

Akademia Rolnicza w Krakowie
Katedra Roślin Ozdobnych

**Charakterystyka zagrożeń zieleni miejskiej ze
szczególnym uwzględnieniem zieleni w ciągach
komunikacyjnych**

Prof. dr hab. Anna Bach
Dr inż. Małgorzata Frazik-Adamczyk

Opracowanie wykonane dla Urzędu Miasta Krakowa, Wydział Gospodarki
Komunalnej i Ochrony Środowiska

Kraków 2006

Spis treści opracowania:	str.
1. Wstęp	3
2. Problematyka wzrostu i rozwoju drzew i krzewów na terenach zurbanizowanych	4
2.1. Charakterystyka zagrożeń (stresów wzrostu i rozwoju) zieleni miejskiej	4
2.2. Reakcje roślin drzewiastych na różne czynniki stresowe	5
2.2.1. Reakcja stresowa odporności na suszę	5
2.2.2. Reakcja stresowa wywołana niedoborem tlenu w podłożu	6
2.2.3. Stres solny	6
2.2.4. Stres zanieczyszczenia środowiska (metale ciężkie)	6
3. Charakterystyka środowiska wzrostu i rozwoju roślin drzewiastych w miastach	10
4. Organizmy glebowe	12
4.1. Mikroorganizmy glebowe	12
4.2. Mikoryza	12
5. Średnia długość życia drzew w miastach i poza miastami	15
6. Charakterystyka wybranych gatunków odpowiednich do obsadzeń szlaków komunikacyjnych w aspekcie wymagań glebowo-klimatycznych i odporności na infekcje biotyczne	16
6.1. Drzewa małych przestrzeni miejskich-wąskich ulic i niewielkich placów	16
6.2. Drzewa wymagające więcej przestrzeni	25
6.3. Krzewy	27
6.4 Pnącza	31
7. Spis literatury	32

1. Wstęp

Według najnowszego raportu ONZ (Trends in Sustainable Development, United Nations, New York 2006) w roku 2007, po raz pierwszy w historii globalnej, więcej ludzi będzie zamieszkiwać tereny miejskie, zurbanizowane, niż tereny poza nimi. Przewiduje się także, że udział ludności miejskiej będzie stale zwiększał się w porównaniu do ludności wsi. Fakt ten winien zwrócić uwagę społeczeństw na warunki życia w środowisku miejskim i zminimalizować jego negatywny wpływ na człowieka. Poprawę jakości życia w miastach można osiągnąć przez wprowadzenie roślinności, w tym najbardziej cennych, ozdobnych drzew i krzewów. Korzyści wynikają nie tylko z np. aktywnego kontaktu poprzez prace w ogrodach, ale przede wszystkim z pozytywnego oddziaływania roślin na samopoczucie człowieka.

Struktura przestrzenna roślinności miejskiej zazwyczaj odzwierciedla układ urbanistyczny miasta, ale o jakości zieleni w centrum miasta decydują głównie czynniki antropogeniczne. Pożądanym jest, aby wygląd drzew i krzewów rosnących na terenach miejskich był jak najkorzystniejszy.

Jednak, tak jak w każdym środowisku, rośliny w warunkach miejskich poddane są oddziaływaniu określonych warunków klimatycznych oraz glebowych. Modyfikacja klimatu i gleby w miastach jest skutkiem zmian pogody w warstwie przyziemnej, wywołanych rozwojem motoryzacji, zróżnicowaniem podłoża atmosfery (budynki, place, ulice), materiałami użytymi do budowy miast, a także m.in. zwartością zabudowy, emisją ciepła, zanieczyszczeniami gazowymi i pyłowymi oraz turbulencją powietrza. Głównymi problemami dla roślin egzystujących w środowisku miejskim jest kseryzacja (susza) i toksyzacja praktycznie wszystkich elementów ożywionych i nieożywionych środowiska miejskiego.

Do podstawowych czynników wywierających szkodliwy wpływ na roślinność w miastach zalicza się także zniszczenie naturalnej gleby i rodzimej roślinności oraz stałe mechaniczne oddziaływanie na rośliny i zasolenie gleby. Ważny jest fakt, że kumulacja kilku stresów (np. susza i zasolenie) ma znacznie większy wpływ na rośliny niż występowanie tych czynników z osobna.

Stresy abiotyczne, którym poddawane są rośliny w warunkach miejskich są przyczyną poważnych zmian w przebiegu procesów fizjologiczno-biochemicznych u drzew, w konsekwencji zaburzeń w morfologii roślin, ich niekorzystnego wzrostu i rozwoju oraz obniżenia walorów dekoracyjnych.

W poniższym opracowaniu zawarto charakterystykę najczęstszych zagrożeń dla egzystencji roślinności w terenach zurbanizowanych, ze szczególnym uwzględnieniem traktów komunikacyjnych.

2. Problematyka wzrostu i rozwoju drzew i krzewów na terenach zurbanizowanych

2.1. Charakterystyka zagrożeń (stresów wzrostu i rozwoju) zieleni miejskiej

Drzewa rosnące w warunkach miejskich są narażone na działanie różnego typu **stresów**. Terminem tym określa się obecnie zarówno czynnik, czyli bodziec działający na organizm jak i stan organizmu roślinnego wywołany działaniem tego czynnika (reakcja stresowa, stan stresowy).

Czynnikami stresowymi lub stresorami określa się wszystkie te bodźce środowiska, które mogą doprowadzić do zaburzeń wzrostu i rozwoju roślin, trwałego uszkodzenia ich organów, a w konsekwencji zamierania drzew.

Stresorami są zarówno czynniki abiotyczne (nieożywione) jak i biotyczne (wywoływane przez organizmy żywe). Do najbardziej znaczących stresowych czynników środowiska miejskiego, związanych z arteriami komunikacyjnymi, należą następujące **czynniki abiotyczne**:

- wysoka temperatura
- susza glebowa
- niedobór tlenu
- nadmiar metali ciężkich
- zasolenie podłoża
- niedobór składników pokarmowych
- alkalizacja lub zakwaszenie podłoża
- powłoka lodowa lub śniegowa,

i czynniki biotyczne:

- małe lub nadmierne zagęszczenie drzew
- brak lub nadmiar mikroorganizmów glebowych
- rośliny i zwierzęta pasożytnicze
- wywołane działalnością człowieka, czyli antropogeniczne: zanieczyszczenia przemysłowe i motoryzacyjne, ubicie gleby, pola elektromagnetyczne.

Możliwość egzystencji drzew w środowisku miejskim, wzdłuż ciągów komunikacyjnych, zależy przede wszystkim od tego, w jakim stopniu wykazują odporność na stresory.

Reakcja na stres obejmuje zawsze kilka, kolejno po sobie następujących faz.

Wyróżnia się m.in. **fazę alarmu**, która jest pierwszym symptomem zakłócenia pracy organizmu roślinnego spowodowaną czynnikiem stresowym. **Faza restytucji** to pobudzenie procesów naprawczych lub obronnych i faza odporności, w czasie której zwiększa się odporność i następuje dostosowanie do ciągle obecnego stresu.

Jeśli stan stresowy trwa zbyt długo może nastąpić **faza wyczerpania**, w której zwiększa się podatność na szkodniki i choroby, co skutkuje nieodwracalnymi uszkodzeniami, a nawet przedwczesną śmiercią organizmów roślinnych.

Po ustąpieniu stresu zachodzi w różnym stopniu regeneracja utraconych organów (**faza regeneracji**).

Rośliny dostosowują się do stresu na drodze dwóch różnych strategii:

- a- zapobiegania lub opóźniania działania czynnika stresotwórczego w obrębie komórek, przez przystosowania rozwojowe i morfologiczne (np. zdolności do unikania stresu suszy poprzez rozwój korzeni - ale nie stresu termicznego, gdyż drzewa nie mają zdolności regulacji ciepłoty ciała)
- b- tolerowania działania czynnika stresowego przez unikanie lub tolerancję zmian spowodowanych stresem.

Działanie różnych stresów w środowisku miejskim na rośliny drzewiaste bywa często kumulowane np. niedobór wody w roślinie może wystąpić w warunkach suszy glebowej, silnego zasolenia podłoża lub wysokiej temperatury.

Poznanie reakcji roślin drzewiastych rosnących przy szlakach komunikacyjnych na różne stresy ma ogromne znaczenie praktyczne i pozwala na wstępną ocenę stanu środowiska.

2.2. Reakcje roślin drzewiastych na różne czynniki stresowe

2.2.1. Reakcja stresowa odporności na suszę

Deficyt wody w środowisku, w tym przypadku w środowisku miejskim prowadzi do zahamowania wzrostu komórek liścia, powodujące ograniczenie jego powierzchni, zmniejszenie przyrostów pędów i gałęzi, a także obniżenie ogólnej liczby liści na roślinie. Długotrwały deficyt wody w miejscach wzrostu drzew może prowadzić do przyspieszonego starzenia i zrzucania liści, co ogranicza powierzchnię transpiracji. Zrzucanie liści odbywa się pod wpływem endogennego hormonu wzrostu – etylenu.

2.2.2. Reakcja stresowa wywołana niedoborem tlenu w podłożu

Zazwyczaj zawartość tlenu w glebie jest mała na skutek zużywania go przez korzenie drzew i zwierzęta glebowe. Tlen atmosferyczny powoli dyfunduje w głąb gleb zbitych, zalanych wodą lub pokrytych warstwą lodu. W warunkach beztlenowych tworzy się środowisko o toksycznych stężeniach jonów żelaza, manganu, siarczków, kwasu masłowego i mlekowego. W takim środowisku następuje zahamowanie wzrostu korzeni, a w części nadziemnej drzew gromadzi się kwas abscysynowy, który powoduje zamykanie szparek. Drzewa wytwarzają duże ilości etylenu i dochodzi do zrzucania liści.

2.2.3. Stres solny

Zasolenie gleby w miastach zachodzi pod wpływem działalności człowieka, w wyniku solenia dróg w celu ochrony ich przed zamarzaniem zimą. Szkodliwe skutki zasolenia są spowodowane zmniejszeniem dostępności wody dla drzew, specyficznym oddziaływaniem jonów soli z cząsteczkami wody oraz zakłóceniami w gospodarce jonowej rośliny.

Odporność roślin na zasolenie polega albo na usuwaniu nadmiaru soli z organizmu albo na tolerowaniu toksycznych skutków zwiększonego stężenia jonów. Do pozbywania się soli z organizmu dochodzi przez zrzucanie organów np. starszych liści, w których nagromadziła się sól.

2.2.4. Stres zanieczyszczenia środowiska (metale ciężkie)

Zagrożenia wywołane działalnością człowieka (antropogeniczne) są spowodowane albo obecnością w środowisku substancji obcych dla drzew powstałych w wyniku np.: procesów przemysłowych, ruchu samochodowego lub zanieczyszczeniami biotycznymi np. intensywnym nawożeniem drzew lub zasoleniem podłoża. Zanieczyszczenia przemysłowe uwalniane są do środowiska wzrostu drzew najczęściej jako toksyczne gazy, których cząsteczki zawieszone są w powietrzu albo też dostają się do wody i gleby jako kationy metali ciężkich, pozostałości herbicydów lub insektycydów. Do znacznego zanieczyszczenia metalami ciężkimi, głównie ołowiem, cynkiem, kadmem i chromem dochodzi wzdłuż szlaków komunikacyjnych.

Zanieczyszczenia organiczne pobierane są głównie przez system korzeniowy roślin. Obecność substancji ropopochodnych w środowisku powoduje zahamowanie wzrostu

włośników i nowych korzeni, odkładanie się związków ropy wokół ścian komórkowych uniemożliwiające pobieranie i przewodzenie wody. W części nadziemnej obserwuje się chlorozę liści, ich więdnienie i usychanie, ograniczenie przyrostów i rozgałęzianie się pędów, a w efekcie zamieranie roślin na terenach silnie skażonych.

Spośród zanieczyszczeń **metalami ciężkimi** najbardziej toksycznymi dla roślin drzewiastych są Hg, Cu, Ni, Pb, Co, Cd. Głównym źródłem tych pierwiastków, występujących w ciągach komunikacyjnych są gleba, pył atmosferyczny, opad deszczu, zanieczyszczenia motoryzacyjne. Metale zawarte w glebie mogą być pobierane przez rośliny korzeniami, z wykorzystaniem tych samych mechanizmów, jak przy pobieraniu innych mikroelementów.

Źródłem zanieczyszczenia gleby metalami ciężkimi są zanieczyszczenia atmosfery np. pyły przemysłowe generowane przez przemysł metalurgiczny, hutnictwo i górnictwo rud metali lub zanieczyszczenia motoryzacyjne powstające podczas spalania paliw kopalnych. Wysoka koncentracja metali ciężkich w glebach wpływa niekorzystnie na faunę i florę, a pobieranie ich przez rośliny drzewiaste stanowi zagrożenie włączenia ich w łańcuch troficzny (odżywczy).

Metale ciężkie powodują różne reakcje w organizmach żywych. Wrażliwość roślin, zwierząt i człowieka w stosunku do metali ciężkich jest różna, co zostało przedstawione w poniższej tabeli:

Tabela. Reakcja metali ciężkich w organizmach żywych

Metal	Roślina	Zwierzę	Człowiek
Kadm		+	++
Miedź	++	+	
Rtęć		+	++
Nikiel	++	+	
Ołów		+	++
Cynk	++	+	

Wg Gambuś i Gorlach (2001)

Podatność roślin drzewiastych na działanie zanieczyszczeń zależy od różnych czynników, m.in. genotypu, cech morfologicznych, wieku, żywotności (ogólnej kondycji

rośliny), warunków klimatycznych, także natury chemicznej, czasu działania i stężenia polutanta.

Metale zawarte w powietrzu, mogą być pobierane przez liście i łodygi oraz powierzchnię kory. Przyswajalność metali ciężkich dla roślin drzewiastych związana jest z formą ich występowania. Właściwości toksyczne przejawiają zwykle związki metali łatwo rozpuszczalne i silnie dysocjujące. Forma występowania metalu, jego rozpuszczalność i mobilność zależy m.in. od odczynu gleby i zawartości organicznych i nieorganicznych koloidów glebowych. Zakwaszenie środowiska glebowego sprzyja zwiększaniu mobilności metali ciężkich a przez to zwiększonemu pobieraniu przez rośliny, natomiast koloidy glebowe (próchnica, związki organiczne) wpływają hamująco na ich dostępność. Dlatego wskaźnik tzw. bioakumulacji wszystkich metali ciężkich jest mniejszy w warunkach wzrostu na glebach o dużej pojemności sorpcyjnej oraz na glebach o wysokim pH. Skażenie roślin jest na ogół większe na glebach kwaśnych.

Spśród metali ciężkich niezbędnymi dla roślin są Cu, Fe, Zn, Ni. Niskie, śladowe zapotrzebowanie na te pierwiastki określa je jako mikroelementy. Są one konieczne do prawidłowego wzrostu i rozwoju roślin. Metalami ciężkimi o niepotwierdzonej funkcji biologicznej u wszystkich roślin są Pb, Cd i Hg. Ich brak nie powoduje zaburzeń metabolicznych.

Nadmiar wszystkich metali ciężkich jak i innych śladowych pierwiastków jest szkodliwy. Metale ciężkie łatwo przechodzą przez błonę biologiczną i tworzą połączenia z białkami, lipidami i kwasami nukleinowymi, powodując uszkodzenia komórek i zaburzenia metaboliczne. W zależności od rodzaju metalu, zdolność jego pobierania jest różna. Stosunkowo łatwo pobierane są Cd i Zn, natomiast Pb i Cr przeciwnie. Jony pod względem zdolności przemieszczania można uszeregować w następującym szeregu, w kierunku malejącej ich ruchliwości:

$$\text{Cd} > \text{Zn} > \text{Ni} > \text{Cu} > \text{Pb}$$

Toksyczność metali ciężkich zależy także od współtowarzyszących pierwiastków, między którymi mogą zachodzić interakcje. Zwiększony efekt biologiczny (synergizm) zachodzi dla ołowiu w obecności kadmu, antagonistą ołowiu osłabiającym jego toksyczność jest cynk.

Toksyczność metali ciężkich wynika ze zbyt dużego stężenia ich w komórkach roślinnych i zdolności do odkształcania białek. Enzymy zawierające w centrum aktywnym jon metalu (np. Fe, Zn) tzw. metaloenzymy mogą wymienić go na jon metalu ciężkiego.

Zdolność do pobierania metali ciężkich jest także, jak już wspomniano, cechą gatunkową u roślin, a nawet odmianową i może zależeć od organu rośliny. Jeśli źródłem skażenia jest gleba, metale ciężkie są pobierane przez system korzeniowy, gdzie gromadzą się jony, szczególnie gdy są mało ruchliwe, jak Pb. Z tych właśnie powodów większy stopień skażenia pędów obserwuje się w przypadku ruchliwego kadmu. Jeśli zanieczyszczenia pochodzą z atmosfery, wówczas najbardziej skażona jest część nadziemna, zazwyczaj liście. Skażenie liści następuje szczególnie przy drogach o dużym nasileniu ruchu. Zaobserwowano, że rośliny dwuliścienne gromadzą większe ilości metali ciężkich niż rośliny jednoliścienne, a organy wegetatywne (liście lub organy spichrzowe) akumulują więcej metali ciężkich niż generatywne (nasiona, ziarniaki, owoce mięsiste).

Istnieją rośliny zwane hiperakumulatorami (metalofity), które mają zdolność selektywnego pobierania zwiększonych ilości pojedynczych pierwiastków, np. $\text{Cd} > 100 \text{ mg}$, Ni , $\text{Cu} > 1000 \text{ mg}$, $\text{Pb} > 8000 \text{ mg}$, Mn , $\text{Zn} > 10000 \text{ mg}$ w kg suchej masy. Szczególnie przydatne są tu zielne rośliny z rodziny krzyżowych (*Cruciferae*), które kumulują Cd i Zn na przykład gorczyca, tobołki oraz malwa z rodziny *Malvaceae*.

Do **polutantów atmosfery** najbardziej szkodliwych dla roślin należą także **tlenki azotu**, **SO₂**, **ozon** i inne. Pojawiające się lokalne, nagłe i dotkliwe uszkodzenia objawiają się chlorozą, powstawaniem plam nekrotycznych, zamieraniem całych roślin. Uszkodzenia tego typu występują tylko w bliskiej odległości od źródła skażenia. NO₂ jest wskaźnikiem zanieczyszczeń motoryzacyjnych, a SO₂ zanieczyszczeń związanych z energetyką i ciepłownictwem.

Znane są badania wskazujące, że dwutlenek siarki jest przyczyną widocznych uszkodzeń u roślin – nekroz, przebarwień, chlorozy, wczesnego zamierania igieł i liści czy zahamowania wzrostu. Nawet przy niskich stężeniach SO₂ (poniżej 75 ppb w ciągu 8 godz.) obserwowano spadek plonów i redukcję suchej masy. Długa ekspozycja roślin na oddziaływanie tego gazu może powodować oprócz wymienionych wyżej zmiany morfologiczne u roślin i spadek produkcji biomasy.

Fitotoksyczność NO₂ jest niższa niż w przypadku SO₂ i innych gazów. U roślin poddanych ekspozycji NO₂ obserwowano wystąpienie białych i brązowych nekroz na dużej powierzchni liści. Wpływ dwutlenku azotu na wzrost roślin drzewiastych nie jest jeszcze dokładnie poznany, gdyż prawdopodobnie niskie stężenia NO₂ mogą stymulować wzrost roślin, natomiast w przypadku wyższej koncentracji następuje zahamowanie wzrostu (powyżej 1ppm NO₂ w ciągu 4-8 godz.) Ekspozycja na równoczesne oddziaływanie obydwu gazów jest o wiele bardziej toksyczna dla roślin niż na jeden z

nich. Obserwowano synergistyczne efekty tych zanieczyszczeń gazowych takie jak zahamowanie wzrostu powierzchni liści, spadek masy korzeni i całkowitej suchej masy roślin.

3. Charakterystyka środowiska wzrostu i rozwoju roślin drzewiastych w miastach

Gleba

Gleby w miastach mają tendencje do zasadowości wskutek wietrzenia części murów, odpadów budowlanych, betonowych fundamentów i gruzu znajdującego się w ziemi. Natomiast optymalne warunki wzrostu dla większości gatunków panują przy pH 6,0-7,0. Tam gdzie powietrze jest zanieczyszczone CO₂ gleba może być nadmiernie zakwaszona i toksyczna. Gatunki o dużej tolerancji dla odczynu gleby to :

Acer campestre, *A. ginnala*, *A. pseudoplatanus*

Carpinus betulus fastigiata

Cercidiphyllum japonicum

Fraxinus americana, *F. excelsior*, *F. pennsylvanica*

Ginkgo biloba

Quercus robur

Tilia americana, *T. cordata* *T. tomentosa*

Ulmus

Zelkova.

Zasolenie gleby

Gleby w miastach, wzdłuż ciągów komunikacyjnych charakteryzują się dużym zasoleniem ze względu na duże ilości soli używane do odśnieżania ulic zimą. Jej zawartość na terenach przyulicznych przekracza dopuszczalne stężenie roztworów glebowych nawet kilkunastokrotnie. Tak duże stężenie soli ogranicza pobieranie wody przez korzenie (susza fizjologiczna), powoduje nekrozy, zamieranie drzew.

Drzewa tolerujące podwyższone zasolenie gleby to m.in.:

Acer campestre, *A. platanoides*

Ginkgo biloba

Gleditsia triacanthos

Pinus nigra

Populus alba

Quercus alba, Q. rubra

Robinia pseudoacacia

o umiarkowanej odporności:

Crataegus

Morus

Alnus glutinosa

Pinus silvestris

Salix alba

Ulmus

Prunus serotina

Fraxinus excelsior.

Woda w glebie

W miastach poziom wód gruntowych stale się obniża, przez co duża liczba drzew nie ma do niej dostępu. Sięgają one do nieszczelnych rur instalacji podziemnych. Młode drzewa posadzone w ulicach miast, jeśli nie są podlewane mają małe szanse na korzystanie z wód podziemnych. Głównym źródłem wody dla nich są opady atmosferyczne, lecz ze względu na to, że są sadzone w małych dołkach, ograniczone przez jezdnie i nieprzepuszczalne chodniki, ilość wody, którą mają do dyspozycji jest niewystarczająca.

Tlen w glebie

Korzenie drzew pobierają tlen z powietrza glebowego i dzięki dyfuzji gazów wydzielają CO₂ przez błonę korzeni włosnikowych i innych komórek naskórkowych. Aby ten proces mógł przebiegać bez zakłóceń gleba musi być dobrze napowietrzona. Dlatego duża intensywność wymiany gazowej jest niezbędna dla prawidłowego przeżycia i rozwoju korzeni oraz organizmów glebowych. W dobrze napowietrzonej glebie zawartość tlenu w powietrzu glebowym wynosi około 20%, a CO₂ najwyżej 1 %.

W miejscach gdzie ziemia jest silnie ubita zawartość tlenu może spadać tylko do 1%, a zawartość CO₂ może przekroczyć nawet 20%. Gdy zawartość tlenu w glebie spada poniżej 10% wzrost drzew jest ograniczony.

Stężenie CO₂ powyżej 30% jest silnie toksyczne dla roślin. Wzrost CO₂ powoduje ograniczenie pobierania wody przez korzenie. W warunkach beztlenowych rozwijają się mikroorganizmy beztlenowe, powodując procesy gnicia., w czasie których wytwarza się

metan, kwasy organiczne i siarkowodór.

Woda w ziemi ubitej przesącza się wolno. W okresie deszczu utrzymuje się wokół systemu korzeniowego i zatyka pory w glebie, natomiast w okresie suszy korzenie nie są w stanie przeniknąć twardej, ubitej ziemi w poszukiwaniu wody.

4. Organizmy glebowe

4.1. Mikroorganizmy

Mikrobiologiczne środowisko glebowe tworzą bakterie, grzyby oraz inne organizmy decydujące o obiegu materii w przyrodzie. Rodzaj organizmów, ich ilość i wzajemne relacje zależą od rodzaju gleby, roślinności, warunków zewnętrznych oraz stopnia przekształcenia środowiska przez człowieka. Stan życia biologicznego drzew decyduje o relacjach pomiędzy organizmami symbiotycznymi, patogenicznymi i saprofitycznymi. Współzależność pomiędzy roślinami a mikroorganizmami glebowymi najbardziej uwidacznia się w rizosferze, czyli strefie obejmującej powierzchnię korzeni i glebę do nich przylegającą. Rizosfera sprzyja rozwojowi różnych systematycznie grup drobnoustrojów, jednak bakterie znajdują tu szczególnie korzystne warunki. Bakterie te wykazują dużą aktywność metaboliczną, wśród nich ważną rolę pełnią bakterie czynne przy przemianach azotu. Do najbardziej typowych przykładów bezpośredniego współżycia roślin z drobnoustrojami należy symbioza bakterii brodawkowych *Rhizobium* z roślinami motylkowymi oraz promieniowców z roślinami z rodziny *Betulaceae*. Drobnoustroje te wiążą wolny azot z powietrza i udostępniają go roślinom. *Rhizobium* nie rozwija się w glebach silnie zakwaszonych oraz po wprowadzeniu większych dawek nawozów azotowych.

Zanieczyszczenia komunikacyjne powodują nagromadzenie metali ciężkich, co jest szkodliwe dla drobnoustrojów glebowych.

4.2. Mikoryza

Charakterystyka mikoryzy

Korzenie drzew w glebie stykają się z różnymi organizmami glebowymi: wirusami, bakteriami, grzybami. U wielu gatunków drzew korzenie krótkie wchodzi w kontakt anatomiczny i współżyją z uzdolnionymi do tego grzybami, a ten symbiotyczny układ nazywa się mikoryzą. Spośród grzybów, wiele ich gatunków żyje w symbiozie z korzeniami roślin drzewiastych, zarówno iglastymi jak i liściastymi.

Mikoryze dzielimy na ektotroficzna i endotroficzna.

Mikoryza ektotroficzna występuje na krótkich korzeniach wielu gatunków drzew i krzewów z następujących rodzin: *Pinaceae*, *Betulaceae*, *Fagaceae*, *Tiliaceae*, *Rosaceae*. Korzenie nie mają włosników i są także pozbawione czapeczek. Grzybnia występuje na powierzchni korzeni i nie wnika do wnętrza korzeni.

W przypadku mikoryzy endotroficznej grzybnia wnika do wnętrza komórek korzenia i ma mniejszą masę w porównaniu do grzybni ektotroficznej. Na gruntach porolnych wśród roślin zielnych najbardziej rozpowszechniona jest mikoryza endotroficzna, a szczególnym jej rodzajem jest mikoryza arbuskularna (AM) lub pęcherzykowato-arbuskularna (VA). W powyższych warunkach nie ma grzybów odpowiednich dla większości gatunków drzew.

U drzew najczęściej spotyka się typ mikoryzy ektotroficznej (EM), gdy strzępki grzyba tworzą mufkę otaczającą korzeń i rozrastają się w przestrzeniach międzykomórkowych wierzchnich warstw kory pierwotnej. Grzyby przejmują po zanikających wówczas włosnikach rolę pobierania wody z gleby wraz z rozpuszczonymi w niej solami mineralnymi. Dzięki powiększonej powierzchni chłonnej oraz większemu niż u roślin ciśnieniu osmotycznemu komórek grzybów, mikoryza zwiększa możliwości poboru wody silnie związanej przez glebę i łagodzi skutki okresów suszy, choć same mikoryzy są stosunkowo mało odporne na suszę. Grzyby mikoryzowe są tlenowcami i bezpieczniejsze jest dla nich chwilowe przesuszenie niż zbytnie nasycenie gleby wodą, szczególnie przy niewłaściwym nawadnianiu roślin. Poza dostarczaniem składników mineralnych rozpuszczonych w wodzie, grzyby mikoryzowe uwalniają substancje pokarmowe ze związków organicznych dla drzew bezpośrednio niedostępnych. Te zjawiska są szczególnie istotne dla drzew rosnących na ubogich siedliskach w okresach o obniżonych opadach. U roślin współżyjących z grzybami mikoryzowymi sorpcja azotu może zwiększyć się o 90%, fosforu o 20% i potasu o 75%. Dla drzew najważniejszy jest ułatwiony dostęp do fosforu wolno przemieszczającego się w profilu glebowym oraz do potasu. Lepsze zaopatrzenie roślin w potas powoduje większą odporność drzew na stres suszy oraz zwiększenie tolerancji na niskie i wysokie temperatury. Niektóre grzyby wytwarzają substancje wzrostowe (kwas indoliloctowy), co sprzyja rozrastaniu systemu korzeniowego.

Mikoryza a odporność na stresy

W ostatnim czasie coraz więcej uwagi poświęca się znaczeniu mikoryzy w aspekcie zdrowotności roślin, odporności na stresy biotyczne oraz abiotyczne.

Udowodniono, że grzyby mikoryzowe zwiększają intensywność fotosyntezy nawet o 20%. Mikoryza pozwala na zaopatrzenie grzybów w produkty fotosyntezy w zamian za związki mineralne.

Duże znaczenie przypisuje się grzybom w neutralizacji oddziaływania na rośliny substancji toksycznych i metali ciężkich, w tym kadmu, cynku i ołowiu. Grzyby ułatwiają także pobieranie cynku i miedzi, co zwiększa szanse przeżywalności mikoryzowanych roślin sadzonych na obszarach przemysłowych, zurbanizowanych, rekultywowanych i charakteryzujących się trudnymi warunkami siedliskowymi. Łączna powierzchnia chłonna korzeni i grzybów jest ok. 1000 razy większa niż powierzchnia tylko korzeni, co ułatwia pobieranie jonów. Niektóre grzyby produkują substancje wzrostowe i antybiotyki wpływające na wzrost i rozwój roślin i jednocześnie zmniejszające liczebność patogenów glebowych. Rośliny mikorytyczne są odporniejsze na niekorzystne warunki środowiska: niekorzystne pH, niewłaściwą temperaturę podłoża i obecność substancji toksycznych – metali ciężkich i zasolenia podłoża. Rozległy system strzępek grzybni pozwala na przepływ wody i substancji odżywczych od jednego do drugiego drzewa. Zbyt alkaliczne gleby, występujące często na terenach zurbanizowanych, powodują zanik grzybów mikoryzowych.

Mikoryzy ektotroficzne mają znaczenie w ochronie drzew przed mikroorganizmami chorobotwórczymi, m.in. przez tworzenie fizycznej bariery dla przenikania patogenów odglebowych takich jak: *Fusarium*, *Phytophthora*, *Verticillium*, wydzielanie antybiotyków i powstawanie ochronnych zbiorowisk ryzosferowych. Odnotowuje się też zmniejszenie stresu związanego z przesadzaniem roślin.

Do czynników hamujących mikoryzę zalicza się alkaliczny odczyn gleby, zbitą strukturę oraz suszę. Grzyby mikoryzowe rozwijają się słabo w środowisku bogatym w sole mineralne, na glebach o wysokim poziomie azotu może nie dochodzić do symbiozy mikoryzowej. Grzyby mikoryzowe wrażliwe są także na herbicydy oraz wiele chemicznych środków ochrony roślin.

Najczęściej wykorzystywane gatunki grzybów mikoryzowych to: *Laccaria laccata*, *Hebeloma crustuliniformae*, *Pisolithus tinctorius*. *Hebeloma crustuliniformae* wykorzystywany w sterowanej mikoryzacji w Polsce wchodzi w symbiozę z drzewami iglastymi, a z liściastych z dębami, bukami, lipami, brzozaami oraz grabami. Biopreparat jest nieprzydatny dla jesionów, klonów i olch, które nie wchodzi w związki ektomikoryzowe.

5. Średnia długość życia drzew w miastach i poza miastami

Ocenia się, że przeciętna długość życia nowo sadzonych drzew w ruchliwych centrach miast (amerykańskich) wynosi około 7-10 lat, co stanowi 5-10% długości życia drzew tych samych gatunków, lecz rosnących na terenach wiejskich. Jedynie drzewa rosnące na przedmieściach, to jest terenach o mniej skażonym środowisku, mogą osiągnąć do 40% ich naturalnej długowieczności. Z danych zamieszczonych w poniższej tabeli wynika, że drzewa po osiągnięciu dojrzałości mogą żyć jeszcze dziesiątki, setki a nawet tysiące lat.

Tabela: Relacje między wiekiem dojrzewania 10 gatunków drzew i ich długością życia w miastach i w warunkach naturalnych

Gatunek drzewa	Wiek dojrzały	Wiek w miastach	Wiek maksymalny
<i>Acer saccharinum</i>	35-40	120	100-200
<i>Acer platanoides</i>	45-50	60-80	150-200
<i>Aesculus hippocas.</i>	35	60-80	150-300
<i>Crataegus monogyna</i>	15	40-80	150
<i>Platanus acerifolius</i>	50	60-100	300
<i>Populus nigra italica</i>	25	30-50	60-80
<i>Quercus robur</i>	60	80-180	500 (1200)
<i>Quercus rubra</i>	50	50-100	180-300
<i>Robinia pseudoac.</i>	40	60	80-300
<i>Tilia cordata</i>	40	50-100	500 (1000)

Wg Szczepanowska 1999

Zatem celem pielęgnacji dojrzałych drzew rosnących na terenach zurbanizowanych jest odsunięcie w czasie procesów zamierania. Wzrost i siła obronna drzew zależy od cech genetycznych oraz od dostępności energii słonecznej i dobrze przepuszczalnej żyznej gleby. Przy długo utrzymujących się lub powtarzających się często stresach rezerwy energii drzew maleją znacząco, powodując osłabienie kondycji drzew.

Oslabione drzewo ma zahamowany wzrost, znacznie mniejsze lub zredukowane przyrosty gałązek, zmniejszoną powierzchnię blaszek liściowych, obniżoną gęstość liści, zwłaszcza na końcach gałęzi, zamierające gałęzie, wczesne jesienne barwienie liści, nienormalnie obfite plony owoców, liczne odrosty od bryły korzeniowej, odpadającą korę.

Niektóre gatunki zamierają w sposób naturalny w stosunkowo krótkim czasie. Są to drzewa szybko rosnące: klony, wierzby czy topole, które zużywają więcej energii do wzrostu niż do obrony. Są one bardziej podatne na inwazje szkodników.

6. Charakterystyka wybranych gatunków drzew, krzewów i pnączy odpowiednich do obsadzania szlaków komunikacyjnych w aspekcie wymagań glebowo-klimatycznych i odporności na infekcje biotyczne

Omówione taksony nie wyczerpują listy roślin, które można wytypować do sadzenia w miastach. Przedstawiony poniżej dobór drzew, krzewów i pnączy uwzględnia rośliny, które charakteryzują się tolerancją na działanie niekorzystnych czynników, szczególnie na suszę glebową i na zasolenie. Ponieważ nie ma roślin całkowicie odpornych na wszystkie stresy miejskie, dlatego przed ostatecznym wyborem gatunku należy wytypować te czynniki, które mają największe znaczenie w danym miejscu.

6. 1. Drzewa małych przestrzeni miejskich – wąskich ulic i niewielkich placów

Poniższy wybór odmian drzew przeznaczonych do małych przestrzeni miejskich ograniczony został średnicą korony u dorosłych okazów nie przekraczającą 6 m.

***Acer campestre* (klon polny)**

Najlepiej rośnie na glebach wilgotnych, przepuszczalnych, wapiennych, ale wyjątkowo dobrze znosi suszę. Może być sadzony na stanowiskach słonecznych jak i silnie zacienionych. Uważany jest za umiarkowanie mrozoodporny. Gatunek względnie odporny na zanieczyszczenie powietrza dwutlenkiem siarki (SO₂), amoniakiem (NH₃) oraz zasolenie gleby, wrażliwy na zanieczyszczenie powietrza F₂ lub HF. Wskazywany jako jeden z gatunków najlepiej znoszący trudne warunki na wszystkich siedliskach miejskich.

‘Nanum’ – gęsta, regularna, kulista korona osiąga średnicę 3-5 m. Jesienią liście przebarwiają się na złocisty kolor. System korzeniowy gęsty, zwarty.

‘Elsrijk’ – osiąga 6-12 m wysokości, gałęzie gęsto wzniesione ku górze tworzą koronę o średnicy 4-6 m, początkowo stożkową, z wiekiem zaokrągloną. Rocznie przyrasta 40 cm na wysokość i 20 cm na szerokość. Jesienne zabarwienie liści żółte.

***Acer platanoides* (klon pospolity)**

Rośnie na każdym typie gleby, z wyjątkiem bardzo suchych i podmokłych, od lekko kwaśnych do zasadowych, na stanowiskach słonecznych i pół cienistych. Wszystkie odmiany wymagają stanowisk słonecznych. Dobrze znosi warunki miejskie, uważany za relatywnie tolerancyjny na zasolenie gleby (do 8 mS/cm), średnio wrażliwy na zanieczyszczenie powietrza związkami siarki, względnie odporny na zanieczyszczenie związkami fluoru i O₃.

‘Globosum’ – osiąga wysokość 4-5 m. Korona jest bardzo gęsta, początkowo kulista, potem płasko-kulista o średnicy 4-5 m. Roczny przyrost wynosi około 15cm. Żółtozielone kwiaty, zebrane w baldachogrona, pojawiają się tuż przed rozwojem liści. Jesienią liście przebarwiają się na żółto. System korzeniowy jest płytki z dużą ilością drobnych korzeni.

‘Columnare’ – drzewo do 10 m wysokości, korona początkowo jajowata, potem wąskokolumnowa, z wyraźnym wierzchołkiem, gałęzie wzniesione są do góry, osiąga średnicę 2-4 m. Rośnie powoli, rocznie 30 cm na wysokość, 15 cm na szerokość. Liście jesienią przebarwiają się na żółto.

‘Crimson Sentry’ – pochodzi od odmiany ‘Crimson King’. Korona początkowo kolumnowa, w wieku dojrzałym jest w zarysie owalna o średnicy 4,5 m. Gałęzie wzniesione do góry, bez podkrzesywania pnia jest on nisko ugałęziony i można z niego tworzyć gęstą ścianę. Liście są nieco mniejsze, na wiosnę purpurowe, w lecie i jesienią bordowe.

‘Erectum’ – osiąga 12 m wysokości przy średnicy 3 m i jest najwęższą odmianą klonu pospolitego, o pokroju niemal kolumnowym, z prostymi bokami. Jesienią liście przebarwiają się na żółto.

‘Cleveland’ – drzewo do 15 m wysokości z owalną, gęstą, symetryczną koroną o średnicy 4-6 m. Jesienne zabarwienie od żółtego do pomarańczowoczerwonego.

‘Olmsted’ – drzewo osiąga wysokość 10-12 m, korona początkowo kolumnowa, potem stożkowa lub owalna o średnicy do 5 m. Jesienne zabarwienie liści żółte.

***Amelanchier alnifolia* (śliwa olcholistna)**

Najlepiej rośnie na glebach przewiewnych, umiarkowanie wilgotnych, wapiennych, zarówno na stanowiskach słonecznych jak i częściowo ocienionych. Dość dobrze znosi zasolenie gleby (do 8 mS/cm). W pełni mrozoodporny.

‘Obelisk’ – osiąga 3-5 m wysokości, wiele równoległych, wyprostowanych pni tworzy bardzo wąską, kolumnową koronę. Liście podobne do liści olchy, wczesną wiosną brązowawe, jesienią atrakcyjnie przebarwiają się na żółtawoczerwono. Kwitnie obficie, ale

krótko z końcem kwietnia na białe. Zawiązuje purpurowoczarne owoce chętnie zjadane przez ptaki. System korzeniowy płytki, gęsty.

***Caragana arborescens* (karagana syberyjska)**

Nie ma specjalnych wymagań glebowych, może rosnąć na glebach ubogich i suchych, kamienistych, wykazuje dużą tolerancję wobec odczynu gleby. Wymaga miejsc słonecznych. Odporna na suszę powietrza, relatywnie odporna na zanieczyszczenie powietrza SO₂, dość dobrze znosi zasolenie gleby (do 8mS/cm).

-‘**Pendula**’ – wysokość zależy od wysokości szczepienia na pniu siewki karagany, długie gałęzie zwisają blisko pnia, tworzy koronę o szerokości 2-3 m. Zaletą jest szybki rozwój liści na wiosnę. Żółte, motylkowe kwiaty pojawiają się obficie w maju, są miododajne, jednak szybko przekwitają. System korzeniowy jest płaski, szeroko rozpostarty, w związku z tym roślina źle znosi przesadzanie. Korzenie mają zdolność wiązania wolnego azotu z powietrza.

-‘**Walker**’ – różni się od odmiany ‘Pendula’ silnie zredukowanymi blaszkami liściowymi, dzięki czemu roślina jest bardzo ażurowa.

***Carpinus betulus* (grab pospolity)**

Wymaga gleb żyznych, głębokich, gliniasto-piaszczystych, umiarkowanie suchych do wilgotnych, wobec pH bardzo tolerancyjne. Znosi silne ocienienie, wiatry oraz letnie upały. Średnio wrażliwe na zanieczyszczenie powietrza SO₂, F₂ i HF, wrażliwe na NH₃ oraz zasolenie gleby. Wykazują dużą odporność na choroby i szkodniki.

-‘**Fastigiata**’ – drzewo 9-15 m wysokości o wyraźnym pniu i wzniesionymi do góry, gęsto ułożonymi gałęziami tworzącymi symetryczną, początkowo wrzecionowatą, potem stożkową koronę o średnicy 4-5 m. Roczny przyrost na wysokość wynosi 30 cm, na szerokość 10cm. Liście jesienią przebarwiają się na żółto.

-‘**Frans Fontaine**’ – podobny do odmiany ‘Fastigiata’, ale węższy 1,5-3 m średnicy.

***Catalpa bignonioides* (surmia bignoniowa) ‘Nana’**

Drzewo o wysokości 4-7 m (w zależności od szczepienia). Korona jest gęsta, początkowo kulista, później wyraźnie płasko-kulista, dwukrotnie szersza niż wyższa, o średnicy 3-4 m. Wadą jest późny rozwój liści na wiosnę, liście są duże, łatwo uszkodzane przy silnym wietrze, opadają najczęściej po pierwszych przymrozkach zielone. Nie wydaje kwiatów. System korzeniowy jest płaski, słabo rozgałęziony, z silnym korzeniem głównym i mięsistymi korzeniami bocznymi.

Wymaga gleb żyznych, głębokich, raczej lekkich i umiarkowanie wilgotnych, o odczynie od kwaśnego do lekko zasadowego. Na glebach zbyt żyznych i wilgotnych pędy nie drewnieją dostatecznie i w efekcie mogą przemarzać. Najlepsze są stanowiska słoneczne, osłonięte od wiatrów. Wytrzymałość na mrozy jest niezupełna. Gatunek jest względnie odporny na zanieczyszczenie powietrza dwutlenkiem siarki, średnio wrażliwy na zanieczyszczenie związkami fluoru, wrażliwy na zanieczyszczenie O₃, toleruje niewielkie zasolenie gleby (do 4 mS/cm).

***Crataegus monogyna* (głóg jednoszyjkowy)**

Jest gatunkiem o małych wymaganiach glebowych, rośnie nawet na glebach piaszczystych, ubogich w azot, od lekko kwaśnych do wapiennych. Najlepiej rośnie na stanowiskach słonecznych lub pół cienistych.

Jest bardzo odporny na mróz i wiatr oraz suszę upalnego lata. Wrażliwy na zasolenie gleby, względnie odporny na zanieczyszczenie powietrza SO₂. Wykazuje niezwykle zdolności regeneracyjne po cięciu. Jest wrażliwy na parcha oraz bywa atakowany przez gąsienice, m.in. niestrzępa głógowca oraz przez mszyce.

‘**Stricta**’ – dorasta do 6 m wysokości, tworzy gęstą kolumnową koronę o wzniesionych gałęziach, która z czasem poszerza się do 3 m średnicy. Jesienne przebarwienie liści żółte. W maju obficie kwitnie na biało, ciemnoczerwone owoce pojawiają się we wrześniu, długo utrzymują się na roślinach, są chętnie zjadane przez liczne gatunki ptaków. System korzeniowy jest głęboki.

***Fraxinus excelsior* (jesion wyniosły)**

Najlepiej rośnie na glebach zasobnych, próchnicznych, głębokich, świeżych, wapiennych. Nie toleruje gleb suchych i zbitych, ale także jest wrażliwy na stagnującą wodą. Znosi ograniczone przykrycie powierzchni systemu korzeniowego. Wymaga stanowisk słonecznych lub pół cienistych. Jest średnio wrażliwy na kwaśne związki siarki, azotu i fluoru w okręgach przemysłowych, toleruje niewielkie zasolenie gleby (do 4 mS/cm). Bardzo silnie wyjaławia i wysusza glebę w swoim sąsiedztwie.

‘**Nana**’ – osiąga wysokość 2-3 m. Korona jest gęsta, kulista, o średnicy 1,5-2 m. Poważną wadą jest późny rozwój liści na wiosnę, brak także jesiennego przebarwienia. System korzeniowy bardzo silnie rozwinięty, sięga daleko poza rzut korony oraz w głąb profilu.

***Ginkgo biloba* (miłorząb dwuklapowy)**

Najlepiej rośnie na glebach żyznych, głębokich, wilgotnych, ale przepuszczalnych, jest tolerancyjny wobec odczynu gleby, nie znosi gleb podmokłych. Młode rośliny (do 6 m) mają duże zapotrzebowanie na wodę, szczególnie w okresach gorących i suchych. Gatunek światłolubny. Jest odporny na mrozy (do -30°C) i wiatry, zanieczyszczenie powietrza SO₂ i O₂, wrażliwy na zanieczyszczenie powietrza F₂ lub HF. Uważany za relatywnie odporny na zasolenie gleby (do 4 mS/cm). Odporny na choroby i szkodniki, bywa atakowany przez opieńkę miodową, a korzenie chętnie obgryzane przez norniki. Źle znosi przesadzanie.

‘**Mariken**’ – szczepiony standardowo na wysokości 1,8 m, korona jest gęsta, początkowo kulista, potem płasko-kulista o średnicy 2-3 m. Starsze gałęzie lekko przewisają. Jesienne zabarwienie liści złocistożółte. System korzeniowy mocny, gęsty, silnie rozrastający się na głębokość i szerokość

-‘**Fairmount**’ – osiąga 15 m wysokości, tworzy gęstą, wąską, stożkową koronę. Liście duże. Klon męski.

-‘**Fastigiata**’ – osiąga 15-20 m wysokości i 4-6 m szerokości, nieznacznie rozszerzony u podstawy. Liście jesienią złocistożółte. Klon męski. System korzeniowy bardzo silny.

-‘**Mayfield**’ – osiąga 9-12 m wysokości, krótkie gałęzie wzniesione sztywno ku górze, odmiana węższa niż ‘Fastigiata’. Klon męski.

-‘**Princeton Sentry**’ – drzewo o wysokości 15-20 m, korona stożkowa ze wzniesionymi pionowo gałęziami osiąga średnicę 3-4 m. Klon męski. Ulepszona forma odmiany ‘Fastigiata’.

***Morus alba* (morwa biała) ‘Pendula’**

Wysokość zależy od wysokości szczepienia, zalecane jest szczepienie na wysokim pniu. Gałęzie zwisają do ziemi, tworzy parasolowatą koronę około 3 m średnicy. Błyszczące, zielone liście jesienią przebarwiają się na żółto. Kłopot mogą sprawiać czarnoczerwone owoce podobne do jeżyn – po dojrzeniu w sierpniu szybko opadają brudząc otoczenie. Morwa ma nieduże wymagania glebowe, dobrze rośnie na glebach lekkich, ubogich, kamienistych, wapiennych. Jest światłolubna, preferuje stanowiska ciepłe, osłonięte. Względnie odporna na zanieczyszczenie powietrza SO₂.

***Populus nigra* (topola czarna) 'Italica'**

Drzewo do 25 m wysokości ze wzniesionymi do góry, gęstymi gałązkami tworzącymi kolumnową koronę 3-5 m średnicy. Rocznie przyrasta 70 cm na wysokość i 10 cm na szerokość. Klon męski. System korzeniowy jest płytki, gęsty, często niszczy płytki chodnikowe i asfalt.

Najlepiej rośnie na glebach żyznych, wilgotnych, wapiennych, na stanowiskach słonecznych, ciepłych. Umiarkowanie odporna na zasolenie gleby (do 6 mS/cm). Uszkodzana przez silne mrozy, często porażana przez *Cytospora cancer*. Gatunek krótkowieczny.

***Prunus x eminens* (wiśnia osobliwa) 'Umbraculifera'**

Osiąga do 3 m wysokości, mieszańiec wiśni pospolitej (*P. cerasus*) i wiśni karłowatej (*P. fruticosa*) szczepiony na pniu czereśni ptasiej. Korona jest bardzo gęsta, idealnie kulista, o średnicy 2-2,5 m, u starych okazów nawet do 5 m. Rośnie bardzo wolno. Liście są małe, ciemnozielone, błyszczące. Drobne, białe kwiaty ukazują się obficie na przełomie kwietnia i maja. Owoce dojrzewają rzadko.

Gatunek o niewielkich wymaganiach glebowych, najlepiej rośnie na glebach żyznych, umiarkowanie wilgotnych, wapiennych, na stanowiskach słonecznych, ciepłych. Dobrze znosi warunki miejskie, szczególnie upalne lato i suszę. Jest także odporny na zanieczyszczenie powietrza dwutlenkiem siarki.

Odmiana oferowana była w Polsce od początku XX wieku, szczególnie pospolita przed II wojną światową. W katalogach zachodnioeuropejskich oferowana jest pod nazwą *Prunus fruticosa* 'Globosa', dawniej pod nazwą *Prunus cerasus* 'Umbraculifera'.

***Pyrus communis* (grusza pospolita) 'Beech Hill'**

Dorasta do 10 m wysokości, wyprostowane ku górze gałęzie tworzą wąską jajowatą koronę o średnicy 1,5-2,5 m. Roczny przyrost 20 cm. Atrakcyjne drzewo w okresie kwitnienia, białe kwiaty ukazują się na przełomie kwietnia i maja. Jesienne zabarwienie liści żółte do pomarańczowoczerwonego. System korzeniowy bardzo głęboki, mocny. Poważną wadą jest wytwarzanie owoców, które po opadnięciu zanieczyszczają teren wokół drzewa.

Dobrze rośnie zarówno na glebach gliniasto-piaszczystych, dość żyznych, wilgotnych jak i piaszczystych, suchych, ubogich. Nie znosi gleb mokrych, zimnych. Wymaga gleb wapiennych, łatwo nagrzewających się oraz ciepłego, słonecznego stanowiska. Gatunek

bardzo wytrzymały na suszę, letnie upały i wiatry. Mrozoodporny, może być uszkodzany przez przymrozki późnowiosenne. Względnie odporny na zanieczyszczenie powietrza SO₂, toleruje niewielkie zasolenie gleby (do 4 mS/cm).

***Pyrus calleryana* (grusza droбноowocowa) ‘Chanticleer’ (=‘Cleveland Select’)**

Drzewo 8-10 (12-15)m wysokości, z wyraźnym pędem przewodnim, o regularnej, stożkowej koronie osiągającej 5 m szerokości. Wcześnie rozwija liście na wiosnę, są one skórzaste, błyszczące, niezwykle efektowne w okresie jesiennego przebarwienia na kolor szkarłatny i purpurowy. W miejscach mokrych i zacienionych może nie wybarwiać się. Atrakcyjne także na przełomie kwietnia i maja - tuż przed listnieniem kwitnie bardzo obficie na biało. Owoce małe, do 1 cm średnicy nie zaśmiecają otoczenia. System korzeniowy głęboki, mocny. Problemem może być kruchość gałęzi u drzew dojrzałych, jeżeli nie są one prawidłowo cięte u okazów młodych.

Dobrze rośnie zarówno na glebach gliniasto-piaszczystych, dość żyznych, wilgotnych jak i piaszczystych, suchych, ubogich. Nie znosi gleb mokrych, zimnych. Wymaga gleb wapiennych, łatwo nagrzewających się oraz słonecznego stanowiska. Gatunek bardzo wytrzymały na suszę, letnie upały i wiatry. Mrozoodporny (-29°C do -34°C wg danych amerykańskich), może być uszkodzany przez przymrozki późnowiosenne. Względnie odporny na zanieczyszczenie powietrza SO₂, toleruje niewielkie zasolenie gleby (do 4 mS/cm), wolny od szkodników, odporny na zarazę ogniową. Według holenderskiego rankingu najlepszych drzew do sadzenia przy ulicach w miastach takson ten zajmuje pierwsze miejsce.

***Pyrus salicifolia* (grusza wierzbolistna)**

Osiąga wysokość 4-6 m i zasięg korony 3-5 m, gałęzie lekko zwisają ku ziemi. Liście srebrzystoszare. System korzeniowy głęboki.

Gatunek o niewielkich wymaganiach glebowych, najlepiej rośnie na glebach umiarkowanie wilgotnych, przepuszczalnych, od obojętnych do silnie zasadowych. Jest światłolubny. Dobrze znosi suszę i upały. Mrozoodporny. Toleruje niewielkie zasolenie gleby (do 4 mS/cm).

***Quercus robur* (dąb szypułkowy)**

Gatunek wymaga gleb żyznych, próchnicznych, głębokich, gliniasto-piaszczystych, dostatecznie wilgotnych, ale przepuszczalnych. Dosyć tolerancyjny na zasolenie gleby (do 8

mS/cm). Najlepiej rośnie na stanowiskach słonecznych. Względnie odporny na zanieczyszczenie powietrza SO₂, NH₃ i O₃, średnio odporny na zanieczyszczenie F₂ lub HF i PAN.

-‘**Fastigiata**’ (=‘Skyrocket’) – dorasta do wysokości 15-20 m. Gałęzie gęsto ułożone, wszystkie wznoszą się do góry, tworzą zwartą, wąską koronę, początkowo kolumnową, potem wrzecionową o średnicy 3-4 m. Roczny przyrost na wysokość wynosi 25 cm, na szerokość 10 cm. Drzewo uważane za długowieczne, ale u starych okazów następuje rozluźnienie koron. Drzewa uzyskane z siewu wykazują zmienność cech pokrojowych. Jesienią liście przebarwiają się nieznacznie na żółto-brązowo. System korzeniowy jest głęboki, palowy, umożliwia pobór wody z głębszych warstw gleby.

Odmiana bywa porażana przez mączniaka prawdziwego.

-‘**Fastigiata Koster**’ – pochodzi od odmiany ‘Fastigiata’, osiąga 15-18 m wysokości i 3 m średnicy. Odmiana uważana za odporną na mączniaka prawdziwego.

Robinia pseudoacacia (robinia biała)

Robinia ma małe wymagania glebowe, najlepiej rośnie na glebach zasobnych, gliniasto-piaszczystych, przepuszczalnych, umiarkowanie suchych, ale znosi też gleby piaszczyste, ubogie, suche. Nieodpowiednie są gleby ciężkie, nieprzepuszczalne, mokre. Wymaga stanowisk słonecznych. Jest wytrzymała na mrozy, względnie odporna na zanieczyszczenie powietrza SO₂, NH₃, średnio odporna na zanieczyszczenie F₂ lub HF. Dość dobrze znosi zasolenie gleby (do 8 mS/cm).

‘**Umbraculifera**’ – osiąga 5-7 m wysokości. Korona jest gęsta, kulista, później płasko-kulista o średnicy 4-5 m. Roczny przyrost wynosi około 15 cm. Starsze okazy, dla zachowania zwartej, regularnej korony powinny być strzyżone. Pędy są bezcierniowe. Liście rozwijają się późno na wiosnę i bez przebarwień opadają jesienią. Nie wydaje kwiatów. System korzeniowy jest bardzo silny, szeroki i głęboki.

Inna bezcierniowa kulista odmiana ‘Bessoniana’ rośnie znacznie silniej – osiąga 20 m wysokości i 10-12 m średnicy korony.

‘**Pyramidalis**’ – dorasta do 15 m wysokości, stożkowa korona osiąga 3-5 m średnicy. Pędy pozbawione cierni lub ciernie nieliczne.

***Sorbus aria* (jarzab mączny)**

Drzewo o symetrycznej, szeroko stożkowej koronie, wolno rosnące, 6-12 m wysokości i 4-7 m szerokości. Liście wczesnym latem (5-6) srebrzystoszare. Kwiaty białe w maju, owoce do 2 cm pomarańczowoczerwone.

Jarzab ma system korzeniowy bardzo głęboki. Drzewo o dużej tolerancji typu gleby, rośnie na glebach od umiarkowanie kwaśnych do silnie zasadowych, wapiennych. Dobrze znosi długotrwałe okresy suszy i letnie upały miejskie. Nadaje się na stanowiska słoneczne, gorące lub pół cieniste. Jest bardzo odporny na wiatr i mróz. Gatunek względnie odporny na zanieczyszczenie SO₂. Dobrze znosi silne cięcie, dobrze regeneruje nawet ze starego drewna, żyje do 200 lat.

***Sorbus intermedia* (jarzab szwedzki)**

Osiąga wysokość 10-12 m i 5-6 m średnicy korony. Kwitnie obficie na biało, ma atrakcyjne czerwone owoce.

Najlepiej rośnie na glebach zasobnych, umiarkowanie wilgotnych, wapiennych, ale wytrzymuje także na glebach suchych, kwaśnych, piaszczystych. Wymaga stanowisk słonecznych. Bez uszkodzeń znosi letnią suszę oraz zanieczyszczenie powietrza. Jest gatunkiem bardzo mrozoodpornym i odpornym na silne wiatry.

***Sorbus x thuringiaca* (jarzab turyński) ‘Fastigiata’**

Mieszaniec *Sorbus aria* var. *longifolia* x *S. Aucuparia*, osiąga 5-7 m wysokości, gałęzie wzniesione do góry początkowo tworzą koronę kolumnową o średnicy 2-3 m, u okazów starszych nieco szerszą. Rocznie przyrasta 25 cm na wysokość i 10 cm na szerokość. Ciemnozielone liście jesienią przebarwiają się na żółto. Kwitnie na biało w maju, dekoracyjne czerwone owoce pozostają do zimy. System korzeniowy głęboki.

Najlepiej rośnie na glebach wilgotnych, przepuszczalnych, lekko kwaśnych do alkalicznych. Nadaje się na stanowiska słoneczne lub lekko ocienione. Znosi letnią suszę. Mrozoodporny. Względnie odporny na zanieczyszczenie powietrza SO₂, F₂ lub HF.

***Tilia cordata* (lipa drobnolistna) ‘Rancho’**

Drzewo 8-12 m wysokości. Gałęzie ustawione gęsto, wzniesione, tworzą wąską stożkową koronę o średnicy 4-6 m. Kwiaty żółtawe, drobne, silnie pachnące (początek lipca). Liście jesienią jasnożółte. System korzeniowy mocny, gęsty.

Najlepiej rośnie na glebach żyznych, wilgotnych do umiarkowanie suchych, lekko kwaśnych po zasadowe. Wymaga stanowisk słonecznych, może też rosnąć w częściowym ocienieniu. Odporna na wiatry i mróz. Względnie odporna na zanieczyszczenie powietrza O₃, średnio wrażliwa na zanieczyszczenie powietrza SO₂, bardzo wrażliwa na zanieczyszczenie powietrza NH₃, F₂ lub HF. Lipa drobnolistna jest jednym z gatunków najbardziej wrażliwych na zasolenie gleby.

W małych przestrzeniach miejskich, gdzie pojedynczo sadzone drzewa spotykają się ze szczególnie niekorzystnymi warunkami dla rozwoju, planowanie miejsca dla tych roślin (zarówno powierzchni chłonnej, przestrzeni nad ziemią jak i pod ziemią) powinno być tak samo ważne jak normatyw techniczny szerokości chodników czy głębokości usytuowania instalacji.

6.2. Drzewa wymagające większej przestrzeni

Oprócz wskazanych powyżej odmian o ograniczonym zasięgu koron do doboru drzew przy ciągach komunikacyjnych można zaliczyć drzewa wymagające większych przestrzeni, a więc ich gatunki wyjściowe oraz taksony zamieszczone poniżej.

***Betula pendula* (brzoza brodawkowata)**

Osiąga 18-20 m wysokości i średnicę korony 7-12 m. Liście rozwijają się wcześniej na wiosnę, jesienią przebarwiają się na żółto. Główne korzenie są szeroko rozpostarte, gęste, płytki system korzeniowy eliminuje inne rośliny z najbliższego otoczenia. Wymagania glebowe ma niewielkie, dobrze rośnie nawet na glebach suchych, piaszczystych. Należy do roślin światłolubnych. Jest wrażliwa na zanieczyszczenie powietrza SO₂, względnie odporna na zanieczyszczenie powietrza związkami oksydacyjnymi (O₃ i PAN). Jest średnio wrażliwa na komunikacyjne zasolenie gleby. Źle znosi przesadzanie.

***Elaeagnus angustifolia* (oliwnik wąskolistny)**

Drzewo osiąga 5-7 m wysokości i podobną średnicę korony. Liście srebrzyste, intensywnie pachnące kwiaty na przełomie maja i czerwca.

Jest gatunkiem kserofitycznym, rośnie dobrze na glebach suchych, przepuszczalnych, wapiennych. Dzięki symbiozie z mikroorganizmami glebowymi i zdolności wykorzystywania

wolnego azotu z powietrza może zasiedlać ubogie stanowiska. Na glebach bardzo żyznych i wilgotnych może ulegać wykrotom. Jest światłożądny. Mrozoodporny. Doskonale toleruje suszę powietrza, letnie długotrwałe upały oraz zasolenie gleby (do 10 mS/cm). Relatywnie odporny na zanieczyszczenie powietrza SO₂ i O₃, średnio wrażliwy na zanieczyszczenie powietrza NH₃. Znosi przycinanie i może być stosowany na średniej wysokości żywopłoty półformowane.

***Gleditsia triacanthos* (glediczja trójierniowa)**

Osiąga wysokość 25 m i średnicę korony 8-15 m. Korona ażurowa, liście rozwijają się późno na wiosnę, jesienne przebarwienie żółte. Na okazach żeńskich owoce pozostają na zimę.

Najlepiej rośnie na glebach suchych, przepuszczalnych, wapiennych. Znosi wysokie pH gleby. Wymaga miejsc słonecznych, osłoniętych od silnych wiatrów, ze względu na kruchość gałęzi. Mrozoodporny. Doskonale toleruje suszę powietrza, letnie długotrwałe upały oraz zasolenie gleby (do 8 mS/cm). Relatywnie odporny na zanieczyszczenie powietrza SO₂, średnio wrażliwy na zanieczyszczenie powietrza F lub HF, wrażliwy na zanieczyszczenie powietrza O₃ i PAN.

***Sophora japonica* (szupin chiński)**

Osiąga 15-20 m wysokości i 12-18 m średnicę korony. Kremowe, pachnące kwiaty zebrane w dużych wiechach zakwitają w sierpniu. Są miododajne.

Dobrze rośnie na glebach suchych, od lekko kwaśnych do silnie zasadowych. Wymaga stanowiska słonecznego, osłoniętego, gdyż młode okazy są wrażliwe na mrozy. Jest bardzo wytrzymały na gorące, suche powietrze miejskie, względnie odporny na zanieczyszczenie powietrza SO₂. System korzeniowy znosi pokrycie podłoża płytami, jest umiarkowanie tolerancyjny na komunikacyjne zasolenie gleby (6 mS/cm).

***Tilia tomentosa* (lipa srebrzysta)**

Osiąga 20-25 m wysokości i 15-20 m średnicę korony. Liście od spodu pokryte srebrzystym kutnerem, jesienią żółte. Kwiaty silnie pachnące pod koniec lipca.

Wymaga gleb umiarkowanie suchych do wilgotnych, zasobnych, lekko kwaśnych do zasadowych. Jest światłolubna. Mrozoodporna. Doskonale toleruje suszę powietrza, letnie

długotrwałe upały. Relatywnie odporna na zanieczyszczenie powietrza SO₂, wrażliwa na zanieczyszczenie powietrza NH₃ i O₃. Bardziej odporna na szkodniki niż inne gatunki lip.

‘Brabant’ – gęsta, szerokostojkowa korona o średnicy 12-18 m.

‘Varsaviensis’ – gęsta, stojkowa korona, kutner na dolnej stronie delikatniejszy, szary.

6.3. Krzewy

***Acer tataricum* (klon tatarski)** – wysoki krzew lub niewielkie drzewo (10 m wysokości), liście jesienią żółte.

Ma małe wymagania glebowe, bardzo wytrzymały na suszę glebową i suche powietrze. Wymaga stanowisk słonecznych. W pełni mrozoodporny, bardzo dobrze znosi warunki miejskie. Stosowany także na żywopłoty formowane i szpalery.

***Acer tataricum* subsp. *ginnala* (klon ginnala)** – wysoki krzew lub małe drzewo (do 7 m wysokości), jesienne przebarwienie liści szkarłatnoczerwone.

Ma małe wymagania glebowe, wytrzymały na suszę glebową i suche powietrze. Źle rośnie na glebach podmokłych, zimnych. Światłolubny. W pełni mrozoodporny, bardzo dobrze znosi warunki miejskie. Relatywnie odporny na zanieczyszczenie powietrza NH₃ oraz zasolenie gleby (6 mS/cm). Stosowany także na żywopłoty formowane i szpalery.

***Amorpha fruticosa* (amorfa zwyczajna)** - wysokość i szerokość 2-3 m, późno rozwija liście na wiosnę, kwiaty niebieskofioletowe w czerwcu – lipcu.

Ma małe wymagania glebowe, rośnie na glebach suchych, piaszczystych i kamienistych, ubogich, o szerokim zakresie odczynu. Jest światłolubny. Relatywnie odporny na zanieczyszczenie powietrza SO₂, umiarkowanie odporny na zasolenie.

***Caragana arborescens* (karagana syberyjska)** - wysokość 4-5 m, szerokość 3-4 m. Zaletą jest szybki rozwój liści na wiosnę. Żółte, motylkowe kwiaty pojawiają się obficie w maju, są miododajne, jednak szybko przekwitają. System korzeniowy jest płaski, szeroko rozpostarty, w związku z tym roślina źle znosi przesadzanie.

Karagana nie ma specjalnych wymagań glebowych, może rosnąć na glebach ubogich (korzenie mają zdolność wiązania wolnego azotu z powietrza) i suchych, kamienistych, wykazuje dużą tolerancję wobec odczynu gleby. Wymaga miejsc słonecznych. Odporna na suszę powietrza, relatywnie odporna na zanieczyszczenie powietrza SO₂, a także zasolenie gleby (8 mS/cm).

Może tworzyć wyższe żywopłoty swobodne, dobrze znosi strzyżenie i nadaje się na żywopłoty formowane 1,5-2 m wysokości.

***Cotoneaster horizontalis* (irga horyzontalna)** – wysokość 1 m, szerokość 2 m, bardzo dekoracyjne, liczne czerwone owoce pozostają do zimy, jesienne przebarwienie liści szkarłatnoczerwone. Toleruje każdą glebę od umiarkowanie kwaśnej do zasadowej, najlepiej rośnie na wapiennych, próchnicznych. Wymaga stanowiska słonecznego, dobrze znosi upały i suszę powietrza. Wrażliwy na zanieczyszczenie powietrza O₃, dość dobrze znosi zasolenie gleby. Nie lubi przycinania gałęzi.

***Cotoneaster lucidus* (irga błyszcząca)** – wysokość i szerokość 2 m, liście jesienią przebarwiają się na kolor brunatnoczerwony, pomarańczowy lub żółty. Najlepiej rośnie na glebach wapiennych, próchnicznych. Krzew można sadzić na stanowiskach słonecznych lub pół cienistych. Wykazuje bardzo dużą wytrzymałość na niskie temperatury i na suszę. Znosi zanieczyszczenie powietrza, średnio wrażliwy na SO₂. Bardzo dobrze znosi przycinanie, często stosowany na żywopłoty formowane średniej wysokości.

***Elaeagnus commutata* (oliwnik srebrzysty)** – wysokość 3-4 m, podobna szerokość. Liście srebrzyste, silnie pachnące kwiaty w maju-czerwcu. Rośnie ekspansywnie z powodu podziemnych rozłogów. System korzeniowy płytki. Ma małe wymagania glebowe, dobrze rośnie na glebach lekkich, piaszczystych, suchych, wapiennych. Znosi letnie upały i suszę powietrza. Jest światłożądny. W pełni mrozoodporny. Relatywnie odporny na zanieczyszczenie powietrza SO₂, znosi zasolenie gleby (8 mS/cm) i aerozol solny. Polecany na nieużytki, szerokie skarpy, nasypy.

***Lonicera albertii* (suchodrzew Alberta)** – wysokość 1 m, szerokość 1,5 m, kwiaty lila pachnące (maj-czerwiec), owoce nieliczne, białoniebieskie. Bardzo wytrzymały na suszę. Wymaga ciepłych, słonecznych stanowisk. Mrozoodporny. Polecany na słoneczne, suche skarpy.

***Lonicera xylosteum* (suchodrzew pospolity)** – wysokość i szerokość 2-3 m. Kwiaty żółtawobiałe (maj-czerwiec), owoce ciemnoczerwone od sierpnia. System korzeniowy płytki, gęsty. Mało wymagający w odniesieniu do gleby, toleruje odczyn od kwaśnego do silnie

zasadowego, wytrzymały na suszę i zasolenie gleby. Dobrze rośnie w miejscach słonecznych jak i cienistych. W pełni mrozoodporny.

***Lonicera x xylosteoides* ‘Clavey’s Dwarf’** - mieszańiec *L. tatarica* i *L. xylosteum*, wysokość i średnica 1,5 m. Kwiaty białokremowe, owoce ciemnoczerwone. Wymagania jak suchodrzewu pospolitego. Ze względu na niewielkie wymiary polecany na żywopłoty swobodnie rozdzielające pasy ruchu.

***Lonicera tatarica* (suchodrzew tatarski)** – szerokość i wysokość 3-4 m, wcześniej rozwija liście na wiosnę, kwiaty bardzo liczne od białych do ciemnoróżowych (maj – czerwiec), owoce czerwone szybko opadają.

Ma bardzo małe wymagania glebowe. Znosi dość silne ocienienie. Wytrzymały na suszę, zanieczyszczenie powietrza, relatywnie odporny na zanieczyszczenie powietrza SO₂. Mrozoodporny. Wyjątkowo dobrze znosi zasolenie gleby (8 mS/cm).

***Potentilla fruticosa* (pięciornik krzewiasty)**– wysokość i szerokość do 1,5 m, liczne kwiaty żółte (u odmian białe, różowe, pomarańczowe) pojawiają się od maja do września.

Wymaga gleb lekkich, przepuszczalnych, słabo kwaśnych lub lekko zasadowych (zasadowe wywołują chlorozę liści). Dobrze znosi suszę gleby, ale ogranicza wtedy kwitnienie. Jest światłolubny. Mrozoodporny. Średnio wrażliwy na zanieczyszczenie powietrza SO₂. Wiele odmian znosi zasolenie gleby (8 mS/cm). Odmiany odporne na mączniaka prawdziwego to m.in.: ‘Abbotswood’ (biała), ‘Goldfinger’ (żółta).

***Ptelea trifoliata* (parczelina trójlistkowa)** – wysokość i szerokość 3-5 m, kwiaty silnie pachnące w czerwcu, owoce pozostają na zimę, jesienne przebarwienie liści intensywnie żółte.

Może rosnąć na glebach suchych, ubogich, na stanowiskach słonecznych, znosi także ocienienie przez korony drzew. Krzew mrozoodporny. Relatywnie odporny na zanieczyszczenie powietrza SO₂, NH₃, odporny na zasolenie gleby (8 mS/cm).

***Ribes alpinum* (porzeczka alpejska) ‘Schmidt’** – wysokość i szerokość 1-2 m, liście ukazują się wcześniej na wiosnę, jesienią jasnożółte.

Ma małe wymagania glebowe, rośnie na glebach suchych jak i wilgotnych, umiarkowanie kwaśnych do zasadowych. Wytrzymuje głęboki cień i konkurencję korzeni dużych drzew,

toleruje warunki miejskie, średnio wrażliwa na zanieczyszczenie powietrza SO₂. Bardzo mrozoodporna. Dobrze znosi cięcie, polecana na żywopłoty formowane 0,5-1 m wysokości.

***Spiraea x vanhouttei* (tawuła van Houtte’a)** – wysokość i średnica 2,5-3 m, obficie kwitnie na białą od maja do czerwca.

Ma małe wymagania glebowe, znosi gleby suche i ubogie, od kwaśnych po zasadowe. Preferuje stanowiska słoneczne, ale toleruje lekkie ocienienie. Dość dobrze wytrzymuje letnie suszę, relatywnie odporny na zanieczyszczenie powietrza SO₂, znosi zasolenie gleby (8 mS/cm). Nadaje się na żywopłoty półformowane i swobodne.

***Symphoricarpos albus* var. *laevigatus* (śnieguliczka biała)** – do 2 m wysokości, na szerokość rozrasta się dzięki podziemnym rozłogom, białe owoce pozostają na zimę. System korzeniowy płytki, gęsty.

Ma małe wymagania glebowe, dobrze rośnie na glebach suchych, ubogich, lekkich. Wytrzymuje cień i konkurencję korzeni dużych drzew. Znosi letnie upały i suszę, relatywnie odporny na zanieczyszczenie powietrza SO₂, O₃ oraz zasolenie gleby (8mS/cm). Mrozoodporny. Bardzo dobrze znosi cięcie.

***Symphoricarpos x chenaultii* ‘Hancock’** – wysokość i szerokość 1 m, owoce liliowo różowe. Ma małe wymagania glebowe, dobrze rośnie na glebach suchych, ubogich, lekkich. Wytrzymuje cień i konkurencję korzeni dużych drzew. Znosi letnie upały i suszę oraz zasolenie gleby. Mrozoodporny, ale może być uszkodzany przez spóźnione przymrozki. Bardzo dobrze znosi cięcie. Stosowany jako roślina okrywowa.

6.4. Pnącza

***Celastrus orbiculatus* (dławisz okrągłolistny)** – pnącze wijące się, osiąga do 10 m wysokości, efektowne jesienne przebarwienie liści na żółto, na okazach żeńskich owoce pozostające na zimę.

Rośnie na glebach umiarkowanie suchych, obojętnych. Mrozoodporny. Dobrze znosi warunki miejskie, relatywnie odporny na zanieczyszczenie powietrza SO₂.

***Clematis vitalba* (powojnik pnący)** – pnącze ogonko- i szypułkoczepne, osiąga wysokość 10-12 m, kwiaty kremowobiałe, pachnące od lipca do września, dekoracyjne puszyste owoce.

Mało wymagający w stosunku do gleby, dobrze rośnie na glebach umiarkowanie suchych, zasadowych. Znosi zacienienie. Mrozoodporny. Umiarkowanie odporny na aerozol (opary) solny.

***Fallopia aubertii* (rdestówka Auberta)** – pnącze wijące się, osiąga wysokość 8-15 m, kwiaty białe od lipca do września.

Najlepiej rośnie na glebach wilgotnych i żyznych, ale toleruje gleby słabsze, od kwaśnych po zasadowe. Może rosnąć w pełnym słońcu, a także w cieniu. Dobrze znosi upał i warunki miejskie. W czasie surowych zim może pędy mogą przemarzać, ale bardzo dobrze regeneruje uszkodzenia.

***Parthenocissus quinquefolia* (winobluszcz pięciolistkowy)** – pnącze przylgoczepne, osiąga do 25 m wysokości, jesienią liście przebarwiają się na kolor czerwony, owoce granatowe.

Ma małe wymagania glebowe, znosi suszę glebową. Dobrze rośnie na stanowiskach słonecznych i cienistych. Toleruje zanieczyszczenie powietrza, odporny na zasolenie gleby (8mS/cm)

***Vitis riparia* (winorośl pachnąca)** – pnącze wąsoczepne, osiąga 20 m wysokości, kwiaty silnie pachnące w maju.

Ma małe wymagania glebowe, dobrze znosi suszę. Światłolubny. Mrozoodporny.

Spis literatury

- Anonim bd., Guide to interpreting irrigation water analysis. Spectrum Analytic, Washington, www.spectrumanalytic.com
- Alloway B. J., Ayres D.C. (1999) Chemiczne podstawy zanieczyszczenia środowiska. PWN, Warszawa
- Aleksandrowicz - Trzcńska M. (2004). Wpływ fungicydów na mikoryzy sadzonek drzew leśnych. [w:] Materiały konferencji „Dlaczego mikoryza jest szansą sukcesu dla roślin ogrodniczych i leśnych” Warszawa 21.01.2004.: 61-69.
- Bach A., Warchoł M., Gowin K. (2004) Próba zastosowania nowych fitoindykatorów w powiązaniu z metodą pasywną monitoringu zanieczyszczeń motoryzacyjnych powietrza atmosferycznego (ze szczególnym uwzględnieniem synergistycznych oddziaływań NO₂ SO₂). Przegląd Lekarski 61, 40-42
- Badura L., Krupa P. (2004). Mikroorganizmy glebowe i ich znaczenie dla rozwoju roślin. [w:] Materiały konferencji „Dlaczego mikoryza jest szansą sukcesu dla roślin ogrodniczych i leśnych” Warszawa 21.01.2004.: 33-40.
- Borkowska B. (2004). Dlaczego mikoryza. [w:] Materiały konferencji „Dlaczego mikoryza jest szansą sukcesu dla roślin ogrodniczych i leśnych” Warszawa 21.01.2004.: 14-18.
- Bruns J., 2000. Catalogue of trees and shrubs. Zertani, Bremen.
- Bugała W., 1979. Drzewa i krzewy dla terenów zieleni. PWRiL, Warszawa
- Buczkowski R., Kondzielski I., Szymanski T. (2002) Metody remediacji gleb zanieczyszczonych metalami ciężkimi. Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń
- Dahm H. (2004). Aktinoryza i mikoryza na korzeniach olszy. [w:] Materiały konferencji „Dlaczego mikoryza jest szansą sukcesu dla roślin ogrodniczych i leśnych” Warszawa 21.01.2004.: 77-82.
- Gambuś F., Gorlach E. (2001) Pochodzenie i szkodliwość metali ciężkich. Aura 6, 11-13
- Praca zbiorowa p.red. J. Kopcewicz i S.Lewaka (1998) Podstawy fizjologii roślin. PWN, Warszawa

- Gołębiowska J. (1979). Mikrobiologia rolnicza. PWRiL, Warszawa.
- Górka W. (2003). Mikoryza w szkółkarstwie. Szkółkarstwo 3: 40-43.
- Górka W. (2003). Mikoryza w leśnictwie. Szkółkarstwo 3: 44-45.
- Hieke K., 1994. Lexikon okrasných dřevin. Helma, Praha.
- Kabata-Pendias A., Pendias H. (1993) Biogeochemia pierwiastków śladowych. PWN, Warszawa
- Mańka K. (1981). Fitopatologia leśna. PWRiL, Warszawa.
- Marosz A. 1999. Reakcja krzewów okrywowych na zróżnicowane zasolenie gleby. [w:] Materiały z Ogólnopolskiej Konferencji „Postęp w rozmnażaniu roślin ozdobnych”, Kraków 16-17.09.1999. AR Kraków: 131-135.
- Marosz A., 2001. Wpływ zasolenia gleby na wzrost i pokrój krzewów okrywowych. Rocznik Dendrologiczny 49: 213-225.
- Seneta W. 1994. Drzewa i krzewy liściaste. T.II. PWN, Warszawa
- Szczepanowska HB. (2001) Drzewa w mieście. Hortpress Sp. Z o.o., Warszawa
- Szczepanowska HB. (1999) Problemy starzenia się drzew w miastach. Ogrodnictwo, 1, 24–29.
- Starck Z., Chołuj D., Niemyska B. (1995) Fizjologiczne reakcje roślin na niekorzystne czynniki środowiska. Wydawnictwa SGGW, Warszawa
- Święcicki Z. (2000). O mikotrofizmie i mikoryzowaniu. Głos lasu 7: 4-7.
- Szczepanowska B., 2001. Drzewa w mieście. Hortpress, Warszawa.
- Swift C.E. bd., Salt tolerance of various temperate zone ornamental plants. Colorado State University, www.coopext.colostate.edu
- Weissenhorn I., bd. Mycorrhiza and salt tolerance of trees. www.coriza.nl/download/Mycorem