 2004).

У горах Кореї *L. kaempferi* не відзначається дуже високою швидкістю росту. Seo, Lee, & Choi (2018) здійснили порівняння за показниками росту основних видів хвойних дерев Південної Кореї – *Pinus densiflora*, *Pinus koraiensis* та *Larix kaempferi.* У міру старіння прирости за DBH у *P. koraiensis* та *L. kaempferi* були досить подібними, однак вищими, ніж у *P. densiflora.* Найнижчий загальний приріст за висотою встановлено у *L. kaempferi,* найвищий – у *P. koraiensis.*

У країнах Європи *L. kaempferi* кращою продуктивністю відзначається в областях з атлантичним кліматом, на грунтах з доброю вологоємкістю (Dengler & Röhrig, 1980). В Україні за таксаційними показниками вона переважає не тільки більшість аборигенних видів, але й, в окремих випадках, і *Larix decidua*. Тому важливим у практиці ведення лісового господарства є питання щодо створення та вирощування лісових насаджень з коротким оборотом рубки із цього швидкорослого та високопродуктивного деревного виду.

Порівняно з модриною європейською, модрина Кемпфера краще переносить задерніння грунту та

надлишкове зволоження, менш світлолюбна, розвиває густіше охвоєння. У вологих едатопах (C_3, D_3) *L. kaempferi* відзначається кращим ростом і продуктивністю, тоді як в умовах C_2 і D_2 краще росте *L. decidua* (Debryniuk, 2008; Debryniuk, Krynytskyy, & Tselen, 2016). Загалом дослідники виявили дещо вищу продуктивність модрини Кемпфера, порівняно з модриною європейською: більшу – в молодому, меншу – в старшому віці. З погляду вагомого підвищення продуктивності лісів можуть бути успішно використані обидва види модрини.

Високу продуктивність *L. kaempferi* відзначено у багатьох роботах (Peshko, 1965; Zhivitsky, 1968; Mauryn, 1970; Olijnyk, 1991; Paques, 1992; Fuchylo, Sbytna, 2012). У 17-24-річному віці запас стовбурової деревини модрини у лісових культурах сягає 310-400 м^3·га$^{-1}$ (Olijnyk, 1977; Debrynsuk, 2007).

На відміну від модрини європейської, модрина Кемпфера схильна до утворення товстих сучків, чому можна запобігти запровадженням високої початкової густоти садіння з наступним рівномірним зріджуванням згідно з технологічною схемою вирощування (Olijnyk, 1991). Під час створення культур *L. kaempferi* дослідники рекомендують різне розміщення садивних місць – від 1,5 × 1,5…1 × 2 до 2 × × 3…2 × 5 м (Hartmut, 1987). При цьому для доброго очищення стовбурів від сучків, формування якісної деревини, лісівничими заходами у віці до 15 років прирости модрини за діаметром потрібно зменшити, а в старшому, навпаки – збільшити, тому плантації модрини початково потрібно створювати густими – 4,5-5,0 тис. шт.·га$^{-1}$ (Olijnyk, 1977).

Моделювання росту *L. kaempferi* у 10-річних плантаційних насадженнях різної початкової густоти у провінції Західний Хенан (Японія) показало, що оптимальна густота садіння модрини для отримання дрібної та середнього розміру деревини повинна становити, відповідно, 2000-2500 та 1000-1500 шт.·га$^{-1}$ (Zhao Kun et al., 2002). Оптимум густоти у 50-річних посадках *L. kaempferi* у Московській обл. знаходиться в діапазоні 340-595 стовбурів на 1 га. За більшої густоти стояння спостережено різке зниження таксаційних показників (Melnyk, Merzlenko, & Lobova, 2016). Для отримання значного запасу стовбурової деревини доглядові рубки у Західному Лісостепу необхідно проводити з такою інтенсивністю, щоб у середньовікових (61-70 р.) насадженнях кількість модрини на 1 га становила близько 500 шт. особин (Debryniuk, 2007; Debryniuk, Krynitskyy, & Tselen, 2016).

Модрина Кемпфера в умовах західного регіону України відзначається високими показниками життєвого стану в типах лісорослинних умов – C_2, C_3, D_2, D_3, насамперед – у високопродуктивних насадженнях (I^d-I^e бонітет). В окремих випадках високі показники життєвого стану притаманні і насадженням дещо слабшого росту (I-I^a бонітет), що зумовлено специфікою деяких екотипів модрини. Однак, якщо відносна участь здорових дерев за запасом стовбурової деревини у насадженнях в умовах C_2 і D_2 відрізняється помітніше (±9%), то в умовах D_2 і D_3 вона майже відсутня (±3%). Запас деревини сильно всихаючих і засохлих особин модрини у досліджених типах лісорослинних умов практично відсутній, а запас слабо- і середньовсихаючих – дуже низький (Belelia & Debryniuk, 2017). Проте потрібно зберігати високу обережність, перш ніж використовувати *L. decidua* чи *L. kaempferi* на ділянках, де раніше росла *Picea abies*, уражена *Heterobasidion annosum* (Vollbrecht, Johansson, Eriksson, & Stenlid,. 1995). У такому разі кількість заражених дерев модрини кореневою губкою може досягти, відповідно, 95 і 72%.

Нагромадження *L. kaempferi* значних запасів стовбурової деревини за відносно короткі терміни, можливість успішного культивування в чистих насадженнях, відносно широка екологічна амплітуда, грунтополіпшувальний вплив, висока біотична стійкість сприяють широкому впровадженню цього деревного виду в лісові насадження Західного Лісостепу і прилеглих територій (Olijnyk, 1977; Debryniuk, 2007). З цього погляду *актуальним питанням* є встановлення доцільності культивування модрини у плантаційних насадженнях з коротким оборотом рубки.

Об'єкти та методика досліджень. *Об'єкт дослідження* – штучні молоді, середньовікові та пристигаючі насадження за участю *L. kaempferi* у сугрудових і грудових типах лісорослинних умов. *Предмет дослідження* – динаміка таксаційних показників *L. kaempferi* залежно від типу лісорослинних умов, участі модрини у складі, густоти та віку насадження. *Мета досліджень* – встановити доцільність створення плантаційних лісових насаджень за участю *L. kaempferi* чистого або мішаного складу.

Досліджувані об'єкти розміщені на території лісового фонду державних лісогосподарських підприємств Західного Лісостепу України.

Для вивчення лісівничо-таксаційних характеристик деревних порід у лісових культурах використано загальноприйняті методики лісівничо-таксаційних досліджень для лісівництва та лісової таксації (Girs, Manita, Myronjuk, Swingchuk, & Berezovsky, 2013).

Тип лісорослинних умов і тип лісу визначали за апробованими методиками типологічних досліджень (Ostapenko & Tkach, 2002) з використанням напрацювань Z. Gerushynsky (1987). На основі характеристик складу та продуктивності деревного ярусу, складу підліску, трав'яного вкриття, типу грунту, уточнювали тип і підтип лісорослинних умов, а також тип лісу для кожної пробної ділянки.

Експериментальні матеріали статистично опрацьовано згідно з прийнятими рекомендаціями (Goroshko, Myklush, & Khomyuk, 2004). Під час статистичного опрацювання застосовували методи варіаційної статистики і пакет програм Microsoft Excel.

Результати досліджень. Вивчали таксаційні показники *L. kaempferi* у штучних насадженнях Західного Лісостепу, вплив модрини на інші дерев-

ні види при сумісному зростанні, динаміку густоти модринових насаджень на запас стовбурової деревини. На основі експериментальних досліджень отримано матеріал, який відображає основні аспекти росту та нагромадження деревини модрини у насадженнях різного складу та віку.

Так, в умовах *свіжого сугруду* у віковій групі 17-25 років *L. kaempferi* відзначається достатньо високою інтенсивністю росту (I^c-I^d класи бонітету). При цьому найвищий бонітет модрини зафіксовано у насадженнях за участю породи у 9-10 од. Висоти модрини змінюються в межах 12,3-16,4 м, діаметри – 12,6-16,0 см, причому вищими таксаційними показниками та більшим запасом стовбурової деревини модрина характеризується саме у насадженнях з її перевагою (табл.).

У насадженні з дубом червоним модрина Кемпфера має суттєву перевагу за середніми висотою та діаметром (на 14 і 38%), однак тут бонітет модрини найнижчий, що може бути наслідком сильно виражених конкурентних взаємовідносин між обома швидкорослими деревними видами.

Збереженість модрини у лісових культурах у цій віковій групі достатньо висока (42-55%), що залежить як від початкової густоти породи, так і від інтенсивності проведених рубок догляду.

Таблиця

Вплив густоти лісових культур *Larix kaempferi* на запас стовбурової деревини в умовах Західного Лісостепу

№ ПД	Вік, років	Початкове розміщення, м	Кількість дерев модрини на 1 га, шт.		Збереженість, %	Таксаційний склад насадження	Бонітет	G, $м^2 \cdot га^{-1}$	M, $м^3 \cdot га^{-1}$
			початкова густота	у період дослідження					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тип лісорослинних умов – C_2									
10ст-мд	19	3,0 × 0,9	3700	1915	51,8	10Мдя	I^e	26,51	230
7ст-мд	25	2,5 × 0,7	1900	1040	54,7	6Мдя4Дпн	I^c	17,41	161
8ст-мд	22	2,5 × 0,4	2000	835	41,8	9Мдя1Бк	I^d	16,73	146
1п	36	6,0 × 0,8 (Мд)	2100	475	22,6	10Мдя	I^b	22,30	235
3зб	49	3,0 × 1,0	~ 1000	198	~ 19,8	5Мдя3Яс2Лп1Вз	I^a	17,25	176
2Б	64	4,0 × 1,0	~ 1000	473	~ 47,3	10Мдя	I^a	50,83	574
1пдк	76	1,5 × 1,5	4450	529	11,9	10Мдя	I^a	40,41	554
1Б	74	3,0 × 1,0	1100	517	47,0	10Мдя	I	61,63	682
Тип лісорослинних умов – D_2									
9ст-мд	17	2,5 × 0,75	1330	1221	91,8	10Мдя	I^d	15,22	97
22	21	4,0 × 0,7	300	72	24,0	3Мдя5Дзв5Г	I^c	3,42	23
31	25	3,0 × 1,0	300	130	43,3	4,5Мдя3Д1Пд2Г	I^e	8,26	80
3ст-мд	29	3,0 × 1,0	300	130	43,3	6Мдя4Дзв	I^d	13,20	129
8	30	не встановл.	не встанов.	246	-	8Мдя1Г1Лп	I^d	20,65	212
6зб	37	4,0 × 1,0	200	46	23,0	3Мд3Г1Лп1Яс2П	Id	6,79	71
1	40	не встановл.	не встанов.	187	-	6Мдя3Клг2Дзв	I^c	15,31	178
209	34	2,0 × 1,0; Мдє в рядах Мдя	Мдя ~ 800	371	~ 46,4	6Мдя2Мдє2Клг	I^c	19,02	213
			Мдє ~ 200	86	~ 43,0		I^c	5,56	58
19	39	не встановл.	не встанов.	189	-	7Мдя2Дзв1Брс	I^c	16,99	189
4П	34	3,0 × 1,0	825	209	25,3	8Мдя2Г	I^d	19,02	202
3м	36	не встановл.	~ 1000	271	~ 21,1	8Мдя1Яс1Г	I^d	29,58	337
12п-3м	38	не встановл.	~ 1000	262	~ 26,2	8Мдя1Яс1Г	I^d	32,37	406
6пдк	36	2,5 × 0,5	4000	505	12,6	8Мдя2Дпн	I^d	27,52	341
2П	38	4,0 × 1,0	2500	246	9,8	9Мдя1Г	I^c	23,44	272
6ст-мд	33	3,0 × 1,0	~ 1200	435	~ 36,3	10Мдя	I^e	25,54	317

Продовж. табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5ст-мд	33	2,0 × 0,7	1800	421	23,4	10Мдя	I^d	28,97	338
1П	39	2,0 × 0,9	1850	468	25,3	10Мдя	I^c	30,47	361
30л	34	2,0 × 2,0 (Мд)	2500	736	29,4	10Мдя	I^e	38,58	507
3П	48	3,0 × 1,0	не встанов.	182	-	6Мдя2Яс1Клг1Д	I^b	16,96	186
4з	41	6,0 × 1,0 (Мд)	1600	354	22,1	8Мдя2Г	I^d	22,64	282
49а	51	не встановл.	не встанов.	46	-	2Мдя7Дзв1Г	I^d	4,45	63
3пдк	66	6,0 × 2,0 (Мд)	830	286	34,5	9Мдя1Г	I^b	36,15	485
3Б	67	3,0 × 1,0	1100	490	44,5	10Мдя	I^a	60,31	663
5зб	108	6,0 × 1,5 (Мд)	1100	325	29,5	10Мдя	I^a	58,52	863
Тип лісорослинних умов – D_3									
55а	23	не встановл.	~ 400	228	~ 57,0	6Мдя3Дзв1Г	I^e	11,23	109
129	22	2,0 × 0,5	1100	491	44,6	6Мдя2Ял2Дзв	I^c	21,36	206
80	27	2,0 × 1,0	830	245	29,5	7Мдя2Бк1Дзв	I^e	14,76	154
97а	23	2,0 × 0,6 (1,3)	1200	665	55,4	10Мдя	I^e	22,82	240
5пдк	37	2,0 × 0,7	2800	461	16,5	7Мдя3Дпн	I^c	26,30	307
23л	39	3,0 × 1,0	1650	968	58,7	10Мдя	I^b	37,18	390
7п	46	2,0 × 1,0	не встанов.	427	-	6Мдя3Бх1Яс	I^c	22,59	291
72а	56	не встановл.	не встанов.	67	-	4Мдя6Дзв	I^d	7,34	108
23а	56	не встановл.	не встанов.	101	-	4Мдя4Дзв1Вл1Г	I^b	11,64	147
4пдк	71	не встановл.	не встанов.	60	-	4Мдя4Дзв1Г1Бк	I^a	8,73	112
15лп	75	не встановл.	не встанов.	121	-	6Мдя2Г2Дзв	I^b	22,86	354
7зб	108	6,0 × 1,5 (Мд)	1100	102	9,3	6Мдя2Дзв1Яс1Клг	I	17,36	225

Примітка. Мдя – модрина Кемпфера; Мдє – модрина європейська; Дпн – дуб червоний; Бк – бук лісовий; Яс – ясен звичайний; Лп – липа дрібнолиста; Вз – в'яз шорсткий; Г – граб звичайний; Дзв – дуб звичайний; Клг – клен гостролистий; П – псевдотсуга Мензіса; Ял – ялина європейська; Бх – бархат амурський; Вл – вільха чорна; ПД – пробна ділянка

У віковій групі 32-36 років *L. kaempferi* росте достатньо інтенсивно (I^b-I^c класи бонітету), нагромаджуючи значний обсяг стовбурової деревини. Останній чинник істотно залежить від збереженості модрини у складі насадження: більша кількість особин модрини навіть у мішаному насадженні нагромаджує таку ж кількість деревини, як і в чистому (проби № 1ст-мд та 1п).

У віковій групі понад 50 років модрина знижує інтенсивність росту (I-I^a класи бонітету), хоча нагромаджує значні обсяги деревини (550-680 $м^3 \cdot га^{-1}$) за високих показників середніх висоти (24-28 м) та діаметра (33-39 см). Збереженість модрини навіть у початково чистих насадженнях відзначається значною варіабельністю (12-47%), причиною чого є різні підходи до інтенсивності проведення рубок догляду.

Найбільша кількість модринових насаджень зосереджена саме у *свіжих грудах* (див. табл.). Так, у віковій групі 19-25 років *L. kaempferi* росте за I^c-I^e класами бонітету, що помітно вище, ніж в умовах C_2. Нагромаджений запас стовбурової деревини залежить від участі модрини у складі деревостану, що, переважно, репрезентується через кількість дерев на одиниці площі. За більшої кількості дерев модрини на 1 га запас деревини відповідно найбільший, однак середні висота та діаметр найнижчі (ПД-10ст-мд).

Збереженість дерев у цій віковій групі залежить від інтенсивності рубок догляду і знаходиться в межах 24,0-51,8%. Стовбури модрини у віці 19-25 років вже досягають комерційних розмірів. Однак, якщо в чистому насадженні середні висота і діаметр модрини становлять тільки 15,6 м та 13,1 см, то у мішаних насадженнях ці значення набагато вищі (відповідно, 13,1-19,1 м та 24,6-28,4 см). Проте найвищі запаси стовбурової деревини нагромаджують саме деревостани чистого складу.

Найбільше насаджень свіжого груду було досліджено у віковій групі 29-34 роки. У більшості насаджень *L. kaempferi* росте за I^d класом бонітету, що свідчить про деяке зниження інтенсивності росту хвойного виду за висотою порівняно із попередньою віковою групою. Збереженість модрини у цій віковій групі відзначається високою варіабельністю (23,4-46,4%), причому таку варіабельність за збере-

женістю модрини відзначено як у мішаних, так і в чистих насадженнях: основну роль тут відіграють режими проведення рубок догляду.

Середні висоти у мішаних насадженнях *L. kaempferi* дещо нижчі (20,9-23,9 м), ніж у чистих (24,5-25,8 м), тоді як більші значення середніх діаметрів характерні для мішаних модринових насаджень (25,6-36,0 та 25,8-29,6 см відповідно). У мішаних насадженнях за меншої висоти формуються стовбури більшої товщини, тоді як у чистих насадженнях спостерігаємо зворотну тенденцію.

Запас стовбурової деревини модрини залежить від її участі у складі насадження та інтенсивності рубок догляду. Останній чинник є причиною значної варіабельності запасу деревини навіть і в чистих модринниках (317-507 $м^3 \cdot га^{-1}$).

Інтенсивність росту *L. kaempferi* у насадженнях 36-40-річного віку знижується до I^c-I^d бонітету за середніх висоти і діаметра, відповідно, 23,4-26,1 м та 28,8-43,1 см. Найбільші значення середнього діаметра характерні для модрини у мішаних насадженнях.

Збільшення віку лісових культур є причиною зменшення збереженості модрини (9,8-26,2%); для деяких насаджень цей показник не встановлено.

Як і в попередніх вікових групах, запас деревини залежить від кількості дерев модрини у насадженні і змінюється у значних межах. Навіть у насадженнях з перевагою модрини (8-10 од.) запас стовбурової деревини відносно невисокий і до того ж відзначається значною варіабельністю (272-406 $м^3 \cdot га^{-1}$), що свідчить про високу інтенсивність проміжного користування у модринниках 35-40-річного віку та відсутності єдиного підходу щодо цих самих обсягів користування. У цьому віці модринові насадження вже нагромаджують деяку частину великомірної деревини, що є причиною підвищеного попиту на неї та запровадження інтенсивного користування.

У мішаних насадженнях 41-51-річного віку модрина росте за I^b-I^d бонітетом. Подальше проміжне користування стало причиною як відносно низьких середніх висоти та діаметра модрини в культурах (23,8-29,7 м та 28,5-34,4 см), так і запасу стовбурової деревини (186 і 282 $м^3 \cdot га^{-1}$).

У насадженнях більше 65-річного віку в умовах D_2 бонітет *L. kaempferi* знижується до I^a-I^b за достатньо високої збереженості деревного виду у лісових культурах (29,5-44,5%). Насадження модрини у цьому віковому діапазоні переважно чисті за складом і нагромаджують високі запаси стовбурової деревини (в середньому 500-800 $м^3 \cdot га^{-1}$). Якщо середні висоти модрини (30,6-33,9 м) досить подібні до таких у попередніх вікових діапазонах, то середні діаметри є значно вищими (39,6-47,9 см). Тобто, після 50-річного віку модрина помітно знижує висотний приріст, збільшуючи при цьому приріст за діаметром.

Умови *вологого груду* є оптимальними для росту *L. kaempferi* у лісових культурах. Так, модрина у насадженнях 22-27-річного віку за високої збереженості (30-57%) росте за I^e класом бонітету. За значної середньої висоти (18,2-20,8 м) порода відзначається достатньо високими показниками середнього діаметра (23,0-27,7 см). Запас стовбурової деревини також відзначається значною варіабельністю (109-240 $м^3 \cdot га^{-1}$), що залежить як від участі модрини у складі, так і від інтенсивності рубок догляду.

У насадженнях 37-46-річного віку середня висота модрини досить значна (23,4-25,6 м). Середній діаметр (25,9-26,9 см), порівняно з таким у насадженнях попереднього вікового діапазону, практично не збільшився, що свідчить про інтенсивне проміжне користування у модринових культурах. З цієї ж причини певною варіабельністю відзначається і запас стовбурової деревини модрини (291-390 $м^3 \cdot га^{-1}$).

У двох досліджених нами насадженнях 56-річного віку участь модрини у складі становить 40% і запас нагромадженої стовбурової деревини невисокий (до 150 $м^3 \cdot га^{-1}$). Водночас середні висота і діаметр модрини, порівняно із попереднім віковим діапазоном, помітно більші (27,0 і 31,9 м та 36,9 і 39,2 см), що свідчить про нагромадження переважно великої деревини.

У насадженнях 71- та 75-річного віку бонітет модрини знижується до I^a-I^b класів за середніх висот 28,6 і 32,4 м за досить високих показників середнього діаметра (43,2 і 46,9 см). Запас стовбурової деревини модрини порівняно невисокий і залежить від участі модрини у складі насадження.

У насадженні 108-річного віку за збереженості 9,3%, середніх висоти і діаметра 29,1 м та 46,4 см, участі в складі 6 од. *L. kaempferi* нагромаджує порівняно невисокий обсяг деревини. Проте об'єм стовбура достатньо високий – 2,2 $м^3$.

Загальні тенденції ходу росту двох середніх модельних дерев *L. kaempferi* в умовах свіжої грабової діброви досить подібні (рис. 1). Найінтенсивніший ріст деревного виду за висотою спостережено в період 10-23 роки, після чого він дещо знижується. Високоінтенсивний ріст за діаметром спостережено впродовж 8-25 років. Подібні тенденції зафіксовано і в ході росту за об'ємом.

Наведені нами дані дуже подібні до таких, отриманих Kim et al. (2013). За результатами досліджень у лісових насадженнях Кореї, швидкість росту *L. kaempferi* за висотою і діаметром дуже висока до 24 років, після чого зазвичай темпи росту сповільнюються. Саме до цього віку природний відпад дерев найбільший, після чого настає період стабілізації.

Xunru & Zhuokui (2001) також вказують на *L. kaempferi* як на високопродуктивний вид ранньої стадії росту, період дозрівання якого становить близько 35 років. При цьому дуже швидкий період росту становить близько 6-8 років. Завдяки сильній здатності до екологічної адаптації, модрина Кемпфера є ідеальним видом для вирощування у насадженнях з коротким оборотом рубки.

Із збільшенням густоти *L. kaempferi* у лісових культурах у всіх досліджених вікових періодах свіжого і вологого груду запас її стовбурової деревини зростає, причому дуже суттєво (рис. 2, 3).

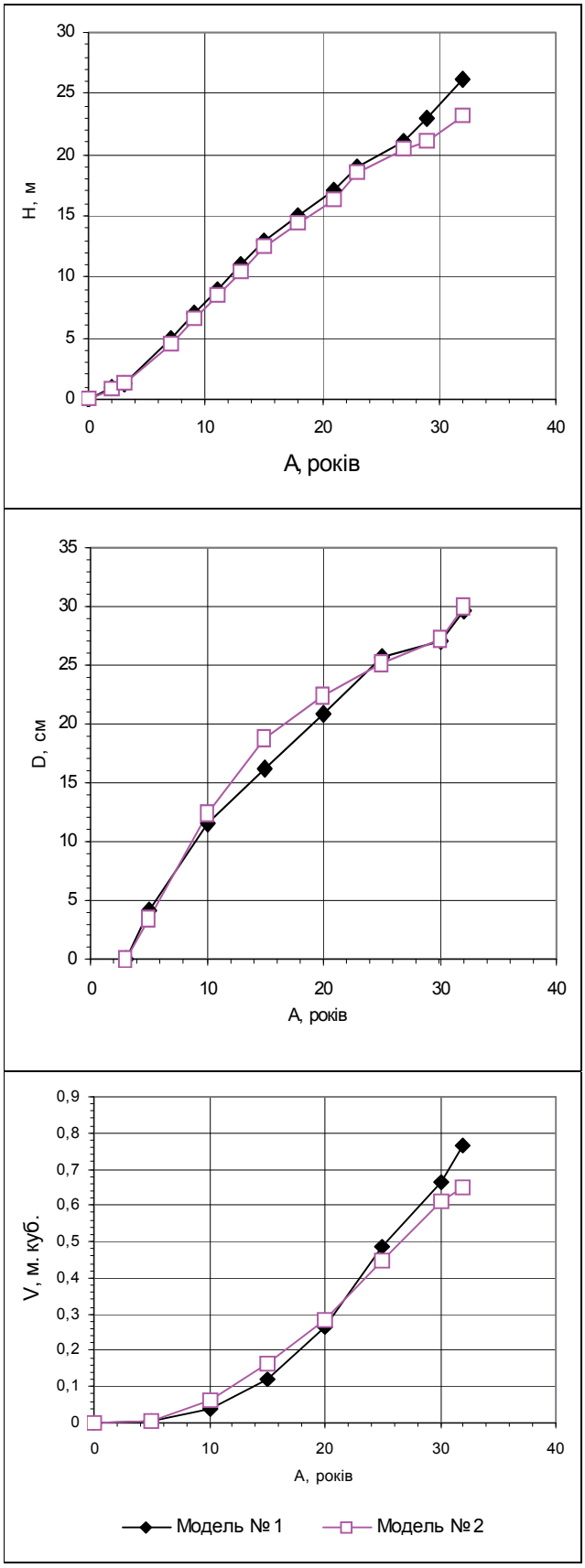

Рис. 1. Хід росту середніх модельних дерев *L. kaempferi* за основними таксаційними показниками на пробній ділянці № 2ст-мд в типі лісу D_2-*гД* Великопільського л-ва Страдчівського НВЛК (Львівська обл.)

Дещо менш помітне зростання запасу спостерігаємо лише у віковому періоду 31-40 років свіжого груду. Запас 21-30-річних насаджень модрини за більшої густоти є значно вищим, однак наші дослідження модринових насаджень в цьому віковому діапазоні обмежені тільки густотою 250 шт.·га$^{-1}$ (див. рис. 2).

Результати досліджень Kim Moonil et al. (2016) у районі Янпйонг-гун в Центральній Кореї підтверджують позитивний вплив зрідження плантації *L. kaempferi* на ріст деревного виду за діаметром (DBH), а також і на збільшення висоти. Розрідження сприяє зростанню DBH і висоти завдяки збільшенню горизонтальної відстані та зменшенню конкуренції між сусідніми деревами за чинники довкілля, насамперед – за сонячне світло та площу розвитку крони.

В умовах вологого груду у віці 31-50 років відмінність між запасом деревини у модринових насадженнях густотою 430-460 і 970 шт.·га$^{-1}$ є незначною (у межах 100 м^3·га$^{-1}$). Причина тут полягає в широкому віковому діапазоні досліджень (див. рис. 3). Відмінності у нагромадженні деревини у подібних типах лісорослинних умов також можна пояснити різним складом насаджень, різними екотипами породи за швидкістю росту. Проте в цьому та в попередньому дослідах чітко прослідковується тенденція до збільшення запасу стовбурової деревини модрини зі збільшенням її участі у складі, аж до 100%.

Вікові зміни запасу чистих модринників у різних типах лісорослинних умов подано на рис. 4. В умовах C_2 і D_3 криві практично накладаються одна на одну, тоді як помітну перевагу за запасом деревини мають насадження *L. kaempferi* саме в умовах D_2. Досліджена нами тенденція визначається обсягами проміжного користування в модринових культурах, а вони є найбільшими саме у вологих грудах, оскільки саме тут продуктивність модрини найвища.

Сказане підтверджується дослідженнями зміни об'єму середнього дерева *L. kaempferi* в чистих насадженнях різних типів лісорослинних умов (рис. 5). Найвищу інтенсивність росту за показником $V_{ср}$ зафіксовано в умовах D_3, найнижчу – в умовах C_2 і при цьому відмінність в об'ємі середнього дерева впродовж усього досліджуваного вікового періоду (20-100 років) дуже суттєва.

Участь *L. kaempferi* у складі помітно впливає на запас деревини насадження загалом (рис. 6). Тенденції збільшення запасу стовбурової деревини із збільшенням участі модрини є дуже подібними до таких із збільшенням густоти (див. рис. 2). Тобто найпродуктивнішими є чисті модринові насадження.

Динаміку середніх таксаційних показників *L. kaempferi* в умовах C_2 досліджено для 50-60- і 90-100-ної участі деревного виду у складі (рис. 7-9). В усіх випадках існує перевага модрини в рості за висотою, діаметром та об'ємом саме в чистих насадженнях.

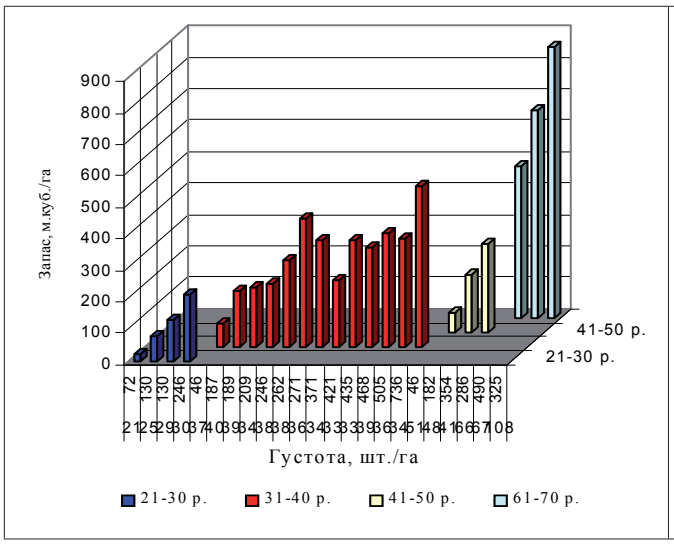

Рис. 2. Вплив густоти на запас стовбурової деревини *L. kaempferi* в культурах свіжого груду Західного Лісостепу за віковими періодами

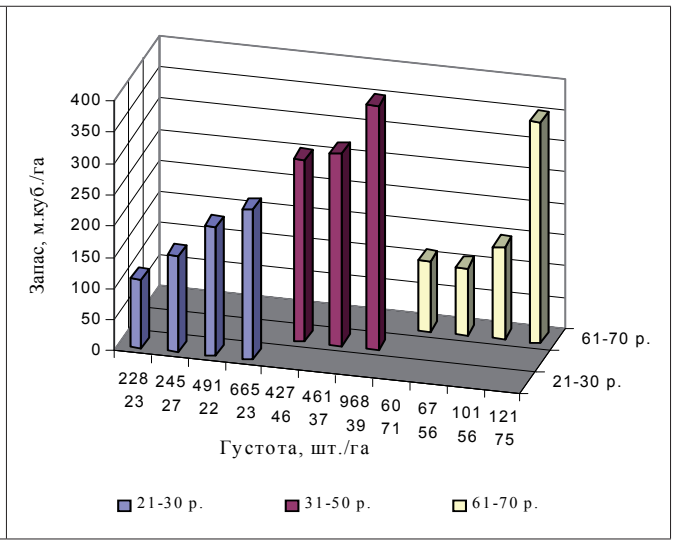

Рис. 3. Вплив густоти на запас стовбурової деревини *L. kaempferi* в культурах вологого груду Західного Лісостепу за віковими періодами

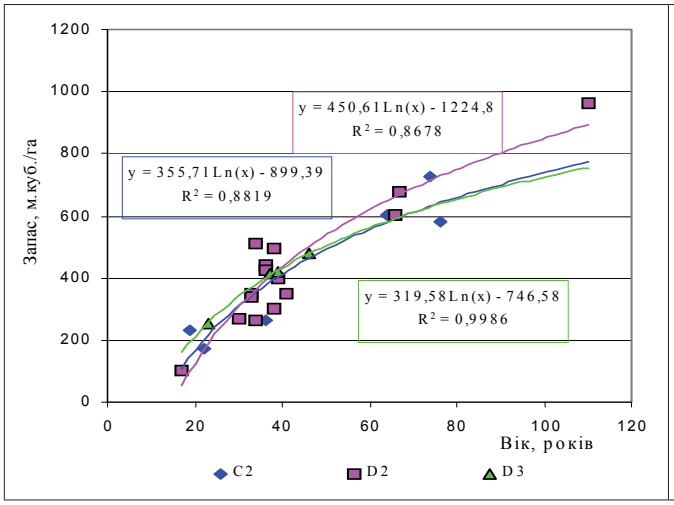

Рис. 4. Вікові зміни запасу деревини у чистих насадженнях *L. kaempferi* в різних типах лісорослинних умов Західного Лісостепу

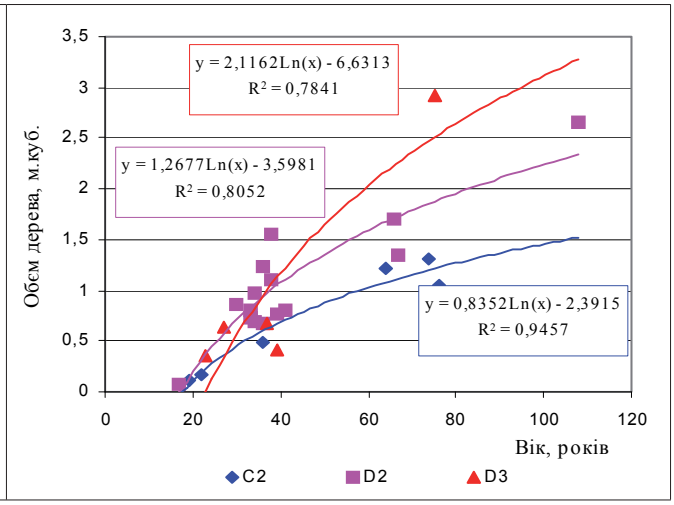

Рис. 5. Зміна об'єму середнього дерева *L. kaempferi* в чистих насадженнях різних типів лісорослинних умов

В умовах D_3, де ріст *L. kaempferi* найінтенсивніший, досліджені нами тенденції мають дещо інший характер. Тут найнижчий об'єм середнього дерева породи зафіксовано саме в чистих модринових насадженнях (рис. 10-12). Сильний антропогенний вплив саме в чистих модринниках вологого груду суттєво впливає на зниження середніх таксаційних показників породи. При цьому в насадженнях за участю модрини в 4-5 од. породу майже не вибирають внаслідок її невисокої густоти і складності проведення самого процесу рубки. Тому і таксаційні показники модрини в таких культурах найвищі.

Подібну тенденцію вікової зміни таксаційних показників *L. kaempferi* встановлено і для умов свіжого груду. Практично найвищі середні показники висоти, діаметра та об'єму дерева мають насадження з найменшою участю породи. Проте найвищий запас стовбурової деревини нагромаджують все-таки чисті насадження внаслідок значної кількості дерев. Така тенденція підтверджує доцільність культивування чистих насаджень із модрини Кемпфера.

Площа живлення одного дерева модрини закономірно зростає зі збільшенням віку насаджень. Однак певної тісноти зв'язку між площею живлення модрини та її таксаційними показниками не встановлено ($r < 0,30$). За нашими дослідженнями, між площею живлення та різними таксаційними показниками модрини можна коректно встановити тісноту зв'язку тільки у чистих насадженнях різних вікових груп за рівномірного розміщення хвойної породи у деревостані.

Larix kaempferi має схильність до формування потужної крони, що суттєво знижує якість стовбура та його об'єм (Olijnyk, 1991; Debryniuk, 2007). Водночас щільна крона дає модрині змогу формувати однопородні фітоценози високої продуктивності. Негативну властивість породи формувати потужну крону можна усунути шляхом створення чистих густих на-

саджень, де модрина мала б змогу нарощувати тільки висотний приріст. Однак перегущені культури можуть серйозно пошкоджуватися негативною дією абіотичних чинників. Тому початкове розміщення садивних місць повинно становити 2,0-3,0 × 1,0-1,5 м з урахуванням типу лісорослинних умов, що відповідає густоті 3,3…5,0 шт.·га$^{-1}$ (Debryniuk, Krynitskyy, & Tselen, 2016). Початково густі лісові культури *L. kaempferi* дадуть змогу швидко довести насадження до стадії зімкнення, обмежити розвиток крон та інтенсифікувати висотний приріст.

Високі запаси стовбурової деревини модрини у чистих середньовікових насадженнях свідчать про перспективу створення і вирощування таких деревостанів, як найбільш високопродуктивних та біотично стійких.

Досліджені нами чисті модринники мають високу продуктивність і стійкість, а внаслідок слабкого потрапляння світла під намет деревостанів грунт залишається незадернілим. Створення чистих культур з відносно густим розташуванням садивних місць дасть змогу в процесі рубок догляду отримати тонко- та середньомірну деревину, що зробить економічно доцільним проведення цього лісівничого заходу.

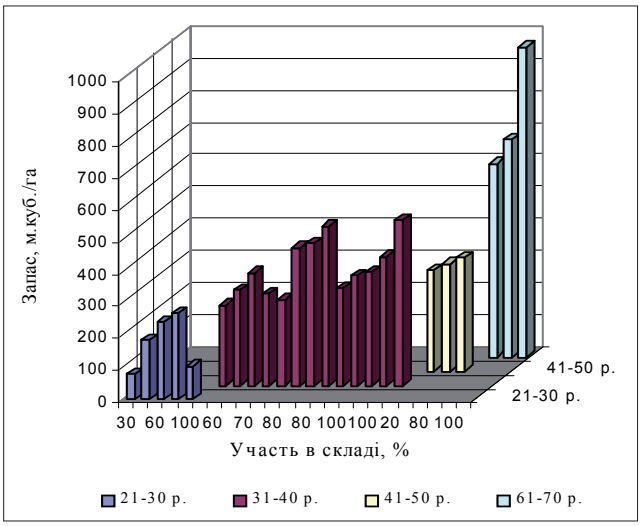

Рис. 6. Вплив участі *L. kaempferi* на запас стовбурової деревини насадження в умовах D_2 різних вікових періодів Західного Лісостепу

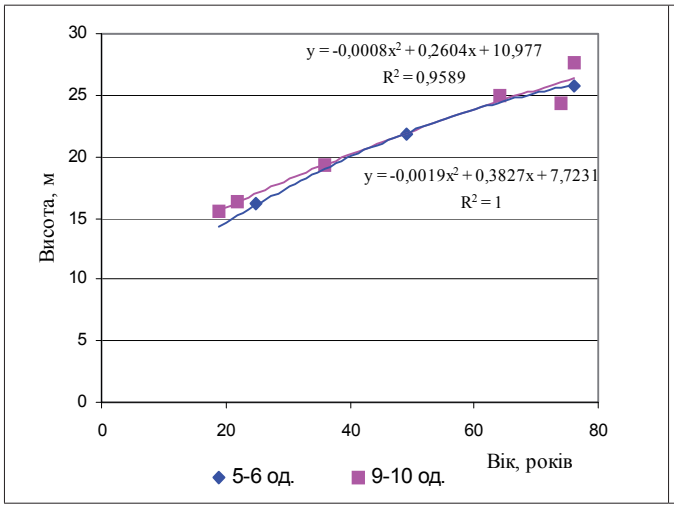

Рис. 7. Динаміка середньої висоти *L. kaempferi* у штучних насадженнях свіжого сугруду Західного Лісостепу

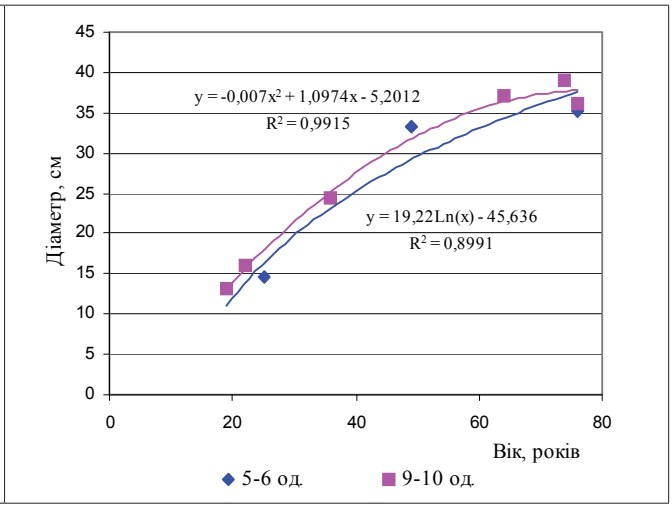

Рис. 8. Динаміка середнього діаметра *L. kaempferi* у штучних насадженнях свіжого сугруду Західного Лісостепу

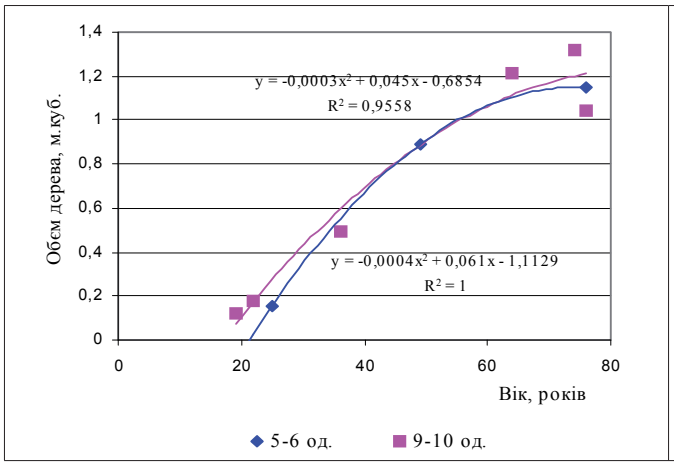

Рис. 9. Динаміка об'єму середнього дерева *L. kaempferi* у штучних насадженнях свіжого сугруду Західного Лісостепу

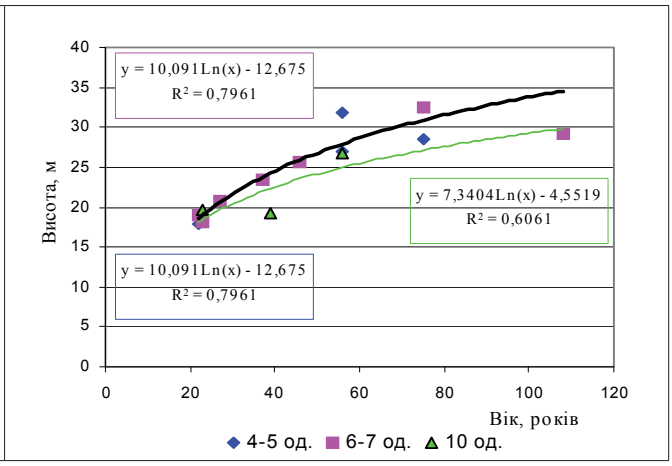

Рис. 10. Динаміка середньої висоти *L. kaempferi* у штучних насадженнях вологого груду Західного Лісостепу

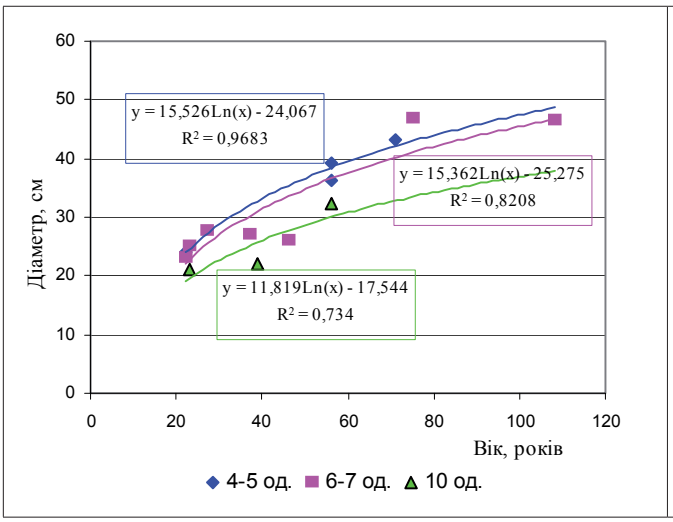

Рис. 11. Динаміка середнього діаметра *L. kaempferi* у штучних насадженнях вологого груду Західного Лісостепу

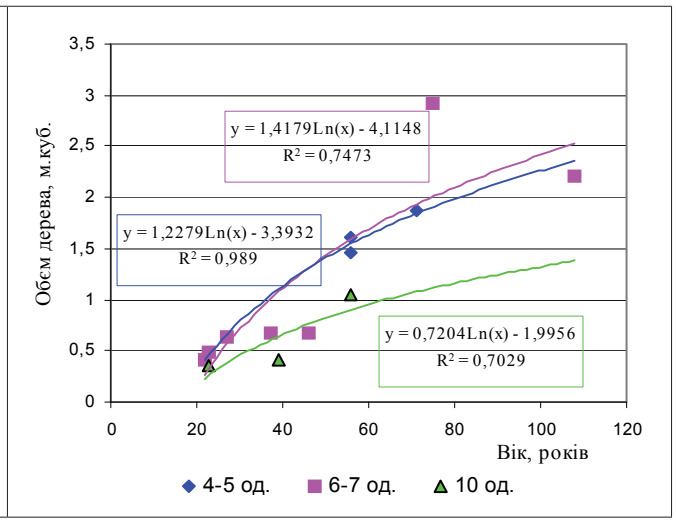

Рис. 12. Динаміка об'єму середнього дерева *L. kaempferi* у штучних насадженнях вологого груду Західного Лісостепу

Висновки. У Західному Лісостепу України *Larix kaempferi* відзначається дуже високими інтенсивністю росту та конкурентоздатністю в молодому віці, переважно витісняючи зі складу насаджень інші деревні види за різної ширини міжрядь – 2,5...4,0 м. Введення в культури модрини окремих рядів, ланок чи садивних місць листяних порід є недоцільним заходом, оскільки до 20-річного віку вони майже повністю витісняються із складу насадження і модрина отримує додатковий простір для інтенсивного розвитку крон.

В умовах свіжого сугруду, свіжого і вологого груду *L. kaempferi* відзначається високою інтенсивністю росту в чистих і мішаних насадженнях, однак тип лісорослинних умов виявляє певний вплив на цей показник. Узагальнення середніх показників висоти модрини за типами лісорослинних умов відображається такими класами бонітету деревного виду у чистих і мішаних насадженнях. Так, в умовах C_2 модрина росте в насадженнях 15-25-річного віку за I^c-I^d, 30-35-річного – I^b-I^c, у насадженнях більше 50 років – за I^a класами бонітету. В умовах D_2 модрина росте в насадженнях 20-25-річного віку за I^c-I^e, 30-35-річного – за I^c-I^d, 36-40-річного – за I^c-I^d, 41-50-річного – за I^b-I^d, у насадженнях більше 60 років – I^a-I^b класами бонітету. В умовах D_3 модрина росте в насадженнях 20-25-річного віку за I^e, 35-45-річного – за I^d, 55-річного – за I^d, 71-75-річного – I^a-I^b, 100-річного – I класами бонітету.

Наведені дані підтверджують дещо менш інтенсивний ріст модрини у свіжих сугрудах. Поряд з цим, в умовах D_2 і D_3 ми не встановили відмінностей в інтенсивності росту модрини за висотою – її динаміка за віковими періодами відбувається дуже подібно.

У грудових умовах після 50-річного віку модрина знижує інтенсивність росту за висотою, тоді як приріст за діаметром продовжує залишатися високим.

Для отримання значного запасу стовбурової деревини доглядові рубки необхідно проводити з такою інтенсивністю, щоб у середньовікових (60-70 років) насадженнях кількість модрини на 1 га становила близько 500 шт. особин.

У чистих насадженнях модрина Кемпфера нагромаджує найвищі запаси стовбурової деревини, хоча її середні висота і діаметр тут можуть бути меншими, ніж у мішаних деревостанах. Поряд з цим, у разі встановлення в чистих культурах модрини густоти, близької до оптимальної, середні таксаційні показники хвойної породи подібні до таких у мішаних насадженнях.

Запас стовбурової деревини модрини у чистих і мішаних насадженнях усіх типів лісорослинних умов залежить від інтенсивності ведення рубок догляду. Регулярними розрідженнями деревостану можна встановити близьку до оптимальної кількість особин на одиницю площі в конкретні вікові періоди, що визначатиме нагромадження максимальних обсягів деревини.

Збереженість модрини навіть і в початково чистих насадженнях характеризується високою варіабельністю, причиною чого є різні підходи до інтенсивності проведення рубок догляду. Відсутність конкретної програми вирощування модринових насаджень щодо встановлення близької до оптимальної густоти у різні вікові періоди є причиною неповного використання едафічного потенціалу типів лісорослинних умов, недоотримання значних обсягів деревини, насамперед великої.

Тип лісорослинних умов, початкова густота та збереженість *L. kaempferi* у лісових культурах суттєво впливають на таксаційні показники деревного виду. Найвищі запаси стовбурової деревини модрина нагромаджує в насадженнях, де її участь у складі є максимальною.

Доцільно на певній території лісового фонду Західного Лісостепу та прилеглих територій створю-

вати чисті насадження із модрини Кемпфера з рівномірним розміщенням садивних місць на ділянці та постійним підтримуванням високої зімкнутості деревостану. Створювати плантаційні насадження цього деревного виду доцільно в умовах дібров і судібров, бучин і субучин, яличин і суяличин.

Як об'єкт плантаційного лісовирощування, *L. kaempferi* задовольняє низку важливих вимог: інтенсивний ріст та швидке нагромадження стовбурової деревини; проста технологія вирощування; відносно широка екологічна амплітуда; можливість успішного культивування в чистих насадженнях; цінна деревина; висока стійкість проти шкідників і хвороб; широкий діапазон застосування деревини; можливість ведення інтенсивного проміжного користування.

Отже, можливостям використання *L. kaempferi*, як елемента плантаційних лісових насаджень, варто відвести особливе місце, адже цікавість до вирощування цього деревного виду, як до одного із найбільш швидкорослого та цінного у господарському аспекті, не послаблюється.

References

A-Ram, Y., Jaehong, H., Minseok, Ch., & Sun-Wha, S. (2013). Soil Physical and Chemical Properties with Plantation Regions and Stand Age in *Pinus rigida* and *Larix kaempferi* plantations. *Korean Society of Forest Science, 102* (4), 578-586. https://doi.org/10.14578/jkfs.2013.102.4.578

Barriola, M.-J., Aira, J.-R., & Lafuente, E. (2019). Visual grading criteria for Japanese larch (*Larix kaempferi*) structural timber from Spain. *Journal of Forestry Research.* https://doi.org/10.1007/s11676-019-01025-5

Belelia S.O., & Debryniuk, Iu.M. (2017). *Cultivating species of Larix L. genus in artificial plantations of the Western Polissia of Ukraine*. Lviv: Galician Publishing Union (in Ukrainian).

Chang Cheng-hu, Ju Tian-zhen, Wang Qin-hua, & Cao Chun (2005). Nutrient Characteristic Analyse of Soil under Larch Plantation from Japan on Mountain Xiaolong, Gansu. *Journal of Fujian Forestry Science and Technology*, *32* (3), 55-57. https://doi.org/10.13428/j.cnki.fjlk.2005.03.014

Debryniuk, Iu.M. (2008). Viability and growth features of *Larix leptolepis Gord*. in artificial plantations of the Western Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific bulletin of the Ukrainian National Forestry University, 18* (10), 7-18. Retrieved from https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2008/18_10/index.htm (in Ukrainian).

Debryniuk, Iu.M. (2007). *Plantation forest cultures in Western Forest-steppe of Ukraine: conception, methodology, resource potential* (Doctoral dissertation, Ukrainian National Forestry University, Lviv, Ukraine). Retrieved from https://otherreferats.allbest.ru/agriculture/00454280_1.html (in Ukrainian).

Debryniuk, Iu.M., Krynitskyy, G.T., & Tselen, Ya., P. (2016). *Technology of forest plantation cultivation in the western region of Ukraine*. Lviv: Kamula (in Ukrainian).

Deliang Lu, G., Geoff Wang, Jinxin Zhang, Yunting Fang, Chunyu Zhu, & Jiaojun Zhu (2018). Converting larch plantations to mixed stands: Effects of canopy treatment on the survival and growth of planted seedlings with contrasting shade tolerance. *Forest Ecology and Management, 409* (1), 29-37. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.11.017

Dengler, A., & Röhrig, E. (1980). *Waldbau auf ökologischer Grundlage.* Bd. 1. Hamburg und Berlin: Verlag Paul Parey.

Fuchylo, Ya.D., & Sbytna, M.V. (2012). Features of growth of coniferous introduced in the Ukrainian Carpathians. *Forestry and landscape gardening*, *1*, 27-32. Retrieved from http://ejournal.studnubip.com/ (in Ukrainian).

Gang Qun, Qiaoling Yan, & Jiaojun Zhu (2015). Effects of thinning on early seed regeneration of two broadleaved tree species in larch plantations: implication for converting pure larch plantations into larch-broadleaved mixed forests. *An International Journal of Forest Research, 88* (5), 573-585. https://doi.org/10.1093/forestry/cpv025

Gerushynsky, Z.Yu. (1996). *Forest typology of the Ukrainian Carpathians.* Lviv: Piramida (in Ukrainian).

Girs, O.A., Manita, O.H., Myronjuk, V.V., Swingchuk, V.A., & Berezovsky, L.M. (2013). *Forest Inventory Directory*. Kyiv: Vinichenko Publishing House (in Ukrainian).

Goroshko, M.P., Myklush, S.I., & Khomyuk, P.G. (2004). *Biometrics*. Lviv: Kamula (in Ukrainian).

Hartmut, P. (1987). The Japanese larch in Rheinland-Pfalz. *Allgemeine Forstzeitschrift*, *26*, 669-672 (in German).

Jung, Mun-Ho, Lee, Don-Koo; & Um, Tae-Won (2007). Differences of Nutrient Input by Throughfall, Stemflow and Litterfall between Deciduous Forest and *Larix kaempferi* Plantation in Mt. Joonwang, Kangwon-do. *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer, 40* (2), 136-144. Retrieved from http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=KR2008002197

Junyu Li, Qingxue Guo, Jinxin Zhang, Korpelainen H., & Chunyang Li (2016). Effects of nitrogen and phosphorus supply on growth and physiological traits of two *Larix* species. *Environmental and Experimental Botany, 130*, 206-215. doi.org/10.1016/j.envexpbot.2016.06.006

Kim, Se-Mi, An, Ji-Hong, Lim, Yun-Kyung, Pee, Jung-Hun, Kim, Gyung-Soon, Lee, Ho-Young… Lee, Chang-Seok (2013). Ecological Changes of the Larix kaempferi Plantations and the Restoration Effects Confirmed from the Results. Korean. *Journal of Ecology and Environment, 46* (2), 241-250. https://doi.org/10.11614/KSL.2013.46.2.241

Mauryn, A.M. (1970). *Experience in the introduction of woody plants in the Latvian SSR*. Riga: Zynatne (in Russian).

Melnyk, P.H., Merzlenko, M.D., & Lobova, S.L. (2016). The results of growing larch climatypes in provenance trial plantation of the northeastern Moscow Region. *Bulletin of Altai State Agrarian University, 2* (136), 62-67. Retrieved from http://www.asau.ru/vestnik/2016/2/ (in Russian).

Moonil Kim, Woo-Kyun Lee, Yoo-Seoung Kim, Chul-Hee Lim, Cholho Song, & Taejin Park (2016). Impact of thinning intensity on the diameter and height growth of *Larix kaempferi* stands in central Korea. *Forest Science and Technology*, *12* (2), 77-87. https://doi.org/10.1080/21580103.2015.1075435

Nagaike, T. (2002). Differences in plant species diversity between conifer (*Larix kaempferi*) plantations and broad-leaved (*Quercus crispula*) secondary forests in central Japan. *Forest Ecology and Management*, *168* (1-3), 111-123 https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00734-4

Nagaike T., & Hayashi, A. (2004). Effects of extending rotation period on plant species diversity in Larix kaempferi plantations in central Japan. *Annals of Forest Science, 61*, 197-202. https://doi.org/10.1051/forest:2004012

Olijnyk, I.J. (1977). *Japanese larch in forest stands of the western regions of the Ukrainian SSR.* (Doctoral dissertation, Kharkov Agricultural Institute, Kharkov, Ukraine) (in Russian).

Olijnyk, I.J. (1991). Japanese larch is a valuable species for intensive forest cultivation. *Folia dendlogica*, *18*, 223-233 (in Russian).

Ostapenko, B.F., & Tkach, V.P. (2002). *Forest typology*. Kharkiv: Kharkiv State Agrarian University (in Ukrainian).

Paques, L.E. (1992). Performance of vegetatively propagated *Larix decidua*, *L. kaempferi*, and *L. laricina hybrids*. *Ann. Sci. Forest., 1*, 63-74.

Peshko V.S. (1965). *Larch in the plantations of the western regions of the Ukrainian SSR* (Doctoral dissertation, The V.V. Dokuchaev Kharkov Agricultural Institute. Kharkov, Ukraine). Retrieved from https://search.rsl.ru/ru/record/01006464466 (in Russian).

Qu, Laiye (2016). Ecophysiological Study on the Natural Regeneration of the Two Larch Species with Special References to Soil Environment in Larch Forests. *Eurasian Journal of Forest Research, 19* (1), 1-51. Retrieved from http://hdl.handle.net/2115/67935

Vollbrecht, G., Johansson, U., Eriksson, H., & Stenlid, J. (1995). Butt rot incidence, yield and growth pattern in a tree species experiment in southwestern Sweden. *Forest Ecology and Management, 76* (1-3), 87-93. https://doi.org/10.1016/0378-1127(95)03550-T

Wang Hong, Sun Xiao, Chen Dong, Shen Ya, & Ma Jian (2012). Changes of Soil Physical and Chemical Properties at Different Developmental Stages of *Larix kaempferi* Plantations in Xiaolongshan, Gansu Province. *Forest Research, 25* (3), 294-301. Retrieved from http://lykx.chinajournal.net.cn

Xunru, A., & Zhuokui, S. (2001). Study on the biomass and growth of Larix Kaempferi. *Journal of Hubei Institute for Nationalities (Natural Science), 19* (2), 20-22. https://europepmc.org/article/cba/353592

Yang, A-Ram, Hwang, Jaehong, Cho, Minseok, & Song, Sun-Wha (2013). Soil Physical and Chemical Properties with Plantation Regions and Stand Age in *Pinus rigida* and *Larix kaempferi* Plantations. *Journal of Korean Society of Forest Science*, *102* (4), 578-586. https://doi.org/10.14578/jkfs.2013.102.4.578

Yeongwan Seo, Daesung Lee, & Jungkee Choi (2018). Growth pattern analysis of major coniferous tree species in South Korea. *Journal Forest Science and Technology, 14* (1), 1-6. https://doi.org/10.1080/21580103.2017.1409660

Zhao Kun, Cao Fu-qing, Jiao Yun-de, Ding Mi-tian, et al. (2002). On the first planting density of *Larix kampferi* (Lamb.) Carr in West Henan Province. *Journal of Henan Agricultural University*. Retrieved from http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CN2003081083

Zhivitsky Z.N. (1968). *Larch in the Ukrainian Carpathians* (Doctoral dissertation, The K.A. Timiryazev Moscow Agricultural Academy, Moscow, Russia). Retrieved from https://rucont.ru/efd/39670 (in Russian).

Larix kaempferi Carr. как перспективный древесный вид для плантационного лесовыращивания в лесных насаждениях Западной Лесостепи Украины

Ю.М. Дебринюк[1]

По результатам исследований получен материал, который отражает основные аспекты роста и накопления древесины *Larix kaempferi* в насаждениях различных типов лесорастительных условий, разного состава и возраста.

В Западной Лесостепи Украины *L. kaempferi* характеризуется очень высокими интенсивностью роста и конкурентоспособностью в молодом возрасте, вытесняя из состава насаждений другие древесные виды при различной ширине междурядий – 2,5...4,0 м. Вводить в культуры лиственницы

[1] *Дебринюк Юрий Михайлович* – академик Лесной академии наук Украины, академик-секретарь ЛАН Украины, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесных культур и лесной селекции. Национальный лесотехнический университет Украины, ул. генерала Чупринки, 103, г. Львов, 79057, Украина. Тел.: 032-235-30-12, +38-067-195-78-36. E-mail: debrynuk_ju@ukr.net ORCID: http://orcid.org/0000-0002-0994-349X

отдельные ряды, отдельные саженцы или звенья саженцев других древесных видов нецелесообразно, поскольку до 20-летнего возраста они почти полностью вытесняются из состава, вследствие чего лиственница получает дополнительное пространство для интенсивного развития кроны.

L. kaempferi имеет склонность к формированию мощной кроны, что существенно снижает качество ствола и его объем. Вместе с тем, достаточно плотная крона дает ей возможность формировать устойчивые однопородные искусственные фитоценозы высокой производительности. Поэтому отрицательное свойство породы образовывать мощную крону можно устранить путем создания чистых густых насаждений. Однако перегущенные культуры могут серьезно повреждаться воздействием различных абиотических факторов. Поэтому первоначальное размещение посадочных мест должно составлять 2,0 × 1,3-1,5...3,0 × 1,0-1,5 м с учетом типа лесорастительных условий, что соответствует густоте 3,3...5,0 шт.· га$^{-1}$.

Запас древесины зависит от количества деревьев лиственницы в насаждении и варьирует в значительных пределах. Даже в культурах с преобладанием лиственницы (8-10 ед.) запас стволовой древесины может быть относительно невысоким и к тому же отличаться значительной вариабельностью (272-406 м^3·га$^{-1}$). Показатель запаса свидетельствует о высокой интенсивности промежуточного пользования в лиственничниках 35-40-летнего возраста и отсутствие определенного подхода в отношении этих самых объемов пользования. Наивысшие запасы древесины лиственница накапливает в насаждениях, где ее участие в составе максимально.

У молодых и средневозрастных насаждениях свежих относительно богатых типов лесорастительных условий *L. kaempferi* растет менее интенсивно (I^a-I^d бонитет), тогда как в свежих и влажных богатых условиях бонитет лиственничных насаждений заметно выше (I^b-I^e). В исследованных лесорастительных условиях после 50-летнего возраста лиственница заметно снижает рост по высоте, тогда как прирост по диаметру продолжает увеличиваться.

В чистых насаждениях *L. kaempferi* накапливает высокие запасы стволовой древесины, хотя ее средние высота и диаметр здесь могут быть несколько ниже, чем в смешанных древостоях. Наряду с этим, в случае установления в чистых культурах лиственницы густоты, близкой к оптимальной, средние таксационные показатели хвойной породы приближаются к таковым в смешанных насаждениях.

Сохранность лиственницы даже в изначально чистых насаждениях значительно варьирует, причиной чего являются различные подходы к интенсивности проведения рубок ухода. Отсутствие конкретной программы выращивания лиственничных насаждений по установлению близкой к оптимальной густоте в разные возрастные периоды является причиной неполного использования эдафического потенциала типов лесорастительных условий, недополучения значительных объемов древесины.

Как перспективный объект плантационного лесовыращивания, *L. kaempferi* удовлетворяет ряд важных требований: интенсивный рост и быстрое накопление стволовой древесины; простая технология выращивания; относительно широкая экологическая амплитуда; возможность культивирования в чистых насаждениях; ценная древесина; устойчивость против вредителей и болезней; широкий диапазон применения древесины; возможность ведения интенсивного промежуточного пользования.

Ключевые слова: типы лесорастительных условий; лесные культуры; густота; размещение посадочных мест; сохранность лиственницы; ход роста; таксационные показатели; запас стволовой древесины.

Larix kaempferi Carr. as a promising woody species for plantation forest growing in forest stands of the Western Forest-Steppe of Ukraine

Iu. Debryniuk[1]

Based on the research results, material was obtained that reflects the main aspects of the growth and accumulation of *Larix kaempferi* wood in stands of various types of forest growth conditions, of different composition and age.

In the Western Forest-Steppe of Ukraine, *L. kaempferi* is characterized by a very high growth rate and competitiveness at a young age, displacing other tree species from the stands with different row spacing – 2.5...4.0 m. It is not advisable to introduce individual rows, individual seedlings, or links of seedlings of other tree species into larch cultures, since they are almost completely displaced from the composition by the age of 20 years, as a result of which larch receives additional space for the intensive development of the crowns.

L. kaempferi has a tendency to form a powerful crown, which significantly reduces the quality of the trunk and its volume. At the same time, a fairly dense crown enables it to form steady-state, single-

[1] *Iurii Debryniuk* – full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Academician-Secretary of the Ukrainian Forestry Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Forest Crops and Forest Selection. Ukrainian National Forestry University, General Chuprynka st., 103, Lviv, 79057, Ukraine. Tel .: 032-235-30-12, + 38-067-195-78-36. E-mail: debrynuk_ju@ukr.net ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0994-349X.

species artificial phytocoenoses of high productivity. Therefore, the negative property of the species to form a powerful crown can be eliminated by creating pure, dense stands. However, exceedingly dense plantations can be seriously damaged by various abiotic factors. Therefore, the initial placement of planting spots should be 2.0 × 1.3-1.5...3.0 × 1.0-1.5 m, taking into account the type of forest growth conditions, which corresponds to a density of 3.3...5. 0 pcs. · ha^{-1}.

Timber volume depends on the number of larch trees in the plantation and varies significantly. Even in plantations with a predominance of larch (8-10 units), the stock of stem wood is relatively low and is also characterized by significant variability (272-406 m^3 · ha^{-1}), which indicates a high intensity of intermediate use in larch forests of 35-40 years old age and lack of a specific approach in relation to the use of these volumes. The larch accumulates the highest timber volume in the stands, where its participation in the composition is maximized.

In young and middle-aged stands of fresh fairly rich types of forest site conditions, *L. kaempferi* grows less intensively (I^a-I^d site class), while in fresh and moist rich site conditions, the larch stand site class is significantly higher (I^b-I^e). Under the investigated forest growth conditions, after 50 years of age, larch significantly reduces growth in height, while the growth in diameter continues to increase.

In pure stands, *L. kaempferi* accumulates high volumes of stem wood, although its average height and diameter are noticeably smaller than in mixed stands. At the same time, if the density of pure larch plantations is close to the optimum, the average mensurational indexes of conifers approach those in mixed plantations.

The survival of the larch even in the initially pure plantations varies considerably. This is due to the different approaches to the intensity of tending felling. The absence of a specific program for growing larch plantations to establish a density that is close to optimal for different age periods is the cause of underutilization of the edaphic potential of various forest growth conditions and, as a result, there is a shortage in supply of significant volumes of wood.

As a promising object for plantation silviculture, *L. kaempferi* meets a number of important requirements: intensive growth and rapid accumulation of stem wood; simple cultivation technology; relatively wide ecological amplitude, the possibility of cultivation in pure stands, valuable wood; resistance against pests and diseases; wide range of wood applications; the possibility of conducting intensive intermediate forest management.

Key words: types of forest growth conditions; forest plantations; density; placement of planting spots; larch survival; growth rate; mensurational indexes; volume of stem wood.