

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroenvironmentální chemie a výživy rostlin



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Výživa pokojových rostlin – substráty, nadbytky a
nedostatky živin**

Bakalářská práce

Autor práce

Adéla Kubásková

Obor studia

Zahradní a krajinářské úpravy

Vedoucí práce

doc. Ing. Martin Kulhánec, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Výživa pokojových rostlin – substráty, nadbytky a nedostatky živin" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 29.04.2021

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. Martinu Kulhánkovi, Ph.D. za odborné poznatky, podněty, připomínky a zejména cenné rady, které mi poskytl. Vážím si času, který mi věnoval a pomoci, které jsem od něj dostala. Také bych ráda poděkovala celé své rodině za podporu po celou dobu studia.

Výživa pokojových rostlin – substráty, nadbytky a nedostatky živin

Souhrn

Tato práce se zabývá výživou a pěstováním pokojových rostlin se zaměřením zejména na substráty, hnojiva, možnosti pěstování rostlin a také především na výživu s ohledem na vizuální symptomy vykazující nedostatky ve výživě. Pokojové rostliny plní především funkci okrasných prvků v interiérech. Při nesprávné výživě a nevhodně zvoleném substrátu tento primární účel nenaplnují. Proto je důležité hlouběji studovat tuto problematiku.

V první části literární rešerše jsou zpracovány základní poznatky o substrátech a jejich jednotlivých organických a minerálních komponentech. Dále tato kapitola zahrnuje informace o hnojivech a vlastnostech půdy, které jsou pro úspěšné pěstování a výživu rostlin nezbytné.

Druhá část práce pojednává o důležitých faktorech pěstování pokojových rostlin. Obsahuje informace o konkrétních druzích rostlin, které se často pěstují v interiérech jako pokojové. Dále jsou zde uvedeny další způsoby, jimiž lze pokojové rostliny pěstovat, aby měly co nejhodnější podmínky.

Třetí část literárního přehledu se věnuje živinám, jež jsou nezbytné pro zdárný vývoj rostlin. Především se kapitola zabývá jednotlivými prvky, které rostliny obsahují a přijímají je z půdního roztoku. Při nesprávné výživě mohou rostliny vykazovat zejména vizuální symptomy, díky kterým lze rozpoznat, jaký konkrétní prvek rostlině chybí, či naopak přebývá.

Celá práce se věnuje mnoha způsobům a okolnostem, jež jsou pro výživu rostlin potřebné znát. Výživa je velice důležitým faktorem při pěstování nejen pokojových rostlin, protože rostliny bez přísunu jednotlivých prvků nemohou prosperovat. Oproti pěstování rostlin ve volné půdě, kde je živin podstatně větší množství a rostliny mají mnohem více zdrojů odkud čerpat, jsou pokojové rostliny pěstované v nádobách či květináčích odkázány pouze na péči pěstitele.

Klíčová slova: Substráty; Pokojové rostliny; Výživa rostlin; Makroprvky; Mikroprvky

Fertilization of indoor plants – growing substrates, surpluses and deficiency of nutrients

Summary

This thesis addresses nourishment and growing indoor plants with focus on substrates, fertilisers, methods of indoor plants growing, as well as on the nourishing with respect to visual symptoms showing unbalanced nutrition. Indoor plants fill the role of decorative elements in interiors. They do not fill their primary purpose if nourished inappropriately and when substrate is chosen improperly. That is the reason to study this topic further.

The first part of literary review is focused on basic knowledge about substrates and their organic and mineral components. This part additionally contains information about fertilisers and attributes of soil which are crucial for successful plants growing.

The second part includes important factors of indoor plants growing. It contains information about concrete plant species which are grown in interiors. Further ahead the author listed other methods to grow plants in optimal conditions.

The third part deals with nutrients indispensable for plants' well-being. It mainly describes specific elements the plants contain and take up from soil solution. In case of inappropriate nourishing the plants may show especially visual symptoms, thanks to which it is possible to define which element is missing or which is in abundance.

The thesis deals with many ways and conditions that are necessary to know when growing indoor plants. Plants' nutrition is an important factor for growing these plants correctly because they cannot prosper without the correct supply of individual elements. Compared to growing them in open ground, where plants can naturally receive the nutrients, indoor plants cultivated in pots are dependent only on the grower care.

Keywords: Substrates; House plants; Plant nourishing; Macronutrients; Micronutrients

Obsah

1	Úvod	8
2	Cíl práce.....	9
3	Literární rešerše	10
3.1	Substráty – organické komponenty, minerální komponenty, hnojiva	10
3.1.1	Organické komponenty.....	12
3.1.1.1	Rašelina	12
3.1.1.2	Kokosová vlákna	13
3.1.1.3	Kompostovaná kůra	13
3.1.1.4	Rýžové pluchy	13
3.1.1.5	Biouhel.....	14
3.1.2	Minerální komponenty	14
3.1.3	Hnojiva	15
3.1.4	Stimulátory růstu	18
3.1.5	Bioefektory (biostimulanty).....	19
3.1.6	Půdní kondicionéry.....	19
3.1.7	Hodnota pH substrátu	19
3.1.8	Půdní roztok.....	20
3.1.9	Únava substrátů	20
3.2	Pokojevé rostliny	21
3.2.1	Podmínky pro pěstování pokojových rostlin	22
3.2.1.1	Závlahová voda.....	22
3.2.1.2	Vlhkost vzduchu	23
3.2.1.3	Přesazování.....	23
3.2.2	Další způsoby pěstování pokojových rostlin	24
3.2.2.1	Hydroponie	24
3.2.2.2	Akvária a paludária.....	26
3.2.3	Konkrétní skupiny pokojových rostlin	27
3.2.3.1	Bonsaje	27
3.2.3.2	Citrusy	28
3.2.3.3	Epifyty	29
3.2.3.4	Kaktusy.....	29
3.2.3.5	Masožravé rostliny.....	30
3.2.3.6	Orchideje	30
3.2.3.7	Palmy.....	31
3.2.3.8	Sukulenty	32
3.2.3.9	Další konkrétní druhy pokojových rostlin	33

3.3	Projevy poruch ve výživě pokojových rostlin – nadbytky a nedostatky živin.....	34
3.3.1	Živiny	34
3.3.2	Jednotlivé prvky v rostlině	37
3.3.2.1	Dusík	37
3.3.2.2	Fosfor	38
3.3.2.3	Draslík	39
3.3.2.4	Vápník	41
3.3.2.5	Hořčík	41
3.3.2.6	Síra	42
3.3.2.7	Železo	42
3.3.2.8	Mangan	43
3.3.2.9	Bór	43
3.3.2.10	Měď	45
3.3.2.11	Zinek	45
3.3.2.12	Molybden	45
3.3.2.13	Chlór	46
4	Závěr	47
5	Seznam literatury	48

1 Úvod

Pěstování rostlin v interiérech je celosvětovým trendem. Rostliny jsou všude kolem nás a tvoří nedílnou součást okolního světa. Na mnoha místech jsou jediným živým prvkem, který představuje kontakt s rostlinnou říší. Jako pokojové rostliny se pěstují převážně druhy pocházející z tropických částí světa, dnes jsou k dostání rostliny různých tvarů, barev a velikostí. Populární jsou rostliny okrasné nejen květem, ale mnoho pokojových rostlin je ozdobných především listem. V dnešní době jsou moderní instalace zelených stěn v kancelářích a obchodních centrech, pro tento způsob pěstování rostlin se často využívá hydroponie. Pěstování, výběr vhodného druhu rostliny a optimální péče vyžadují alespoň základní znalosti, aby rostliny prosperovaly. Vše souvisí s poznatky z biologie, biochemie, fyziologie rostlin a pedologie.

Mezi důležité faktory, kterým je potřeba věnovat zvýšenou pozornost, patří například nároky na světlo, množství vody, vzdušná vlhkost, teplota vzduchu, a především je důležitý výběr vhodného substrátu, který vyživuje celou rostlinu. Když bude mít rostlina vhodné místo s dostatečnou zálivkou, ale bude zasazena v nevhodném substrátu, nemůže dlouho prosperovat. Substrátem a vhodným hnojivem dodáváme rostlinám potřebnou výživu. V dnešní době ale není těžké sehnat substrát určený pro konkrétní druh rostliny, kterou chceme pěstovat. Na trhu je velké množství firem, které vyrábí nejen specifické substráty, ale také speciálně určená hnojiva.

Knih, encyklopedií a různých publikací o pěstování pokojových rostlin je nepřeberné množství, ale jen malá část z nich je na odborné bázi a podložena vědeckými znalostmi. Často tyto publikace neobsahují žádné informace o výživě rostlin a substrátech, které jsou pro pěstování stěžejní. Málokde se dá například dohledat, jaký substrát je pro konkrétní druhy rostlin vhodný a jaké živiny a v jakém množství bychom měli rostlinám doplňovat. Toto je zejména důvod, proč jsem si vybrala zmíněné téma, chtěla jsem prostudovat vědecky podložené publikace a prozkoumat problematiku aktuálně pěstovaných pokojových rostlin, o něž se zajímá za posledních 20 let čím dál tím více lidí.

2 Cíl práce

Cílem práce bylo zpracovat literární přehled zaměřený na výživu pokojových rostlin, včetně porovnání různých pěstebních substrátů a charakteristiky projevů nedostatku a nadbytku živin.

3 Literární rešerše

3.1 Substráty – organické komponenty, minerální komponenty, hnojiva

Pěstování rostlin v květináči a nádobách má už dlouholetou tradici. Posledních několik desítek let je v oblibě zdobení interiérů, oken, balkónů a teras. Malý objem nádoby by ale měl znamenat kvalitnější substrát plný živin. Některé rostliny jsou pěstované v extrémních podmínkách a na extrémních stanovištích, proto je důležitá především vhodná volba substrátu, který bude danému druhu pěstované rostliny vyhovovat. Pěstitelské substráty tvoří především organické materiály a zemina, a někdy se mohou přidat také meliorační látky (perlit, pemza, bentonit aj.) (Vaněk 2012).

Substráty mícháme z jednotlivých druhů komponentů, abychom dosáhli vhodného substrátu pro daný druh rostliny, nebo můžeme koupit předem namíchaný substrát pro určitý typ, který chceme pěstovat nebo přesazovat. Substráty rozdělujeme na lehké (hrubozrnné), středně těžké (drobnozrnné) a těžké (jemnozrnné). Na tvorbu vhodného substrátu používáme listovku, drnovku, hrabanku, karbonátový nebo nekarbonátový písek, drcené dřevěné uhlí, slatinou rašelinu, pařeništní zeminu, hlinitou zahradní zeminu, kompost, vermikompost, kompostovatelnou dřevěnou kůru, drobný štěrk, kokosová vlákna, keramzit, perlit atd. (Bedrna 1989). Těžké substráty jsou složeny zejména z minerálních hnojiv. Základním poměrem těžkého substrátu jsou tři díly kompostové zeminy a tři díly hnoje kompostovaného s těžší zeminou, nebo 2 díly rašeliny a jeden díl písku. Objemová hmotnost těžkých směsí je 750–800 g na 1 litr a má hodnotu pH 6,5–7,5. Lehké směsi obsahují zejména organické komponenty. Základním poměrem lehkého substrátu je 5 dílů kvalitního kompostu, jeden díl rašeliny a jeden díl písku. Lehký substrát v tomto základním poměru je vhodný například pro fíky. Objemová hmotnost lehkého substrátu je 500 g na 1 litr a hodnota pH je 5,5–6,0. Smícháním lehké směsi se směsí těžkou vznikne středně těžký substrát (Neuberg 1998).

Kvalitní substrát musí mít dobrou vodní jímavost a zároveň vysokou vzdušnost. Vysokou vodní kapacitu a vzdušnost má například rašelinový substrát. Rašelino-kůrový substrát má díky přidané kůře sice lehce nižší vodní kapacitu, ale má vyšší vzdušnost, což je pro rostliny pěstované v nádobě velkou výhodou. U organických substrátů záleží především na struktuře, kde o vzdušnosti a vodní kapacitě rozhoduje poměr malých a velkých, tedy kapilárních a nekapilárních pórů (Dubský a Šrámek 2004). Kvalitní substrát by měl mít optimální pórovitost kolem 75 %, zároveň by pórovitost měla mít také optimální vyvážení mezi mikro (40–60 %) a makro (15–35 %) póry (Di Lorenzo et al. 2013). Substráty pro pěstování rostlin v květináčích musí mít větší schopnost zadržování vody než substráty pro pěstování rostlin ve volné půdě, protože jsou rostliny omezené pouze na velikost pěstované nádoby (Beardsell et al. 1979).

Substrát je pro rostlinné kořeny prostorem, kde se rostlina upevňuje a odtud čerpá skoro veškeré živiny a vodu. Kvalita substrátu pak ovlivňuje růst a vývoj rostliny na delší dobu. Substrát také obsahuje řadu živých mikroorganismů, prospěšných i naopak škodlivých, a může obsahovat také různé škůdce a původce chorob.

Většina pokojových rostlin roste dobře v kyselých až slabě kyselých substrátech, kterých docílíme například právě přidáním rašeliny k zahradní zemině smíchané s pískem. Každá rostlina potřebuje speciální substrát, tudíž musíme přírodní složky upravovat nejen fyzikálně, ale také chemicky a biologicky. Substráty pro pěstování rostlin jsou velice různorodé, obsahují zpravidla heterogenní materiály s pevným, kapalným a plynným podílem. Substráty s převahou kapalného podílu jsou živné roztoky, které se využívají na pěstování rostlin v hydroponii. Plynná fáze substrátu je především složena z dusíku (N_2), kyslíku (O_2), oxidu uhličitého (CO_2) a vodní páry (H_2O). Dále do plynného podílu patří v menším množství argon (Ar), methan (CH_4), amoniak (NH_3), sulfan (H_2S) a další plyny. Většina kořenů rostlin potřebuje více než 10 % podílu O_2 v substrátu, jinak kořeny přestávají růst a plnit svou funkci, proto substráty musíme udržovat kypré. Dalším důležitým faktorem je množství CO_2 v substrátu, vytvářeného půdními organismy. Vhodné množství je 0,5–1,0 % CO_2 a hranice toxicity je 5,0 %. Kapalná fáze substrátu je pro rostliny stejně důležitá jako plynná fáze. Voda zajišťuje transport živin do celé rostliny a optimální podíl vody závisí na druhu pěstované rostliny a na její potřebě. Pro suchomilné rostliny je vhodné 5–10 % kapalná fáze z objemu substrátu, pro rostliny čerstvě zasazené pak 20–40 %, pro vlhkomilné druhy v rašelinovém substrátu je optimum mezi 80–90 %. Pevnou fázi substrátů tvoří minerály, organické a organicko-minerální látky a průmyslově vyráběné komponenty.

Substráty můžeme rozdělit na dvě skupiny, a to na přirozené a umělé (antropické). Nejrozšířenějším přirozeným substrátem je půda. Půda je svrchní, kyprá a úrodná vrstva pevniny. Má různé fyziologické (barva), fyzikální (zrnitost, struktura, konzistence), chemické (zasolení, humóznost), fyzikálně-chemické (kyselost, pufrace) a biologické (mikroorganismy a makroorganismy) vlastnosti. Tyto vlastnosti jsou následkem působení klimatu, organismů, podzemní vody, reliéfu a člověka. Půdní typ je vývojové stádium půdy, známe například černozemě, hnědozemě, luvizemě, kambizemě, fluvizemě atd. Půdní druh vyjadřuje zrnitost dané půdy. Půda ale není pro pokojové rostliny nejvhodnější volbou, často neobsahuje dostatek živin, a tak musíme hnojit, zavlažovat, odvodňovat, odvádět, či vápnit apod. Přirozeným substrátem pro rostliny může být také sediment. Je to vodou přemístěná a nahromaděná vrstva zemitého materiálu na dně vod, podle toho, kde se nachází, takové má fyzikální a chemické vlastnosti. Nejčastějším antropogenním substrátem je zemitý substrát, což je vrchní 0,2 m hluboká humusová vrstva odebraná z přirozené půdy, zejména ze zahrady, která je přemístěná z důvodu pěstování rostlin. Antropogenní zemina se ze zemité půdy stává drcením a proséváním. Většinou mícháme zemitý substrát s dalšími komponenty, abychom docílili vhodného výsledného substrátu (Bedrna 1989). Přímíchávání půdy do substrátů ale už dnes není moderní. Substráty, které obsahují půdu jsou levné, ale mohou obsahovat množství chorob, škůdců, nebo například plísní, což není vhodné pro pěstování rostlin uvnitř. Také je obtížnější kontrolovat přesné množství živin a rostliny se tak mohou lehce přehnojit a začít vykazovat nadbytky, či naopak půda nemá dostatek živin a rostliny mohou vykazovat nedostatky. Půda také většinou neobsahuje dostatečné množství dusíku, který je jedním z nejdůležitějších prvků pro správný růst a vývoj rostliny. Dalším problémem, proč půda nemusí být vhodná, je ten, že může být nadměrně zasolena. Všechny tyto problémy, které půda může způsobit, se dají vyřešit například pěstováním rostlin v hydroponii (Di Lorenzo et al. 2013).

Kvalitu substrátu určuje také živá složka, což je činnost půdních organismů, které rozkládají organické komponenty. Mezi živou složku v substrátu patří mikroorganismy, vyšší živočichové a kořeny rostlin. Mikroorganismy jsou nejdůležitější, rozkládají organickou hmotu a syntetizují humusové látky, čímž se uvolňují živiny z organických vazeb, jež jsou pak pro rostlinu dostupné (Baier a Baierová 1985).

Substrát musí splňovat určité nároky na správnou výživu dané rostliny, aby byly všechny potřebné živiny dostupné pro příjem rostlinou a aby se kořenová soustava mohla dále zdravě vyvíjet. Formy živin mohou přecházet do jiných forem, a tak vzniká v substrátu koloběh, který pak určuje sorpční kapacitu půdy. Substráty s vyšší půdní sorpcí můžeme hnojit dopředu a substráty s nízkou sorpční kapacitou se hnojí o dosti méně, protože se živiny zbytečně vyplavují. Živiny rozpuštěné v půdním roztoku jsou přístupné rostlině, ale mohou se ztrácet vyplavováním nebo prosakováním do spodních vrstev substrátu (Soukup et al. 1979).

3.1.1 Organické komponenty

Organické komponenty jsou nejen živé organismy, ale především neživé zbytky. Dodáním organických komponentů dojde k celkovému zlepšení stavu substrátu (Henek a Dymák 2011). Tyto látky, které jsou obsažené v substrátu, jsou přírodní organické komponenty (rašelina, uhelný prach), zbytky bylin (zelená hmota, stonky, sláma, seno, mech a uhnílé kořeny), zbytky keřů a stromů (listí, jehličí, hrabanka, kůra, větve, kořeny, piliny, hobliny), či exkrementy živočichů (chlévský hnůj, drůbeží trus, kejda, močůvka a fekálie) (Bedrna 1989).

Substráty obohacené humusem lépe jímají vodu, zadržují živiny, jsou odolnější proti okyselení, zlepšují půdní strukturu, provzdušňují a také udržují teplotu (Burger et al. 1997). Huminové látky jsou v substrátech důležité, jsou právě součástí humusu a vznikají z rozpadu především rostlinných zbytků. Jsou zdrojem organického uhlíku. Na bázi huminových látek jsou založeny například lignohumáty, které jsou vhodné pro zakořeňování rostlin a působí na živiny, které pak mohou být pro rostlinu lépe vstřebatelné (Aiken et al. 1985).

Substráty čistě z organických látek mohou po čase ztratit pórovitost, zadržují více vody a kořeny rostlin nemají dostatek kyslíku, proto je vhodné k organickým substrátům přidávat minerální komponenty pro lepší stabilitu substrátu a větší provzdušněnost (Bilderback et al. 2005). Organické komponenty mají vyšší elektrickou vodivost a kationtovou výměnnou kapacitu nežli minerální (kromě hnojiv). Nejvyšší elektrickou vodivost má rašelina (Sahin et al. 2002).

3.1.1.1 Rašelina

Rašelina je přírodní organická hmota, nalézá se na místě bažin, močálů a slatin, kde se tvoří rašeliniště a vzniká rozpadem odumřelých organických částí pod vodou při nedostatku atmosférického kyslíku. Je to kyprá hmota s velkou schopností nasávat vodu, má většinou hodnotu pH 2–6 (Bedrna 1989), nejčastěji ale 3,5–4,5. Kyselá reakce se dá opravit dolomitem či vápencem, ale maximálně na hodnotu 6,0 (Vaněk 2012). Podle podmínek, za kterých vznikl daný druh rašeliny, rozlišujeme rašelinu na vrchovištní,

slatinnou, přechodovou a rašelinné zeminy. Vrchovištní rašelina je chudá na živiny a je kyselá až silně kyselá. Slatinná rašelina je na živiny lehce bohatší nežli vrchovištní, může obsahovat i CaCO_3 a je slabě kyselá až neutrální. Přechodová rašelina je neurčitá, má více vrstev a každá vrstva může mít jiné vlastnosti a jiné pH. Rašelinné zeminy jsou vytvořené směsí, na které přívalová voda doplavila rašelinu z původních ložisek. Rašelinné substráty mohou blokovat příjem mědi (Neuberg 1998). Rašelina není hnojivo, neobsahuje skoro žádné živiny či snadno rozložitelné organické komponenty (Vaněk 2012).

Rašelina je obsažena ve většině substrátů, může substrát tvořit sama nebo obohacená o některé další složky. Používá se pro nakypření a provzdušnění substrátů, či na úpravu půdní reakce (Dubský et al. 2019). V půdě se velmi pomalu rozkládá. Velmi jemná rašelina (velikost částic 1 mm) má vysoký obsah dostupné vody, ale je málo vzdušná (Vaněk 2012). Aby rašelina měla větší vodní kapacitu, může se použít smáčedlo či hydroabsorbent na bázi polyakrylamidů (Dubský 2012).

Rašelina je v dnešní době v zahradnictví hojně používána. Jedná se ale o neobnovitelný zdroj, a proto bychom se měli snažit najít vhodnou alternativu, jakou může být například kompost, kokosová vlákna či biouhel (Giancarlo 2015).

3.1.1.2 Kokosová vlákna

Na konci 20. století se začal jevit zájem o kokosová vlákna, která začala postupně nahrazovat rašelinu. Oplodí kokosových ořechů byl původně odpad, dnes je to ale cenná surovina. Oplodí obsahuje kolem 30 % vláknitého materiálu a 70 % tvoří zbytky dužnatých vláken, houbovitého pletiva a kokosového prachu, z čehož pak vzniká po procesu rozkladu takzvaná kokosová rašelina, která se prodává zejména sušená a slisovaná do tvaru briket, jež může být použita v substrátech místo rašeliny (Salaš 2010).

3.1.1.3 Kompostovaná kůra

Kompostovaná kůra je kontrolovaně kompostovaný zbytkový materiál z vnější strany dřevnatých větví a stonků. Po rašelině je druhým nejčastějším komponentem, který se přidává do pěstebních substrátů. Je to levný materiál, cena tohoto výrobku roste především díky drahé dopravě. Kůra v substrátu způsobuje větší vzdušnost. Dubský a Šrámek (2002) tvrdí, že lze nahradit kůrovým humusem rašelinu až ze 100 % a na hrnkové rostliny to nemá patrný vliv. U substrátů, kde převládá kůra, se musí více hnojit dusíkem v době vegetace (Dubský a Šrámek 2002).

3.1.1.4 Rýžové pluchy

Rýžové pluchy jsou odpadním materiálem rýže, přimíchávají se do substrátů místo perlitu, a to především proto, že je perlit drahý. Použití je pak ekonomické a ekologické zároveň. Jsou vhodnou alternativou pro okrasné rostliny a květiny. Rýžové pluchy se používají předvařené, zejména kvůli sterilitě. Zvyšují vzdušnost substrátu a snižují schopnost zadržování vody (Bassan et al. 2020).

3.1.1.5 Biouhel

Biouhel je jemnozrný materiál. Má stejnou povahu jako dřevěné uhlí, ale nevyužívá se jako palivo. Přimíchává se do půdy či substrátu pro zlepšení vlastností. Vyrábí se zahříváním biomasy (300–600 °C) způsobem, který se nazývá pyrolýza. Má pomalý mikrobiální rozklad, a proto je dlouhodobou zásobárnou uhlíku v substrátu. Biouhel je porézní, a tak zvyšuje vlhkost substrátu a zároveň ho i provzdušňuje. Také zadržuje vodu i s živinami, ale dokáže také zadržet i minerální látky a tím vytvářet komplexy, které jsou podobné těm v humusu (Hollan a Klusák 2009).

3.1.2 Minerální komponenty

- Mezi minerální komponenty patří jíl, prach, písek, štěrk, kameny, popel, struska, mletý vápenc, dolomit, stará omítka, zeolit, tuf atd. Pro substráty je důležitá jejich zrnitost, obsah minerálních živin, hodnota pH, sorpční schopnost a vodní a vzdušné vlastnosti. Minerální látky neobsahují živé organismy a nejsou zdrojem dusíku (Bedrna 1989). Některé minerální komponenty mohou přidávat do substrátu živiny a modifikovat jeho vlastnosti, především zadržování vody a provzdušňování substrátu (Dhir 2020). Celkově jsou minerální komponenty oproti organickým substrátům těžké a jejich přeprava je nákladná, což se projevuje na ceně. Vhodné pH je u minerálních substrátů vyšší (6,0–7,5), než u organických (5,5–6,5) (Dubský a Šrámek 2006).
- **Jíl** je složen z jemných částic minerálů a má poutací schopnost pro vodu a živiny.
- **Popel** je zbytek ze spáleného dřeva, listí, uhlí, slámy a jiných spálených organických látek, podle jeho původu má určitou velikost. Popel ze dřeva a slámy se dá dokonce považovat za vícesložkové minerální hnojivo (K, P, Ca, Mg).
- **Písek** tvoří částice o rozměru 0,05–2,0 mm, podle velikosti ho pak řadíme na drobnozrný (0,05–0,25 mm), hrubozrný (0,25–2,0 mm) a hrubý (jemný štěrk o velikosti 2,0–4,0 mm). Písek je inertní, v substrátu snižuje zadržování vody a zvyšuje objemovou hmotnost a propustnost substrátu.
- **Štěrk** jsou částice z pevných hornin a minerálů s rozměrem 2,0–50,0 mm. Štěrk a kameny vysušují substrát a podporují proudění vzduchu (Bedrna 1989).
- **Zeolit** je vulkanický hlinito-křemičitý minerál, vzniká metamorfózou vulkanických hornin a pro rostliny může být zdrojem P, K a NH₄, také může zabránit ztrátám dusíku a zlepšuje dostupnost vody. Samotný zeolit místo komplexního substrátu se nedoporučuje použít, ale jeho přimíchání k dalším komponentům může být výhodné (Raviv et al. 2002).

- **Perlit** je látka sopečného původu. Je velice lehký ($0,1 \text{ g.cm}^{-3}$) a dokáže nasát až $4\times$ více vody, než sám váží. Vyrábí se namletím a následným zahřátím nad $1000 \text{ }^\circ\text{C}$. Vekou výhodou perlitu je, že neobsahuje žádné živiny a z roztoku živiny ani neváže. Jeho hodnota pH je neutrální (7–7,5) (Texier 2015). Dříve se také používal polystyren o velikosti frakce kolem 2 mm pro odlehčení substrátu zejména pro orchideje a masožravé rostliny. Nenasakuje vodu, neváže živiny, je velmi lehký, ale může se vyplavovat na povrch substrátu, a především to není ekologický materiál, proto se dnes téměř v substrátech nepoužívá a nahradil ho perlit (Dvořák 2020).
- **Vermikulit** se vyrábí z jílovité slídy, je stejně lehký jako perlit ($0,1 \text{ g.cm}^{-3}$) (Texier 2015) a také se vyrábí zahřátím nad $1000 \text{ }^\circ\text{C}$, kdy se krystaly rozpínají a vzniklé částičky jsou velmi pórovité, proto velmi dobře poutá vodu a má vysokou sorpční kapacitu. Vermikulit obsahuje hořčík a draslík, který je pro rostlinu dobře přístupný.
- **Pemza** je také sopečného původu, je to vyvěřelá hornina a stejně jako vermikulit má i pemza porézní strukturu. Nedokáže ale dlouho poutat vodu a nedrží ji. Hmotnostně je těžší než perlit a vermikulit (El–Behairy 2015).
- **Keramzit** je granulát různých velikostí, vyrábí se pálením hlíny při teplotě $1200 \text{ }^\circ\text{C}$, má nízkou hmotnost a je vhodný pro hydroponické pěstování, nebo se používá jako drenážní vrstva na dno květináčů (Příbyl 1977).
- **Bentonit** je jemná jílová moučka, přidává se pro absorpci vody k příliš lehkým substrátům, při styku s vodou bobtná a dokáže se až $12\times$ zvětšit (Weiss a Kužvart 2005).

3.1.3 Hnojiva

Hnojiva jsou látky, jež zlepšují výživu rostlin a půdní úrodnost. Působí na rostlinu přímo či nepřímo. Přímé působení hnojiv je takové, že hnojivo obsahuje živiny dostupné pro rostlinu a nepřímé hnojivo zlepšuje vlastnosti substrátu, aby z něj dále rostlina mohla čerpat živiny, které byly například nedostupné (Havelka 1990). Dodáním hnojiva do substrátu můžeme obnovit jeho produktivitu a navrátit zpět dobrý výživný stav. Každé dodané hnojivo má potenciál změnit vlastnosti substrátu, ale ne všechny potřebné fyzikální, chemické a biologické aspekty najednou, proto je vhodné hnojiva kombinovat a zaměřovat (Dhir 2020).

Organická hnojiva jsou základem trvalé půdní úrodnosti, jejich živiny působí dlouhodobě a rovnoměrně, takže organickým hnojivem by nemělo dojít k přehnojení. Živiny se v procesu mineralizace uvolňují do půdního roztoku a jsou pro rostlinu dostupné v přijatelné formě (Neuberg 1998). Naopak ale může dojít k tomu, že živiny nebudou rychle dostupné pro rostlinu a rostlina, která trpí nedostatkem některé živiny, může nadále neprosperovat či odumřít. Organická hnojiva se dají zakomponovat do substrátu před zasazením rostliny, nebo po přesazení použít tekutá organická hnojiva k doplnění potřebných živin. Organickým hnojivem, které se často používá k pěstování pokojových rostlin, je například kostní moučka, což jsou organické zbytky z jatek rozemleté na prach (Burnett et al. 2016). Lignohumát také patří mezi organická přírodní hnojiva, je to huminový produkt s chelátovými mikroprvky, který je vysoce účinný, stimuluje růst rostliny a chrání rostlinu před stresem (Dinu et al. 2019).

Minerální hnojiva dělíme podle počtu živin na jednosložková a vícesložková hnojiva. Také je můžeme rozdělit podle druhu živin na dusíkatá, fosforečná, draselná, hořečnatá, vápenatá a hnojiva s mikroživinami. Dále se ještě dají rozdělit podle fyziologické reakce na hnojiva kyselá, neutrální a alkalická. Jednosložková pevná minerální hnojiva slouží k hnojení jen jednou hlavní živinou (N, P, K, Mg), je to například ledek amonný, močovina, tetraboritan sodný, kyselina boritá a molybdenan sodný. U jednosložkových pevných hnojiv převládá jedna živina, ale v malém množství může hnojivo obsahovat i další rostlinné živiny. Vícesložková pevná minerální hnojiva se používají na obohacení substrátů více živinami naráz (N P; N P K; N P K Mg), kromě těchto základních živin obsahují vícesložková pevná hnojiva i další minerální živiny a některé obsahují i všech 13 minerálních živin najednou. Jsou to například amonné, draselné a vápenaté soli kyseliny dusičné, fosforečné, sírové a chlorovodíkové. Granulovaná forma hnojiv zabezpečuje postupné uvolňování živin do substrátu, čímž by rostliny neměly trpět nadbytkem nějakého prvku. Kapalná minerální hnojiva jsou ale výhodnější, protože můžeme ovlivnit rovnoměrné rozptýlení hnojiva do celého květináče a můžeme roztok naředit podle potřeby. Používáme je v době vegetace ve formě závlivy nebo postřiku na list (Bedrna 1989).

Hnojiva s postupným uvolňováním (ve světě známá jako Controlled release fertilizers – CRF) se poslední desítky let stále vylepšují. Hlavním požadavkem pro tato hnojiva je to, aby se živiny (zejména dusík) nadbytečně nevyplavovaly a neztrácely se například do ovzduší, celkově aby se minimalizovaly ztráty. Většina těchto hnojiv je ve formě granulí, kdy voda pronikne do membrány a ta postupně začne uvolňovat svůj obsah. Tyto hnojiva jsou ale stále drahá a ke svým výhodným ekonomickým a ekologickým vlastnostem stále málo používaná (Lubkowski & Grzmił 2007).

Dále můžeme na trhu najít hnojiva s pomalým uvolňováním živin (ve světě známá jako Slow release fertilizers – SRF). Tato hnojiva jsou podobná těm s postupným uvolňováním, ale SRF obsahují sloučeniny, které jsou rozpustné až působením mikrobiální činnosti, proto se uvolňují pomaleji. Rychlost pak závisí především na teplotě, vlhkosti, pH substrátu a také i na aktivitě mikroflóry (Morgan et al. 2009).

V dnešní době se vyrábí velké množství speciálně určených hnojiv podle specifických nároků požadované rostliny (Neuberg 1998). V tabulce 1. jsou uvedena některá hnojiva podle Neubergera (1998), která jsou na trhu už přes 20 let a jsou i dnes stále dostupná.

Tabulka 1. – Hnojiva (Neuberg 1998).

Název hnojiva	Skupenství	Popis
Floran	<ul style="list-style-type: none"> - prášek - tekuté 	Hnojivo pro kvetoucí rostliny. Směs dusičnanu draselného a fosforečnanu amonného obohacená o stopové prvky B, Mn, Cu, Zn, Mo. Tekutý Floran navíc obsahuje růstový stimulant.
Fytovit	<ul style="list-style-type: none"> - tekuté 	Minerální hnojivo, obsahuje 9,4 % N, 4,0 % MgO, 1,0 % Fe, 4,0 % S a růstový stimulant. Používá se v koncentraci 0,3–0,8 % jako listové hnojivo proti chloróze. Ve větší koncentraci lze toto hnojivo použít jako kořenové. Fytovit se nesmí smíchat s hnojivem obsahující fosfor.
Herbapon	<ul style="list-style-type: none"> - prášek - tablety 	Vysokoprocenní koncentrované hnojivo se stopovými prvky. Používá se ve zředěném 0,1% roztoku k zalívce rostlin a je vhodný pro hnojení rostlin, které jsou pěstované v hydroponii.
Herbasyn	<ul style="list-style-type: none"> - krystaly 	Minerální hnojivo určené pro hrnkové rostliny. Obsahuje Mn, Cu, B. Zapravuje se nejlépe do substrátu, kde se postupně uvolňuje.
Hydroponex	<ul style="list-style-type: none"> - prášek 	Minerální hnojivo, které se používá k přípravě živných hydroponických roztoků.
OBM	<ul style="list-style-type: none"> - tekuté 	Organicko-biologicko-minerální hnojivo speciálně určené pro pokojové a balkonové rostliny. Obsahuje organicky vázaný dusík, který se uvolňuje postupně a také obsahuje další dobře rozpustné a vstřebatelné minerální složky. Používá se 0,2–1,0% roztok k zalévání.
Pražské hnojivo	<ul style="list-style-type: none"> - prášek 	Hnojivo s poměrem živin 9 N : 10 P ₂ O ₅ : 9 K ₂ O pro domácí rostliny. Obsahuje anorganické a organické sloučeniny dusíku, fosforu a draslíku. Také obsahuje zeolit, který působí jako půdní kondicionér. Používá se 0,5% roztok.

- **PG MIX** je krystalické hnojivo používané pro přimíchání do substrátů. NPK je v poměru 14 : 16 (P₂O₅) : 18 (K₂O) a také obsahuje hořčík a stopové prvky. Dávka hnojiva je doporučována 0,5–1,75 kg/m³ substrátu a toto množství zásobí substrát na 6 týdnů. Po 6 týdnech doporučuje výrobce přihnojovat vodorozpustným hnojivem Kristalon (Anonym 2021a).
- **Kristalon Pokojové rostliny** je univerzální krystalické vodorozpustné hnojivo s mikroprvky určené především pro pokojové rostliny okrasné listem. Hnojivo zvyšuje odolnost rostlin proti chorobám a škůdcům. Podle doporučeného dávkování se používají 2 gramy hnojiva na 1 litr vody. Hnojivo se dá použít i jako hnojivo na list, jen s rozdílem použití poloviční koncentrace, než je doporučeno pro přímé hnojení záhlvkou. Hnojivo obsahuje poměr živin NPK 19 : 6 (P₂O₅) : 20 (K₂O). Dále hnojivo obsahuje 3 % Mg, 7,5 % S a mikroprvky B, Mo, Fe, Cu, Mn, Zn. Také se vyrábí tekuté hnojivo v lahvi se stejným názvem a totožným poměrem živin (Anonym 2021b).
- **Univerzální kapalné hnojivo** od značky AGRO je kapalné univerzální hnojivo pro veškeré pokojové, balkónové, terasové květiny i ostatní zahradní rostliny. Obsahuje poměr živin NPK v poměru 3,6 : 2,3 (P₂O₅) : 2,7 (K₂O). Doporučené dávkování je 7,5 ml hnojiva na 1 litr záhlvkové vody, mělo by se používat 1× za 2 týdny po celé vegetační období.
- **Kapalné hnojivo pro palmy a zelené rostliny** od značky AGRO je určeno pro palmy, fíkusy, monstery, dieffenbachie či pro dracény. Obsah prvků NPK v tomto hnojivu je v poměru 9 : 4 (P₂O₅) : 5 (K₂O). Doporučené dávkování je 7,5 ml hnojiva na 1 litr záhlvkové vody, mělo by se používat 1× za 2 týdny po celé vegetační období.
- **Kapalné hnojivo pro orchideje** od značky AGRO obsahuje poměr živin NPK v poměru 6 : 5 (P₂O₅) : 6 (K₂O). Hnojivo je speciálně určené pro přihnojování orchidejí (*Cattleya*, *Cymbidium*, *Phalaenopsis*), anthurií, bromélií (*Tillandsia*, *Vriesea*, *Aechmea*, *Guzmania*) a ostatních epifytických rostlin. Podle doporučeného dávkování je vhodné použití 4 ml hnojiva na 1 litr vody, roztok by se měl používat 1× za 2 týdny po celé vegetační období (Anonym 2021c).

3.1.4 Stimulátory růstu

Stimulátory se používají především při zakořeňování rostlin, jsou ve formě prášku či gelu. Ovlivňují reprodukční schopnosti rostliny a ty pak mají lepší předpoklad k tomu vytvořit větší kořenový systém v kratším čase. Právě díky rostlinným stimulátorům mohou rostliny lépe přijímat živiny, vodu a celkově rychleji růst. Hlavní složkou stimulátorů jsou především kyseliny beta-indolyloctová (IAA), kyselina indolyl-propionová (IPA) a kyselina alfa-naftyloctová (NAA) (Havelka 1990). IAA je nejčastější přírodní auxin, který stimuluje vznik adventivních kořenů a růst pupenů. Auxiny jsou rostlinné hormony, indukují a stimulují dlouhivý růst buněk a plošný nárůst buněčných stěn, syntetické auxiny se nazývají auxinoidy (Benda 2000).

3.1.5 Bioefektory (biostimulanty)

Bioefektory jsou extrakty z přírodních materiálů, které jsou tvořeny houbou (*Trichoderma* spp., *Trichoderma harzianum*, *Penicillium bilaii*) nebo bakterií (*Pseudomonas* spp., *Pseudomonas jessenii*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus subtilis*, *Paenibacillus mucilaginosus*). Jejich použití je ekonomické a především ekologické, protože se omezí používání hnojiv a pesticidů. Při použití bioefektorů je rostlina odolnější vůči stresu, celkově rostliny vykazují větší růst a mají rozvinutější kořenový systém. Dalším bioefektorem mohou být extrakty z mořských řas, které se běžně používají jako alternativa hnojení a k ochraně rostlin. Nejznámější řasou, která se používá pro tyto účely je *Ascophyllum nodosum* (Holečková et al. 2017).

3.1.6 Půdní kondicionéry

Půdním kondicionérem může být látka, přípravek nebo materiál, který má kladný vliv na fyzikální, chemickou nebo biologickou vlastnost půdy či substrátu. Půdní kondicionéry jsou syntetického či přírodního původu. Půdním kondicionérem je například hydroabsorbent, který zlepšuje kvalitu půdy či substrátu a minimalizuje stresové faktory, které by pro rostlinu mohly být nežádoucí. Umí zadržet vodu i živiny. Je vhodné je použít do malých nádob, kde pěstujeme rostliny, které často a rychle přesychají. Většina hydroabsorbentů prodávaných u nás už dopředu obsahuje hnojivo, což musíme zohlednit při dodatečném hnojení (Salaš 2009).

3.1.7 Hodnota pH substrátu

Hodnota pH vyjadřuje chemickou reakci, která udává poměr H^+ a OH^- v roztoku, čím více H^+ , tím je roztok kyselější, a naopak čím více OH^- , tím je hodnota zásaditější (Texier 2015). Celý proces vzniká důsledkem dlouhodobé půdotvorné činnosti, působí na biologickou aktivitu substrátu, stupeň a kvalitu humifikace, tvorbu sorpčního komplexu, sorpci živin i jejich zpřístupňování pro rostliny (Neuberg 1998). Substrát, který je produktivní, má pH hodnotu mezi 5 až 8 (Dhir 2020). Obecně je pro všechny rostliny vhodnější kyselější prostředí nežli alkalické (Marschner 2012).

Hodnota pH souvisí s obsahem vápníku v substrátu a stoupá s jeho obsahem. Vápník je v substrátu zejména ve formě $CaCO_3$, ze které se do půdního roztoku postupně uvolňuje. Kyselá hodnota pH substrátů je do 5,6 a alkalická hodnota se uvádí od hodnoty 7,2. K okyselení substrátu se používají fyziologicky kyselá hnojiva, jako jsou amonné formy dusíkatých hnojiv (síran amonný $(NH_4)_2SO_4$), močovina, draselná hnojiva (síran draselný (K_2SO_4)) a substrát může okyselit i trojitý superfosfát. K okyselení substrátu lze také použít kyselou vrchovištní rašelinu, hrabanku z jehličí, kůru jehličnatých stromů nebo různé zředěné kyseliny. Pokud je třeba substrát okyselit, není vhodné používat tvrdou vodu, protože by celý proces mohl působit protichůdně (Neuberg 1998).

Nevhodnou hodnotou pH trpí zejména kořenové vlásky. Nadměrná hodnota pH může vyvolat chlorotické skvrny na listech. Ve velmi kyselém substrátu působí toxicky železo

a mangan, nepřístupný může být molybden. V provzdušněných vápenatých substrátech může dojít k nedostatku železa, zinku a manganu, i přestože jich může být v substrátu dost, jsou pro rostlinu nedostupné. Při vyšším pH mobilita mikroelementů klesá (s výjimkou Mo a B) (Kováčik 2009).

Hnojiva mohou také upravovat pH substrátu, protože obsahují kyseliny, a tak mohou být důvodem, proč se pH upravuje a nemusí být po čase už pro rostlinu vhodné (Conover 1967). Když se do substrátu přidá dusík, hodnota pH klesne, ale razantnost změny hodnoty pH závisí především na formě dodaného dusíku a také na dodaném množství (Penuelas et al. 2013). Hnojení amonným dusíkem nejvíce snižuje hodnotu pH (Dickson et al. 2017), protože dochází k vytěsnění bazických kationtů, které jsou vázány na půdní povrch, což vede ke snížení hodnoty pH (Lucas et al. 2011).

I rostliny samotné mohou změnit hodnotu pH. Hlavním důvodem, kterým ho rostliny ovlivňují, je nevyvážená absorpce kationtů a aniontů (Haynes 1990), rostliny mají totiž schopnost regulovat pH rhizosféry během svého růstu (Haynes 1983). Pokles pH v rhizosféře může znamenat například nedostatek fosfátů nebo železa, protože když pH klesne, pro rostlinu je lépe přijatelný právě fosfor, či zinek, měď, železo, mangan a hliník. Všechny tyto prvky jsou při vyšším pH hůře vstřebatelné (Taylor 1988).

3.1.8 Půdní roztok

Půdní roztok je vodním roztokem živin a některých dalších sloučenin do půdy vnesených nebo v ní vzniklých. Půdní roztok, sorpční komplex a kořeny rostlin jsou na základě osmotických tlaků v určitém rovnovážném stavu. Živiny odčerpávané z půdního roztoku rostlinou se tak mohou nadále doplňovat z jejich zásob v sorpčním komplexu (Neuberg 1998). Z celkového množství živin v půdě je pouze jen 0,2 % rozpuštěných v půdním roztoku (Larcher 1988).

3.1.9 Únava substrátů

Únava substrátu se projevuje snížením úrodnosti. Zhoršení fyzikálních vlastností substrátu je dáno nadměrným množstvím kořenů v květináči, zhutněním a destrukcí substrátu vylučovanými látkami a tlakem kořenů. Chemické vlastnosti substrátu se mění, protože jsou odčerpávány jen určité živiny a mění se vlastnosti půdního roztoku. Biologické vlastnosti kořenů se mění také díky látkám, které kořeny vylučují a v substrátu díky tomu mohou vznikat látky, které podporují rozvoj nežádoucích mikroorganismů. Hromadí se zde alkaloidy, trísloviny a živce, které se časem stávají pro rostlinu toxické. Dále může docházet k přemnožení patogenů (viry, bakterie, houby) a škůdců (červi, hmyz, larvy). Únava substrátu se může projevovat tak, že hnojení, zalévání a kypření nemusí být vůbec účinné a živiny zůstávají rostlinám nepřístupné (Bedrna 1989).

3.2 Pokojové rostliny

Pěstování pokojových rostlin je historicky možné od 17. století, kdy se začala používat skleněná okna a lidé doma už měli přirozené světlo, což ale až do 19. století nebylo úplně běžné, proto se dá říci, že pokojové rostliny se pěstují teprve 200 let (Pleasant 2005). První zmínky o pěstování rostlin v květináčích ale pochází už z Egypta z roku 2000 př. n. l. (Texier 2015).

Jako nejvýznamnější okamžik pro pěstování rostlin z hlediska výživy je považován rok 1699. Anglický historik a botanik John Woodward jako první dokázal, že rostliny získávají živiny z půdy pomocí vody. Jeho experiment byl založen na hydroponické ukázce rostlin v říční vodě, oproti vodě čisté či destilované. Postupně do vody k rostlinám přidával zeminu, kdy se ukázalo, že rostliny s větším množstvím zeminy ve vodě rostou rychleji (Loewer 2016). Dalším velkým okamžikem pro pěstování rostlin přišlo zjištění od britského vědce Josepha Priestleyho, že rostlina kolem sebe mění složení vzduchu, později objevil kyslík. Jan Ingenhousz v roce 1779 pak přišel na to, že rostliny pro fotosyntézu potřebují světlo (Texier 2015). Velký zlom v této vědě odstartovalo zjištění Justuse von Liebiga z roku 1865, že rostliny čerpají živiny z rozpuštěného živného roztoku, nikoliv z pevné půdy (Opitz 1995).

V rodinných domech, bytech, restauracích, na úřadech, ve školách, a celkově ve všech vnitřních prostorách pěstujeme dnes různé pokojové rostliny, které mají specifické nároky podle toho, odkud pocházejí (Bedrna 1989). Mnoho druhů pokojových rostlin pochází právě především z tropů a tropických pralesů, nebo ze subtropického pásma (Zachos 2014). Každé místo, kde rostlinu pěstujeme, má odlišné podmínky, ať už světelné, teplotní nebo například vlhkostní. Můžeme pěstovat rostliny na balkónech, terasách, verandách, v zimních zahradách nebo jen v kuchyni, obývacím pokoji, na chodbách či kdekoli jinde. Můžeme rostliny různé umístit, jako například na okno, na poličku, na stojan nebo třeba do vitrín, skříněk, terárií, paludárií, akvárií, domácích skleničků a různých skleněných nádob, jako jsou například aerária (Bedrna 1989). Volba typu substrátu a vhodné nádoby na pěstování jsou zde stěžejní (Di Benedetto & Pagani 2012).

Rostliny pěstujeme v nádobách z různých materiálů. Nejčastěji se používají plastové a terakotové květináče. Dále můžeme rostliny pěstovat v nádobách různých barev, tvarů a velikostí. Velikosti květináčů volíme podle velikosti rostliny a jejího kořenového systému. Mělké nádoby volíme na pěstování kaktusů a sukulentů, které jsou nenáročné na vláhu. Pro pěstování více rostlin v jedné nádobě používáme především žardiniéry, dřevěné žlaby nebo různé okrasné bedničky, ale musíme dávat pozor na výběr rostlin, aby měly vybrané sesazené druhy podobné či stejné nároky, a to především na substrát a zálivku (Bedrna 1989).

Jako pokojové rostliny se často používají například tropické druhy, pro které je pěstování v květináči v uzavřené místnosti stresující. Rostliny se snaží nejdříve prokořenit květináč, aby pak mohly sílit v nadzemní části, proto se snažíme pro ně zvolit dostatečné podmínky, vhodnou vlhkost vzduchu, teplotu, vhodné osvětlení, zálivku, a především vhodný substrát. Některé rostliny mohou ze stresu dříve kvést, ale květy nemusí být ideálně velké a vybarvené, protože například nemají dostatek času na přizpůsobení se novým a nestandardním podmínkám, ve kterých je chceme pěstovat (Di Benedetto & Pagani 2012).

3.2.1 Podmínky pro pěstování pokojových rostlin

Substrát je pro nádobové rostliny velice důležitý, protože má rostlina omezený prostor pro kořeny a nemůže ve srovnání s volnou půdou čerpat živiny z jiného místa, ale je odkázána na celý prostor a zásobu v jednom květináči či nádobě. Množství vody a živin je tedy potřeba kontrolovat a regulovat, protože se živiny z květináčů rychle vyčerpávají, proto také musíme často přesazovat. K přihnojování používáme především kapalný roztok. Při přesazování větších květin bychom neměli zapomenout na drenážní vrstvu. Dalším důležitým bodem je obsah solí v záливkové vodě, její reakce a teplota. Záливkovou vodu s nízkým obsahem solí, živin a současně s kyselou reakcí vyžadují orchideje, rododendrony, vřesovce, maranty, kalateje a některé další kyselomilné rostliny. Bramboříky, muškáty a chryzantémy můžeme zalévat tvrdší vodou, která má vyšší obsah solí a neutrální reakci (Bedrna 1989).

3.2.1.1 Závlahová voda

Voda představuje důležitou roli při transportu minerálů v kořenovém prostředí a je také důležitá i pro transport živin v těle rostliny (Sonneveld & Voogt 2009). Záливková voda musí být čistá, bez zákalu a zápachu, s nízkým obsahem solí a neutrálním, maximálně slabě kyselým pH. Podle původu vody rozdělujeme záливku na dešťovou, vodovodní, studniční či vodu z vodních toků a nádrží. Nejvhodnější na zalévání rostlin je dešťová voda, která obsahuje rozpuštěný kyslík a je slabě kyselá. V 1 l dešťové vody je většinou 2–7 mg N, 0,01–0,1 mg P, 1,0–3,0 mg K, 10,0–50,0 mg Ca, 2,0–6,0 mg Mg, 3,0–7,0 mg Cl a 3,0–27,0 mg S.

Vodovodní voda je zbavena všech nevhodných látek, ale může obsahovat nadbytečné množství chlóru. Tvrdost vody určuje množství rozpuštěných nerostných látek, zejména vápenatých a hořečnatých solí. Dlouhodobým používáním tvrdé vody se může stát, že nadbytkem hořčíku a vápníku v substrátu omezí příjem ostatních živin a rostlině mohou začít hnědnout kořeny a na listech se projevoval první známky chlorózy. Tvrdá voda přináší do substrátu velké množství vápníku a hořčíku, obsahuje více než 280 mg.l⁻¹ CaCO₃, zatímco měkká voda obsahuje méně než 160 mg.l⁻¹ CaCO₃ (Bedrna 1989). Na tvrdost vody je citlivá například *Pilea peperomioides*, které se průduchy na listech začnou ucpávat malými bílými skvrnkami (Winter et al. 2020).

V interiérech je často vodovodní záливka jediným možným řešením, tvrdost vody se dá tedy alespoň ovlivnit dlouhodobým stáním vody v nádobě či převařením. Záливková voda by také měla mít pokojovou teplotu, velmi studená voda, nebo naopak velmi teplá záливka, by mohla rostlině způsobit šok (viz obrázek č. 1) (Bedrna 1989).



Obrázek č. 1 – Orchidej poškozená studenou vodou (Šafránková et al. 2013).

3.2.1.2 Vlhkost vzduchu

Vyšší vzdušnou vlhkost potřebují především ty druhy rostlin, které pochází z tropických oblastí. Požadavky na větší vlhkost rostlin můžeme řešit přidáním keramzitu, perlitu nebo oblázků do podmisek, kde bude stát stále voda, která se může odpařovat, ale musíme dát pozor na styk vody s květináčem, aby se stále nemáčel i substrát. Vlhkost vzduchu se dá také řešit zvlhčovačem vzduchu, který je umístěný blízko rostliny. Výjimkou jsou ale například rostliny původem z bažin, které musí stát stále ve vodě, jako je například *Cyperus diffusus* (Bedrna 1989).

3.2.1.3 Přesazování

Některé rostliny přesazování vyžadují každým rokem. Některé druhy nesnáší dobře časté přesazování, a tak je přesazujeme až po 3–4 letech. Zejména u těchto rostlin si musíme dát pozor na kvalitní hnojení a doplňování živin. Přesazování rostlin je potřeba kvůli možnému zahnívání kořenů, nahromadění výměšků a solí, ale také kvůli udusání a destrukci substrátu a vyčerpání biologicky aktivních látek.

Při přesazování opatrně očistíme kořenový bal od starého vyčerpaného substrátu, na dno nového květináče použijeme drenážní vrstvu a volíme vhodný substrát. Nový květník by měl být maximálně o 10–30 mm větší, než byl ten starý. Nepřiměřeně velký nový květináč podporuje růst kořenového systému na úkor růstu nadzemních částí. Například cibuloviny v nepřiměřeně velkých nádobách nebudou nikdy kvést. Povrch substrátu by měl být 10–20 mm pod horním okrajem nádoby, aby vznikl prostor pro zálivkovou vodu. Při přesazování nadměrně velkých rostlin měníme pouze pravidelně horní vrstvu substrátu a následně dbáme na správné hnojení. Přesazené rostliny s výjimkou kaktusů ihned zaléváme. Kaktusy zaléváme až čtvrtý den po přesazení. Většina pokojových rostlin se přesazuje na jaře. Jehličnaté rostliny přesazujeme až v létě a pro cibulnaté rostliny je vhodná doba pro přesazení až v zimě (Bedrna 1989).

3.2.2 Další způsoby pěstování pokojových rostlin

Pěstování rostlin doma nemusí znamenat pouze rostlinu v květináči se substrátem. Pěstovat rostliny lze nejen v různě zajímavých nádobách, ale také v akváriích, teráriích, paludáriích či aeráriích. Rostliny lze pěstovat i bez jakéhokoli substrátu, například v hydroponickém roztoku. Každý způsob pěstování má své světlé i stinné stránky, ale především se vždy snažíme poskytnout rostlině vhodné podmínky k růstu (Bedrna 1989).

3.2.2.1 Hydroponie

Hydroponie je způsob pěstování rostlin ve vodě s rozpuštěnými živinami (Texier 2015). Voda, která obsahuje živiny se nazývá živným roztokem (Vaněk 2012). Způsob pěstování rostlin v hydroponii je známý už přes 300 let (Loewer 2016). V současné době je ale hydroponie používána nejen při velkoprovozním pěstování rostlin a některého ovoce a zeleniny ve sklenících, ale také v interiérech, kde se v hydroponii pěstují pokojové rostliny. Tento způsob pěstování je moderní především v různých halách, kancelářích, společných prostorech, či v obchodních centrech.

Hydroponické pěstování je rozděleno na dva způsoby, bezsubstrátová hydroponie a substrátová hydroponie. Dále lze hydroponii rozdělit na další dva typy, kdy je živný roztok v uzavřeném oběhu či je v oběhu otevřeném. V uzavřeném oběhu koluje živný roztok mezi pěstebními prostředím a zásobní nádrží. V otevřeném oběhu je živný roztok dodáván k rostlinám v určitém množství, ale zůstává na místě. Bez-substrátový systém vyžaduje uzavřený oběh živin. Pro interiérové rostliny se ale nejčastěji používá otevřený substrátový systém, kde je živný roztok dodáván kapkovou závlahou, každá rostlina tak dostane potřebné množství živin a vody.

Živný roztok musí mít vhodné pH (5), přiměřenou koncentraci solí (0,2 %), a musí mít optimální množství živin, zejména makroprvků a mikroprvků (Vaněk 2012). Velkou výhodou pěstování rostlin v hydroponii, je kontrola nad živinami. K rostlině se dostanou všechny živiny, které do vody přidáme. Nemůže se tedy stát, že živiny budou pro rostlinu nepřístupné zejména kvůli špatně zvolenému druhu substrátu. Další výhodou hydroponie je snadná kontrola kořenového systému, která je u rostlin pěstovaných v květináči obtížná nebo pro rostlinu dokonce i nebezpečná. Rostliny v živném roztoku mohou lépe uplatnit svůj růstový potenciál, protože mají lehce přístupné živiny, zejména dusičnany.

Hydroponický způsob pěstování má ale také nevýhody. Je zde vyšší riziko chyby v podobě aplikace nadbytku živin, čímž se mohou kořeny spálit a rostlina může kompletně odumřít. Je tedy lehké rostlinu přehnojit, pěstování rostlin v substrátu má oproti tomu tu výhodu, že substrát dokáže živiny zadržet a poskytuje kořenům ochranu.

Substrátů vhodných na používání v hydroponii je několik, dělíme je na anorganické a organické. Anorganické substráty vhodné pro hydroponii jsou například čedičová plst', lávové kameny, pemza, perlit, vermikulit, štěrk, písek nebo například expandované jílové granuláty (keramzit). Organickým substrátem vhodným pro tento druh pěstování může být třeba rašelina, kokosové vlákno, nebo piliny. Nejvíce se v hydroponii využívá směs těchto substrátů, nejčastěji smíchané anorganické a organické složky dohromady, kde organické

části mnohem více zadržují vodu a anorganické lépe provzdušňují. Nejčastěji se kombinuje keramzit s kokosovými vlákny v poměru 7 : 3. Také lze smíchat pemzu, rašelinu a kokosová vlákna v poměru 8 : 1 : 1. Vhodným substrátem mohou být nadále lávové kameny, písek, piliny a kokosová vlákna v poměru 6 : 1 : 1 : 2.

Nejpoužívanějším anorganickým substrátem je čedičová plst', je to směs z čedičového kamene, vápence a koksu. Jedná se o lehký substrát s maximální objemovou hustotou $0,1 \text{ g.cm}^{-3}$ a má propustnost až 98 %. Lávové kameny jsou různých druhů a velikostí, jsou velice lehké (1 g.cm^{-3}) a mají propustnost až 80 %. Pemza vzniká důsledkem sopečné činnosti a obsahuje vysoké množství křemičitanů, má také nízkou hmotnost ($0,5 \text{ g.cm}^{-3}$) a vysokou propustnost. Perlit, také sopečného původu, je amorfni vulkanické sklo, je velice lehký ($0,1 \text{ g.cm}^{-3}$) a dokáže zadržet až 4× více vody, než sám váží. Perlit neobsahuje žádné živiny, z roztoku živiny neváže a má neutrální hodnotu pH (7–7,5). Vermikulit se vyrábí z jílovité slídy, je stejně lehký jako perlit ($0,1 \text{ g.cm}^{-3}$), ale má negativní náboj a reaguje s kationty v živném roztoku. Keramzit neboli expandovaný jílový granulát, se vyrábí z cyprisosých jílu v rotačních pecích. Keramzit je extrémně vzdušný a stabilní, má hodnotu pH 7 a nemá téměř žádnou pufracní kapacitu.

Kokosové vlákno je organický substrát vyráběný ze slupek kokosových ořechů, vzniká ale jako odpadní materiál při výrobě kvalitních kokosových lan či rohoží. Jeho hlavní nevýhodou je vysoký obsah chloridu sodného (NaCl).

Také nevhodná teplota vody může způsobovat velký problém. Nad $30 \text{ }^\circ\text{C}$ klesá hladina rozpuštěného kyslíku a urychlují se fyziologické procesy, kdy rostlina potřebuje kyslíku ještě naopak více. U vody musíme také sledovat alkalitu, salinitu, pH a tvrdost (Texier 2015).

Živný roztok je velice důležitý při tomto způsobu pěstování rostlin. Připravuje se podle nároků dané rostliny. Nejčastější koncentrace solí v živném roztoku je 0,05–0,2 %, což je 0,5–2 g soli na 1 litr vody. Nižší koncentraci solí vyžadují většinou mladé rostlinky a rostliny ve fázi vegetačního klidu, a také rostliny z čeledí *Bromeliaceae*, *Aspidiaceae*, *Orchidaceae*, *Marantaceae* a *Opuntiaceae*. Vyšší koncentraci solí naopak vyžadují starší rostliny a rostliny v období největšího růstu, také rostliny z čeledí *Arecaceae*, *Liliceae*, *Pandanaceae* apod. Vyšší koncentrace solí v roztoku (0,5–0,8 %) škodí většině rostlin a zároveň při vyšší koncentraci solí v roztoku (1,0–2,0 %) umírají všechny pěstované rostliny.

Při pěstování rostlin v hydroponii měníme živný roztok jednou za 30–90 dní. Roztok se musí měnit, protože kořeny rostlin vylučují látky (exudáty), které postupně škodí, ale zejména ho měníme, jelikož z něj rostliny odčerpávají živiny a mění se jeho koncentrace. Pro živný roztok je dobré používat měkkou vodu s nízkým obsahem uhličitanů, vápníku a hořčíku, tedy nejlépe destilovanou nebo dešťovou vodu. Není však vhodná voda z vodovodu, protože obsahuje nadbytečný chlór. Poměr živin v roztoku by měl být v případě NPK v poměru 1 : 0,44 (P_2O_5) : 1,24 (K_2O), nebo v poměru 1,5 : 0,44 (P_2O_5) : 1,24 (K_2O). V živném roztoku se kontroluje pH 1× za týden, a to univerzálními indikátorovými papírky (Bedrna 1989). Dnes se ale používají především sondy či elektrody na měření (Thunjai et al. 2001). Když je roztok moc kyselý, můžeme přidat hydroxid draselný. Opak, tedy okyselení roztoku učiníme kapkami naředěné kyseliny sírové.

Rostliny dekorativní listem vyžadují při pěstování v hydroponii více dusíku. Malý obsah dusíku způsobuje nevybarvení listů, následně žloutnutí a popřípadě i zmenšování listů a zpomalování růstu nadzemních částí. Jsou to například rostliny z rodu *Asparagus*, *Ficus*, *Monstera*, *Pandanus*, *Philodendron*, *Saintpaulia*, atd. Poměr živin v roztoku pro tento druh rostlin je tedy vhodný NPK 30 : 5 (P₂O₅) : 16 (K₂O) (Bedrna 1989). Konkrétní rostliny s okrasnými listy, které se hodí pro tento druh pěstování, jsou například *Aglaonema*, *Asparagus setaceus*, *Beaucarnea recurvata*, *Chamaedorea elegans*, *Chrysalidocarpus lutescens*, *Cissus*, *Codiaeum variegatum*, *Diffenbachia*, *Dracena deremensis*, *Dracena marginata*, *Epipremnum pinnatum*, *Ficus benjamina*, *Ficus binnendijkii*, *Ficus pumila*, *Hedera helix*, *Hoya carnososa*, *Monstera deliciosa*, *Neprolepis exaltata*, *Peperomia*, *Philodendron*, *Schefflera arboricola*, *Yuca elephantipes* a další (Opitz 1995).

Rostliny okrasné květem a rostliny s plody pak potřebují více fosforu a draslíku. Jsou to například rostliny z rodu *Aechema*, *Aphelandra*, *Begonia*, *Calceolaria*, *Fuchsia* apod. Vhodný poměr živin pro tyto rostliny je NPK 10 : 4 (P₂O₅) : 12 (K₂O) v létě a v zimě 10 : 4 (P₂O₅) : 18 (K₂O) (Bedrna 1989). Rostliny s okrasnými květy, které jsou vhodné pro hydroponii, jsou například *Acalypha*, *Achimenes*, *Anthurium*, *Begonia*, *Columnnea microphylla*, *Euphorbia milii*, *Gardenia jasminoides*, *Hippeastrum*, *Impatiens*, *Kalanchoe blossfeldiana*, *Medinilla magnifica*, *Saintpaulia ionantha*, nebo *Spathiphyllum* (Opitz 1995).

V hydroponii se dají pěstovat také cibulnaté rostliny, jako je například *Hyacinthus*, *Narcissus*, *Convallaria*, *Crocus*, *Hippeastrum* a další (Loewer 2016).

3.2.2.2 Akvária a paludária

Akvária a paludária jsou vhodná pro pěstování vodních a bažinných druhů rostlin. Akvárium je skleněná nádoba naplněná až po okraj, zatímco v paludáriu se udržuje jen 10–15 % stálé hladiny vody na dně nádoby (Bedrna 1989). Především díky akváriím a teráriím můžeme rostlině poskytnout vhodné podmínky k životu a pěstovat tak neobvyklé druhy, které by v obyčejném květináči se substrátem neprosperovaly a některé ani nepřežily (Avila 2009).

Důležitým faktorem pro pěstování rostlin v těchto nádobách je voda. Měkkost a tvrdost vody (podle obsahu uhličitánů), pH vody (většinou 5–6 pH) a obsah solí ve vodě (sladkovodní méně než 1 g.l⁻¹ a slanovodní 2–5 g.l⁻¹ solí). V akváriích je nejčastějším substrátem křemičitý čistý písek o velikosti zrn 2–3 mm. Z počátku je písek velmi chudý na živiny pro rostliny, ale časem se v písku uloží organický odpad z rostlin a výkaly ryb, což písek obohatí a rostliny čerpají živiny nejen z vody, ale také z rozkládajících se látek v substrátu.

Do paludárií používáme na dno substrát z hlinité humózní zahradní zeminy a rašeliny v poměru 1 : 1. Pro náročnější rostliny do směsi přidáváme jíl a kompostovou zeminu. Substrát pak pokryjeme hrubozrnným pískem a kamínky (Bedrna 1989).

Vhodnou rostlinou, která lze pěstovat jak v paludáriu, tak i v akváriu je například *Colocasia esculenta*, tato rostlina ale může prosperovat i v květináči, jen potřebuje vysokou vzdušnou vlhkost, které obyčejné vnitřní podmínky nedosahují. Pro pěstování v paludáriu je vhodný například *Cyperus papyrus*, který vyžaduje neustále mokré substrát a přemokření u něj nehrozí (Avila 2009).

3.2.3 Konkrétní skupiny pokojových rostlin

Pokožové rostliny mají kladné psychosomatické účinky na mysl člověka (Chang & Chen 2005). Je dokázáno, že rostliny v květináčích zlepšují kvalitu vzduchu ve vnitřních místnostech a snižují množství těkavých organických látek až o 75 % a také snižují množství oxidů uhelnatého a uhličitého (Tarran et al. 2007). V posledních letech se pohled na pěstování pokojových rostlin změnil. Lidé přestávají kupovat řezané květiny a vyměňují je za ty udržitelnější, za rostliny v květináčích. Mnoho lidí například rádo pěstuje sukulenty a kaktusy, protože péče o ně není tak časově náročná jako například o vlhkomilné druhy rostlin (Sibley & Koster 2017).

3.2.3.1 Bonsaje

Bonsaj znamená v japonštině „strom v nádobě“. Stromky jsou tvarované jako staré stromy a jsou vysoké od 0,1–1 m. Zahnutého růstu větví se dosahuje nejen stříháním a ohýbáním pomocí různých drátků, ale také omezováním kořenového systému, který je umístěn do malé a nízké nádoby s několika odtokovými dírkami. Nejčastěji se používá mělká oválná anebo pravoúhlá pálená keramická miska. Bonsaje je vhodné po přechodu mrazů na jaře umístit ven na balkon či terasu až do příchodu prvních mrazíků na podzim.

Na vypěstování zdravé bonsaje musíme rostlinu často přesazovat a vyměňovat substrát, nejlépe každé jaro. Substráty vhodné pro bonsaje se míchají z hrabanky, rašeliny, šterku, kamene, písku a zeminy. Vhodným podložím pro substráty jsou velké i malé kameny a sypký substrát. Substrát by měl být stále vlhký a neměl by přeschnout. Voda nesmí obsahovat vápník a nesmí být studená a čerstvá z vodovodu. Nejlepší volbou je dešťová voda. Hnojením je vhodné začít půl roku od přesazení. Hnojíme v závislosti na druhu, velikosti a stáří rostliny. Bonsaje jehličnatých druhů nepotřebují tolik organických látek, živin a jílových částic, jako listnaté druhy bonsajů. Bonsaje s okrasnými listy potřebují bohatší substrát na lehce rozložitelné organické látky (listovka, drnovka). Druh listovky působí na zbarvení listů a jejich tvar. Bonsaje s okrasnými květy potřebují více přístupného fosforu. Toho dosáhneme přihnojením zeminy obohacené při kompostování o kostní moučku, anebo o superfosfát (Bedrna 1989). Kostní moučka je suchý odpad z jatek, obsahuje až 12 % dusíku, a především je i důležitým zdrojem fosfátů (Dhir 2020).

Bonsaje s okrasnými plody vyžadují časté a pravidelné přihnojování bez ohledu na přesazování. Přihnojujeme tedy od jara do podzimu. K tvorbě plodů bonsaje potřebují dodat více draslíku. Také musí být v substrátu dostatek jílových částic, čehož dosáhneme přidáním drnovky nebo jílovité zahradní zeminy (Bedrna 1989).

Standardní zemina po bonsaje může obsahovat 4 díly jílu, 4 díly rašeliny a 2 díly písku. Každý zkušený pěstitel ale používá jiné poměry a přidává jiné komponenty. Vše se odvíjí od určitého druhu pěstované bonsaje, podmínek, kde se rostlina nachází a od stáří či vegetační fáze rostliny.

Druhů rostlin, které se pěstují jako pokojové bonsaje je několik. Oblíbené jsou například *Camellia japonica*, *Cissus antarctica*, *Crassula ovata*, *Ficus benjamina*, *Ficus buxifolia*, *Ficus microcarpa*, *Ficus pumila*, *Gardenia jasminoides*, *Myrtus communis*, *Olea europea*, *Rhododendron simsii*, či *Schefflera actinophylla* (Bureš a Kočí 1988).

3.2.3.2 Citrusy

Citrusy jsou rostliny z rodu *Citrus*, které kvetou a plodí i v domácích podmínkách. Vyžadují hodně slunce, nejlépe umístění u okna na jih a také vyžadují lehké proschnutí substrátu před další zálivkou. Citrusy jsou rostliny původem z tropických a subtropických oblastí (Zachos 2014).

Vhodným substrátem pro citrusy je pařeništní zemina s rašelinou a pískem v poměru 3 : 1 : 1, nebo drnovka, listovka, rašelina a písek v poměru 3 : 1 : 1 : 1. Substráty musí obsahovat jen malé množství uhličitánů vápenatých, a proto je vhodné pH 6,0–7,0. Důležitá je také kyprost substrátu, protože v zhutnělém substrátu citrusům uhnívají kořeny a plody jsou strupovité (Bedrna 1989). Citrusové rostliny nakonec ale vůbec nejsou náročné na substrát, může se použít zemina pro pokojové rostliny smíchaná s pískem či perlitem v poměru 2:1, nebo lze koupit předem namíchaný substrát určený pro citrusy. Je důležité použít drenáž na dno pěstované nádoby, aby kořeny například v létě při přenesení rostliny ven ve vydatném dešti nestály ve vodě. Citrusy jsou středně náročné na zalévání, neměla by jim zemina úplně vysychat, ale zároveň nesmí být podmáčená.

Hnojení citrusů je velice důležité, používat by se měla speciálně určená hnojiva pro citrusy, které obsahují cheláty železa, protože rostliny často mohou trpět chlorózou, což je nejčastější výživová vada u citrusů (Obrázek č. 2). Celkově jsou rostliny schopny vyčerpat živiny ze substrátu rychle, proto je důležité každoroční přesazování a časté hnojení v období růstu, zejména aby rostliny vykvetly a plodily (Svítek 2006).



Obrázek č. 2 – Nedostatek železa u citrusu (Svítek 2006).

3.2.3.3 Epifyty

Epifytní rostliny jsou druhy rostlin, které se ve své domovině přichytávají na jiné rostliny a žijí na nich neparaziticky, protože jsou schopny čerpat živiny a vodu z okolí bez pomoci kořenů. Vyžadují tedy vysokou vzdušnou vlhkost, a proto při pěstování tohoto druhu rostlin v domácím prostředí je důležité časté rosení či namáčení (Bedrna 1989). Živiny tyto rostliny dokážou zachytit především díky své zvláštní struktuře na povrchu celého těla (Zotz & Heitz 2001).

Rostliny zvané bromélie pocházejí z tropů a subtropů Latinské Ameriky. Většina druhů bromélií je právě epifytických, ale některé druhy jsou i terestrické. Celkově se tento druh rostlin vyznačuje tím, že nemá skoro žádný kořenový systém a většinu živin čerpá ze vzduchu a vody. Obecně bromélie nesnášejí vápník a na zálivku by se měla používat jen měkká voda (Jantra a Krüger 2004).

Vhodný substrát mícháme podle druhu epifytu. Například rostliny z rodu *Tillandsia* neumístujeme do žádného substrátu, protože to jsou vzdušné rostliny a jejich kořeny jim slouží jen na uchycení k pevnému podloží. Na přípravu vhodného substrátu pro ostatní epifytní druhy rostlin používáme drcené listí, bukovou a jehličnatou hrabanku, perlit, mletý dřevěný korek, vláknitou rašelinu, dřevěnou kůru, dřevěné uhlí, ztrouchnivělé dřevo, mech, či rašeliník. Konečný substrát musí být především kyprý a vzdušný (Bedrna 1989). Dnes je moderní epifytní rostliny pěstovat doma například na kusu dřeva, ke kterému je přidělaný rašeliník či kůra pro orchideje. Často se tak pěstuje *Platyserium bifercatum*, česky známá jako parožnatka (Dabbs 2014).

3.2.3.4 Kaktusy

Kaktusy jsou sukulenty bez listů, pocházejí z teplých oblastí, můžeme je pěstovat v bytě, nebo třeba ve skleníku či v zimní zahradě. Velice dobře snáší letnění na balkóně nebo terase, ale existují i některé druhy, které jsou v našich podmínkách mrazuvzdorné, tudíž je můžeme i přes zimu nechat venku. Některé druhy kaktusů jsou náročné na světlo a vlhko, pro tyto druhy jsou vhodné malé domácí skleníčky, vitríny, speciální skleněné skříňky, terária, či aerária. Vhodná volba substrátu záleží na druhu kořenů (mělké, svazkovité, rozvětvené, řepovité) daného druhu. Mladé kaktusy se přesazují každým rokem, nejvhodnějším obdobím je jaro, starší kaktusy se pak přesazují jednou za 2–4 roky (Bedrna 1989). Pro zalévání kaktusů není vhodná tvrdá voda, zálivková voda by tedy měla být měkká a nejvhodnější volbou je voda dešťová. Celkově by se kaktusy neměly nadbytečně hnojit, lepší volbou je přesazení do nového substrátu a používání speciálně určených hnojiv jen v malé koncentraci (Fleischer a Schütz 1978).

Substrátová směs pro tyto rostliny by měla obsahovat jílovitou zahradní zeminu, bentonit nebo zeolit, rašelinu, dřevěné uhlí, keramzit, hrubozrnný písek, dřevěnou kůru, perlit, či štěrk. Tyto substráty by také měly obsahovat pomalu působící minerální hnojiva.

Na povrch substrátu je vhodné umístit štěrk, keramzit nebo hrubozrnný písek, proti odpařování vody (Bedrna 1989). Kaktusy požadují pH substrátu 7,0–8,0 (Vaněk 2012), ve starší publikaci ale například Fleischer a Schütz (1978) uvádějí, že vhodné pH pro většinu kaktusů by mělo být slabě kyselé o hodnotě 6,0, kaktusy sice zvládají i větší hodnotu pH kolem 7,0, ale při hodnotě 8,0 už zcela přestávají růst.

Základní směs pro substráty může být namíchaná ze 2–3 dílů rašeliny, 1,5 dílu písku, 1,5 dílu cihlové drti, 2 dílů zetlelého hnoje a 1 dílu drnovky. Tato směs by se měla upravovat podle daného druhu, který budeme pěstovat (Fleischer a Schütz 1978). Kaktusy se ale mohou také pěstovat v substrátu bez rašeliny, smíchaného ze dvou dílů kompostové zeminy s jedním dílem písku či perlitu (Jantra a Krüger 2004).

Hnojivo by se mělo dodávat kaktusům v malém množství, o dosti více naředěné, než je doporučováno pro jiné skupiny rostlin. Je vhodné použít speciální hnojivo pro kaktusy, které by mělo mít poměr živin NPK 5 : 10 (P₂O₅) : 5 (K₂O) a mělo by obsahovat stopové prvky (Anderson 2001).

3.2.3.5 Masožravé rostliny

Masožravé rostliny můžeme najít ve všech klimatických zónách na zeměkouli, rostou nejen v tropických oblastech, ale také v Arktidě. Staly se oblíbenou součástí nejedné domácnosti, často se pěstují v malých skleníčkách a paludáriích, zejména kvůli vzdušné vlhkosti. Všechny masožravé rostliny jsou schopné fotosyntetizovat. Přeměnou z listů tomuto druhu rostlin vznikly lapací orgány, kterými získávají některé živiny z lapených živočichů (nejčastěji N a P). Tyto rostliny využívají svých orgánů (květy, barva, vůně, pach) k přilákání kořisti, avšak stejně většinu živin, jako ostatní rostliny, čerpají pomocí svých kořenů (Studnička 2017).

Substrát je vhodný smíchaný poměr rašeliny a písku 1 : 1(2), může se navíc ještě obohatit perlitem, jílem či vulkanickou drtí. Pro masožravé rostliny je vhodné použít vysokou vrstvu drenáže na dno pěstované nádoby, aby kořeny nehnily, naopak je prospěšné posypat vrchní vrstvu substrátu hrubozrnným pískem, aby se z povrchu přebytečně neodpařovala voda. Substrát by měl být stále lehce vlhký a neměl by nikdy úplně proschnout. Masožravé rostliny vyžadují vlhčí vzduch a to kolem 60–80 % vlhkosti. Během růstové sezóny by se mělo hnojit většinou každý měsíc mikroprvky a draslíkem, ani tomuto typu rostlin nevádí mimokořenové hnojení postřikem na list. Například ale Láčkovice australská (*Cephalotus follicularis*) je na hnojení méně náročná, tento druh se hnojí jen dvakrát ročně a koncentrace hnojiva musí být jen 20 % z doporučené dávky uvedené na obalu daného hnojiva (Pásek 2013).

3.2.3.6 Orchideje

Orchideje rostou v přírodě zejména epifyticky, jejich kořeny jsou ukotveny na kmenech stromů, na větvích či na kamenech a vodu získávají zejména z dešťových srážek.

Substrát pro epifytické nebo i terestrické druhy orchidejí by měl být vzdušný a propustný pro vodu. Pro terestricky rostoucí druhy orchidejí, jako jsou například zástupci z rodu *Cymbidium*, *Calanthe* a *Phaius* se hodí více rašelinový substrát, který lépe zadržuje

vodu a nevysychá tak rychle, jako kůrový. Epifytické druhy orchidejí z rodu *Phalaenopsis*, *Cattleya*, *Oncidium*, *Miltoniopsis*, *Dendrobium*, *Dendrobium phalaenopsis*, *Brassia* a *Paphiopedilum* ale vyžadují naopak rychlejší vysychání substrátu, proto volíme kůrový bez příměsi rašeliny (Šafránková et al. 2013). Kupované substráty ale mohou obsahovat pemzový štěrk, struskopemzový keramzit, perlit, dřevěné uhlí, piniovou kůru a kokosová vlákna. Reakce těchto substrátů by měla být kyselá (pH 4,0–5,5). Substráty pro orchideje mohou také vyhovovat rostlinám z čeledí *Bromeliaceae* a *Opuntiaceae* (Bedrna 1989). Univerzální recept na substrát pro epifytické orchideje je namíchaný substrát z 1 dílu korkové drti, 1 dílu borové kůry a 1 dílu perlitu. Pro terestrické druhy orchidejí pak směs smíchaná z 1 dílu rašeliny, 2 dílů borové kůry a 1 dílu kompostu s jílem (Jantra a Krüger 2004).

Orchideje mají dobrou schopnost transportovat živiny ze starších listů a pahlíz, proto se nedostatky z hlediska výživy mohou objevit až po delší době. Pro dodání živin je vhodná kombinace organických a anorganických hnojiv speciálně určených pro orchideje. Kořeny tohoto druhu rostlin nedokážou přijmout celé potřebné množství, proto se doporučuje používat hnojiva nejen kořenová, ale také hnojiva mimokořenová. Během vegetativního růstu dodáváme rostlinám větší množství dusíku, je vhodné hnojivo NPK s vyrovnaným poměrem jednotlivých prvků (20 : 20 (P₂O₅) : 20 (K₂O)) a přidanými stopovými prvky. Během kvetení množství dusíku ubíráme a zvyšujeme příjem fosforu, používáme stále hnojivo NPK, ale s jiným poměrem jednotlivých prvků (10 : 20 (P₂O₅) : 30 (K₂O)). Orchideje jsou známé pro svůj pomalý růst, a tak hnojiva s postupným uvolňováním jsou také vhodným řešením.

Žloutnutí listů může být způsobeno nedostatkem dusíku, například rostliny z rodu *Miltoniopsis* špatně vstřebávají dusík, proto je vhodné použít amoniakální hnojiva. Druhy z rodu *Phalaenopsis*, *Paphiopedilum* či *Cattleya* mohou vykazovat nedostatek dusíku zbarvením starších listů do oranžova až fialova a nové listy mohou být červené nebo žluté. Když se listy u orchidejí stáčejí až prolamují, může to znamenat nadbytek dusíku, protože pletiva uprostřed listů rostou rychleji než pletiva na okrajích. Nedostatek draslíku se může projevit praskáním špiček listů. Rostliny jsou celkově slabé a málo odolné, sice stále sytě zelené, ale postupně se začínají objevovat hnědé skvrny. Nedostatek draslíku se dá také vyzorovat na malých a málo zbarvených květech. Červenofialové zbarvení rubu listů je indikátorem nedostatku fosforu, stejně jako malé či žádné květy a nové listy jsou úzké a malé. Naopak nadbytek fosforu vidíme jako žlutý lem na okrajích listů. Déletrvajícím nadbytkem může být projevěn hnědými skvrnkami o velikosti 0,5–1 mm (Šafránková et al. 2013).

3.2.3.7 Palmy

Palmy jsou rostliny, které pocházejí především z tropických oblastí. Dají se pěstovat i v domácích podmínkách, ale nedosahují takových rozměrů. Palmy jsou citlivé na soli obsažené v substrátu, proto je pro ně vhodné použít hnojivo s postupným uvolňováním živin. Vhodné je také do použitého substrátu přimíchat písek, aby zálivková voda lépe odtékala. Substrát by neměl nikdy úplně vyschnout a měl by se udržovat stále lehce vlhký (Pleasant 2005).

Substrát pro palmy by měl být kyprý, humózní a méně výživný oproti obyčejným substrátům pro pokojové rostliny. Vhodná je skladba substrátu z drnovky, listovky a písku v poměru 4 : 3 : 1, nebo jen z listovky a písku v poměru 4 : 1. Další vhodnou kombinací pro palmy může být směs z drnovky, kompostové zeminy, listovky a písku v poměru 3 : 1 : 1 : 1 (Bedrna 1989). Vhodné pH substrátu pro palmy je 5,0–6,2 (Vaněk 2012). K substrátu pro datlové palmy je vhodné přimíchat jílu (Pleasant 2005).

3.2.3.8 Sukulenty

Sukulenty pochází ze suchých oblastí nejen teplých krajin. Jejich listy či stonky jsou dužnaté a tuhé. Mají velkou odolnost vůči suchu, protože vodu hromadí v parenchymatických pletivech.

Sukulenty v přirozených podmínkách rostou na extrémních stanovištích, proto si musíme dávat pozor na přelití a v zimě omezit závlahu na minimum. Tyto druhy vyžadují hodně světla a štěrkovitý sterilní substrát. Stejně jako kaktusy pozitivně reagují na letnění. Hnojí se pouze v létě, jsou odolné proti zhuštění a zasolení substrátu a proto jedince, kteří dobře prosperují, nepřesazujeme (Bedrna 1989). Sukulenty požadují pH substrátu kolem 6,5–7,5 (Vaněk 2012).

3.2.3.9 Další konkrétní druhy pokojových rostlin

V tabulce č. 2 jsou uvedeny některé konkrétní druhy pokojových rostlin a jejich nároky na pěstování.

Tabulka č. 2- Nároky konkrétních pokojových rostlin (Havelka 1990).

Název	pH	Vyžaduje
<i>Anthurium andreaeanum</i>	4,5–5,5	- koncentrace solí 0,1–0,3 % - 100–300 ppm N, 130–22 ppm P a 415–664 ppm K
<i>Anthurium schererianum</i>	5,0–5,5	- koncentraci solí 0,05–0,2 % - 100–200 ppm N, 120 ppm P a 160–330 ppm K
<i>Asparagus plumosus</i>	5,5–6,5	- koncentrace solí 0,1–0,2 %. - 100–200 ppm N, 170–240 ppm P a 400–650 ppm K. - poměr živin v hnojivu NPK 3 : 1 (P ₂ O ₅) : 2 (K ₂ O)
<i>Asparagus sprengeri</i>	5,7–7,2	- koncentrace solí maximálně 0,9 % - náročný na fosfor a draslík - 300–400 ppm N, 400 ppm P a 1000 ppm K - během zimy nízké teploty kolem 10 °C
<i>Azalea indica</i>	4,0–4,5	- nevhodné použití tvrdé vody - poměr živin NPK 3 : 1 (P ₂ O ₅) : 2 (K ₂ O) - k hnojení je střídát nitratovou a amonnou formu dusíku
<i>Camelia japonica</i>	4,5–7,0	- citlivé na obsah solí - stále vlhký substrát - maximální dávka hnojiva 1,5 g NPK / 1 l substrátu - při pěstování v rašelině hrozí nedostatek mědi
<i>Cyclamen persicum</i>	4,5–5,5	- substrát: rašelina se zahradní zeminou - dávka hnojiva 3 g NPK / 1 l substrátu
<i>Erica gracilis</i>	3,5–4,5	- citlivé na vyšší obsah solí - koncentrace tekutého hnojiva 0,2–0,3 % - hnojení draslíkem a fosforem přispívá ke kvetení - ve fázi květu omezit hnojení dusíkem
<i>Ficus domestica</i>	3,0–4,5	- dávka hnojiva 3–5 g NPK / 1 l substrátu - fíky jsou obecně náročné na draslík
<i>Monstera deliciosa</i>	5,5–6,5	- nevadí vyšší koncentrace solí - hnojení 5 g NPK / 1 l substrátu o koncentraci 0,5 %

3.3 Projevy poruch ve výživě pokojových rostlin – nadbytky a nedostatky živin

Výživa je základní biologický proces, který udržuje život rostliny a umožňuje její správný růst a vývoj. Úplným základem jsou fotosyntetické procesy, kdy rostlina získává uhlík, kyslík a vodík (Neuberg 1998). Rostliny také musí mít vhodné světlo, teplo, vodu a vzduch, aby mohly řádně prosperovat. Při hnojení musíme dbát na správný výběr hnojiv, vhodný čas, ideální množství a musíme rostlině dodávat ty správné živiny, které právě potřebuje (Soukup et al. 1979, Flowerdew 2011).

Jak již bylo dříve zmíněno, u rostlin pěstovaných v nádobách je obsah živin omezený, a proto jsou hrnkové rostliny mnohem více odkázané na péči zahradníka (Flowerdew 2011). Rostliny jsou schopné přijmout více než padesát chemických prvků (Balík 1993), ale mají na výběr, což znamená, že rostliny mohou z půdního roztoku čerpat zejména ty živiny, které především potřebují ve větším množství. To ale platí jen za předpokladu, že koncentrace živin v půdním roztoku není příliš vysoká, jinak se poruší aktivní mechanismus výběrového příjmu živin a rostlina začne přijímat živiny pasivním způsobem. Při pasivním přijímání živin platí, že čím vyšší je koncentrace dané živiny v roztoku, tím rychleji a ve větším množství je rostlinou daná živina přijímána, bez ohledu na to, zda danou živinu rostlina vůbec potřebuje, čímž se může stát, že rostlina přijme více a začnou se projevovat známky nadbytku daného prvku. Nadměrný příjem jedné živiny také ovlivní (potlačí) příjem ostatních živin, a tak se může začít projevovat s nadbytkem jednoho prvku i nedostatek prvku druhého. Každá rostlina má specifické a geneticky podmíněné požadavky na živiny a na každé vybočení od normálu reaguje negativně, hlubší nedostatky se projevují vzhledově, což u pokojových rostlin, které mají funkci zejména estetickou není žádoucí. Rostliny při nesprávné výživě neprosperují, mohou být více náchylné na škůdce a mohou i odumřít (Neuberg 1998).

3.3.1 Živiny

Rostlinné živiny jsou chemické látky potřebné pro normální životní pochody rostlin. Jejich funkce nemůže být nahrazena jinou chemickou látkou. Největší zastoupení v rostlině zaujímá voda. V těle mladých rostlin je okolo 90–95 % vody, množství vody ale se stářím rostliny klesá (Balík 1993).

Živiny dělíme podle přístupnosti na živiny pevně vázané (fixované, nevýměnné ionty), poutané (sorbované, výměnné ionty) a volné (rozpuštěné ve vodě). Živiny pevně vázané neboli fixované, jsou rostlinám nepřístupné, jsou ve formě nerozpustných anorganických sloučenin jako minerály a soli, nebo v molekulách pevných organických látek, či fixované v krystalové mřížce minerálů. Tyto živiny se mohou uvolnit zvětráváním nebo chemickými a fyzikálními reakcemi. Živiny poutané neboli sorbované, jsou pro rostlinu dostupné po jejich uvolnění do půdního roztoku z organických vazeb tzv. mineralizací a z chemických sloučenin rozkladem. Výhoda sorbovaných živin je, že nejsou vyplavovány a jsou tak důležitou zásobárnou pro doplnění půdního roztoku. Nejjednodušeji rostliny

získávají volné živiny, které se nacházejí v půdním roztoku ve formě iontů. Štěpení na ionty ze sloučenin se děje díky disociaci. Ionty mají kladný nebo záporný elektrický náboj, rozlišujeme je tedy na kationty a anionty (Baier a Baierová 1985).

Stopové prvky se uplatňují jako katalyzátory při tvorbě složitých organických látek a při pochodech látkové výměny (Soukup et al. 1979). Je vhodné je doplňovat rostlině pomocí hnojiva, které obsahuje například mořské řasy (Flowerdew 2011).

Podle toho, jaký má prvek funkci v rostlině se pak projeví i jeho nedostatek. Pokud se prvek v rostlině pohybuje snadno (N, Na, K, P, Cl, S), tak se nedostatek jako první objeví na starších listech a prvky se špatnou pohyblivostí se jako první projevují na mladších částech rostliny, zejména Ca (Kováčik 2009), popřípadě i Mn, B a Fe (Vaněk et al. 2016).

Nedostatek živin začíná působit primárně na kořeny, které se prodlužují, ale nevytváří kořenové vlášení. Když nedostatek stále přetrvává, tak se růst kořenů zastavuje a živiny se přesouvají ze starších částí rostliny do mladších, aby mohla rostlina co nejrychleji vytvořit generativní orgány a semena, kvůli tomu se na listech začíná projevovat například chloróza nebo nekróza. Při stálém nedostatku potřebné živiny rostlina chřadne a umírá, velice ale záleží na tom, jestli je nedostačujícím prvkem makroelement nebo mikroelement, míra nedostatku daného prvku, či jestli prvků najednou nechybí více. Rostliny při nutričním stresu mohou být více náchylné na různé choroby.

Projevy nedostatku mikroelementů, stejně jako u makroelementů, závisí na tom, jakou funkci má v rostlině daný prvek, jaká je míra jeho nedostatku, na fázi růstu rostliny, ve které se právě nachází a také i na mikroklimatu a pedologických podmínkách (Kováčik 2009).

Rostliny přijímají většinu živin ve formě iontů kořeny. Pokud jsou živiny v bezprostřední blízkosti kořenů (rhizosféra), pronikají do volného prostoru buněk kořenů a vstupují polopropustnou membránou do vnitřního prostoru buněk, odkud se pak transportují do celého těla rostliny. Živiny se doplňují podle rozpouštění sloučenin a kolují v půdní vodě v důsledku difuze. Při transportu iontů do rostlinných buněk jde o difuzi, která je podmíněná osmotickým tlakem v buňce, který se neustále vyvažuje. Rychleji a snadněji rostlina přijímá látky bez náboje, za ně se řadí částice s nižšími náboji, až pak rostlina přijímá částice s vyšším nábojem, a nakonec až látky menší s nižší atomovou nebo molekulovou hmotností (Vaněk et al. 2007; Vaněk et al. 2016).

Faktory, které ovlivňují příjem živin rostliny se dělí na vnitřní a vnější. Mezi vnitřní faktory patří především genetická dědičnost daného druhu, protože dispozice se nadále přenášejí šlechtěním. Dalším vnitřním faktorem jsou kořeny, jejich velikost, prokořenění substrátu, uspořádání a vlášení. Na příjem živin má také vliv množství exudátů, které kladně působí na rozpustnost sloučenin a ovlivňují mikroorganismy v rhizosféře. Mezi vnější faktory, které ovlivňují příjem živin, řadíme především teplotu, sluneční záření, intenzitu osvětlení a vlhkost vzduchu.

Nedostatkem nějaké živiny může rostlina také trpět díky antagonismu dvou a více prvků, nejčastěji se vyskytuje antagonismus u hořčíku s manganem, mědi se zinkem, mědi se železem a dále u dusičnanů s chlorem, síranu s molybdenem a se selenem.

Výraznější antagonismus iontů je u rostlin pěstovaných v nádobách častější než u rostlin pěstovaných ve volných půdách. Také ho může lehce způsobit přehnojení živného roztoku například při pěstování rostlin v hydroponii (Vaněk et al. 2016).

Není jednoduché na první pohled určit příčinu špatného růstu či poruchu rostliny, příznaky nemusí být typické, nebo symptomy vykazují více možných řešení. U pokojových rostlin to může být například jen nevhodně zvolená zálivka, suchý nebo naopak vlhký vzduch, teplota, nebo škůdce či choroba. Vše se odvíjí podle druhu rostliny, jejího stáří, ročního období či podle vegetační fáze. Vizuální poruchy může rostlina prokazovat na určité části, nebo dokonce na celé rostlině zároveň. Dále může napovědět, zda se symptomy projevují na starších, nebo na mladých listech. Intenzita symptomů pak už jen naznačuje vážnost poruchy. Mezi hlavní příznaky patří nekrózy, barevné změny a poruchy růstu (Vaněk et al. 2007).

Kořenová výživa obstarává hlavní příjem živin pro rostlinu. Rostliny v květináči přijímají živiny jemnými kořínky (kořenové vlásky), které jsou zejména po obvodu květináče. Vodu rostlina přijímá pasivně, osmotickým tlakem a živiny jsou přijímány vícefázovými procesy jako je difúze a výměna iontů (Soukup et al. 1979). Přípravky, jež doplňují půdní výživu, by se měly používat jen v období vegetace (Flowerdew 2011).

Příjem živin rostlinou může být nejen ze substrátu, ale také z ovzduší. Rostliny ze vzduchu čerpají zejména uhlík s kyslíkem, a to ve formě oxidu uhličitého. Listy (horní i spodní strana listů) a další nadzemní části ale mohou čerpat i jiné živiny, pokud použijeme mimokořenovou výživu neboli listové hnojivo formou postřiku, kde jsou živiny rozpuštěné ve vodě a rostlina je do svého těla propouští přes kutikulu. Listové hnojivo není ale tak účinné, jako hnojivo do substrátu, listy totiž nezvládnou pojmout veškeré dodané živiny a v průměru přijmou jen 20 % a zbytek nevstřebaných živin zasychá na listech. Avšak hnojení na list má tu výhodu, že jsou tímto způsobem živiny vstřebané a využité ihned. Oproti přihnojování ze substrátu, kde jsou z nějakého důvodu určité živiny poutány, je příjem tímto způsobem bezproblémový. Množství přijatých živin je také ovlivněno okolním mikroklimatem, zejména vzdušnou vlhkostí a teplotou. V noci je příjem živin až desetinásobně větší než ve dne. Při plném slunci by se tyto hnojiva používat neměla, protože hrozí popálení listů (Soukup et al. 1979). U mimokořenové výživy je také důležitá použitá voda při postřiku, především záleží na její čistotě. Také by se neměla ani mimokořenová výživa používat mimo vegetační období, protože se přihnojená rostlina zbytečně vysiluje a nemá čas na potřebnou fázi dormance (Flowerdew 2011). Pokud dodáme touto formou živinu, které má ale rostlina dostatek, nebo ještě hůře nadbytek, může se celý metabolismus rostliny zpomalit a rostlina může začít vykazovat nadbytky, které jsou stejně nežádoucí, jako nedostatek. Také je potřeba dát si pozor na koncentraci roztoku hnojiva, protože příliš koncentrované hnojivo může list rostliny popálit. Pro lepší příjem živin je dobré k postřiku přimíchat smáčedlo (Soukup et al. 1979).

3.3.2 Jednotlivé prvky v rostlině

Každá živina má v těle rostliny speciální úlohu, kterou žádná jiná nemůže nahradit. Rostlina přijímá 10 hlavních makroelementů (C, O, P, Ca, H, N, K, Mg, S) z živného prostředí. Také odsud přijímá mikroelementy (B, Cu, Fe, Mo, Mn, Zn, Cl, Co), kterých ale potřebuje podstatně méně než makroelementů, například rostliny potřebují tisíckrát více draslíku než bóru, ale ne všechny prvky jsou v tak velkém rozpětí. Ve složení rostlin můžeme také najít prvky užitečné (Na, Al, Si).

Uhlík, kyslík, vodík, dusík a síra jsou prvky stavební. Účastní se energetických pochodů v tělech rostlin (Soukup et al. 1979). Fosfor, bór a křemík jsou prvky energetické (Marschner 2012). Draslík, sodík, chlór, vápník a hořčík jsou prvky funkční, působí jako regulátory při asimilaci, přemísťují a ukládají sloučeniny v těle rostlin (Barker & Pilbeam 2015). Železo, měď, zinek a molybden jsou prvky, které se účastní transportu elektronů (Kováčik 2011).

3.3.2.1 Dusík

Dusík je nezbytným prvkem v rostlině, nejvíce ovlivňuje nárůst zelené hmoty a je nejdůležitějším prvkem při fotosyntéze (Flowerdew 2011). Po uhlíku je druhým nejpotřebnějším prvkem, který rostliny vyžadují v největším množství (1–5 %) (Marschner 2012). N dále pomáhá přetvářet cukry na bílkovinné látky (společně s P a K) a také je nezbytným prvkem pro tvorbu chlorofylu. Rostlinné růstové látky potřebují N pro prodloužení pletiv (Soukup et al. 1979).

Dusík rostliny z půd přijímají zejména ve formě NO_3^- a NH_4^+ a z organických sloučenin ve formě NH_2 a jeho dostupnost v půdě je rozhodujícím faktorem pro růst rostlin (Marschner 2012). Hlavním zdrojem dusíku v půdě jsou organické dusíkaté látky dodávané do půdy jako organická hnojiva. Převod z organické formy do minerální je závislý na mikrobiální činnosti půdy (Baier a Baierová 1985). Celkový obsah dusíku se v půdě pohybuje kolem 0,1–0,2 % a většinu z toho představuje dusík organických sloučenin, který je pro rostliny nedostupný a musí projít procesem mineralizace (Vaněk et al. 2007).

Nedostatek N omezuje růst, tvorbu bílkovin a enzymů (Barker & Pilbeam 2015). Zpomaluje se intenzita dělení buněk, tím tedy i růst a rostlina může být zakrnělá. Projev nedostatku je jako první viditelný na starších listech, protože dochází k transportu dusíku do mladších listů (Marschner 2012). Rostlina je světle zelená a postupně více bledne, protože má nedostatek chlorofylu a nadbytek xantofylů, karotenoidů a antokyanů (Soukup et al. 1979, Flowerdew 2011), spodní listy žloutnou a postupně zasychají či opadávají, kořeny jsou dlouhé, bílé a málo rozvětvené. Rostliny jsou celkově slabé a křehké, květy nejsou standardně velké a řádně vybarvené (Soukup et al. 1979).

Nadbytek dusíku se neprojevuje tak výrazně jako nedostatek (Neuberg 1998), ale rostlina vykazuje tmavé zbarvení listů, které jsou nadměrně velké (viz obrázek č. 3) a mohou mít na sobě puchýřky. Květy jsou opožděné, špatně zbarvené a brzy opadávají. Kořeny hnědnou a semena neobsahují tolik sacharidů, tuků a bílkovin jako semena zdravých rostlin. Pletiva rostlin jsou křehká a rostlina postupně chřadne, protože se tvoří více parenchymatických buněk na úkor sklerenchymatických (Kováčik 2009). Nadbytek dusíku může vyvolat nedostatek draslíku (Barker & Pilbeam 2015).



Obrázek č. 3 – Nadbytek dusíku u orchideje (Šafránková et al. 2013).

3.3.2.2 Fosfor

Fosfor je v každé rostlinné buňce a účastní se všech důležitých pochodů (tvorba a přeměna organických látek), je to zejména přenašeč energie (Troeh & Thompson 2005). Fosfor je také důležitý při kvetení, protože podporuje nasazování květů. Dále je důležitý pro správný vývoj kořenového systému (Marschner 2012) a urychluje vývoj a zrání plodů (Neuberg 1998). Transport v rostlinných pletivech tohoto prvku je dobrý (Kováčik 2009).

Fosfor je přijímán rostlinou podle hodnoty pH substrátu, v kyselém prostředí (pH pod 5,0) je přijímán ve formě aniontu H_2PO_4 a při vyšším pH je přijímán jako aniont HPO_4^{2-} . Fosfor, který je při kořenové výživě dosti často omezen, je dobré doplňovat listovou výživou například ve formě hydrogenfosforečnanu amonného (Soukup et al. 1979).

V půdě fosfor najdeme zejména v pevné fázi, v anorganických a organických vazbách a jen velmi malý podíl fosforu je rozpuštěn v půdním roztoku. Dostupnost fosforu pro rostliny je také ovlivněna druhem rostliny, velikostí kořenového balu a půdní vlhkostí, při nedostatku vláhy se výživa fosforem zhoršuje (Marschner 2012). Celkové množství fosforu v půdě je kolem 0,01–0,15 %. Více fosforu mají půdy s větším obsahem organických látek. Vytvoření kvalitního kořenového balu je pro rostlinu při příjmu fosforu velice stěžejní, ale například rostlina, která roste ze semene, získává fosfor právě ze něho samotného, dokud si nevytvoří kvalitní kořenový systém, aby mohla fosfor dále čerpat z půdy.

Při nedostatku fosforu se škrob nepřeměňuje na cukr, zastavuje se tvorba bílkovin, ustává jaderné dělení a rostlina přestává růst. Listy rostlin jsou tmavozelené, někdy až modrozelené, protože se zpomaluje růst listů, ale není omezena tvorba chlorofylu, na okrajích časem můžeme objevit červené skvrny a listy vypadají matně až kožovitě (Soukup et al. 1979, Neuberg 1998). Nové listy mohou mít neobvyklý tvar, ale nedostatek se jako první objevuje na starších listech (Kováčik 2009). Celkově jsou rostliny malé, málo rozvětvené a slabé. Nedostatkem fosforu se nevyvíjí poupata, květy pak jsou malé a nevybarvené. Růst kořenů je také oslabený, kořeny jsou málo rozvětvené, mají červenou barvu a jsou více náchylné na různé choroby. V některých případech může pomoci rostlinu přihnojit hořčíkem (Mg^{2+}) (Soukup et al. 1979).

Nadbytek fosforu není častý (Neuberg 1998), ale může způsobovat žloutnutí listů od kraje, kdy střed listů zůstává zelený a okraje pak časem hnědnou (Obrázek č. 4). Přebytek fosforu může omezit příjem železa, manganu a zinku (Soukup et al. 1979).



Obrázek č. 4 – Nadbytek fosforu u orchideje (Šafránková et al. 2013).

3.3.2.3 Draslík

Draslík v těle rostliny najdeme převážně v iontové formě, dobře se v rostlině transportuje. Je důležitým prvkem pro tvorbu glycidů (škrob, cukr) (Barker & Pilbeam 2015). Hmotnostní podíl draslíku v sušině je 0,5–5,0 % (Neuberg 1998). V hlízách, cibulích, pupenech a jiných zásobních orgánech se draslík sdružuje. Draslík je také regulátorem vodního režimu, podporuje příjem vody kořeny a v listech brzdí výdej při transpiraci (Soukup et al. 1979).

Rostlina přijímá draslík ve formě K^+ a to přednostně před dalšími kationty (Ca^{2+} , Mg^{2+}) (Barker & Pilbeam 2015). Najdeme ho především v dřevěném popelu, a jelikož je dobře rozpustný, snadno se ze substrátů vymývá. K také napomáhá ke vstřebávání železa (Flowerdew 2011). Dostatek draslíku pozitivně přispívá k tvorbě silnějších vnějších stěn a pevné kutikuly (Marschner 2012).

Draslík najdeme v půdě v různých vazbách, ve formě nevýměnné, výměnné a vodorozpustné. Je závislý na složení matečných hornin a přítomnosti jílových minerálů, které jsou hlavními nosiči draslíku. Jílovité půdy mají více draslíku než písčité. Nevýměnný draslík je pevně vázaný v krystalové mřížce minerálů, či je fixovaný v mezivrstvách krystalové mřížky jílových minerálů. Výměnný draslík je ve formě iontů (K^+) vázaných fyzikálně chemickou sorpcí na povrchu půdních koloidů, odkud může být uvolněn do půdního roztoku. Vodorozpustný draslík je ve formě iontů (K^+) v hydratovaném stavu, který je přijatelný pro rostliny (Baier a Baierová 1985). Draslíku je v půdě kolem 0,5–3,2 %, písčité a rašelinné půdy ho obsahují nejméně (Vaněk et al. 2007).

Nedostatkem draslíku je zasažen zejména vodní režim rostliny (Neuberg 1998). Projevuje se tmavnutím listů, které mají lehce kovový odstín, a následnou chlorózou (Soukup et al. 1979). Okraje listů mohou od nejstarších blednout až následně žloutnout (Neuberg 1998). Listy se stáčíjí dolů, mohou kadeřavět, uvadat a následně opadávat (Kováčik 2009). Nedostatek se projevuje hlavně při tvorbě květů, ty pak jsou malé a bledé. Rostliny také snadno vadnou a jsou náchylné na plísňové infekce, protože je omezena tvorba sklerenchymatických buněk. Kořeny jsou dlouhé, málo rozvětvené, žluté a slizovité (Soukup et al. 1979). Semena zasažených jedinců mají sníženou klíčivost a jejich plody se špatně skládají (Marschner 2012). U orchidejí se typicky projevuje nedostatek draslíku jako trhlina na listu (Obrázek č. 5) (Šafránková et al. 2013).



Obrázek č. 5 – Nedostatek draslíku u orchideje (Šafránková et al. 2013).

Nadbytek draslíku se projevuje světle zelenými listy, zeslabeným růstem a stonky mohou být více křehké, časem listy osychají (Soukup et al. 1979). Nadbytek draslíku také může zamezit rostlině využívání dusíku, hořčíku, vápníku a zinku (Kováčik 2009), čímž se začne zřetelněji na vzhledu rostliny projevovat nedostatek těchto prvků (Neuberg 1998).

3.3.2.4 Vápník

Vápník se hromadí ve starších listech a stoncích a neutralizuje organické kyseliny. Vápník, stejně jako draslík, má vliv na vodní režim, jen opačně, protože podporuje transpiraci a zhoršuje příjem vody kořeny. Po rostlině se pohybuje pomalu (Barker & Pilbeam 2015). Vápník je důležitý zejména pro růst a správnou funkci kořenů, také aktivuje některé důležité enzymy a je stavební složkou důležitých sloučenin jako je fyтин a pektin. Může také snižovat přebytek některých organických kyselin. Hmotnostní podíl vápníku v rostlině může být v širokém rozmezí, podle druhu rostlin, mezi 0,05–0,5 %.

V půdě je vápník nenahraditelným půdotvorným činitelem, působí příznivě v chemických procesech. Tvoří výhodné sloučeniny a vazby, které pozitivně působí na fyzikální, chemické a biologické vlastnosti půdy. Reguluje půdní reakci, vytváří a udržuje příznivé vlastnosti sorpčního komplexu, umožňuje příznivé výměnné reakce a zvyšuje využitelnost několika dalších živin (Neuberg 1998). Je potřeba ho doplňovat především vápnomilným druhům rostlin (*Beaucarnea recurvata*, *Rhododendron simsii*) (Flowerdew 2011). V půdě najdeme vápník především v těžko rozpustné formě bazických minerálů. Pro výživu rostlin je ale důležitý především vápník poutaný v sorpčním komplexu (Troeh & Thompson 2005). V půdě může být vápníku 0,15–10 %, záleží zejména na typu půdy (Vaněk et al. 2007).

Nedostatek vápníku v prvním stádiu postihuje kořeny (Flowerdew 2011), ale zřejmý je jako první na mladých listech, které jsou světle zelené, listová čepel od špičky zasychá a praská (Soukup et al. 1979). Při silném deficitu jsou postiženy i starší listy, které blednou mezi žilkami. Dále se může porušit vegetační vrchol a zhoršit diferenciaci květních pupenů. Kořeny jsou při nedostatku černé, slizovité, přestávají růst (Marschner 2012).

Nadbytek vápníku není na rostlině znatelný (Neuberg 1998), ale některé druhy mohou vykazovat omezený růst (Kováčik 2009). Přebytečný vápník pevně poutá některé stopové prvky (Fe, Mn, B, Zn, Cu, Mg, K) a rostliny tak trpí jejich nedostatkem (Soukup et al. 1979). Nadbytek vápníku je více pravděpodobný u rostlin s lehkým až písčitém substrátem (Neuberg 1998).

3.3.2.5 Hořčík

Hořčík tvoří jádro chlorofylové molekuly, a proto se 50 % hořčíku v rostlině vyskytuje v listech. Mg je úzce spojen s P, je jeho nosičem v rostlině a nedostatek jednoho z prvků způsobuje nedostatek toho druhého (Soukup et al. 1979). Hořčík je také aktivátorem enzymů v těle rostlin. Hmotnost hořčíku v rostlině se pohybuje kolem 0,1–1,0 % (Neuberg 1998). Hořčík není rostlinou přijímán, pokud je pH menší než 4,5. Velké množství hořčíku je v semenech (hořčík je zde uložen s fosforem ve formě fyтину), což pomáhá semenům k vytváření chlorofylu (Soukup et al. 1979).

V půdě hořčík podobně jako vápník najdeme především v těžko rozpustné formě čtených minerálů. Pro výživu rostlin je ale důležitý hořčík poutaný v sorpčním komplexu a také jsou důležité různé soli hořčíku, které tvoří zásobní zdroje (Troeh & Thompson 2005). Půdy obsahují 0,4–0,6 % hořčíku, lehké písčité nebo rašelinné půdy ho ale obsahují velice málo (Vaněk et al. 2007).

Při nedostatku hořčíku je zasažen zejména fotosyntetický aparát rostliny (Neuberg 1998). Nejprve je prvek odváděn ze starších listů do mladších, proto se nedostatek začíná objevovat na starších listech. Nedostatek hořčíku se projevuje světle zelenými listy s intravenózní chlorózou. Na čepeli se může objevit hnědé až červené zbarvení. Listy od spodu opadávají a kořeny jsou pokryté slizem (Soukup et al. 1979). Při silném nedostatku prvku rostliny celkově přestávají růst a oddalují se vývojové fáze (Marschner 2012). Proti nedostatku ihned zabírá například postřik listů roztokem síranu hořečnatého (MgSO_4), protože tímto způsobem se hořčík ihned doplní na potřebných místech a nedostatky brzy mizí (Soukup et al. 1979).

Nadbytek hořčíku je výjimečný, ale může omezit příjem vápníku, železa nebo draslíku, takže rostlina začne vykazovat spíše symptomy nedostatku onoho prvku (Neuberg 1998).

3.3.2.6 Síra

Síra je v rostlině součástí některých aminokyselin a je také (společně s N a P) součástí protoplazmy. Síra, která je organicky vázaná, je přenašečem vodíku (ovlivnění oxidačně redukčních pochodů) a je přijímána kořeny ve formě síranů (SO_4^{2-}). Příjem tohoto prvku není omezován žádným jiným půdním iontem ani hodnotou pH, příjem síry je ale například oproti fosforu pomalý (Soukup et al. 1979). Hmotnost síry v sušině je 0,1–0,5 %. Typickým znakem nedostatku síry je velké snížení koncentrace chlorofylu a bílkovin v listech (Marschner 2012).

Síra je v půdě jako součást minerálů a různých síranů, které jsou více či méně rozpustné (Troeh & Thompson 2005). Nachází se v půdě jak ve formě organické, tak ve formě anorganické. Právě anorganická síra v půdě je pro výživu rostlin stěžejní, ale z celkového množství, které půda obsahuje, tvoří anorganická síra jen 10–20 % (Tisdale et al. 1993).

Vizuální nedostatek síry je výjimečný, začíná se projevovat od nejstarších listů, které žloutnou a listy nové jsou užší a menší (Kováčik 2009). Neuberg (1998) naproti tomu tvrdí, že nedostatek síry se projevuje nejdříve na nejmladších listech. Kořeny jsou při nedostatku S nadměrně rozvětvené a bílé. Když rostlina trpí nedostatkem, tak je vhodné použít například roztok síranu draselného (K_2SO_4) (Soukup et al. 1979).

3.3.2.7 Železo

Železo je nezbytné pro tvorbu chlorofylu a je důležité pro tvorbu některých dýchacích enzymů. Fe je přijímáno rostlinou jako kationt ve formě Fe^{2+} a Fe^{3+} , ale v malém množství (Barker & Pilbeam 2015).

Železo v půdě najdeme v četných minerálech. V sorpčním komplexu je železo pevně vázané, podíl volného železa je malý, ale čím je kyselejší pH, tím je jeho hodnota vyšší (Troeh & Thompson 2005). Půda obsahuje v průměru 2 % železa (Vaněk et al. 2007).

Nedostatek železa se projevuje nejdříve na mladých listech, které jsou chlorotické, což znamená, že jsou žluté až bílé bez odumírajících skvrn, při rychlém přihnojení tyto projevy ustupují. V dalším stádiu nedostatku ale nastává nekróza okrajů listů. Květy jsou

malé a světlé. Kořeny mají hnědou barvu, jsou krátké a mají hodně krátkých postranních kořínků (Soukup et al. 1979). Při nedostatku rostlina špatně přijímá dusičnany, omezuje se tvorba bílkovin a dýchání, takže rostlina nemá dostatek energie. Při zvýšení pH o jednu jednotku je železo 1000× hůře přijatelnější (Marschner 2012). Rostlina může vykazovat známky nedostatku železa, i přesto, že je železa v půdě dostatek, jeho příjem totiž ovlivňuje několik dalších kationtů, ale také kyprost substrátu a zejména hodnota pH.

Nadbytek železa způsobuje růstové deprese a rostlina nekvete. Listy jsou tmavé až modrozelené. V pokročilém stádiu nadbytku se rostlina chová stejně jako při nedostatku tohoto prvku a na listech se objevují hnědavé skvrny. Přebytek železa může způsobit nedostatek manganu (Soukup et al. 1979).

3.3.2.8 Mangan

Mangan podporuje v těle rostliny činnost enzymů a oxidačně-redukčních reakcí (Neuberg 1998). Je úzce spjat se železem, protože převádí dvojmocné železo (Fe^{2+}), které je pro rostlinu toxické, do trojmocné formy (Fe^{3+}). Naopak přebytek manganu přivádí do oběhu více trojmocného železa, než je třeba, a rostlina ho neumí zpracovat, tak se železo váže na nerozpustnou sůl, která v rostlině způsobuje jeho nedostatek. Optimální poměr je 1 Mn : 2 Fe (Soukup et al. 1979).

Mangan v půdě najdeme jako součást různých minerálů, pro výživu je ale důležitý Mn, který je poutaný v sorpčním komplexu (Baier a Baierová 1985).

Nedostatek manganu se projevuje i na středně starých listech, které jsou skvrnitě a v pokročilém stádiu nedostatku odumírají. Žilnatina na listech zůstává zelená (Soukup et al. 1979). Kořenový systém zaostává a nové kořeny nerostou (Neuberg 1998).

Nadbytek manganu vyvolává chlorózu na listech, tvoří se na nich typické tečky a čárky (Kováčik 2009).

3.3.2.9 Bór

Bór v rostlině podporuje diferenciaci buněk a působí při přemísťování cukrů v těle rostliny (Neuberg 1998). Nejvíce bóru najdeme v květech. Když má rostlina poruchu dýchání z důvodu nadbytku vápníku, bór tyto poruchy vyrovnává (Soukup et al. 1979).

V půdě najdeme bór především ve formě kyseliny borité, při nadbytku vápníku se jeho přístupnost pro rostliny snižuje (Baier a Baierová 1985).

Při nedostatku bóru odumírá vegetační vrchol, protože odumírají meristematická pletiva (Marschner 2012). Je narušen systém vodivých cest, netransportují se glycidy, a tak cukr a škrob zůstává a hromadí se v listech. Nedostatek bóru se také projevuje na nejmladších listech, kdy od stopky listy bělají a od špičky odumírají (Barker & Pilbeam 2015). Nové listy mohou být zkadeřené, křehké a tmavě zelené, časem tyto listy ale také blednou a odumírají (Neuberg 1998). Rostlině mohou také začít růst boční výhonky, které ale záhy též odumírají. Květů je málo, brzy opadávají a špatně se tvoří semena. Nedostatek bóru se může vizuálními symptomy plést s nedostatkem draslíku, ale bór se projevuje jen na mladých částech a draslík postihuje celou rostlinu (Kováčik 2009).

Nadbytek bóru se projevuje svinováním okrajů listů, žloutnutím špiček a následným hnědnutím až odumřením (Obrázek č. 6 a 7). Nejstarší listy opadávají a nové listy jsou zakrnělé a chlorotické (Soukup et al. 1979). Projev pozorujeme na starších částech, oproti nedostatku, který postihuje mladší části. Nadbytek bóru může být způsoben hliněnými květináči, které nejsou dostatečně vypálené (Kováčik 2009). Květy mohou být malé a bledé (Neuberg 1998).



Obrázek č. 6 – Mírný nadbytek bóru u monstery (Vaněk et al. 2007)



Obrázek č. 7 – Silný nadbytek bóru u monstery (Vaněk et al. 2007)

3.3.2.10 Měď

Měď figuruje společně se železem a manganem ve všech procesech látkové výměny, má podíl na tvorbě chlorofylu. Při dýchání funguje jako přenašeč elektronů při oxidačně redukčních pochodech (Soukup et al. 1979). Má také významný vliv na regulaci vodního režimu v těle rostliny (Neuberg 1998). Rostlinou přijatá měď má špatnou mobilitu, ale rostlina ji dokáže získávat ze starších částí (Marschner 2012).

V půdě je měď poutaná v sorpčním komplexu, nebo v mřížkách jílových minerálů (Baier a Baierová 1985).

Nedostatek mědi začíná na okrajích listů žlutavým zesvětlováním a později tyto okraje zasychají. V pokročilém stádiu se rostlina začíná rozvětlovat, rostlou nové, avšak malé lístečky, které brzy zasychají (Soukup et al. 1979). Celkově rostlina při nedostatku Cu vadne (Marschner 2012). Tvorba květů je omezena (Neuberg 1998).

Nadbytek mědi není častým problémem (Barker & Pilbeam 2015), ale může zpomalovat příjem Zn^{2+} a snižovat účinnost železa, protože ho vytlačuje z důležitých center (Neuberg 1998).

3.3.2.11 Zinek

Zinek je dalším důležitým prvkem pro tvorbu chlorofylu. Rostliny, které mají více světla, potřebují více zinku než rostliny zastíněné. Zinek také ovlivňuje účinnost kyseliny uhličité a je důležitý i pro růst, protože působí při dělení a zvětšování rostlinných buněk (Soukup et al. 1979). Je významná také jeho přítomnost v mnohých enzymech a některé další enzymy aktivuje (Neuberg 1998).

V půdě je zinek poután v sorpčním komplexu, nebo v mřížkách jílovitých minerálů (Baier a Baierová 1985).

Nedostatek zinku se projevuje na mladých listech, a protože rostlina ztrácí chlorofyl, tak jsou listy bledé. Podél nervů na listech se ale objevují tmavě zelené pruhy (Soukup et al. 1979). Listy mohou být také žluté, skvrnité, či modrozelené. Příznaky jsou podobné nedostatku železa, manganu a hořčíku, také je ale velice časté, že tyto prvky chybí rostlině všechny najednou (Kováčik 2009).

3.3.2.12 Molybden

Molybden je důležitý pro redukci nitrátů (Barker & Pilbeam 2015). Zvýšení hodnoty pH o jednu jednotku způsobí 100× lepší přijatelnost tohoto prvku (Marschner 2012). V půdě je molybden důležitý v sorpčním komplexu a jeho přítomnost v organických vazbách (Baier a Baierová 1985).

Nedostatek molybdenu se začíná projevovat na starších listech žlutými skvrnami, žlutými okraji listů a list se deformuje do takzvaného lžičkovitého tvaru (Soukup et al. 1979). Rostliny přestávají růst a nekvetou (Neuberg 1998).

3.3.2.13 Chlór

Chlór ovlivňuje uzavírání průduchů, tedy celkový příjem a koloběh kyslíku. Rostlina je schopna přijmout o dost větší množství chlóru (než potřebuje), a tak snáze může dojít k přebytku tohoto prvku v těle rostliny. Nadbytek chlóru může působit na úkor draslíku, takže rostliny projevují své příznaky jako nedostatek draslíku. Nadbytek sám o sobě ale způsobuje hnědnutí a zasychání okrajů listů (Soukup et al. 1979).

4 Závěr

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo shrnout formou literární rešerše poznatky v oblasti výživy pokojových rostlin. Pokojové rostliny jsou všude okolo nás, tvoří nedílnou součást interiérů nejen veřejných, ale také soukromých. Výživa je hlavním faktorem, který je pro tento způsob pěstování rostlin třeba řešit. Tato práce nabízí souhrnné informace převážně z odborné literatury, jež se zabývá například substráty, hnojivy a jednotlivými živinami.

Literární přehled například seznamuje čtenáře s jednotlivými komponenty, ze kterých lze namíchat vhodný substrát pro určitý druh rostlin. Jsou zde také zmíněny neobvyklé způsoby pěstování rostlin, které mohou být někdy efektivnější, než pěstování rostlin v běžných substrátech. V práci jsou také popsány jednotlivé prvky, jejich funkce a vizuální nedostatky, které rostliny mohou vykazovat, když nemají vyvážený poměr živin.

Po prostudování dostupných zdrojů je zřejmé, že se poslední dobu pohled na pěstování pokojových rostlin stále vyvíjí. Modernizace a pokrok vědy umožňuje zdokonalení a zefektivnění pěstování nových skupin, popřípadě se časem budou rostliny dále šlechtit či geneticky upravovat.

Doposud bylo publikováno mnoho knih a článků, jak se starat o pokojové rostliny, ale je třeba efektivnějšího výzkumu a odbornějších znalostí. Je také ale potřeba více začít myslet na ekologické dopady, které pěstování rostlin zejména ve směsích s rašelinou způsobují. Jedním z největších problémů spojených s pěstováním pokojových rostlin může představovat úbytek rašeliníšť. Skoro každý substrát, který lze zakoupit v obchodě totiž obsahuje rašelinu. Proto je v této práci zmíněna i řada možných alternativ, za které by šlo rašelinu obměnit.

5 Seznam literatury

Aiken GR, McKnight DM, Wershaw RL, MacCarthy P. 1985. Humic Substances in Soil, Sediment and Water. Wiley Interscience, New York.

Anderson, EF. 2001. The Cactus Family. Timber Press, Portland, Oregon.

Anonym 2021a: PG MIX. Available at: <https://www.yaraagri.cz/vyziva-rostlin/hnojiva/ostatni-hnojiva/pg-mix-141618/> ; (accessed April, 09, 2021).

Anonym 2021b: Kristalon Pokojové rostliny. Available at: <https://www.kristalon.cz/kristalon-pokojove-rostliny> ; (accessed April, 09, 2021).

Anonym 2021c: Kapalná hnojiva. Available at: <https://www.agro.cz/cs/produkty/hnojiva/kapalna-hnojiva/> ; (accessed April, 09, 2021).

Avila MP. 2009. Encyklopedie pokojových rostlin. Fortuna Libri, Praha.

Baier J, Baierová V. 1985. Abeceda výživy rostlin a hnojení. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Balík J. 1993. Základy výživy rostlin. Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství České republiky, Praha.

Barker A, Pilbeam D. 2015. Handbook of Plant Nutrition. Second edition. CRC Press, Florida.

Bassan A, Bona S, Nicoletto C, Sambo P, Zanin G. 2020. Rice Hulls and Anaerobic Digestion Residues as Substrate Components for Potted Production of Geranium and Rose. Agronomy. DOI:10.3390/agronomy10070950.

Beardsell DV, Nicholas DG, Jones DL. 1979. Physical properties of nursery potting-mixtures. Scientia Hort., **11**, 1–8.

Bedrna Z. 1989. Substráty na pestovanie rastlín: základy pestovania. Bratislava: Príroda.

Benda V. 2000. Biologie II: nauka o potravinářských surovinách. Vyd. 3., přeprac. Vysoká škola chemicko-technologická, Praha.

Bilderback TE, Warren SL, Owen Jr. JS, Albano JP. 2005. Healthy substrates need physicals too! HortTechnol, **15**, 747–751.

Bureš O, Kočí A. 1988. Pěstujeme pokojové rostliny. IX. přepracované vydání. Tisková, ediční a propagační služba místního hospodářství, Praha.

Burger DW, Hartz TZ, Forister GW. 1997. Composted green waste as a container medium amendment for the production of ornamental plants. Hort. Science, **32**: 57–60.

- Burnett SE, Mattson NS, Williams KA. 2016. Substrates and fertilizers for organic container production of herbs, vegetables, and herbaceous ornamental plants grown in greenhouses in the United States. *Scientia Hort.*, **208**:111–119.
- Conover CA. 1967. Soil mixes for ornamental plants. *Florida Flower Grower* **4/4**: 1–4.
- Dabbs A. 2014. Epiphytes are easy to grow Houseplants get water from air. Post and Courier. Available at https://www.postandcourier.com/features/home_and_garden/epiphytes-are-easy-to-grow-houseplants-get-water-from-air/article_57ee5841-b645-531a-938f-58bc8d1e9be0.html (accessed April 09, 2021).
- Dhir B. 2020. *Soil Supplements: Implications on Plant Productivity*. Nova Science Publishers, Incorporated, New York.
- Di Benedetto A, Pagani A. 2012. Difficulties and possibilities of alternative substrates for ornamental bedding plants: An ecophysiological approach. In: Draguhn C, Ciarimboli N, editors. *Peat: Formation, Uses and Biological Effects*, Nova Science Publishers, Inc. NY, USA.
- Di Lorenzo R, Pisciotta A, Santamaria P, Scariot V. 2013. From soil to soil-less in horticulture: quality and typicity. *Ital. J. Agron.* **8/4**, 30.
- Dickson RW, Fisher PR, Argo WR. 2017. Quantifying the Acidic and Basic Effects of Fifteen Floriculture Species Grown in Peat-based Substrate. *Hortscience* **52/8**:1065–1072.
- Dinu M, Soare R, Babeanu C, Hoza G, Apahidean A. 2019. Effect of organic fertilization on the quantity and quality of melon production. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*:176-183. Available at [http://chimie-biologie.ubm.ro/carpathian_journal/Papers_11\(2\)/CJFST11\(2\)2019_14.pdf](http://chimie-biologie.ubm.ro/carpathian_journal/Papers_11(2)/CJFST11(2)2019_14.pdf) (accessed March 18, 2021).
- Dubský M. 2012. Nasákavost rašelinových substrátů. *Zahradnictví*, **11/2**: 62–64.
- Dubský M, Chaloupková Š, Kaplan L, Vondráčková S, Tluštoš P. 2019. Use of solid phase of digestate for production of growing horticultural substrates. *Hort. Sci. Prague*, **46**: 34–42.
- Dubský M, Šrámek F. 2002. Pěstební substráty s kompostovanou kůrou. *Zahradnictví*. Available at <https://www.zahradaweb.cz/pestebni-substraty-s-kompostovanou-kurou/> (accessed April 01, 2021).
- Dubský M, Šrámek F. 2004. Fyzikální vlastnosti pěstebních substrátů. *Zahradnictví*. Available at <https://www.zahradaweb.cz/fyzikalni-vlastnosti-pestebnich-substratu/> (accessed April 01, 2021).

- Dubský M, Šrámek F. 2006. Pěstování dřevin v minerálních substrátech. *Zahradnictví* **98/9**:52-54.
- Dvořák I. 2020. Polystyren v zahradě: Vylehčí substrát, zajistí vláhu, zateplí. Available at <https://izahradkar.cz/zahrada/ochrana-rostlin/prostredky-a-pripravky/polystyren-zahrade-vylehci-substrat-zajisti-vlahu-zatepluje/> (accessed April 02, 2021).
- El-Behairy UAA. 2015. Simple Substrate Culture in Arid Lands. In Asaduzzaman Md, editor. *Soilless Culture: Use of Substrates for the Production of Quality Horticultural Crops*: 69–100.
- Fleischer Z, Schütz B. 1978. Pěstování kaktusů. 3., upr. vyd. Státní zemědělské nakladatelství, Rostlinná výroba, Praha.
- Flowerdew B. 2011. Sazení, zalévání a hnojení. *Metafora*, Praha.
- Giancarlo F. 2015. Growing Substrates Alternative to Peat for Ornamental Plants. *InTech Publication*: 47–67.
- Havelka B. 1990. Výživa a hnojení zahradnických rostlin: určeno pro posl. fak. zahradnické. SPN, Praha.
- Haynes RJ. 1983. Soil acidification induced by leguminous crops. *Grass Forage Sci.* **38**: 1–11.
- Haynes RJ. 1990. Active ion uptake and maintenance of cation-anion balance: A critical examination of their role in regulating rhizosphere pH. *Plant Soil* **126**: 247–264.
- Henek M, Dymák R. 2011. Role organické hmoty v půdě a požadavky na moderní substráty. *Zahradnictví*, **2**: 56–57.
- Holečková Z, Kulhánek M, Balík J. 2017. Use of Active Microorganisms in Crop Production—A Review. *J Food Process Technol* **8**: 696. DOI: 10.4172/2157-7110.1000696
- Hollan J, Klusák V. 2009. Biouhel, naše stéblo naděje. *Veronica*, **5**, 9.
- Chang C, Chen P. 2005. Human Response to Window Views and Indoor Plants in the Workplace. *HortScience HortSci* **40**(5):1354-1359. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.40.5.1354>
- Jantra I, Krüger U. 2004. 1000 nejkrásnějších rostlin pro zelený domov: s podrobnými návody na ošetřování, rozsáhlou praktickou částí a s podněty pro kreativní tvorbu. Vyd. 2., Knižní klub, Praha.
- Kováčik P. 2009. Výživa a systémy hnojení rostlin. Kurent, České Budějovice.
- Larcher W. 1988. Fyziologická ekologie rostlin. Academia, Praha.

- Loewer HP. 2016: Hydroponics for houseplants and indoor gardener's guide to growing without soil. Skyhorse publishing. New York.
- Lubkowski K, Grzmil B. 2007. Controlled release fertilizers. *PJCT* **9**:83-84. Available at <https://www.sciendo.com/article/10.2478/v10026-007-0096-6>.
- Lucas RW, Klaminder J, Futter MN, Bishop KH, Egnell G, Laudon H, Hogberg P. 2011. A meta-analysis of the effect of nitrogen additions on base cations: Implications for plants, soils, and streams. *Forest Ecology Manage.* **26**: 295-104.
- Marschner P. 2012. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. Third Edition. Academic Press, London.
- Morgan KT, Cushman KE, Sato S. 2009. Release Mechanisms for Slow- and Controlled-release Fertilizers and Strategies for Their Use in Vegetable Production. *HortTechnology hortte* 19/1, 10–12. Available at <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.19.1.10> (accessed April 04, 2021).
- Neuberg J. 1998. Hnojení a výživa rostlin na zahradě. Grada, Praha.
- Opitz KH. 1995. Hydrokultur: die einfache Pflanzenpflege; üppige Zimmerpflanzen ohne Erde; mit Tips für die Pflanzen – und Gefässwahl. Gräfe und Unzer Verlag, München.
- Pásek K. 2013. Masožravé rostliny: podrobný návod k pěstování. 2. aktualiz. a rozš. vyd., Grada, Praha.
- Penuelas J, et al. 2013. Human-induced nitrogen-phosphorus imbalances alter natural and managed ecosystems across the globe. *Nat Comm.* **2934**: 1-10.
- Pleasant B. 2005: The complete houseplant survival manual: essential know-how for keeping (not killing) more than 160 indoor plants. Storey Publishing LCC, North Adams.
- Příbyl J. 1977. Hydroponie pro každého. Rostlinná výroba, SZN, Praha.
- Raviv M, Wallach R, Silber A, Bar-Tal A. 2002. Substrates and their analysis. In: SavvasD., Passam H. (eds.) *Hydroponic production of vegetables and ornamentals*. Athens: Embryo Publications; 25–101.
- Sahin U, Anapali O, Ercisli S. 2002. Physico-chemical and physical properties of some substrates used in horticulture, *Gartenbauwissenschaft* **67**(2): 55–60.
- Salaš P. 2009. Trendy v nabídce pěstebních substrátů – využití hydroabsorbentů. Available at <https://www.zahradaweb.cz/trendy-v-nabidce-pestebnich-substratu-vyuziti-hydroabsorbentu/> (accessed March 17, 2021).
- Salaš P. 2010. Uplatnění alternativních komponent v pěstebních školkařských substrátech. *Zahradnictví: časopis profesionálních zahradníků IX.*:62-63. Profi Press s.r.o, Praha.

Sibley E, Koster M. 2017. *Urban Botany: An Indoor Plant Guide for Modern Gardeners*. Aurum Press, London.

Sonneveld C, Voogt W. 2009. *Plant Nutrition of Greenhouse Crops*. Springer, Dordrecht. DOI: 10.1007/978-90-481-2532-6.

Soukup J, Matouš J, Bower R, Kaufmann HG, Nachlinger Z. 1979. *Výživa rostlin, substráty, voda v okrasném zahradnictví. Rostlinná výroba. Státní zemědělské nakladatelství, Praha*.

Studnička M. 2017. *Botanická zahrada Liberec: expozice, sbírky, zajímavosti. Botanická zahrada Liberec, Liberec*.

Svítek M. 2006. *Pěstujeme citrusy v našich podmínkách*. Grada, Praha.

Šafránková I, Matoušková J, Buchtová A. 2013. *Choroby a škůdci orchidejí*. Grada, Praha.

Tarran J, Torpy F, Burchett M. 2007. Use of living pot-plants to cleanse indoor air-research review. Faculty of Science. University of Technology Sydney. Available at <https://junglify.com.au/wp-content/uploads/2017/08/Use-of-living-pot-plants-to-cleanse-indoor-air-Research-review.pdf> (accessed April 12, 2021).

Taylor GJ. 1988. The physiology of aluminum tolerance in higher plants. *Commun. Soil Sci. Plant anal.* 19.

Texier W. 2015. *Hydroponics for Everybody: All About Home Horticulture*. 3rd edition. Mama Publishing, Paris.

Thunjai T, Boyd CE, Dube K. 2001. Point Soil pH Measurement. *Journal of the world aquaculture society*, 32:141-152. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2001.tb01089.x>

Tisdale SL, Nelson WL, Beaton JD, Havlin U. 1993. *Soil Fertility and Fertilizers*. Prentice Hall, New Persey.

Troeh FR, Thompson LM. 2005. *Soil and soil fertility*. 6. edition. Blackwell Publishing, Iowa USA.

Vaněk V. 2007. *Výživa polních a zahradních plodin*. Profi Press, Praha.

Vaněk V. 2012. *Výživa zahradních rostlin*. Academia, Praha.

Vaněk V, Balík J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P. 2016. *Výživa a hnojení polních plodin*. Profi Press, Praha.

Weiss Z, Kužvart M. 2005. Jílové minerály: jejich nanostruktura a využití. Karolinum, Praha.

Winter K, Milton G, Aurelio V, Smith AC. 2020. Low-level CAM photosynthesis in a succulent-leaved member of the Urticaceae, *Pilea peperomioides*. *Functional Plant Biology*.

Zachos E. 2014. *Growing Healthy Houseplants: Choose the Right Plant, Water Wisely, and Control Pests*. Storey Publishing, North Adams, USA.

Zotz G, Hietz P. 2001. The physiological ecology of vascular epiphytes: current knowledge, open questions. In *Journal of Experimental Botany*, **52**, 364: 2067–2079. DOI: <https://doi.org/10.1093/jexbot/52.364.2067>