

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

Центральний ботанічний сад імені М.М.Гришка

На правах рукопису

ШУМИК МИКОЛА ІВАНОВИЧ

БІОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИДІВ РОДУ *QUERCUS* L.
В УМОВАХ ТЕХНОГЕННОГО ТА УРБАНІЗОВАНОГО СЕРЕДОВИЩА

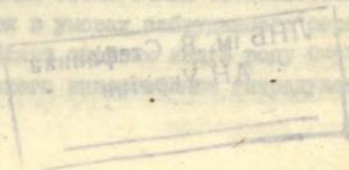
03.00.01 - ботаніка

Автореферат

дисертації на здобуття вченого ступеня

кандидата біологічних наук

Київ - 1995





00424269 (R)

Центрального ботанічного саду ім. М.М.Гришка
Національної академії наук України в 1990 - 1994 рр.

Науковий керівник: кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник Ф.М.Левон

Офіційні опоненти: доктор біологічних наук,
професор Й.Й.Сікура

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент В.М.Маурер


Провідна установа: Криворізький ботанічний сад Національної
академії наук України

Захист дисертації відбудеться " " 1995 р.
о год. на засіданні Спеціалізованої вченої ради
при Центральному ботанічному саду ім. М.М.Гришка ІАН України
за адресою: 252014, Київ, вул. Тімірязєвська, 1.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці
Центрального ботанічного саду ім. М.М.Гришка НАН України

Автореферат розісланий "19 вересня" 1995р.

Вчений секретар Спеціалізованої вченої ради,
кандидат біологічних наук

 Н.І.Джуренко

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ. Забруднення навколишнього середовища різними шкідливими речовинами, що невинно зростає в останні роки, викликає негативні стійкі зміни і порушення в функціонуванні природних екосистем і, що особливо небезпечно, загрожує здоров'ю людини. Це спонукає до прийняття невідкладних заходів щодо припинення подальшого зростання забруднення атмосферного повітря та доведення його до допустимих рівнів.

Важливим резервом оздоровлення життєвого простору за сучасної екологічної ситуації вченими і спеціалістами визнається більше широке використання потенційних можливостей зелених насаджень як одного із засобів біологічного захисту оточуючого середовища від промислового забруднення, що знайшло своє відображення в роботах багатьох авторів /Красинський, 1950; Князева, 1950; Ількун, 1971, 1978; Кулагін, 1974, 1980; Гродзинський, 1975; Николаєвський, 1979, 1987; Антипов, 1979; Гудеріан, 1979; Кондратюк, Тарабрин, Бакланов і ін., 1980; Литвинова, Левон, 1986; Деслер і ін., 1981; Сміт, 1985; Сидорович, Сергейчик, 1992/. Результати їх досліджень свідчать про високу здатність деревних рослин протистояти, поглинати, затримувати та знешкоджувати значну кількість шкідливих речовин у повітрі і ґрунті. В зв'язку з цим, особливого значення набуває розгортання досліджень з метою розширення асортименту рослин із згаданими властивостями і водночас стійких проти атмосферних забруднювачів. Введення таких рослин у зелені насадження слугуватиме посиленню притаманної їм середовищотвірної функції в умовах техногенних екотопів і, як наслідок, сприятиме відтворенню екологічної чистоти природних біоценозів.

Серед численних видів деревних рослин, що можуть бути використані у фітомеліоративних насадженнях, на особливу увагу заслуговують інтродуковані види роду *QUERCUS* L., які ще не дістали широкого поширення із-за недостатньої їх вивченості та практично повної відсутності біологічно-екологічної характеристики цих видів в умовах техногенно трансформованого середовища.

МЕТА РОБОТИ: на основі вивчення біологічних особливостей та анатомо-морфологічної будови листя в умовах забрудненого середовища провести пошук і відбір найбільш стійких видів роду *Quercus* та опрацювати наукові основи широкого використання інтродукованих

видів у зелених насадженнях.

ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ:

- проаналізувати таксономічний склад колекції дубів Центрального ботанічного саду ім. М.М.Гришка /ДБС/ НАН України та їх відношення до основних факторів середовища; провести відбір найбільш екологічно пластичних видів для проведення спеціальних досліджень в умовах техногенного забруднення;

- вивчити біологічні особливості видів роду *Quercus* в умовах забруднення повітря та ґрунту промисловими емісіями і викидами автотранспорту: ріст і розвиток надземної та кореневої систем, формування урожав жолудів, схожість насіння і морфогенез асиміляційних органів;

- визначити порушення в анатомо-морфологічній будові листків під дією атмосферних забруднювачів;

- вивчити реакції молодих рослин дубів в умовах експерименту на забруднення ґрунту нафтопродуктами;

- провести комплексну оцінку видів дуба за показниками успішності інтродукції, стійкості проти атмосферних забруднювачів та декоративності.

НАУКОВА НОВИЗНА. Визначено відношення до основних факторів середовища та особливості плодоношення 21 інтродукованого виду дуба. Вперше досліджено біологічні особливості 8 видів роду *Quercus* в умовах забрудненого середовища. Вивчено вплив шкідливих речовин у повітрі та ґрунті на ріст і розвиток молодих рослин, формування урожав жолудів та їх схожість, морфогенез асиміляційних органів. Визначено основні порушення і роль анатомо-морфологічної будови листя видів роду *Quercus* у стійкості їх проти атмосферних забруднювачів. Вперше вивчено реакції молодих рослин дубів на забруднення ґрунту нафтопродуктами. Проведено комплексну оцінку видів роду за показниками успішності інтродукції, стійкості та їх декоративності. Для еколого-біологічної характеристики видів використано поняття акліматизаційного числа, ступеня і швидкості акліматизації, фізіономічного типу і групи стійкості.

НАУКОВІ ПОЛОЖЕННЯ, ЩО ВИНОСЯТЬСЯ НА ЗАХИСТ:

I. Біологічні особливості видів роду *Quercus* в умовах забрудненого середовища.

2. Анатомо-морфологічні особливості будови листків видів дуба як найбільш чутливого показника реакції та опору рослини дії атмосферних забруднювачів.

3. Комплексна оцінка та наукові основи підходу до використання дубів в антропоселектогенезі екологічно неблагополучних територій.

ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ:

- розроблено рекомендації щодо використання інтродукованих видів роду *Quercus* у зеленому будівництві; найбільш стійкі з них запропоновано для фітомеліорації техногенних ландшафтів;

- визначено ряд стійкості видів роду проти атмосферних забруднювачів, що надає можливості для більш диференційованого використання їх залежно від рівня забруднення техногенного екотопу;

- описано характерні симптоми пошкодження листкової пластинки під дією токсичних газів промислових емісій та викидів автотранспорту, які можна використати в біоіндикаційних дослідженнях і моніторингу навколишнього середовища.

АПРОБАЦІЯ РОБОТИ. Матеріали дисертації доповідали на міжнародній науковій школі "Вивчення онтогенезу рослин природних та культурних флор у ботанічних закладах Європи" /Львів, 1994/; міжнародній конференції молодих вчених "Проблеми дендрології, садівництва і квітництва" /Ялта, 1994/; на засіданнях відділу дендрології та паркознавства і вченої ради ІЦС НАН України / 1991 - 1996 рр./.

ПУБЛІКАЦІЇ. Основні положення дисертації викладені в 13 опублікованих і прийнятих до друку роботах.

СТРУКТУРА ТА ОБ'ЄМ ДИСЕРТАЦІЇ. Робота складається із вступу, 8 розділів, висновків, загального висновку, списку використаної літератури /220 джерел, у тому числі 35 іноземних/ та додатку. Дисертація викладена на 188 сторінках, містить 28 таблиць і 34 рисунки.

Робота виконана за програмою досліджень з теми відомого планування НАН України "Розробка наукових основ оптимізації зелених насаджень на територіях промислових підприємств та міст в центральних і південних областях України" /1991 - 1996 рр./ № державної реєстрації 019100033561 та проекту ДНДТ України "Оптимізація

наукових основ оптимізації використання культурної дендрофлори для поліпшення життєвого середовища з сучасної екологічної ситуації в Україні" /1993 - 1997 рр./, № 02. 04. 06 / 052 - 93.

ЗМІСТ РОБОТИ

РОЗДІЛ I. Сучасний екологічний стан навколишнього середовища та біологічна роль деревних рослин в його оздоровленні.

Аналізується сучасний стан забруднення довкілля промисловими емісіями та викидами автотранспорту. Наведено відомості про загальний об'єм викидів в Україні та в різних її регіонах / у тому числі в містах Києві та Запоріжжі /; дані про вміст і склад основних полутантів у повітрі, а також результати аналізу демографічних процесів і даних про стан здоров'я населення України /Сердюк, 1991/ ясно свідчать про неблагополучну екологічну ситуацію, що склалася останнім часом.

Зроблено узагальнення літературних джерел про роль деревних рослин в оздоровленні оточуючого середовища. Наведено дані, які вказують на високу здатність зелених рослин акумулювати, затримувати та знешкоджувати значну кількість інгредієнтів промислових і автотранспортних викидів. Оцінка здатності деревних рослин поглинати гази та осаджувати пил показала, що такі насадження знижують вміст шкідливих домішок у приземному шарі повітря на 25 - 86 % залежно від відстані до джерела забруднення /Литвинова, Левон, 1986/. Кромі дубових насаджень фільтрують щорічно 56 т/га пилу /Тарабрин, 1980/. За цими даними, активно поглинають сірчисті сполуки з повітря липа серцелиста /3,3 % від загальної маси листків/, дуб звичайний /2,6 %/ та інші. Разом з тим рослини більш чутливі до дії токсичних газів /двоокису сірки, оксидів азоту і вуглецю, фтористого і хлористого водню/, ніж інші живі організми /Гудеріан, 1979; Ніколаєвський, 1979; Берина, 1980/. Це пояснюється більшою швидкістю проникнення газів в асиміляційні органи рослин і порушенням автотрофного характеру метаболізму. Токсичні гази, проникаючи в клітини, накопичуються головним чином у хлоропластах і мітохондріях, меншою мірою - в цитоплазмі, ядрі, клітинній оболонці, що порушує фотосинтез, дихання та інші метаболічні процеси /Ількун, 1971, 1978/. Взаємини між навколишнім середовищем і рослинами дуже складні, а для розуміння механізму токсичної дії газів на рослини та причини їх різної стійкості необхідний аналіз

впливу всіх екологічних факторів, біологічних особливостей рослин, анатомо-морфологічних особливостей будови листа, які впливають на швидкість газообміну та поглинання токсичних газів і фізіолого-біохімічних та біофізичних особливостей /Ніколаєвський, 1979/.

Цінною ознакою рослин є їх здатність накопичувати свинець. Найбільший вміст свинцю виявлено в листках гіркокаштана - 600-800 мг/кг /Левон, Ковальчук, 1977/, ліщини - 680 мг/кг, дуба звичайного - 280 мг/кг /Мауринь, 1988/.

Зеленим рослинам притаманна і висока шумопоглинаюча здатність; листяні рослини поглинають до 26 % звукової енергії, а розсіюють її до 74 %. Позитивний вплив насаджень спостерігається в формуванні мікроклімату. Рослини знижують інтенсивність сонячної радіації, позитивно впливають на тепловий режим, вологість і рух повітря та значно змінюють його іонізацію /Литвинова, Левон, 1986/.

Рослини виділяють у навколишнє середовище фітонциди, які можуть осаджувати, окисляти або нейтралізувати леткі речовини, і таким чином сприяють очищенню повітря від забруднень /Гродзинський, 1975/. Встановлено, що леткі фітонциди дерев та кущів знижували концентрацію оксиду вуглецю на 10-30 %, сірчистого газу - на 50-74 %, оксидів азоту - на 15-35 % /Литвинова, Левон, 1986/.

Велике значення надається рослинам у біоіндикаційних дослідженнях та моніторингу навколишнього середовища.

РОЗДІЛ 2. Об'єкти, техногенні умови та методи проведення досліджень.

2.1. Об'єкти дослідження.

Для визначення відношення видів роду *Quercus* до основних факторів середовища /зимо- і посухостійкість, вибагливість до ґрунтових умов та світла/ і особливостей їх плодоношення об'єктами дослідження стали 21 інтродукований і 3 автохтонних види, що ростуть у колекції ЦЕС НАН України. За результатами проведеного вивчення та даними літературних джерел /Каплуенко, 1974, 1981; Меницький, 1982, 1984; Трофименко, 1986/ було відібрано 8 найбільш екологічно пластичних видів для проведення спеціальних досліджень в умовах забрудненого середовища; за географічним походженням це такі види: північноамериканські - *Q. imbricaria* Michx., *Q. palustris* Muench., *Q. rubra* L.; середземноморський - *Q. libani* Oliver; кавказькі - *Q. castaneifolia* G.A. Mey., *Q. macranthera* Fisch et Mey.; китайський - *Q. acutissima* Carruth і автохтонний вид *Q. robur* L. та його форма - *f. fastigiata*.

2.2. Техногенні умови в місцях проведення досліджень.

Дослідження для вивчення біологічних особливостей дубів в умовах промислового забруднення оточуючого середовища провадили на території коксохімічного заводу та на різній відстані від джерела забруднення /підприємства чорної металургії, завод ферросплавів, коксохімічний завод/ у місті Запоріжжі; на території виробничого об'єднання "Хімволокно" в м. Києві. Досліди з молодими рослинами дубів в умовах забруднення повітря викидами автотранспорту провадили в м. Києві по вул. Братиславській на відстані I; I5; 30 м від полотна р'єчу автодороги; обстеження придорожніх насаджень з дуба звичайного - в різних районах міста. Реакції молодих рослин на забруднення ґрунту нафтопродуктами в умовах експерименту визначали на території дендропарку "Олександрія" /м. Біла Церква/.

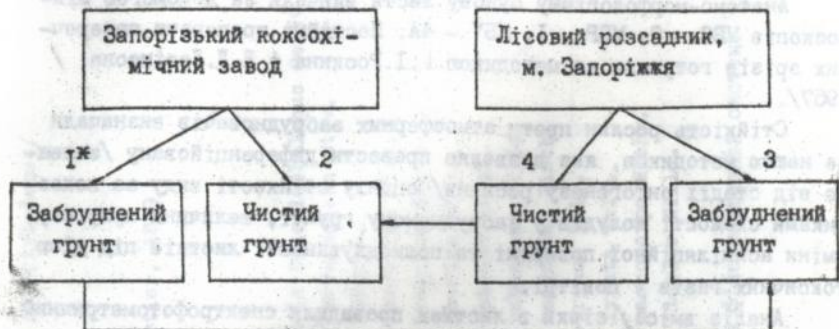
Техногенні екотопи відзначаються неоднаковим характером емісії токсикантів у повітря, тобто різним хімічним складом і інтенсивністю забруднення. Основними токсичними речовинами при промисловому забрудненні зафіксовано оксиди сірки, сірковуглець і сірководень /до 80 % всіх викидів/; при забрудненні викидами автотранспорту - оксиди вуглецю та азоту; при забрудненні ґрунту нафтопродуктами - пари бензину та вуглеводні нафти.

Умови середовища Запорізького коксохімічного заводу /ЗКХЗ/ формуються під впливом викидів коксохімічного виробництва, заводів ферросплавів та чорної металургії і характеризуються високим ступенем надходження токсикантів у повітря. Територія ВО "Хімволокно" відрізняється помірним рівнем забруднення довкілля.

В місцях проведення досліджень технічні /висота димових труб, наявність очисних споруд/ і метеорологічні /швидкість і напрямок вітру, кількість і характер розподілу опадів тощо/ фактори в основному сприяють швидкому розсіюванню та вилученню полутантів із атмосфери.

2.3. Методи проведення досліджень та їх аналізу.

Дослідження для вивчення біологічних особливостей видів дуба в умовах забруднення екотопів промисловими емісіями провадили за схемою експерименту для визначення впливу викидів коксохімічного, чорнометалургійного та ряду інших виробництв на молоді рослини, а також за різними її модифікаціями, головним чином, з пониженням рангу складності.



* / Варіанти досліду: 1/ забруднений ґрунт + забруднене повітря; 2/ чистий ґрунт + забруднене повітря; 3/ забруднений ґрунт + чисте повітря; 4/ чистий ґрунт + чисте повітря /контроль/.

Рис. 1. Схема експерименту для вивчення впливу забрудненого повітря та ґрунту на молоді рослини дубів.

Полеві обстеження стану рослин в умовах промислового забруднення проводили за методикою Н.П.Красинського /1950/.

Фенологічні спостереження провадилися за методикою Головного ботанічного саду РАН /Москва, 1975/.

Приріст, діаметр, розміри жолудів та інші лінійні параметри визначали за допомогою лінійки, палетки, штангенциркуля.

Зимостійкість рослин оцінювали за 8-бальною шкалою С.Я.Соголова /1957/; посухостійкість - за 6-бальною шкалою С.С.Пятницького /1961/; плодоношення - за модифікованою шкалою О.А.Калиниченка /1970/.

Хімічний аналіз ґрунтів проводили за методиками Є.М.Никифорової /1975/ Де.А.Берині /1980/.

Кислотність ґрунту в природних умовах визначали рН-метром латвійської фірми "Дома".

Концентрації токсичних газів і парів нафти у повітрі визначали газоаналізатором УГ - 2.

Вивчення біоіндикаторів провадили за методикою, що запропонована У. Venek /1971/.

Ступінь пошкодження рослин газами оцінювали візуальним методом /Красинський, 1950/, пошкодження листків - метричними і ваговими методами /Ніколаєвський, 1979/. Некроз листків визначали в % до загальної їх площі з допомогою палетки або за спеціальними шкалами /Ямріх, 1970; Гудеріан, 1979/.

Анатомо-морфологічну будову листя вивчали за допомогою мікроскопів МБС - 9, МБР - I, МБЧ - 4А. Постійні препарати поперечних зрізів готували за методикою Л.І.Роскіна і Л.Д.Левінсона /1957/.

Стійкість рослин проти атмосферних забруднювачів визначали за нашою методикою, яка дозволяє провести диференційовану /залежно від стадії онтогенезу рослини/ оцінку стійкості виду за показниками схожості жолудів у забрудненому ґрунті, величини приросту, зміни асиміляційної поверхні та пошкоджуваності листків під дією токсичних газів у повітрі.

Аналіз вмісту сірки в листках провадили спектрофотометричним методом за А.Д.Мочаловою /1976/.

Успішність інтродукції, ступінь і швидкість акліматизації визначали за методом М.А.Кохна /1968, 1976, 1994/. Декоративність дубів оцінювали за Л.І.Рубцовим /1965, 1976/.

Визначення середніх показників, кореляційний і дисперсійний аналіз отриманих даних провадили на мікрокалькуляторі МК-52 за спеціально розробленими програмами для статистичної обробки результатів медико-біологічних досліджень /Іванова, Погорелюк, 1990/.

РОЗДІЛ 3. Таксономічна і морфолого-біологічна характеристика роду *Quercus* L. /з аналізом колекції рослин дубів ЦЕС НАН України/.

Одними з перших робіт з опрацювання системи роду *Quercus* були роботи Ерстеда /Oersted, 1867/, який вперше відділив *Quercus a. str.* в його сучасному значенні від вічнозелених пазаній /*Lithocarpus* /. Ерстед ділить рід *Quercus* на 4 підроди, 3 із яких в Старому світі: 1/ *Lepidobalanus*, 2/ *Heterobalanus*, 3/ *Serris*.

За класифікацією Редера /Rehder, 1927, 1940/, всі види Старого світу /крім *Quercus balanoides* /, який він відносив до підроду *Quercus* / належать до одного підроду *Lepidobalanus* з 5 секціями: *Robur*, *Gallifera*, *Ilex*, *Suber*, *Aegilops*.

Шварц /Schwarz, 1937/ виділив більшу частину групи листопадних дубів в окремий підрід *Lepidobalanus*, а більшість вічнозелених - в *Sclerophylodris* і правильно встановив групи споріднених видів у всіх підрозділах роду.

Камю /Camus, 1936 - 1938, 1938 - 1939/ згрупувала дуже правильно багато видів у підроді *Quercus balanoides*; достатньо логічною і філогенетично обґрунтованою є класифікація цього підроду за Меницьким /1984/.

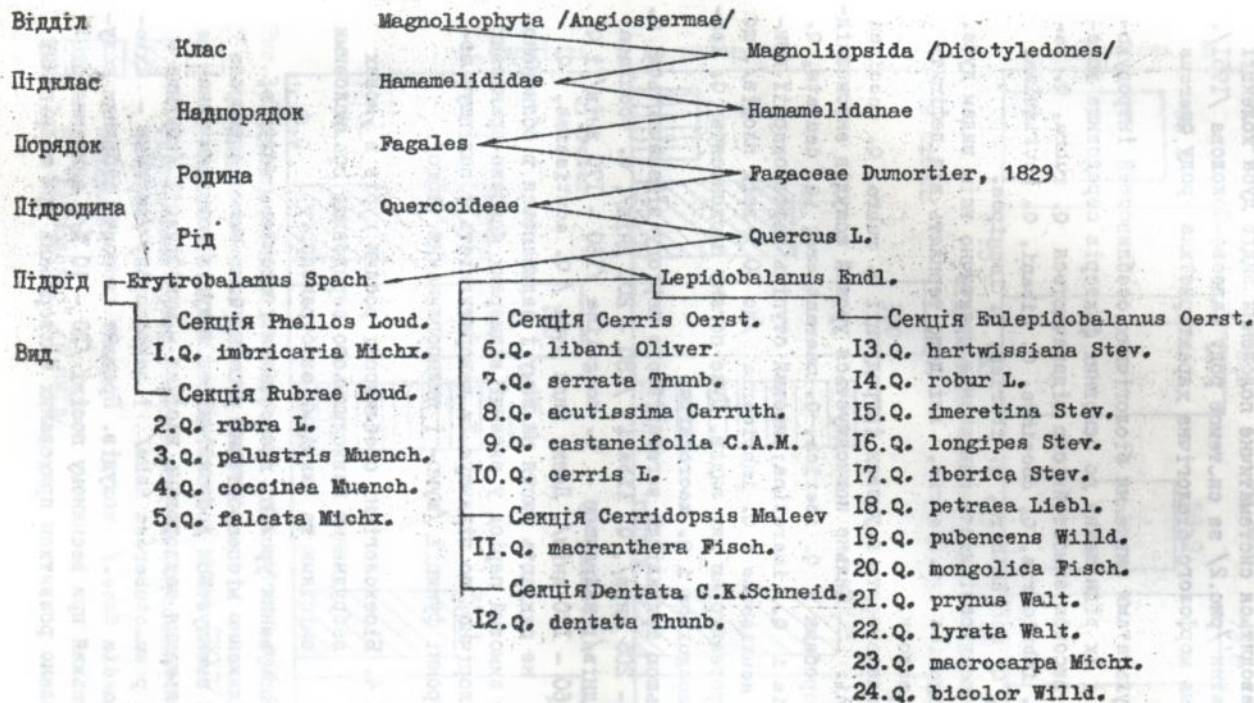


Рис.2. Таксономічний склад колекції дубів ЦЕС НАН України та їх місце в філогенетичній системі покритонасінних /Тахтаджян, 1987; Малеев, Соколов, 1951/.

Нами наводиться систематичне положення видів дуба колекції ЦЕС НАН України /рис.2/ за системою роду Малеева-Соколова /1951/.

Наведена морфолого-біологічна характеристика роду *Quercus* в цілому.

За результатами вивчення біологічних особливостей інтродукованих видів і їх відношення до основних факторів середовища встановлено, що високою зимостійкістю відзначаються *Q. rubra*, *Q. palustris*, *Q. imbricaria*, *Q. coccinea*, *Q. libani*, *Q. acutissima*, *Q. dentata*, *Q. macrocarpa*, *Q. iberica*, *Q. longipes*.

Висока посухостійкість притаманна практично всім видам дуба, крім *Q. mongolica* і *Q. cerris*, які дещо терплять від дефіциту атмосферної вологи.

Добре плодоносять в умовах інтродукції *Q. rubra*, *Q. coccinea* і *Q. libani*. Сильно пошкоджується урожай жолудів ентомошкідниками і хворобами в *Q. iberica*, *Q. macrocarpa*, *Q. dentata*, *Q. castaneifolia* і *Q. iberetina*; високий ступінь партенокарпії притаманний *Q. acutissima* і *Q. imbricaria* /до 80 % всіх плодів/, що зумовлено протеандрією цих видів. Дуже погано плодоносять *Q. longipes*, *Q. mongolica* і *Q. macrocarpa*.

Найбільшою тривалістю вегетаційного періоду відзначаються *Q. rubra* /195 - 205 днів/, *Q. libani* /180 - 200 днів/, *Q. coccinea* /180 - 200 днів/; найменшою - *Q. mongolica* /160 - 170 днів/ і *Q. dentata* /160 - 170 днів/. Деякі види дуба /*Q. acutissima*, *Q. imbricaria*/ не скидають листя на зиму і залишаються в облісненому стані /в зимовий період у вигляді відмерлих яскраво-оранжевих листків/ цілорічно, що підвищує їх декоративність і поліпшує середовищохоронні функції /шумо- і пиленогинання тощо/.

РОЗДІЛ 4. Біоекологічні особливості рослин дубів в умовах забруднення навколишнього середовища промисловими емісіями та викидами автотранспорту.

4.1. Формування урожаю, проростання і схожість жолудів.

По наблизенню місцезростання рослин *Q. robur* до джерела забруднення зменшується доброякісність жолудів головним чином за рахунок збільшення захворювань насіння - муміфікації /збудник - *Stromatinia pucc. otuberosa Rehm*/ і цитоспорозу /збудник - *Cytospora intermedia Saec.*/ жолудів. Процент схожості зібраних жолудів дуже низький при весняному посіві /30 - 40 %/; зниження схожості зумовлено розвитком прихованих захворювань при зберіганні

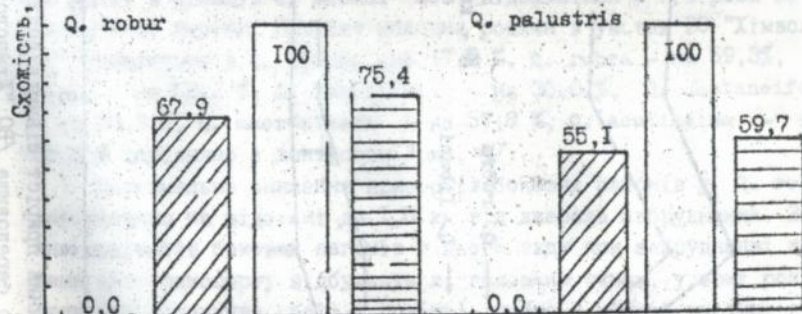
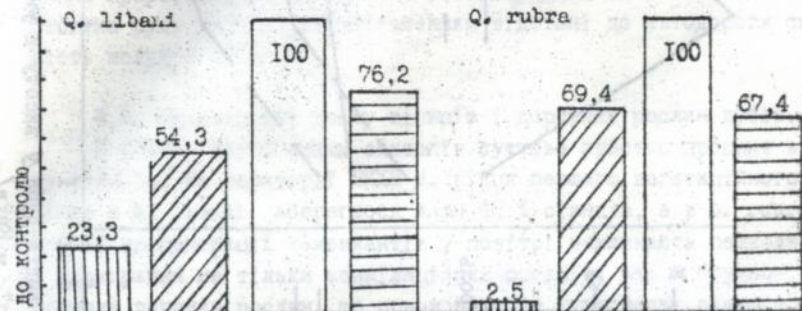
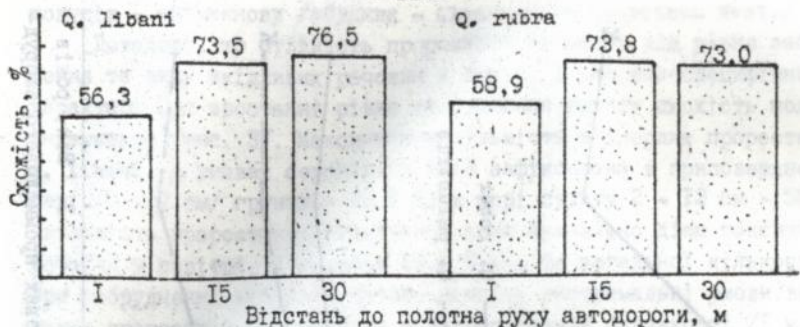






Рис.3. Схожість жолудів деяких видів дуба залежно від різновиду і рівня забруднення техногенного екотопу.

-  - забруднений ґрунт + забруднене повітря /ЗКХЗ/
-  - забруднений ґрунт + чисте повітря /лісовий розсадник, м. Запоріжжя/
-  - контроль
-  - ВО "Хімволокно" /м.Київ/

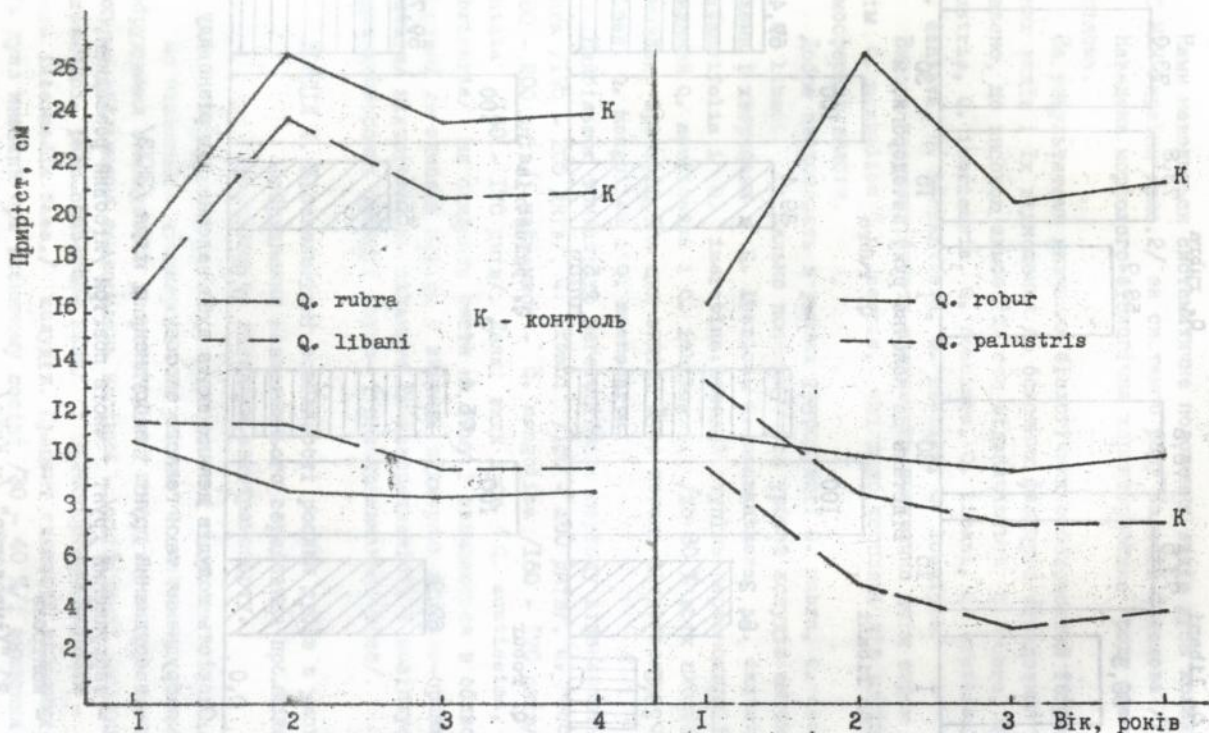


Рис. 4. Середній річний приріст сіяncів деяких видів дуба у висоту в умовах промислового забруднення навколишнього середовища /ВО "Хімволокно", м.Київ/.

жолудів - антракнозу /збудник - *Gloeosporium guercinum* West./

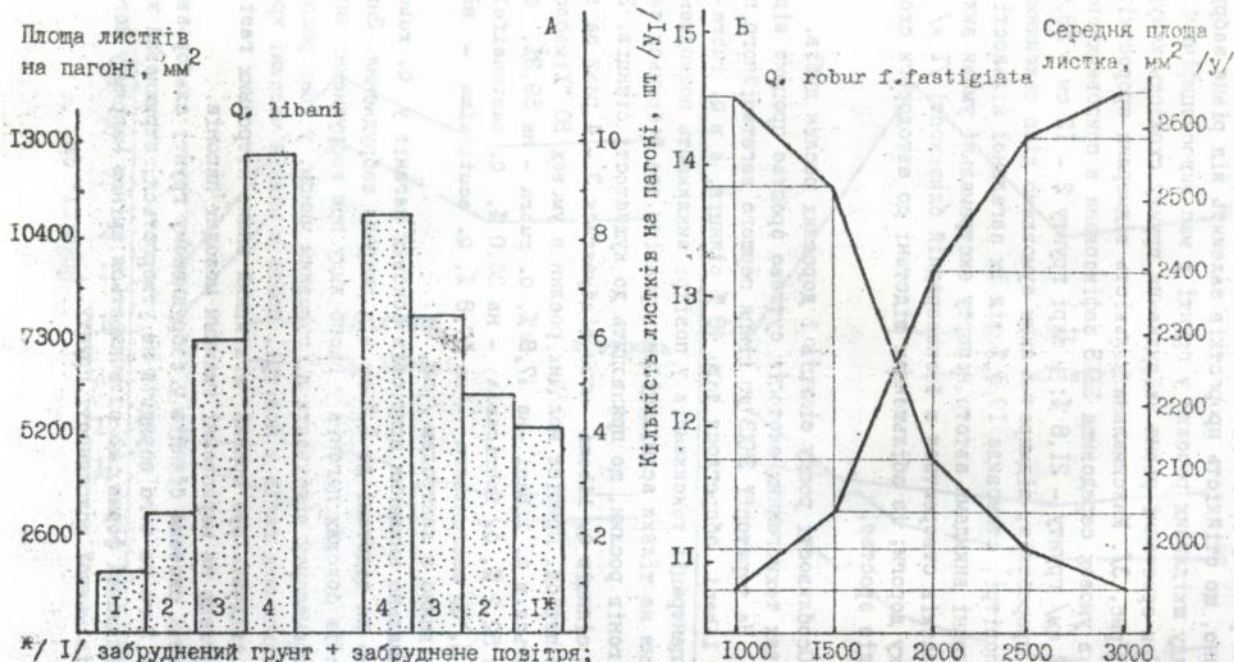
Доведено, що стійкість проростків залежить від рівня забруднення та виду шкідливих речовин у ґрунті і має видоспецифічний характер. При зростанні рівня забруднення ґрунту схожість жолудів знижується /рис. 3/. Максимальна кількість відмерлих проростків *Q. libani* в умовах середовища ЗЖЗ зафіксована в приповерхневому шарі /0 - 2 см/ ґрунту - 21,8 %; в шарі ґрунту 2 - 12 см - 58,7 %; кількість проростків, відмирання яких зумовлено дією токсичних речовин у повітрі, становила 19,5 % від їх загальної кількості. При забрудненні викидами автотранспорту екстремальні умови виживання проростків створюються в безпосередній близькості /1 м/ до полотна руху дороги; із збільшенням відстані до автодороги схожість жолудів зростає.

4.2. Особливості росту сіянців і дорослих рослин дубів.

В умовах техногенних екологів суттєво зростає процент відпаду сіянців. На території ЗЖЗ до кінця першого вегетаційного періоду в *Q. libani* збереглося лише 48 % сіянців, а в *Q. rubra*-I %. Високі концентрації токсикантів у повітрі викликають пошкодження і відмирання не тільки асиміляційних органів, але й бруньок та молодих пагонів рослин, що приводить до кущистості сіянців. Зміна росту в сіянців *Q. libani* може відбуватися 3 - 4 рази за вегетаційний період. Приріст молодих рослин в умовах ВО "Хімволокно" знижується: в *Q. libani* - на 47,8 %, *Q. rubra* - на 59,3%, *Q. robur* - на 52,2 %, *Q. imbricaria* - на 36,0 %, *Q. castaneifolia* - на 33,3 %, *Q. macranthera* - на 57,8 %, *Q. acutissima* - на 35,2 % порівняно з контролем /рис. 4/.

Максимальне зниження приростів бокових пагонів у *Q. robur* зафіксовано на відстані до 1,5 км від джерела забруднення. Зниження приростів бокових пагонів у цього виду при забрудненні викидами автотранспорту відбувається, головним чином, у зоні розповсюдження токсичних газів у повітрі, тобто в нижній частині крони дерев, що свідчить про прямий негативний вплив нітрозних газів і оксидів вуглецю на меристемні тканини молодих пагонів.

Коренева система сіянців у забрудненому ґрунті слабкорозвинута, корені 3-го та 4-го порядків не утворюються, стрижневий корінь набуває звислої форми, що спричиняється зміною напрямку його росту в бік меншої токсичності ґрунту.



- */ 1/ забруднений ґрунт + забруднене повітря;
 2/ чистий ґрунт + забруднене повітря;
 3/ забруднений ґрунт + чисте повітря;
 4/ чистий ґрунт + чисте повітря.

Відстань до джерела забруднення, м/х/
 Значення коефіцієнтів кореляції: $R_{xy} = 0,791$; $R_{yx} = -0,769$

Рис. 5. Зміна асиміляційної поверхні в молодих /А/ та дорослих /Б/ рослин дубів залежно від чинників та відстані до джерела забруднення.

4.3. Зміна асиміляційної поверхні.

В умовах забрудненого середовища втрата фотосинтезуючої поверхні відбувається як за рахунок зменшення середньої площі листків, так і їх кількості на пагоні /рис. 5/. Основним фактором, який лімітує утворення та розвиток асиміляційних органів, є забруднення повітря; найгірші показники морфогенезу листків зафіксовано при комплексній дії шкідливих речовин у повітрі та ґрунті /забруднений ґрунт + забруднене повітря/. У дорослих рослин *Q. robur f. fastigiata* виявлено зростання кількості листків на пагоні /при загальному зменшенні площі асиміляційної поверхні/ в міру наближення до джерела забруднення /див.рис.5/. Проведений кореляційний аналіз вказує на позитивний /прямий/ зв'язок між показниками відстані до джерела забруднення і загальною площею листкової поверхні $R_{xy} = 0,791$ і на зворотній /від'ємний/ зв'язок між показниками відстані і кількості листків на пагоні $R_{xy} = -0,769$.

4.4. Особливості феноритмів рослин.

Статистично достовірні зміни зафіксовано в строках перебігу таких фенофаз, як поява осіннього забарвлення листків L_4 і їх опадання L_5 . При помірному рівні забруднення входження рослин у фази L_4 і L_5 відбувається на 10 - 14 днів, а в умовах інтенсивного забруднення на 17 - 20 днів раніше, ніж у контрольних рослин. У сіянців *Q. libani* в умовах коксохімічного заводу розпукування бруньок відбувається в однакові строки з контрольними рослинами, тоді як фаза повного обліснення набуває на 10 - 12 днів пізніше.

У дорослих рослин *Q. rubra* і *Q. robur* також спостерігаються зазначені тенденції. Різниця в строках дозрівання та опадання жолудів не виявлено, що вказує на меншу залежність цієї ознаки від екологічних умов навколишнього середовища.

РОЗДІЛ 5. Анатомо-морфологічні особливості будови листків видів дуб в умовах атмосферного забруднення.

5.1. Особливості будови асиміляційних органів.

Зниження загальної товщини листків в умовах середовища БО "Хімволокно" зафіксовано: в *Q. libani* - на 7,9 %, *Q. rubra* - на 24,6 %, *Q. palustris* - на 10,5 %, *Q. robur* - на 23,3 %. Основні втрати відсуюються в мезофілі листка, тобто в товщині стовпчастої та губчастої паренхіми. В цілому зберігається тенденція до збільшення товщини покривних органів і зростання ступеня палисад-

Таблиця І. Показники анатомічної будови листків деяких видів дуба в умовах промислового забруднення атмосферного повітря.

Вид	Товщина тканин листків, мк				Загальна товщина листка, $X + S \bar{x}$ / мк /	H : h	
	Стовпчаста паренхіма, H	Губчаста паренхіма, h	Верхній епідерміс	Нижній епідерміс			
ВО "Хімволокно", м.Київ							
<i>Q. libani</i>		55	63	18	12	152+10,1	0,87
<i>Q. palustris</i>		57	42	18	12	128+ 7,1	1,36
<i>Q. robur</i>		57	32	23	10	122+ 7,7	1,78
— " —	Д ^ж	69	63	23	14	169+ 9,7	1,10
<i>Q. rubra</i>		44	50	20	10	127+ 8,9	0,94
— " —	Д	49	53	20	16	138+ 9,3	0,92
Контроль ДБС НАН України/							
<i>Q. libani</i>		67	70	15	13	165+ 9,6	0,96
<i>Q. palustris</i>		58	53	17	15	143+ 8,3	1,09
<i>Q. robur</i>		77	35	20	13	157+ 8,4	2,20
— " —	Д	80	70	16	9	175+ 7,3	1,14
<i>Q. rubra</i>		55	83	20	11	168+11,3	0,66
— " —	Д	68	80	15	9	172+ 9,8	0,85

ж/ Д - дорослі рослини

ності паренхіми в умовах техногенних екотопів /табл. I/. Головним фактором, який визначає анатомічну будову листка, є забруднення повітря. Види з високою асиміляційною здатністю, як *Q. rubra*, втрачають більше в висоті губчастої паренхіми, а види з малою асиміляційною здатністю, як *Q. libani*, - у висоті палисадної паренхіми. Більш стійкі види / *Q. libani*, *Q. robur*/ характеризуються більшою щільністю або меншою величиною провітрюваності губчастої паренхіми, ніж більш чутливий *Q. rubra*. Рихла будова губчастої паренхіми листка сприяє більшій інтенсивності газообміну і, як наслідок, в умовах забруднення це викликає більшу пошкоджуваність листків.

5.2. Накопичення токсичних речовин у листках дубів.

Зростання накопичення сірки в листках відбувається до тих пір, поки концентрації токсикантів не викликають відмирання окремих ділянок листка. Види з високою асиміляційною здатністю /*Q. rubra*/ накопичують сірки більше, ніж види з меншою інтенсивністю газообміну /*Q. libani*, *Q. robur*/.

Накопичення сірки відбувається не лише за рахунок поглинання сірчистих сполук із повітря, але і за рахунок поглинання коренями рослин із ґрунту з наступним переміщенням в тканини листків.

5.3. Пошкоджуваність листків.

Швидке проникнення великої кількості токсичних речовин у листок призводить до підкислення ділянок в місцях їх основного надходження, що викликає руйнування мезофілу та появу некрозів, добре помітних на листках у *Q. robur*, *Q. rubra* і *Q. palustris*. Хлорози і некрози листків під дією токсичних газів промислових емісій виникають практично у всіх досліджуваних видів дуба, крім *Q. libani*, стійкість рослин якого зумовлена особливостями анатомічної будови листків та іншими, еволюційно виробленими, переадаптаціями /Кулагін, 1974, 1980/. Молоді листки / $L_2 - L_3$ / пошкоджуються полутантами значно сильніше, ніж молоді напіврозкриті / $L_1 - L_2$ / або старші за віком / $L_4 - L_5$ / листки. Рівень пошкодження листків більше залежить від його фізіологічного віку, ніж від фактичного /рис. 6/.

При гострій дії токсичних газів викидів автотранспорту у всіх видів дуба /в тому числі в *Q. libani*/ розвиваються некрозні пошкодження по краях листової пластинки. Характер і симптоми пошкодження при цьому добре відрізняються від аналогічних показників,

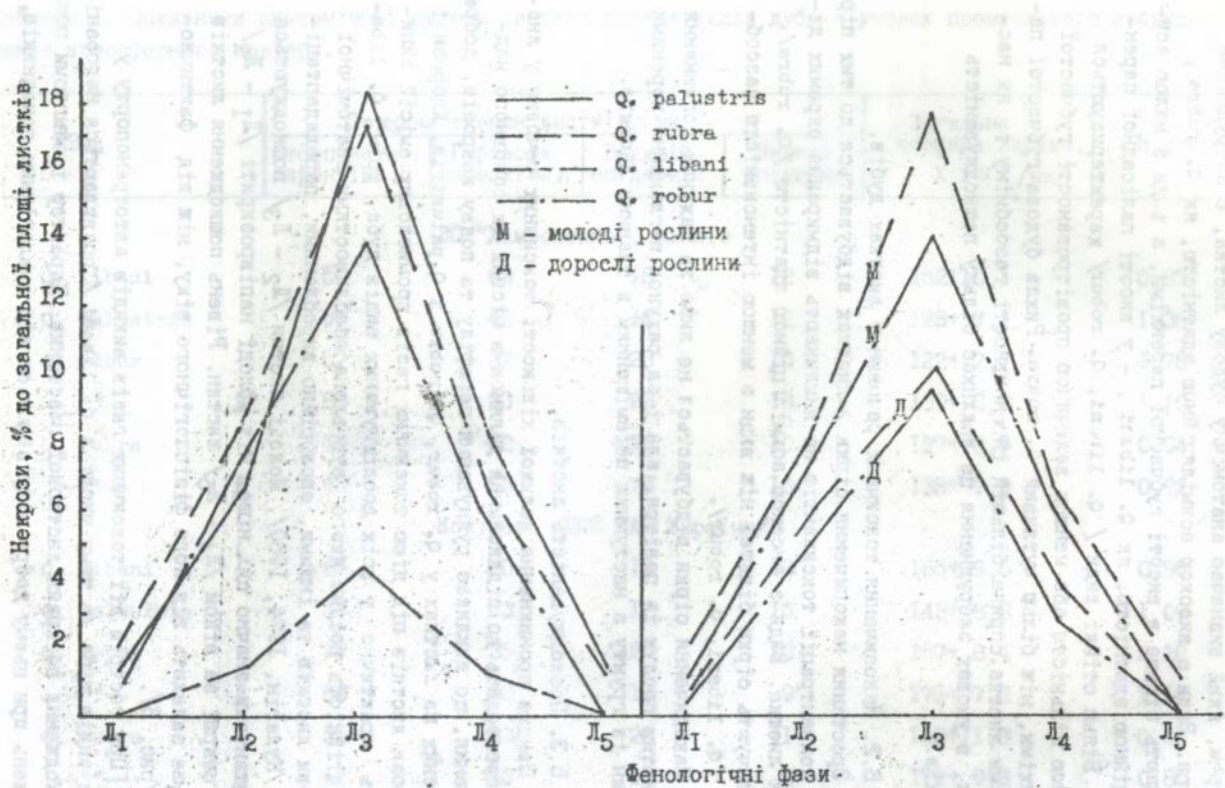


Рис.6. Пошкоджуваність листків деяких видів дуба залежно від перебігу фенофаз рослинами /умови середовища ВО "Хімволокно", м.Київ/.

які спостерігаються в умовах промислового забруднення.

Отримані дані про анатомо-морфологічну будову листків свідчать про видоспецифічний характер газостійкості дубів.

РОЗДІЛ 6. Вивчення реакцій молодих рослин дубів на забруднення ґрунту нафтопродуктами.

За результатами обліку дослідних рослин з'ясовано, що абсолютні величини схожості, приросту, розмірів і кількості листків були найменші у варіанті з найвищим рівнем забруднення ґрунту нафтопродуктами. Зниження схожості молудів у цих умовах відбувається: в *Q. libani* - на 92,3 %, *Q. rubra* - на 94,5 %, *Q. robur* - на 65,2 %, *Q. palustris* - на 66,3 % порівняно з контролем. Зменшення приростів зафіксовано відповідно на 58,4 %, 56,5 %, 59,6 % і 59,5 %; загальна площа асиміляційних органів зменшується відповідно на 63,1 %, 53,3 %, 38,0 % і 43,2 %. З припиненням надходження нафтопродуктів у ґрунт та його провітрюванням негативний вплив на рослини значною мірою послаблюється, тоді як залишок їх у ґрунті може стимулювати ріст пагонів.

За підсумками анатомічних досліджень цікаво відзначити, що загальна товщина листка збільшується при зростанні ступеня забрудненості ґрунту. В *Q. libani* і *Q. rubra* зафіксовано суттєве збільшення товщини покривних органів та підвищення ступеня палисадності паренхіми. *Q. robur* і *Q. palustris* відрізняються зростанням товщини губчастої тканини; величина співвідношення висоти палисадної паренхіми до висоти губчастої відповідно складала 1,19 і 1,40 у варіанті з найвищим рівнем забруднення ґрунту, тоді як на контролі - 0,67 і 0,72.

Загалом, отримані дані свідчать про інгібуючий вплив наявного забруднення ґрунтів на розвиток молодих рослин дубів і таке забруднення не можна вважати безпечним для рослинності в цілому.

РОЗДІЛ 7. Підсумкова оцінка видів дуба.

7.1. Оцінка успішності інтродукції.

Найвищий ступінь акліматизації притаманний північно американським видам *Q. rubra* і *Q. palustris*, середземноморському *Q. libani*, кавказькому *Q. macranthera*. Доброю акліматизацією відзначаються *Q. castaneifolia*, *Q. acutissima*, *Q. imbricaria*. Високою швидкістю акліматизації характеризуються *Q. acutissima*, *Q. rubra*, *Q. imbricaria*, *Q. libani*.

7.2. Оцінка стійкості дубів проти атмосферних забруднювачів.

За отриманими в ході диференційованої оцінки даними по успішності росту та розвитку молодих і дорослих рослин в умовах забрудненого середовища визначено ряд стійкості видів дуба проти атмосферних забруднювачів /в порядку зменшення стійкості виду/: *Q. libani*, *Q. robur f. fastigiata*, *Q. robur*, *Q. rubra*, *Q. palustris*, *Q. macrocarpa*, *Q. acutissima*, *Q. imbricaria*, *Q. castaneifolia*.

7.3. Декоративність дубів.

Крім запропонованих Л.І.Рубіновим /1965, 1976/ чотирьох фізіономічних типів дуба /звичайного, білого, червоного, каштанолисто-го/ додатково виділено тип дуба гилчастого, до якого віднесено *Q. acutissima* і *Q. variabilis*; наводиться коротка характеристика вказаних типів.

РОЗДІЛ 8. Еколого-біологічна характеристика видів дуба для потреб антропоелектгенезу техногенних ландшафтів.

Наводиться еколого-біологічна характеристика досліджуваних видів дуба. Для цього використано поняття акліматизаційного числа, ступеня і швидкості акліматизації /Кохно, 1994/, групи стійкості та фізіономічного типу. Введення цих показників у характеристику виду розширить уявлення не тільки про його можливості, але й, побічним чином, про умови району використання, що можуть сприяти успішному росту та розвитку рекомендованих рослин. Подано рекомендації широкого використання кожного виду в антропоелектгенезі.

ВИСНОВКИ

За результатами наших досліджень та підсумкової оцінки видів дуба можна зробити такі висновки.

1. Рід *Quercus* представлений в Україні 46 інтродукованими та 3 аборигенними видами. Колекція дубів ЦЕС НАН України налічує 27 інтродукованих, 3 автохтонних види та 5 форм. Вибіркова інвентаризація та експедиційні дослідження в різних районах України /у т.ч. в містах Києві та Запоріжжі/ свідчать про недостатнє використання ряду цінних представників роду в зелених насадженнях.

2. За результатами вивчення відношення рослин дубів до основних факторів середовища встановлено, що переважній більшості видів притаманна висока зимо- і посухостійкість. Швидким ростом у молодому віці відзначаються *Q. rubra*, *Q. coccinea*, *Q. macrocarpa*,

Q. libani. Її види головним чином середньовибагливі до родючості ґрунту, світлолюбиві дерева. Добре плодоносять в умовах інтродукції *Q. libani*, *Q. rubra*, *Q. palustris*. Отримані дані свідчать про високу екологічну пластичність видів; 8 із них відібрані для проведення спеціальних досліджень в умовах техногенного середовища.

3. Забруднені токсичними компонентами промислових емісій атмосферне повітря та ґрунт інгібуєть ростові процеси, викликають порушення морфогенезу асиміляційних органів і плодоношення рослин. Рівень стійкості, що виявляється в формі видоспецифічних реакцій-відповідей, залежить від генетичних факторів, стадії розвитку, умов навколишнього середовища і змінюється в широких межах.

4. По наближенню до джерела забруднення збільшується кількість захворювань /муміфікація, антракноз, цитоспороз/ жолудів, що негативно впливає на їх схожість. Схожість доброякісного насіння в умовах забрудненого середовища різко зменшується. При зниженні рівня забруднення техногенного екотопу схожість жолудів зростає.

5. В міру розвитку і наближення проростків до денної поверхні негативний вплив шкідливих речовин на них посилюється. Максимальну кількість відмерлих проростків зафіксовано в приповерхневому шарі ґрунту /0 - 2 см/, що зумовлено комплексною дією пестицидів у повітрі та ґрунті. З виходом проростків на поверхню ґрунту швидкість відмирання і кількість загиблих проростків різко зростає.

6. Високі концентрації токсикантів у повітрі /умови середовища коксохімічного заводу/ викликають пошкодження не лише асиміляційних органів, але й бруньок та молодих пагонів, що призводить до кущистості сіянців. Зміна росту в *Q. libani* і *Q. rubra* може відбуватися 3 - 4 рази за вегетаційний період. Відновлення росту спостерігається як із епикотилля, так і з гіпокотилля проростка.

7. Види, які кара геризуються інтенсивним ростом у молодому віці /*Q. libani*, *Q. rubra*/ в умовах техногенних екотопів втрачають в прирості значно більше, ніж повільноростучі види /*Q. asinifolia*, *Q. inbaricaria*, *Q. palustris*/. Головним чинником, що визначає зникнення приростів у рослин, є забруднення атмосферного повітря і меншою мірою - забруднення ґрунту.

8. Із збільшенням рівня техногенного навантаження кількість листків і їх середня площа, а загалом і площа фотосинтезуючої поверхні в молодих рослин зменшується; у дорослих рослин густоб-

лисненої форми *Q. robur f. fastigiata* при загальному зменшенні асиміляційної поверхні зберігається тенденція до збільшення кількості листків на пагоні по наближенню до джерела забруднення. Це свідчить про адаптивну реакцію дорослих рослин з метою підвищення стійкості організму та досягнення достатньо високої інтенсивності фотосинтезу.

9. Порушення феноритмів у рослин під дією атмосферних забруднювачів зафіксовано, в основному, в строках осіннього забарвлення листків і їх опадання. В умовах помірного рівня забруднення перебіг цих фенофаз рослинами відбувається на 10 - 14 днів, а в умовах інтенсивного - на 17 - 20 днів раніше, ніж у контрольних рослин.

10. Види з високою асиміляційною здатністю листків як *Q. rubra* під дією токсикантів у повітрі більше втрачають у висоті губчастої паренхіми, тоді як види з меншою асиміляційною здатністю /*Q. libani*, *Q. robur*/ - у висоті стовпчастої паренхіми. В більшості видів /*Q. libani*, *Q. robur*, *Q. rubra*, *Q. palustris*/ спостерігається зростання ступеня палисадності паренхіми і товщини покривних органів у цих умовах.

11. Молоді за віком /напіврозкриті та тільки що повністю розкриті/ листки пошкоджуються токсичними газами значно сильніше, ніж більш старі листки. Вирішальним для опору дії токсикантів у повітрі є не абсолютний, а фізіологічний вік листків; характерні симптоми пошкодження надають можливість визначити як природу шкідливих речовин, так і міру нанесеної шкоди рослині.

12. За результатами диференційованої оцінки біологічних особливостей досліджуваних видів дуба в умовах забрудненого середовища визначено ряд стійкості їх проти атмосферних забруднювачів /в порядку зменшення стійкості виду/: *Q. libani*, *Q. robur f. fastigiata*, *Q. robur*, *Q. rubra*, *Q. palustris*, *Q. macranthera*, *Q. acutissima*, *Q. imbricaria*, *Q. castaneifolia*.

13. Високим ступенем акліматизації характеризуються *Q. libani*, *Q. rubra*, *Q. macranthera*, *Q. palustris*. Введення в еколого-біологічну характеристику рослин, рекомендованих для антропоселектогенезу, таких понять як акліматизаційне число, ступінь і швидкість акліматизації, фізіономічного типу і стійкості проти атмосферних забруднювачів підвищить її інформативність та розширить уявлення про можливості рослин.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Для фітомеліорації техногенних ландшафтів рекомендуємо

Q. libani і *Q. robur* f. *fastigiata*.

2. В умовах техногенних екотопів з помірним рівнем забруднення рекомендуємо використовувати *Q. robur* і *Q. rubra*; широкого впровадження в зелене будівництво /крім промислових територій/ і випробування в лісовому господарстві заслуговують *Q. palustris*, *Q. macranthera*, *Q. imbricaria*.

3. Створення придорожних насаджень з *Q. robur*, *Q. rubra*, *Q. libani* рекомендуємо проводити садивцями віком 10 - 15 років і заввишки не менше 2,5 - 3,0 м.

4. Для потреб біоіндикації та моніторингу навколишнього середовища в умовах промислового забруднення рекомендуємо використовувати *Q. rubra* і *Q. palustris*; при забрудненні викидами автотранспорту - *Q. robur*, *Q. libani*, *Q. rubra*.

СПИСОК РОБІТ, ОПУБЛІКОВАНИХ ПО ТЕМІ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Трофименко Н.М., Курдюк А.М., Шумик Н.И. Сезонные ритмы развития видов дуба (*Quercus* L.) в условиях Киева // Онтогенез интродуцированных растений в ботанических садах Советского Союза. - Киев, 1991. - с.172 - 173.

2. Трофименко Н.М., Шумик Н.И. Формирование и прогноз урожая жолудей интродуцированных видов дуба // Репродуктивная биология интродуцированных растений. Тезисы докладов. - Умань, 1991. - с.211.

3. Шумик Н.И. Биоекологические особенности интродуцированных видов рода *Quercus* L. в условиях загрязнения окружающей среды // Молодежная конференция ботаников стран СНГ "Актуальные проблемы ботаники". - Тезисы докладов. - Апатиты, 1993. - с.106-107.

4. Трофименко Н.М., Шумик Н.И., Курдюк А.М. Особенности развития и роста сеянцев некоторых дубов в условиях культуры // Изучение онтогенеза видов природных флор в ботанических учреждениях Евразии. - Киев, 1993. - с.199.

5. Шумик Н.И. Морфогенез листьев дуба в условиях загрязнения окружающей среды // Там же. - с.212.

6. Шумик М.І., Курдюк О.М., Трофименко Н.М. Стійкість різних видів роду *Quercus* L. до умов забруднення навколишнього середовища // Промышленная ботаника: состояние и перспективы развития. Тезисы докладов. - Донецк, 1993. - с.149-150.

7. Шумик М.І. Особливості формування ландшафтно-паркових дібров в умовах зростаючого забруднення навколишнього середовища // Паркові ландшафти: інтродукція, архітектурні та біолого-екологічні аспекти функціонування. Тези доповідей. - Віла Церква, 1993. - с.86.

8. Левон Ф.М., Мордатенко Л.П., Шумик М.І. Щодо вивчення реакцій молодих рослин деяких видів роду *Quercus* L. на забруднення ґрунту нафтопродуктами // Вивчення онтогенезу рослин природних та культурних флор у ботанічних закладах Свразії. - Київ - Львів, 1994. - с. 128 - 129.
9. Шумик Н.И., Трофименко Н.М. К вопросу оценки успешности интродукции некоторых видов рода *Quercus* L. в условиях Киева // Международная конференция молодых ученых: "Проблемы дендрологии, садоводства и цветоводства". Тезисы докладов. - Ялта, 1994. - с. 24-25.
10. Левон Ф.М., Шумик М.І. Особливості росту молодих рослин видів дуба в умовах промислового середовища // Інтродукція та акліматизація рослин. - Київ, Наук. думка, прийнято до друку.
11. Шумик М.І., Левон Ф.М. Деякі особливості анатомо-морфологічної будови листків видів дуба в умовах атмосферного забруднення // Інтродукція та акліматизація рослин. - Київ, Наук. думка, прийнято до друку.
12. Горелов О.М., Левон Ф.М., Шумик М.І. Із досвіду вивчення стійкості деяких видів дуба /р. *Quercus* L. / і верби /р. *Salix* L./ проти забруднювачів атмосфери // Проблеми експериментальної ботаніки та екології рослин. - Київ, Наук. думка, прийнято до друку.
13. Шумик М.І. Колекція видів роду *Quercus* L. в ЦБС ім. М.М.Гришка НАН України // Ботанические сады - центры сохранения биологического разнообразия мировой флоры. Тезисы докладов. - Ялта, 1995. - с. 224.

АНОТАЦІЇ

Shumik M.I. Biological and ecological peculiarities of *Quercus* L. species in the conditions of technogenic and urban environment.

Thesis for a candidate's degree /biological sciences/. Speciality 03.00.01. - botany. M.M. Gryshko Central Botanical Garden, NAS of Ukraine, Kyiv, 1995.

The analysis of oak collection in Central Botanical Garden of Ukrainian NAS show high ecological plasticity and perspectives to use these plants as green plantations in forestry. Air and soil pollution by industrial emissions inhibits processes of growth and distracts morphogenesis of organ assimilation and oak fruiting. Oak hardiness show species specific reaction and depends on genetic factors, stage of plant development and environment; the levels of hardiness vary in wide limits. It was developed the offers of differentiative use of oak species depending on the level of ecotype technogenic pollution.

Шумик Н.И. Экоэкологические особенности видов рода *Quercus* L. в условиях техногенной и урбанизированной среды.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.01 - ботаника, Центральный ботанический сад им. Н.Н.Гришко НАН Украины, Киев, 1995.

Анализ коллекционного фонда дубов ЦБС НАН Украины свидетельствует об их высокой экологической пластичности и перспективности использования в зеленом строительстве и лесном хозяйстве. Загрязнение атмосферного воздуха и почвы токсичными компонентами промышленных эмиссий ингибирует ростовые процессы, вызывает нарушения морфогенеза ассимиляционных органов и плодоношения растений видов дуба. Уровень устойчивости проявляется в форме видоспецифических ответных реакций растений, зависит от генетических факторов, стадии развития, условий окружающей среды и колеблется в широких пределах. Разработаны предложения дифференцированного использования видов дуба в зависимости от уровня загрязнения техногенного экотопа.

Ключові слова:

види дуба, екологічна пластичність, інтродукція, акліматизація, техногенний екотоп, біологія, морфогенез, асиміляційні органи, онтогенез, забруднення, стійкість.

Шумик

