

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2018

Markéta Lelková

Univerzita Pardubice

Fakulta chemicko-technologická

Pomocné půdní látky

Markéta Lelková

Bakalářská práce

2018

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická
Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Markéta Lelková**
Osobní číslo: **C15759**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Hodnocení a analýza potravin**
Název tématu: **Pomocné půdní látky**
Zadávající katedra: **Katedra anorganické technologie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Zpracujte literární rešerši věnovanou pomocným půdním látkám, zaměřte se zejména na tyto otázky:

1. Vymezení pojmu "pomocná půdní látka", rozdělení těchto látek podle účelu, použití a složení.
2. Principy účinků pomocných půdních látek.
3. Sortiment pomocných půdních látek registrovaných v České republice, výrobci, dodavatelé, vlastnosti a použití pomocných půdních látek.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Ladislav Svoboda, CSc.

Katedra anorganické technologie

Datum zadání bakalářské práce:

19. února 2018

Termín odevzdání bakalářské práce:

4. července 2018



prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.
děkan

L.S.



prof. Ing. Petra Šulcová, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 19. února 2018

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci použila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice

V Pardubicích dne 21.6.2018

.....

Markéta Lelková

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce, doc. Ing. Ladislavu Svobodovi, CSc. za veškerou pomoc při vypracování této práce, za poskytnutí cenných rad a organizační vedení.

Poděkování také patří mé rodině, která mě po dobu studia vždy podporovala a byla mi oporou.

ANOTACE

Práce je věnována pomocným půdním látkám registrovaným v České republice a jejich rozdělení z hlediska účelu použití a složení. Zaměřuje se na popis jejich vlastností a způsobu aplikace, součástí je také přehled výrobců a distributorů těchto výrobků na český trh.

KLÍČOVÁ SLOVA

pomocné půdní látky, půdní kondicionéry, půdní zlepšovače, superabsorbenty, inhibitory nitrifikace

TITTLE

Soil amendments

ANNOTATION

The thesis is devoted to soil amendments registered in the Czech Republic and their distribution in terms of mechanism of action and composition. It focuses on the description of their properties, methods of application and the list of companies providing production and distribution of these products on the Czech market.

KEYWORDS

soil amendments, soil conditioners, soil improvers, superabsorbents, inhibitors of nitrification

Obsah

ÚVOD	9
1 Pomocné půdní látky	10
2 Rozdělení PPL podle účelu použití	10
3 Látky zadržující vodu	10
3.1 Hydrogely	14
3.2 Jílové a jiné minerály	17
3.3 Bio-organické materiály	17
4 Látky zlepšující strukturu půdy a její fyzikální, chemické a mechanické vlastnosti	18
4.1 Bio-organické materiály	20
4.2 Anorganické materiály	21
4.3 Syntetické materiály	22
5 Látky podporující výživu a zdraví rostlin	26
5.1 Bakteriální pomocné půdní látky	26
5.2 Huminové kyseliny, rostlinné extrakty a jiné organické sloučeniny	28
5.3 Anorganické materiály	29
6 Inhibitory mikrobiálních půdních procesů	36
6.1 Nitrifikace	37
6.2 Denitrifikace	37
6.3 Inhibitory nitrifikace	38
6.4 Rozklad močoviny enzymem ureázou	38
6.5 Inhibitory ureázy	39
7 Ostatní pomocné půdní látky	42
8 Závěr	44
9 Použitá literatura	46

ÚVOD

V zemědělské velkovýrobě, ovocnářství, květinářství, lesnictví i v malopěstitelském sektoru je vedle minerálních a organických hnojiv jako zdrojů živin pro výživu rostlin používána celá řada dalších materiálů, které svou přítomností v půdě mohou významně přispět ke zlepšení jejich vlastností a úrodnosti a podpořit zdravý růst a vývoj pěstovaných rostlin. V zákoně o hnojivech [1] jsou tyto materiály označovány jako pomocné půdní látky (dále PPL), v literatuře se můžeme setkat i s pojmy půdní zlepšovače, půdní kondicionéry či tzv. nepřímá hnojiva. Pro některé autory to jsou rovnocenná synonyma, jiní v jejich obsahu vidí větší či menší rozdíly. V registru hnojiv [2] bylo k 15. 5. 2018 jako pomocná půdní látka vedeno 93 přípravků lišících se účelem použití, původem, vlastnostmi, principem účinku apod., se kterými se lze na českém trhu setkat. Často se jedná o přípravky nabízené pod různými obchodními názvy, avšak se stejnou účinnou složkou, lišící se jen výší jejího obsahu či přítomností a množstvím dalších komponent.

Cílem této bakalářské práce bylo shromáždit informace o pomocných půdních látkách vedených v registru hnojiv ČR a schválených k použití na tuzemském trhu, provést jejich klasifikaci dle účelu použití, chemického složení a principu účinku a vytvořit databázi jejich výrobců.

1 Pomocné půdní látky

Zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech) [1] v § 2 uvádí: „Pro účely tohoto zákona se rozumí pomocnou půdní látkou látka bez účinného množství živin, která půdu biologicky, chemicky nebo fyzikálně ovlivňuje, zlepšuje její stav nebo zvyšuje účinnost hnojiv, s výjimkou přípravků na ochranu rostlin. Hranice obsahu živin oddělující hnojiva jako jejich hlavní zdroje určené pro výživu rostlin a PPL tedy není jednoznačně vymezena, proto i mezi PPL lze nalézt přípravky obsahující množství živin, která mohou k výživě rostlin významně přispět. Většinou se však jedná o materiály, pro jejichž zařazení mezi PPL byly rozhodující jiné vlastnosti, např. schopnost ovlivňovat vodní režim půdy.

2 Rozdělení PPL podle účelu použití

Po analýze informací o PPL uvedených v Registru hnojiv [2], v odborné literatuře a dalších zdrojích lze tyto látky dle hlavního účelu použití rozdělit na

1. látky zadržující vodu,
2. látky zlepšující strukturu půdy a její fyzikální, chemické a mechanické vlastnosti
3. látky podporující výživu a zdraví rostlin,
4. inhibitory mikrobiálních půdních procesů.
5. ostatní PPL

Mnohé z PPL plní současně více funkcí půdních kondicionérů, což je v kapitolách, resp. tabulkách věnovaných jednotlivým skupinám PPL vyznačeno, na prvním místě je vždy uváděna vlastnost, která je považována za určující.

3 Látky zadržující vodu

V tabulce 1 jsou shromážděny PPL určené zejména pro regulaci půdní vláhly, případně využitelné jako zdroj vody pro rostliny v obdobích sucha a nízkých dešťových srážek.

Tabulka 1: PPL určené zejména pro zadržování vody

Název PPL	Složení	Vlastnosti	Způsob aplikace	Výrobce/Dovozce
Agrisorb	Hydrogel	Zadržuje vodu	Smísení s půdou, aplikace na kořeny	Evonik Industrie AG AgroProtec s.r.o.
Alginit	Jílový minerál, org. hmota z řas	Zadržuje vodu, vlhkost až 40%, poutá živiny	Smísení s půdou, rozmetání, zapravení	VázsonyiSzövetkezeti KFT Algiva s.r.o.
Alginit	Jílový minerál, org. hmota z řas	Zadržuje vodu, vlhkost až 40%, poutá živiny	Smísení s půdou, rozmetání, zapravení, pod sazenice stromů	VázsonyiSzövetkezeti KFT Sansara s.r.o.
ALGINIT	Jílový minerál, org. hmota z řas	Zadržuje vodu, vlhkost až 40%, poutá živiny	Smísení s půdou, rozmetání, zapravení, pod sazenice stromů	Algiwo s.r.o. NOZA s.r.o.
AquaGel C	Kopolymer akrylamidu	Zadržuje vodu, eliminuje stres při přesazování	Hydroosev trávníků, závlivka	PROFILEProducts, LLC Snadný trávník, s.r.o.
ELJet Mikro	Hydrogel	Zadržuje vodu, zlepšuje výživu osiva	Smísení s vodou, aplikace na semena	SchauerProduct OOO JET COMPANY s.r.o.
ELJet	Hydrogel	Zadržuje vodu, zlepšuje výživu osiva	Smísení s vodou, aplikace na semena	SchauerProduct OOO JET COMPANY s.r.o.
FiberBond ULTRA	Hydrokoloidní polymer, polyesterová vlákna, guma guar	Zadržuje vodu, tvoří protierozní ochranu mulčovacími materiály	Smísení s vodou, osivem a mulčovacími materiály	PROFILEProducts, LLC Snadnýtrávník,s.r.o.

Tabulka 1 – pokračování 1: PPL určené zejména pro zadržování vody

Název PPL	Složení	Vlastnosti	Způsob aplikace	Výrobce/Dovozce
FlocLoc	Polyakrylamid	Zadržuje vodu, brání vyplavování půdním částicím	Smísení s vodou a mulčovacím materiálem	PROFILE Products, LLC Snadný trávník, s.r.o.
GEOHUMUS	Polymer kyseliny akrylové, sopečná kamenná moučka, jílové minerály, křemičitany	Zadržuje vodu, podporuje příjem živin	Smísení s půdou, výsadba	GEOHUMUS INTERNATIONAL GmbH GREENSPOL s.r.o.
HARMONIE Hydretain ES Plus	Povrchově aktivní látky	Zadržuje vodu, zlepšuje příjem živin, strukturu substrátu	Smísení s vodou	EcologelSolutions AgroBio Opava s.r.o.
Hydrogel	Hydrogel	Zadržuje vodu	Smísení se substrátem, smísení s vodou a následné namáčení kořenů rostlin, poprášení mokrých kořenů	Degussa AG Falconry s.r.o.
Hydrogel	Hydrogel	Zadržuje vodu	Smísení se substrátem, smísení s vodou a následné namáčení kořenů rostlin	Degussa AG AGRO CS a.s.
Hydrosorb Plus	Mleté minerály, dřevní vlákno, sladové klíčky, minerální materiál z lávy	Zadržuje vodu, fixuje živiny, zabraňuje zahnívání kořenů	Aplikace na dno výsadbové jámy, zapravení 10 cm pod povrch při plošné aplikaci, smísení s půdou	Rašelina a.s.
Plantagel	X-vazebný polyakrylát	Zadržuje vodu, vlhkost 5-7%	Smísení s vodou a následné namáčení kořenů, smísení s půdou	AgriculturalPolymers International Ltd Symbiom s.r.o.

Tabulka 1 – pokračování 2: PPL určené zejména pro zadržování vody

Název PPL	Složení	Vlastnosti	Způsob aplikace	Výrobce/Dovozce
PLANTASORB	Polyakrylamid, zeolit, bentonit, rašelina	Zadržuje vodu, vlhkost až 30%	Aplikace na dno výsadbové jámy, zapravení 10 cm pod povrch při plošné aplikaci, smísení s půdou	Symbiom s.r.o.
STOCKOSORB 660 Medium	Akrylamid/kopolymer kyseliny akrylové, draselná sůl	Zadržuje vodu, eliminuje šok při přesazování	Smísení s půdou, posyp půdy před pokládání trávnickového koberce, rozmetání po již založeném trávniku	EvonikNutrition& Care GmbH FINSTAR s.r.o.
STOCKOSORB 660 Micro	Viz STOCKOSORB 660 Medium	Zadržuje vodu, eliminuje šok při přesazování	Smísení s vodou a následné máčení kořenů, zaprašování	EvonikNutrition& Care GmbH FINSTAR s.r.o.
STOCKOSORB 660	Viz STOCKOSORB 660 Medium	Zadržuje vodu, eliminuje šok při přesazování	Smísení s vodou a následné smáčení kořenů, smísení s půdou	EvonikNutrition& Care GmbH FINSTAR s.r.o.
TerraCottem Universal	Hydroabsorbenty, minerální a organická hnojiva	Zadržuje vodu, eliminuje šok při přesazování, zintenzivňuje růst kořenů	Zapravení 20 cm pod povrch při plošné aplikaci, smísení s půdou, pod sazenice stromů	TerraCottem bvba TERRACOTTEM CZ s.r.o.
TRANSFORMER	Alkohol ethoxylát	Zadržuje vodu	Zavlažování	ORO AGRI International Ltd
TS HG Plant	Hydrogel, huminové látky	Zadržuje vodu, zlepšuje strukturu půdy	Smísení s půdou, pod sazenice rostlin, smáčení kořenů před výsadbou	BEIDEA s.r.o.
WaterRetainer	Organická zemina	Zadržuje vodu	Smísení s vodou, následný postřik nebo zavlažování	Water&Soil Kfr. s.r.o.

Podle účelu použití se také volí způsob aplikace. Může jím být:

- zapravení do půdy před osetím či výsadbou,
- aplikace pod kořenový bal rostlin při jejich výsadbě či přesazování,
- rozmetání na povrch pozemků.

Přípravky na bázi hydrogelů lze navíc aplikovat

- máčením kořenů vysazovaných či přesazovaných rostlin ve zředěném gelu,
- naprašováním vysušeného hydrogelu na vlhké kořeny přesazovaných rostlin,
- postřikem či zálivkou,
- formou tzv. hydroosevu (speciální způsob osévání ploch, při kterém se rovnoměrně nanáší směs osiva, vody, umělého hnojiva, organické hmoty a protierozních přísad, např. hydrogelů, na určenou plochu)

Podle chemického složení účinných složek lze látky zadržující vodu rozdělit do tří skupin, a to na: hydrogely (superabsorbenty), jílové a jiné minerály a materiály bio-organického původu. Vyráběné PPL obsahují buď jednu složku patřící do některé z těchto skupin, obvykle se však jedná o vícesložkový systém, jehož komponenty navíc nemusí působit pouze jako regulátory půdní vláhly, ale plní i další funkce půdních zlepšovačů.

3.1 Hydrogely

Největší skupinu těchto materiálů tvoří tzv. hydrogely, neboli také superabsorbenty, které jsou účinnou složkou 18 registrovaných přípravků. Hydrogely jsou vysokomolekulární polymerní sloučeniny, které dokáží vázat velké množství vody a v průběhu vegetace ji předávat kořenům. Vytvořený gel z přípravku chrání nejjemnější kořenový systém rostliny před poškozením suchem. Po ošetření kořenů rostlin a následném vysázení přítomnost gelu urychlí kontakt s okolní půdou, čímž se zabezpečí překonání tzv. přesazovacího šoku. 1 g suchého hydrogelu je schopen pojmout až 400 g vody. Jako výhody použití hydrogelů lze uvést:

- výborně chrání rostliny před vlivem sucha,
- dlouhodobě zvyšují zásobu vody v prostředí kořenového obalu,
- zvyšují podíl ujatých sazenic,
- zabezpečují rovnoměrné zásobování rostliny vodou,
- snižují spotřebu závlahové vody,

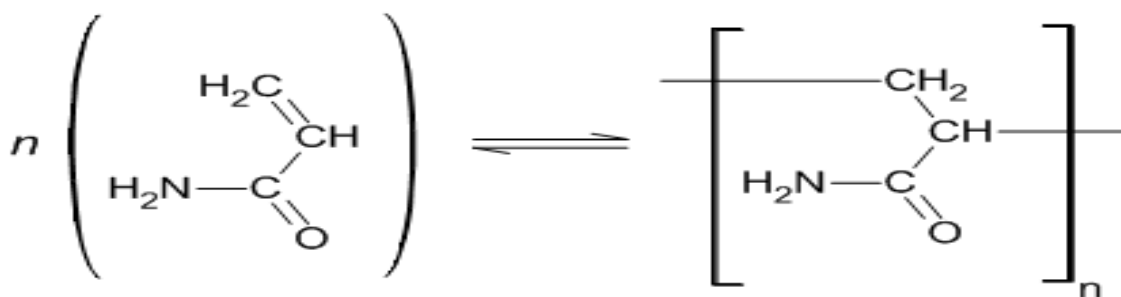
- vykazují antistresový efekt,
- lze je aplikovat různými způsoby, (viz kap. 1.2.1),
- mohou být nasyceny roztoky hnojiv, v nich obsažené živiny jsou po aplikaci do půdy společně s vodou uvolňovány do půdního či hydroponického prostředí,
- zlepšují strukturu půdy, zadržují a stmelují jemné půdní částice (antierozní efekt).

Hydrogelové přípravky jsou proto používány:

- při výsadbě jehličnanů a listnáčů v lesním hospodářství,
- při výsadbě ovocných stromků, sazenic révy a drobného ovoce,
- při preskladňování sazenic stromů a keřů ve školkách po jejich vyzvednutí,
- při vegetativním množení rostlin pro zlepšení kvality substrátů,
- při výsadbě předpěstovaných sazenic zeleniny, květin, tabáku a pod.,
- při ošetřování kořenů rostlin při skladování a v zásilkových službách,
- při výsevů trav na nekvalitních stanovištích,
- při přípravě půdních substrátů pro výsadbu rostlin,

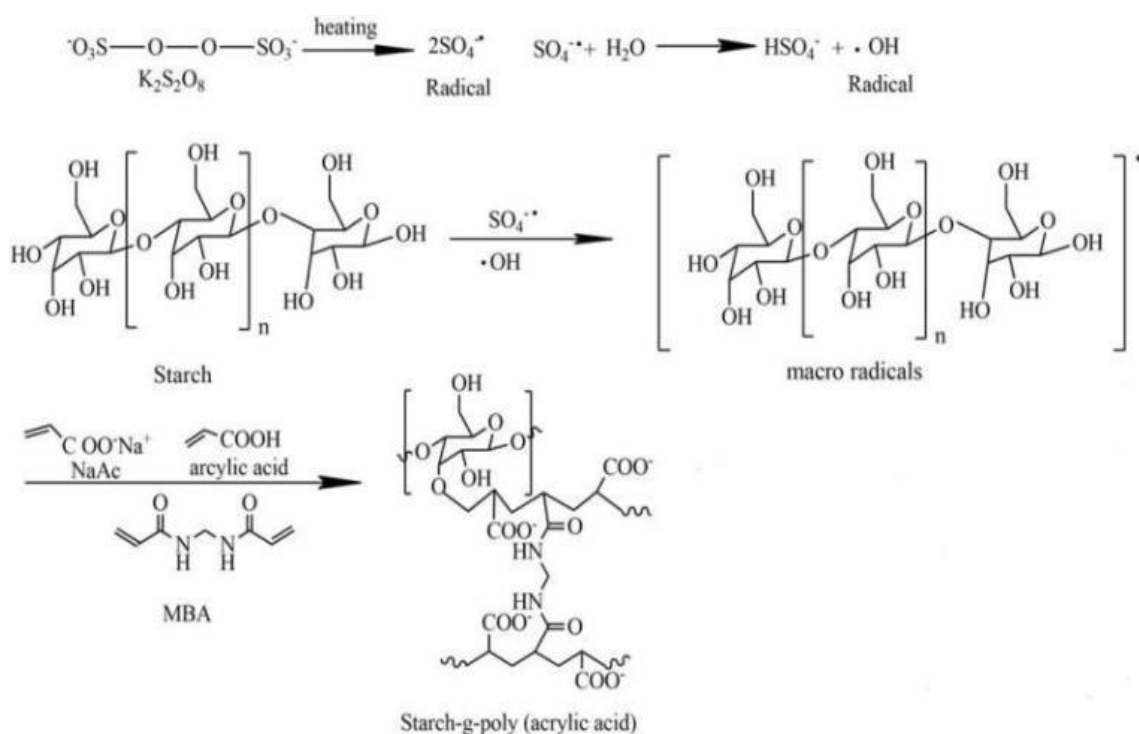
Typickými představiteli hydrogelových PPL jsou např. AGRISORB [3], HYDROGEL [4], STOCKOSORB [5], TERRACOTTEM [6] či PLANTASORB [7].

Nejrozšířenější skupinou syntetických hydrogelů jsou materiály na bázi polyakrylamidu (viz Obrázek 1).



Obrázek 1: *Mechanismus polymerace akrylamidu [8]*

Problémem je však skutečnost, že vyrobený polyakrylamid obsahuje rezidua nezpolymerizovaného akrylamidu, který je fytotoxický. Vzhledem ke svým neurotoxickým a potenciálně karcinogenním účinkům představuje zdravotní riziko i pro člověka. Proto se vývoj hydrogelových půdních kondicionérů zaměřuje na jiné kopolymery, v nichž je akrylamid částečně nebo úplně nahrazen jinými monomery a produkt je biodegradabilní [9]. Příkladem může být kopolymer kyseliny akrylové a škrobu (viz Obrázek 2).



Obrázek 2: Reakční schéma vzniku hydrogelu na bázi graft - kopolymeru škrobu a kyseliny akrylové [10]

3.2 Jílové a jiné minerály

Druhou, méně početnou skupinu PPL zadržujících vodu, představují přírodní jílové minerály a různé alumosilikáty. Jejich bobtnací kapacita je sice nižší, nežli u hydrogelů, zato jsou výrazně levnější (jedná se o těžené přírodní suroviny) a lze je tedy aplikovat ve větších dávkách. Z výrobků této skupiny PPL, u kterých je jako jejich základní vlastnost uváděna schopnost zadržovat v půdě vodu, lze uvést ALGINIT, což je organicko-minerální hornina vzniklá před 3 až 5 miliony lety působením primitivních řas, biomasy a zvětráváním vulkanického prachu. Jako účinné složky zadržující vodu obsahuje třívrstvé jílovité hlinitokřemičitanové minerály montmorillonit a illit známé svou vysokou bobtnavostí a měrným povrchem. Uvádí se, že 1 kg ALGINITU je schopen pojmout a molekulárně vázat až 1,7 kg vody. Vedle této vlastnosti je ALGINIT schopen poutat na sebe toxické těžké kovy a udržet je před vyplavováním do vnějšího prostředí. K úrodnosti a nasákavosti půdy, do níž byl aplikován, přispívá rovněž vysokým obsahem humusu vzniklého z odumřelých řas (cca 40%) a biogenních makro- i mikroprvků [11].

Jílovité složky jsou obsaženy i v PPL, u nichž k vysoké retenci vody přispívají ještě další komponenty. Např. u GEOHUMUSU to je přítomnost syntetického hydrogelu a sopečné kamenné moučky, v případě PLANTASORBU jsou vedle bentonitu, jehož hlavní složkou je montmorillonit, přítomny polyakrylamid a zeolit. Tento alumosilikát zvyšuje kapilární vodní kapacitu půdy, tj. schopnost zadržet vodu pro potřeby rostlin v kapilárních pórech, což je využíváno zejména u písčítých a písčitohlinitých půd. Zvyšuje také kationtově-výměnnou kapacitu, což je množství iontů, které je daný systém schopen poutat a stabilitu půdních agregátů. Dokáže rovněž výrazně snížit kyselost půd [12]. Je třeba zmínit i výrobek AGROPERLIT, resp. PERLIT, což je za vysokých teplot expandovaná hlinitokřemičitanová vulkanická hornina používaná zejména pro vylehčení a provzdušnění půdní struktury (viz Tabulka 2). Díky své vysoké porozitě je AGROPERLIT schopen zadržet až kolem 50% vody/litr [13].

3.3 Bio-organické materiály

Vedle hydrogelů a alumosilikátových PPL přispívají ke zvýšení retence vody v půdě různé materiály organického původu, které jsou porézní a nasákavé a které obvykle plní ještě další funkce půdních kondicionérů. Jejich retenční vodní kapacita je ve srovnání s hydrogely a jíly sice mnohonásobně nižší, nicméně jejich přítomnost v půdě vede k jejímu pomalejšímu vysychání a zvýšení vodní zádrže. Zlepšují zejména strukturu půdy, její provzdušněnost, jsou

zdrojem živin a různých látek podporujících zdravý růst rostlin. Z PPL uvedených v Tabulce 1 lze uvést přípravek ALGINIT, což je organo-minerální jílovitá hornina obsahující 40% organické hmoty vzniklé rozkladem řas a biomasy, HYDROSORB PLUS obsahující dřevní hmotu či PLANTASORB, jehož složkou je rašelina.

Řadu materiálů organického původu více či méně zadržujících vodu lze nalézt i v přípravcích určených přednostně pro zlepšování struktury půdy a jejích fyzikálně chemických vlastností (viz Tabulka 2). Např. dřevěné uhlí je obsaženo ve výrobcích AGRO-PROTECT-SOIL a AKTIVNÍ UHLÍ, AGROUHEL je produktem pyrolýzy rostlinné a dřevní biomasy, jejím rozkladem se vyrábí i HUMIFIRST. K zadržování půdní vláhly přispívá i aplikace rašeliny, i když hlavním důvodem jejího použití bývá vylepšení půdní struktury a fyzikálně chemických vlastností půdy. Obdobně i mezi PPL určenými zejména pro podporu výživy a zdraví rostlin lze nalézt výrobky, které jako vedlejší efekt vykazují pozitivní vliv na vodní režim půdy. Patří k nim např. B. A. GRANULÁT vyráběný z mořských řas či JUMP START, SUPER HUME a VERMIKOMPOST obsahující huminové látky (viz Tabulka 3).

4 Látky zlepšující strukturu půdy a její fyzikální, chemické a mechanické vlastnosti

Jednou z nejvýznamnějších vlastností půdy ve vztahu k rostlinám je půdní struktura [14], [15]. Půdní strukturu ovlivňuje mnoho činitelů, zejména její mechanická skladba, obsah humusu, kořenová soustava rostlin, činnost půdního edafonu, vodní srážky a pohyb vody. Ten je závislý na velikosti volných prostor (pórů) mezi půdními částicemi. Póry většího průměru (makropóry) voda vsakuje do nižších půdních profilů a jsou poté vyplněny půdním vzduchem, kapilárními póry voda naopak vzlíná a udržuje se v nich díky adhezním a kohezním silám. Poměr objemů makro- a mikropórů je důležitým půdním parametrem, který závisí na textuře zeminy, tj. na její zrnitosti dané zastoupením částic různé velikosti. Pro rostliny je nejvhodnější drobtovitá struktura půdy, při níž jednotlivé částice půdy vytvářejí agregáty (tzv. pedy) o průměru 1 – 10 mm, mezi nimiž se vytvářejí velké vzdušné póry a uvnitř krátké póry kapilární. Vzdušné póry umožňují snadné vsakování srážkové nebo závlahové vody i pronikání kořenů rostlin. Na styčných bodech těchto pedů na sebe navazují kapiláry, takže voda ze spodních vrstev může bez obtíží vzlínat a dobře zásobovat rostliny potřebnou vláhou. Podmínkou pro vytvoření drobtovité struktury je dostatek humusu v půdě.

Slitá struktura půdy charakteristická pro těžší jílovité půdy s nízkým obsahem humusu je pro rostliny méně příznivá, neboť vysoký podíl jemných částic vede k poklesu množství vzdušných makropórů a k vytváření nadměrného množství kapilárních prostor a půda je téměř nepropustná jak pro vodu, tak pro kořeny rostlin.

Prašná struktura je pro rostliny ještě méně vhodná než slitá. Taková půda je sypká, jednotlivé částice nejsou agregovány, je v ní mnoho makropórů, kterými voda rychle vsakuje do spodních půdních horizontů a při tom splavuje živiny mimo dosah kořenů rostlin. Rostliny pak trpí nedostatkem vody i živin, jejich kořeny také nejsou v sypké půdě dostatečně zakotveny.

Struktura je jednou z vlastností půdy, kterou lze ovlivňovat. Pro získání žádoucí drobtovité struktury je nutné do půdy dodávat humus, a to jak do půd příliš lehkých, písčitých, které mají prašnou strukturu, tak do těžkých, jílovitých se slitou strukturou. Hlavním zdrojem humusu jsou organická hnojiva, zejména dobrý kompost. Proto pravidelné hnojení organickými hnojivy je nezbytné u všech půd. Do lehkých písčitých půd se mají pravidelně přidávat také stmelující hmoty jílovité povahy, jako je např. rybníční bahno, apod. Do těžkých jílovitých půd je naopak třeba přidávat hmoty vylehčující, např. popel, písek, ale také rašelinu, která vylepšuje všechny druhy půd.

Vedle struktury jsou půdy charakterizovány řadou chemických a fyzikálně-chemických vlastností, které ovlivňují její úrodnost. Patří sem obsah prvků (jejich zastoupení, formy výskytu, způsob vazby apod.), sorpční schopnost, půdní reakce, pufrční schopnost aj. [15].

Do Tabulky 2 jsou uspořádány PPL určené zejména pro zlepšování struktury půdy a jejich fyzikálních, chemických a fyzikálně-chemických vlastností. Způsoby aplikace těchto PPL se odvíjejí od jejich povahy a účelů použití, patří sem:

- smísení se substrátem určeným pro výsadbu, výsev, přesazování a řízkování,
- rozmetání a případné zapravení do půdy,
- postřik, hydroosev,
- hydroponie
- bioinjekce do stromů

Z hlediska chemického složení, event. původu suroviny, ze které byla daná PPL vyrobena, lze tyto půdní zlepšovače rozdělit na PPL bio-organického původu, anorganické materiály a PPL syntetické.

4.1 Bio-organické materiály

Do této skupiny PPL evidovaných v registru hnojiv a určených zejména ke zlepšení půdní struktury bylo do Tabulky 2 zařazeno 6 výrobků na bázi humusových látek (včetně rašeliny). Vedle zlepšení půdní struktury vykazují i další pozitivní efekty. Např. distributor produktu HUMAC AGRO, firma Envi Produkt s.r.o., na svých internetových stránkách [16] uvádí, že výrobek je půdním zlepšovačem uhlíkového typu, jehož aplikací do půdy se dlouhodobě zvyšuje její úrodnost tím, že významným způsobem zlepšuje stav organominerálního půdního sorpčního komplexu a tím zlepšuje půdní strukturu, zlepšuje podmínky pro rozvoj mikroorganismů a zvyšuje sorpční a pufrovací kapacitu půdy. Obsažené huminové kyseliny hrají významnou úlohu při vázání a uvolňování iontů i při úpravě pH. Makroprvky, mikroprvky a půdní živiny váží do chelátových komplexů, ze kterých je rostliny lépe přijímají. Vlastní produkt obsahuje množství biogenních látek a současně umožňuje akumulovat další minerální látky a vitamíny pro výživu rostlin. Přípravek váže toxické látky, těžké kovy a pozůstatky chemických přípravků (pesticidy, herbicidy), zadržuje vodu v půdě, revitalizuje zamořené půdy a upravuje pH půd. Významně snižuje ztráty živin vyplavováním, čehož důsledkem je expanze objemu kořenové hmoty pěstovaných rostlin, které lépe odolávají stresovým faktorům. Má rovněž příznivý vliv na mineralizaci a imobilizaci dusíku v půdě. Přípravek optimalizuje využití živin rostlinami a snižuje spotřebu minerálních hnojiv. Obdobné vlastnosti a pozitivní vliv na strukturu půdy lze očekávat u výrobků značky HUMIFIRST a dalších produktů na bázi humusových látek. K nim lze přiřadit i výrobky určené zejména pro podporu výživy a zdraví rostlin, obsahující huminové a fulvokyseliny, které byly zařazeny do Tabulky 3 (JUMP START, MICROBASE G1, MICROGREEN G6, SUPER HUME, VERMIKOMPOST).

Organického původu je i dalších 5 registrovaných PPL určených přednostně ke zlepšení půdní struktury a vykazujících další pozitivní vlastnosti. Jedná se zejména o výrobky vyráběné pyrolytickým zpracováním dřevní a rostlinné biomasy, kde je výsledným produktem dřevěné uhlí, případně zuhelnatělá rostlinná hmota (AGRO-PROTECT-SOIL, AGROUHEL, AKTIVNÍ UHLÍ). Např. o výrobku AGROUHEL jeho výrobce na svých internetových stránkách [17] uvádí:

- kypří a provzdušňuje půdu (zlepšuje strukturu půdy),
- zadržuje v půdě vodu,
- omezuje erozi,
- zabraňuje vyplavování živin,
- zadržuje minerální látky,
- podporuje v půdě rozvoj prospěšných mikroorganismů,
- potlačuje patogeny a choroby,
- urychluje tvorbu humusu.

4.2 Anorganické materiály

Z anorganických materiálů určených pro zlepšování půdní struktury je třeba zmínit zejména půdní zlepšovače AGROPERLIT a PERLIT vyráběné žháním tvrdých vulkanických hlinitokřemičitanových hornin při vysokých teplotách, kdy dochází k jejich expanzi. V závislosti

na technologii výroby se získává perlit s různými parametry a užitnými vlastnostmi (porézností, sorpční schopností, mechanickou odolností, tvrdostí, barvou). Porézní struktura granulí zajišťuje přístup půdního kyslíku ke kořenovému systému, zejména k aktivní frakci kořenových vlásečnic, které zcela penetrují životní prostor substrátu. Je to důležité, protože projevy životních procesů rostliny jsou zásadně závislé na fungování zdravého a rozsáhlého kořenového systému. Produkt se vyznačuje specifickými sorpčními a vyrovnávacími vlastnostmi, což upravuje výživu rostlin v optimálních podmínkách objemového poměru voda/vzduch 50 %/50 % pro střední frakci granulí. Rostliny si snadno osvojují minerální ionty rozpuštěné ve vodě absorbované granulemi. Kromě toho sloučeniny křemíku obsažené v Perlitu vlivem chemismu výživy v určité míře přecházejí do roztoku kořenového prostředí, o čemž svědčí jeho zvýšené množství zjištěné v chemických rozborech drenážní vody. Křemík je důležitým prvkem výživy rostlin, kladně ovlivňuje strukturu a stavbu buněčných stěn, hlavně listů, kvalitu květů a také růst odolnosti rostlin proti houbovým chorobám, zejména padlí [18].

K anorganickým půdním kondicionérům, které upravují strukturu půdy, lze zařadit i materiály, které vedle toho regulují půdní kyselost a jsou navíc zdrojem živin. Hlavní účinnou složkou výrobků AKEO a NEOSOL je dolomitický vápenec jako zdroj vápníku a hořčíku, v případě přípravku AKEO obohacený o další živiny (draslík, fosfor).

4.3 Syntetické materiály

Mezi registrovanými PPL pro zlepšování půdní struktury jsou i plně syntetické materiály na bázi vodorozpustných polymerů (HYDROPAM, TACKING AGENT 3), které váží (stmelují) jemné půdní částice (stabilizační efekt) a zvyšují přilnavost osiva nebo mulče k půdě při jejich aplikaci tzv. hydroosevem. nebo hydromulčováním. HYDROPAM vytváří ideální prostředí pro klíčení semen, neboť zadržuje a udržuje půdu na místě, chrání ji proti větrné a vodní erozi a zajišťuje, aby na místě zůstalo i přidávané hnojivo, které je tak rostlině k dispozici. Po zakořenění rostlin se HYDROPAM rozloží na ekologicky neškodný oxid uhličitý a vodu. V půdě setrvává 5-6 týdnů, na rozdíl od přípravků na bázi „Gumy guar“, kterou půdní mikroorganismy dokáží rychle rozložit [19].

Obdobné vlastnosti vykazuje i Tacking Agent 3. Jedná se o kvalitní protierozní fixátor pro náročné projekty. Začíná fixovat a tím chránit povrch půdy ihned po aplikaci. Lze ho používat v kombinaci se všemi typy vláknitých mulčovacích materiálů. Má tyto přednosti [20]:

- chrání před půdní erozí a dešťovou vodou okamžitě po aplikaci hydroosevu,
- obsahuje polyakrylamidy a hydrokoloidní polymery pro lepší spojení vláken mulčů a půdy,
- zlepšuje zadržování vody v půdě pro všechny typy mulčovacích materiálů,
- zkvalitňuje vývoj rostlin a zakládání trávníků,
- pomáhá při klíčení v období vysokých teplot a eliminuje stres rostlin,
- obsahuje zelené barvivo pro snadnější kontrolu pokrytí v místě aplikace.

Tabulka 2: PPL určené zejména pro zlepšování struktury půdy a jejích vlastností

Název PPL	Složení	Vlastnosti	Způsob aplikace	Výrobce/Dovozce
AGROPERLIT	Expandovaná vulkanická hornina	Zlepšuje strukturu půdy, zadržuje vodu	Smísit s půdou, výsev, řízkování, hydroponie,	Perlit, spol. s.r.o.
AGROPERLIT, EP AGRO	Expandovaná vulkanická hornina	Zlepšuje strukturu půdy, zadržuje vodu	Smísit s půdou, výsev, řízkování, hydroponie	Perlit, spol. s.r.o.
Agroperlit	Expandovaná vulkanická hornina	Zlepšuje strukturu půdy, zadržuje vodu	Smísit s půdou, výsev, řízkování, hydroponie	BIOM, s.r.o.
AGRO-PROTECT-SOIL	Dřevěné uhlí	Zlepšuje strukturu půdy	Smísení s půdou	Ekogrill, s.r.o.
Agrouhel plus organic A	Peletizovaný agrouhel, ovčí hnůj, celulózové vlákno	Zlepšuje strukturu půdy, dodává org. hmotu a živiny, zadržuje vodu, omezuje vyplavování hnojiv, upravuje pH	Smísení s půdou	Aivotec s.r.o.
Agrouhel	Produkt pyrolýzy rostlinné biomasy a dřeva	Zlepšuje strukturu půdy, zadržuje vodu, zabraňuje vyplavování živin	Smísení s půdou	Biouhel.CZ s.r.o.
AKEO	Dolomitický vápenec, organické látky, rostlinné pojivo	Zlepšuje strukturu půdy, zadržuje vodu, upravuje pH, zdroj P ₂ O ₅ (16%), K ₂ O(17%) CaO (56%), MgO (7%)	Smísení s půdou	PRP Technologies SA PRP GmbH
Aktivní uhlí	Dřevěné uhlí	Zlepšuje strukturu půdy, zadržuje vodu, půdu provzdušňuje	Smísení s půdou	AGRO CS a.s.

Tabulka 2 – pokračování 1: PPL určené pro zlepšení struktury půdy a jejich vlastností

Název PPL	Složení	Vlastnosti	Způsob aplikace	Výrobce/Dovozce
Dřevní vlákna nahrazující rašelinu	Celulózová vlákna ze dřeva jehličnanů	Zlepšuje strukturu půdy, provzdušňuje, zadržuje vodu, vlhkost až 45%	Zapravení do půdy, smísení s půdou	ASB Grünland
HUMAC Agro	Huminové kyseliny	Zlepšuje strukturu půdy, podporuje růst mikroorganismů, upravuje pH, omezuje vyplavování hnojiv, zdroj C (58%), huminových kyselin (62%)	Smísení s půdou, smísení s kompostem	HUMAC s.r.o. Envi Produkt, s.r.o.
HUMAC Agro	Huminové kyseliny	Zlepšuje strukturu půdy, podporuje růst mikroorganismů, upravuje pH, omezuje vyplavování hnojiv, zdroj C (58%), huminových kyselin (62%)	Smísení s půdou, smísení s kompostem	HUMAC s.r.o. Jan Pernikář
Humifirst	Produkty rozkladu organické biomasy (huminové kyseliny a fulvokyseliny)	Zlepšuje strukturu půdy, zadržuje vodu, provzdušňuje, podporuje adsorpci P a vázání stopových prvků (Fe, Mn, Cu, Zn), zdroj huminových kyselin (12%), fulvokyseliny (3%)	Smísení s půdou, postřik, bioinjekce do stromu, smísení s vodou a následné máčení kořenů, výsev	TradeCorporation International SA
Humifirst WG	Produkty rozkladu organické biomasy (huminové kyseliny a fulvokyseliny)	Zlepšuje strukturu půdy, zadržuje vodu, provzdušňuje, podporuje adsorpci P a vázání stopových prvků (Fe, Mn, Cu, Zn), zdroj huminových kyselin (53%), fulvokyseliny (12%)	Smísení s půdou, postřik, bioinjekce do stromu, smísení s vodou a následné máčení kořenů, výsev	TradeCorporation International SA
Hydropam	Lineární polymer	Zlepšuje strukturu půdy	Hydroosev	EvonikDegussa International AG Stockhausen GmbH Falconry s.r.o.
NEOSOL	Dolomitový vápenec, vápenec, organické látky, rostlinné pojivo	Zlepšuje strukturu půdy, Zdroj CaO (28%), MgO (15,9%)	Smísení s půdou, rozmetání	PRP SA PRP GmbH

Tabulka 2 – pokračování 2: PPL určené pro zlepšení struktury půdy a jejich vlastností

Název PPL	Složení	Vlastnosti	Způsob aplikace	Výrobce/Dovozce
Perlit	Expandovaná vulkanická hornina	Zlepšuje strukturu půdy, provzdušňuje	Smísení s půdou, výsev, řízkování	FORESTINA s.r.o.
Perlit	Expandovaná vulkanická hornina	Zlepšuje strukturu půdy	Smísení s půdou, výsev, řízkování	PERLIT, spol. s.r.o. Rašelina a.s.
Perlit	Expandovaná vulkanická hornina	Zlepšuje strukturu půdy	Smísení s půdou, výsev, řízkování	AGRO CS a.s. Říkov
Rašelina bílá	Rašelina, dřevité příměsy (kořeny, úlomky dřeva) (4%)	Zlepšuje strukturu půdy, upravuje pH, provzdušňuje, brání vyplavování živin	Smísení s půdou	Rašelina a.s.
Rašelina tmavá	Rašelina	Zadržuje vodu, brání vyplavování živin	Smísení s půdou	Rašelina a.s.
STONE	Expandovaná vulkanická hornina	Zlepšuje chemicko-fyzikální vlastnosti půdy, zdroj P ₂ O ₅ , K ₂ O, CaO, MgO, Fe	Zapravení do půdy,	ORO VERDE s.r.o. STONE GRAINS s.r.o.
Tacking Agent 3	Polyakrylamidy, hydrokoloidní polymery	Zlepšuje strukturu půdy, zadržuje vodu	Hydroosev, smísení s vláknitým mulčem	PROFILE Products Snadný trávník, s.r.o.

5 Látky podporující výživu a zdraví rostlin

Pomocné půdní látky této kategorie představují nejpočetnější skupinu registrovaných PPL (46 výrobků, viz Tabulka 3). Je to dáno širokým spektrem účinků, které tyto látky vykazují, různorodostí jejich povahy, složení i aplikačních způsobů.

Použití těchto PPL vede ke:

- zvýšení vitality rostlin,
- zpřístupnění živin rostlinám,
- vázání vzdušného dusíku a jeho následnému využití rostlinami,
- mikrobiálnímu oživení půdy,
- podpoření antistresového efektu,
- podpoření rozkladu organické hmoty,
- stimulaci růstu,
- rozvoji kořenového systému,

Jelikož se ve většině případů jedná o kapalné bakteriální a enzymové koncentráty, aplikují se tyto PPL po zředění vodou nástřikem na půdu bezprostředně následovaným zapravením pod její povrch, aby se zamezilo ztrátám na vnesených mikroorganismech a poklesu efektivity jejich účinku, zejména při vysokých teplotách (např. PPL řady AZOTER). Některé kapalné PPL se aplikují i během vegetace zálivkou (ALGREEN, ATAZYME), do jejich roztoků se namáčejí kořeny vysazovaných či přesazovaných rostlin (RHODOVIT BONSAI) či řízky množených rostlin (RHIZOPON AA), jiné jsou složkou systémů používaných při hydroosevu (BAJKAL M1, JUMP START). Granulované či zrnité PPL se aplikují klasickým rozmetáním a následným zapravením do půdy (AKRA KOMBI, AZET, AZOTOBAG aj.).

Jak je z Tabulky 3 patrné, tvoří tuto skupinu PPL převážně přípravky bakteriální, v menší míře pak PPL, kde jsou účinnou složkou huminové a fulvinové kyseliny, případně další organické látky, nejmenší zastoupení mají přípravky anorganické povahy.

5.1 Bakteriální pomocné půdní látky

Bakteriální PPL tvoří cca 60% registrovaných PPL určených pro výživu a zdraví rostlin. Jedná se o přípravky obsahující různé bakteriální kmeny, mezi nimiž dominují bakterie

schopné fixovat vzdušný dusík do organických sloučenin (biologická fixace dusíku, neboli diazotrofie), který poté zpřístupňuje rostlinám prostřednictvím jejich kořenového systému. Jedná se o schopnost některých prokaryotických organismů (bakterií včetně sinic) redukovat trojnou vazbu v molekule atmosférického dusíku a začlenit jej do organických sloučenin. Tento proces probíhá enzymaticky, pomocí enzymu nitrogenázy, a za dodání energie (ATP). Diazotrofní organismy jsou klíčové v koloběhu dusíku v přírodě, protože umožňují fixaci atmosférického dusíku do organických sloučenin organismů. Díky této unikátní schopnosti bakterií, které umí fixovat dusík, s nimi mnoho jiných organismů vstoupilo do symbiotického svazku. Tyto symbiotické bakterie se často označují jako hlízkové bakterie, protože žijí v specializovaných orgánech, hlízkách. Mnoho dusík fixujících bakterií však nemá tendence asociovat se s kořeny vyšších rostlin, žijí volně.

Diazotrofní organismy se dají obecně rozčlenit do několika skupin:

- žijící volně v půdě - rody *Azotobacter*, *Azomonas*, *Azotococcus*, *Beijerinckia*,
- žijící v asociaci s kořeny rostlin - aerobní (nebo mikroaerofilní) spirily - například rod *Azospirillum*,
- žijící v symbióze s kořeny bobovitých rostlin - rody *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Sinorhizobium*, souhrnně hlízkové bakterie.

Dále jsou fixace vzdušného dusíku schopné některé sinice (*Nostoc*, *Anabaena*) a aktinobakterie (*Frankia*), některé bakterie oxidující síru a enterobakterie (*Escherichia*) [21].

Příkladem PPL obsahujících jako fixátory vzdušného dusíku bakterie rodu *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Rhizobium*, případně i některé další, lze uvést přípravky AZOTOBAG, AZOTER či BACTOFIL.

Vedle dusík fixujících bakterií obsahují uvedené přípravky (i většina dalších bakteriálních PPL) ještě bakterie rodu *Bacillus megatherium*, které jsou schopné rozpouštět fosfáty a tím zpřístupňovat fosfor rostlinám. Např. výrobce přípravku AZOTOBAG o tomto výrobku na svých internetových stránkách uvádí:

Azotobag pro zemědělce je vyroben na bázi porézního minerálního granulátu. Obsahuje půdní bakterie rodu *Azotobacter*, které okamžitě po aplikaci začnou ukládat dusík do půdy a tím podporují rozvoj kořenového systému. Dále obsahuje bakterie *Bacillus megatherium*, které jsou schopny rozpouštět fosfáty a tím zpřístupňovat fosfor pro rostliny. Jako doplněk obsahuje též hlízkové bakterie rodu *Rhizobium*.

Výrobce dále uvádí, že bakterie rodu *Azotobacter* dokáží nahradit až 50 kg minerálního dusíku a bakterie rodu *Bacillus megatherium* uvolní do půdy až 40 kg fosforu za rok. Dlouhodobě prokázané jsou také pozitivní účinky těchto bakterií na rozklad posklizňových zbytků rostlin, zároveň také dochází k celkovému mikrobiálnímu oživení půdy a zlepšení jejího stavu [22].

Přítomnost výše uvedených a řady dalších bakteriálních rodů v PPL urychluje rovněž rozklad a mineralizaci půdní organické hmoty a tím i přísun živin rostlinám. Vedle již zmíněných přípravků AZOTOBAG, AZOTER či BACTOFIL lze uvést výrobky AKRA MSB (obsahuje bakterie mléčného kvašení), BAJKAL EM1, HIRUNDO, NITROFIX, POLYMIX či VERMI VITAL REVITAL.

5.2 Huminové kyseliny, rostlinné extrakty a jiné organické sloučeniny

Vedle PPL, jejich účinek je založen na činnosti půdních bakterií, existuje řada dalších přípravků organické povahy podporujících zdravý vývoj a výživu rostlin. Patří sem PPL obsahující huminové kyseliny (MICROBASE G1, MICROGREEN G6, AZET – trávnickový aktivátor a SUPER HUME) mající pozitivní vliv na růst kořenového systému a uvolňování živin rostlinám. O posledně jmenovaném přípravku lze v nabídkovém listu firmy EKONBIO s.r.o. nalézt, že se jedná o vysoce koncentrovanou tekutou formu organického uhlíku, jehož zdrojem je břidlice. Koncentrace fulvokyselin činí 13%, huminových kyselin 4%. Tento huminový koncentrát výrazně aktivně podpoří rozklad půdní organické hmoty, jehož konečným produktem je humus. Organická hmota, která se v půdě rozkládá a degraduje na uhlík, určuje její úrodnost. Mimo jiné posiluje kořenový systém, zvyšuje příjem živin do rostlin, iontovou kapacitu půdy a schopnost zadržovat vodu. Výrobce též uvádí, že produkt SUPER HUME mění fyzikální a chemické vlastnosti půdy, optimalizuje pH pro plodiny, zvyšuje klíčivost semen po zasetí, brání vzniku chlorózy rostlin, katalyzuje biochemické reakce a ztěžuje růst plevelů [23].

K registrovaným výrobkům na bázi rostlinných extraktů s biostimulačními účinky, které jsou rovněž buď přímo zdrojem živin, nebo podporují jejich zpřístupnění rostlinám, patří přípravky ALGREEN, AMALGEROL, ATAZYME, B. A. GRANULÁT, ENZYMES+, ROOT MOST, ale také zálivková voda COMPAG vyráběná extrakcí kompostové hmoty. Např. o postřikovém přípravku ROOT MOST lze na internetových stránkách prodejce nalézt, že tento výrobek je přírodní kořenový stimulant na bázi mořských řas bohatý na bioaktivní látky,

které výrazně podporuje tvorbu kořenového systému a jemných kořenových vlásků. Je bohatý na fosfor (1,2%), draslík (3%), alginové kyseliny (4%), auxiny (1000 ppm) a extrakt z mořských řas (10%). Výhodami přinášející použití ROOT MOSTU je silná stimulace kořenového růstu, zvětšení jemných kořenových vlásků, zvýšení příjmu důležitých živin a vody, zvýšení odolnosti rostlin vůči stresovým faktorům, podpoření dřívějšího klíčení semen a vynikající zakořenění [24].

Do této skupiny PPL byl zahrnut i plně syntetický přípravek RHIZOPON určený pro řízkování rostlin, který je kombinací tří účinných složek, a to kyseliny indolyloctové, indolyboterzuuru a naphthylazijnzuuru a který přispívá ke zdravému růstu a vitalitě kořenicích rostlin.

5.3 Anorganické materiály

Mezi PPL určenými pro výživu a zdravý vývoj rostlin je i několik přípravků, jejichž hlavní podíl je tvořen anorganickým materiálem, nicméně obvykle doplněným některou z organických složek. Ve většině případů se jedná o PPL, které vykazují kromě pozitivního vlivu na výživu a zdraví rostlin ještě další přínosný efekt, např. vylepšují půdní strukturu, zadržují vláhu apod. Příkladem může být přípravek AKRA KOMBI tvořený směsí dolomitu, bazalitu, jílové moučky, dextrinu, zeolitu a bakterií rodu *Azotobacter*, který zvyšuje vitalitu rostlin, zpřístupňuje a obsahuje živiny včetně ME, poutá vzdušný dusík, upravuje půdní reakci a zlepšuje strukturu půdy. Organickou složku obsahuje i EXPLORER na bázi dolomitického vápence, složkami NEUTRAFLORE jsou magnezit (vylepšuje strukturu a pH půdy, zdroj Mg), bakterie a houby. SILIC BOOST je kapalný koncentrát sloučeniny křemíku ve formě přijatelné rostlinami. Křemík působí na pevnost buněčné blány, zpevňuje listy a stébla.

Tabulka 3: PPL podporující zejména výživu a zdraví rostlin

Název PPL	Složení	Vlastnosti	Způsob aplikace	Výrobce/Dovozce
AKRA MSB	Bakterie mléčného kvašení třtinová melasa, fermentační kyseliny	Podporuje výživu a zdraví rostlin	Postřik	KARNER Düngerproduktion GmbH Agrostis s.r.o.
AKRA Kombi	Dolomit, bazalit, jílová moučka, dextrin, zeolit, Azotobakter	Zvyšuje vitalitu rostlin, zpřístupňuje a obsahuje živiny včetně ME, poutá vzdušný N, zlepšuje strukturu půdy	Rozmetání	KARNER Düngerproduktion GmbH Agrostis s.r.o.
Algreen	Extrakt z mořských řas, 6% N, 7% S, Mg, Ca, B, Mo aj.	Bioestimulátor, zdroj živin, antistresový efekt	Postřik, záливka	Leili Agrochemistry Co. Agrobiosfer, s.r.o.
Amalgerol Premium	Rostlinné oleje a extrakty	Mikrobiální oživení půdy, zpřístupňuje živiny, podporuje rozklad org. hmoty	Postřik, záливka, zapravení do půdy	Hechenbichler GmbH Amalgerol CZ s.r.o.
ATAZYME	Směs enzymů	Stimuluje růst, zvyšuje příjem živin, podporuje růst kořenů a aktivitu půdních mikroorganismů	Postřik, záливka	ATAMI BV
AZET – trávníkový aktivátor	Upravované hnědé uhlí, čedičová moučka	Zpřístupňuje využívání živin, zvyšuje biologickou aktivitu půdy, zdroj MgO (3%), CaO (6%)	Rozmetání	W. NEUDORFF GmbH KG

Tabulka 3 – Pokračování 2: PPL podporující zejména výživu a zdraví rostlin

Název PPL	Složení	Vlastnosti	Způsob aplikace	Výrobce/Dovozce
AZOTER B	Směs bakterií	Mikrobiální oživení půdy, zdroj N ₂ , K, P, enzymů, rozkládá aromatické org. sloučeniny (oleje, pesticidy)	Nástřik zředěným roztokem před setím a následné zapravení do půdy	AZOTER s.r.o. AZOTER CZ s.r.o.
AZOTER F	Směs bakterií a hub	Mikrobiální oživení půdy	Nástřik zředěným roztokem před setím a následné zapravení do půdy	AZOTER s.r.o. AZOTER CZ s.r.o.
AZOTER	Nitrifikační bakterie	Fixuje vzdušný N ₂	Nástřik zředěným roztokem před setím a následné zapravení do půdy	AZOTER s.r.o. AZOTER CZ s.r.o.
AZOTER SC	Směs bakterií a hub	Mikrobiální oživení půdy	Nástřik zředěným roztokem před setím a následné zapravení do půdy	AZOTER s.r.o. AZOTER CZ s.r.o.
AZOTOBAG	Směs bakterií	Fixuje N ₂ , uvolňuje P z půdy do formy přístupné rostlinám, rozkládá org. hmotu, zlepšuje strukturu půdy	Rozmetání	FARMA ŽIRO, s.r.o.
B.A. granulát	Extrakt z mořských řas	Zpřístupňuje živiny rostlinám, zabraňuje vyplavování živin, reguluje vodní režim půdy, zdroj alginátů, fytohormonů, aminokyselin a stopových prvků	Zapravení do půdy	Schulze &HermsenGmbH Ing. Vasil Gjurov
BactoFil A10	Směs bakterií, kvasinek, enzymů, růstových látek, fytohormonů, vitaminů	Biologické oživení půdy, fixuje vzdušný N ₂ , uvolňují P a K obsaženého v půdě, rozkládá org. hmotu	Zapravení do půdy, postřik	BioFil Ltd AGRO Bio HungaryKft
BactoFil B10	Směs bakterií, kvasinek, enzymů, růstových látek, fytohormonů, vitaminů	Biologické oživení půdy, fixují vzdušný N ₂ , uvolňují P a K obsaženého v půdě, rozkládá org. hmotu	Zapravení do půdy, postřik	BioFil Ltd AGRO Bio HungaryKft

Tabulka 3 – Pokračování 3: PPL podporující zejména výživu a zdraví rostlin

Název PPL	Složení	Vlastnosti	Způsob aplikace	Výrobce/Dovozce
BactoFil Cell	Směs bakterií a enzymů	Rozkládá celulózu slámy, zpřístupňuje živiny rostlinám	Zpracování do půdy, postřik	AGRO bio Hungary
BAJKAL EM1	Směs bakterií	Zlepšuje půdní vlastnosti, zpřístupňuje živiny a organické látky rostlinám	Postřik, zpracování do půdy, hydrooesev	OOO EM-Kooperacia MANETECH, a.s.
Coco Booster Uni	Směs bakterií a enzymů	Podporuje růst rostlin	Smísení s vodou	Atami BV
ENZYMES +	Směs enzymů, vitaminů, výtažky z rostlin	Rozklad odumřelé organické hmoty, fungicidní	Zálivka	AdvancedHydroponics of Holland GROWMAN PLAINS s.r.o.
EXPLORER	Dolomitový vápenec, vápenec. Organické látky	Podporuje biologickou aktivitu rostlin, nárůst kořenů	Zapravení do půdy, rozmetání	PRP TECHNOLOGIES PRP GmbH
FIX-H+N	Směs bakterií	Podporuje příjem živin a vody, upravuje pH půdy, fixuje vzdušný N ₂ , podporují zdraví rostlin, podporují produkci hormonů	Postřik	Mikrobiologický Ústav AV ČR RNDr. David Novotný, Ph.D.
FREE N	Směs bakterií	Zvyšuje biologickou aktivitu půdy. Fixuje vzdušný N ₂	Postřik	GALIAGO SAS BIOCONT LABORATORY, spol. s.r.o.

Tabulka 3 – Pokračování 4: PPL podporující zejména výživu a zdraví rostlin

Název PPL	Složení	Vlastnosti	Způsob aplikace	Výrobce/Dovozce
FREE PK	Směs bakterií	Pomáhá rozpouštět křemičitany a fosforečnany, podporuje uvolňování P a K v půdě, snižuje stres při klimatických změnách	Postřik	GALIAGO SAS BIOCONT LABORATORY, spol. s.r.o.
HIRUNDO	Směs bakterií	Rozklad organické hmoty, podporuje vitalitu rostlin, zpřístupňuje minerální látky rostlinám	Smísení s vodou	Mikrobiologický Ústav AV ČR RNDr. David Novotný, Ph.D.
Hydro Booster Uni	Směs bakterií a enzymů	Podporuje růst kořenů	Smísení s vodou	Atami BV
JumpStart	Směs bakterií, huminové látky, jejich soli, smáčedlo	Zadržuje vlhkost, podporuje příjem živin	Hydroosev	PROFILE Products Snadný trávník, s.r.o.
Microbase G1	Huminové kyseliny, fulvokyseliny	Podporuje růst kořenů, zpřístupňuje živiny rostlinám	Smísení s půdou, zapravení do půdy	RertiverS.r.l. Provit a.s.
Microgreen G6	Huminové kyseliny, fulvokyseliny	Podporuje růst kořenů, zpřístupňuje živiny rostlinám	Smísení s půdou, zapravení do půdy	RertiverS.r.l. Provit a.s.
NEUTRAFLORE	MgCO ₃ , bakterie, houby	Zdroj MgO (4%)	Přímo k osivu současně se setím, pod osivo před setím, rozmetání, zapravení do půdy	FERTILUX SA AGROENERGIE Maršovice, spol. s.r.o.
NITRAZON + N	Rašelina, hlízkové bakterie	Zvyšuje mikrobiální aktivitu půdy, fixuje vzdušný N ₂	Smísení s osivem	FARMA ŽIRO, s.r.o.
NITRAZON flow	Hlízkové bakterie	Fixuje vzdušný N ₂ , zvyšuje obsah bílkovin v rostlině	Smísení s osivem	FARMA ŽIRO, s.r.o.

Tabulka 3 – Pokračování 5: PPL podporující zejména výživu a zdraví rostlin

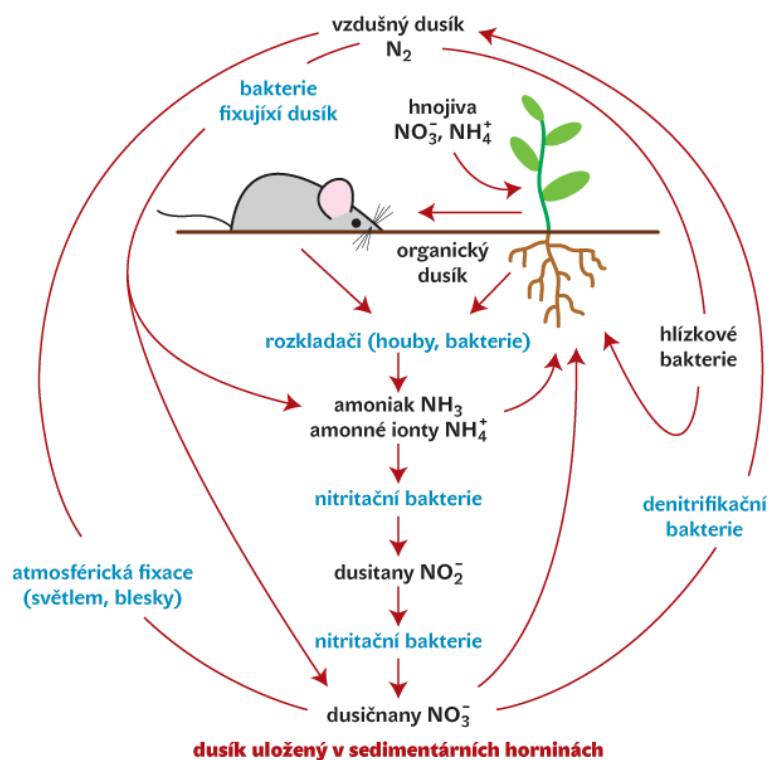
Název PPL	Složení	Vlastnosti	Způsob aplikace	Výrobce/Dovozce
NITRO - FIX	Směs bakterií a kvasinek	Podporuje rozklad org. hmoty, fixuje N ₂ , mikrobiální oživení půdy	Postřik, zálivka	EKONBIO s.r.o.
NITRO – FIX	Směs bakterií a kvasinek	Podporuje rozklad org. hmoty, fixuje N ₂ , mikrobiální oživení půdy	Postřik, zálivka	LEGUSEM pt, a.s.
POLYMIX	Směs konidií půdních hub	Podporuje rozklad org. hmoty, zpřístupňuje živiny, ustavuje rovnováhu mikroorganismů v půdě	Smísení s půdou, hydroosev s použitím adheziv	FYTOVITA, spol. s.r.o.
Rhizopon AA	Kyselina 3 - indolylmásečná	Podporuje zakořeňování, výživu a zdraví rostlin	Řízkování	RHIZOPON bv Pasič spol. s.r.o.
Rhodovit Bonsai	Podhoubí erikoidních mykorhizních hub	Rozvoj mykorhizy, navození symbiozy mezi kořeny a prospěšnými půdními houbami	Namáčení kořenů	Symbiom, s.r.o.
RootMost	Extrakt z mořských řas	Podporuje tvorbu kořenového systému, zdroj P ₂ O ₅ (1,2%), K ₂ O (3%), kys. alginová (4%)	Postřik, zálivka, moření osiva	LeiliAgrochemistry o Agrobiosfer, s.r.o.
SilicBoost	Oxid křemičitý	Zpevňuje buněčné blány, listy, stébla, zdroj SiO ₂ (30%)	Postřik, zavlažování. Smísení s živným roztokem	Atami BV
STROH R. +P	Směs stopových prvků a bakterií	Urychluje rozklad biologických materiálů, Výživa půdních bakterií, zdroj Fe, Zn, Cu, Mn, Mo	Smísení s vodou	KarnerDüngerproduktionGmbH AGROSTIS, s.r.o.

Tabulka 3 – Pokračování 6: PPL podporující zejména výživu a zdraví rostlin

Název PPL	Složení	Vlastnosti	Způsob aplikace	Výrobce/Dovozce
SUPER HUME	Huminové kyseliny, fulvokyseliny	Zlepšuje příjem živin, schopnosti zadržovat vodu, zabraňuje vyplavování živin	Smísení s vodou, zapracování do půdy	UAS of America BIOSTAR, s.r.o.
Trifender WP	Houby, perlit	Podporuje mykorhizu, stimuluje růst rostlin	Postřik, závlaha	Biovéd 2005 Kft BIOCONT LABORATORY, spol. s.r.o.
VermiVitalRevital	Směs mikroskopických hub a bakterií	Urychluje rozklad organické hmoty, zpřístupňuje živiny rostlinám, upravuje pH půdy	Postřik, zapravení do půdy	VermiVital s.r.o..
Vermikompost	Žížalí trus, enzymy, huminové látky, růstové regulátory (auxiny, gibereliny a cytokininy)	Zadržuje vodu, je fungicidní, kypří půdu	Smísení s půdou, řízkování	Ekofarma Chřibská
Kompostová zálivková voda	Výluh z organické hmoty zrajícího kompostu	Zdroj malého množství organických látek, N ₂ a K	Postřik, závlaha	ASANO, spol. s.r.o.
Zálivková kompostová voda COMPAG	Výluh organické hmoty zrajícího kompostu	Zdroj malého množství organických látek, N ₂ a K	Postřik, závlaha	COMPAG Mladá Boleslav s.r.o.
Zálivková voda	Oplachová voda ze zpracování révy vinné	Omezuje zasolování půdy	Postřik	Ing. Petr Marcinčák

6 Inhibitory mikrobiálních půdních procesů

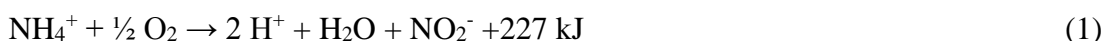
Vzhledem k významu dusíku pro výživu a zdárný vývoj rostlin jsou předmětem zájmu zejména ty půdní procesy, kterým podléhají dusíkaté sloučeniny, které se v půdě vyskytují jako součásti organické půdní hmoty či produkty jejího rozkladu a transformačních procesů, nebo jsou do ní vnášeny ve formě organických či anorganických (minerálních) hnojiv. V důsledku těchto procesů totiž může docházet k významným ztrátám dusíku a jeho nízké využitelnosti rostlinami. Jedná se zejména o enzymatickou oxidaci amoniakálního dusíku na dusičnanový (proces nitrifikace), který je v půdách v důsledku jejich nízké aniontové sorpční kapacity velmi mobilní a snadno se vymývá do nižších půdních horizontů a spodních vod, o proces redukce dusičnanového dusíku na nižší oxidační stupně (proces denitrifikace), kdy dochází ke ztrátám dusíku ve formě oxidů N_2O , NO , případně jako elementárního plynu N_2 a o proces rozkladu močoviny na plynný amoniak, který je katalyzován enzymem ureázou. Amoniak uniká do ovzduší, případně podléhá nitrifikaci. Tyto procesy jsou důsledkem dynamického koloběhu dusíku mezi atmosférou, půdou a organismy (viz Obrázek 3).



Obrázek 3: Koloběh dusíku [26]

6.1 Nitrifikace

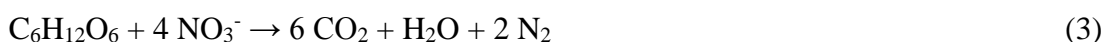
Nitrifikací se rozumí proces, jímž jsou amonné sloučeniny oxidovány pomocí mikroorganismů na nitráty. Jde o biochemický proces, kdy dvoustupňovou oxidací amonných iontů vznikají nitrity za pomoci nitrifikačních bakterií rodu *Nitrospira*, *Nitrosomonas*, *Nitrocystis* a *Nitrosolobus* a následně v druhém kroku vznikají nitráty za pomoci nitratačních bakterií rodu *Nitrobacter*, *Nitrospina* a *Nitrococcus*, viz rovnice (1) a (2) [25].



Uvolněná energie je bakteriemi využita na redukci CO_2 jako zdroje uhlíku. Vznikající protony ve formě kyseliny dusičné jsou neutralizovány půdním roztokem. Pro nitrifikaci jsou zapotřebí ideální podmínky. Jako optimum se považuje pH v rozmezí 6,2 - 9,2, dále teplota půdy v rozmezí 15-30°C (minimum je při 3°C, kdy se nitrifikace prakticky zastavuje) a poměr C:N v půdě. Na nitrifikaci je závislá úrodnost, proto je zde snaha o řízení nitrifikačních procesů. Příliš rychlá nitrifikace má za následek vyplavování nitrátů a jejich kumulaci v pletivech. Proti těmto procesům se používají inhibitory nitrifikace [27].

6.2 Denitrifikace

Denitrifikace je proces, kdy z nitrátů vznikají redukovanější sloučeniny dusíku, viz rovnice (3). Je zapotřebí enzymu nitritreduktázy, popřípadě nitrátreduktázy a denitrifikačních bakterií, hlavně *Bacterium denitrificans*, *Bacillus mycoides* a *Bacillus subtilis*. Při redukci nitrátů dochází k velkým ztrátám půdního dusíku, až 20% z hnojiv a 8% mineralizovatelného půdního dusíku [27].



K denitrifikaci dochází hlavně při hnojení močovinou. Hydrolýzou močoviny a působením ureázy vzniká volný NH_3 , který spolu se zvýšeným pH půdy působí proti oxidaci dusitanů na dusičnany. Dochází k akumulaci dusitanů, kdy intenzita akumulace je závislá na obsahu vody, pH půdy, teplotě půdy a vysokém obsahu amoniakálního dusíku v půdě. Dusitany se potom v kyselém prostředí intenzivně rozkládají za vzniku N_2 a oxidů dusíku [28].

6.3 Inhibitory nitrifikace

Inhibitory nitrifikace rozumíme takové látky, které dokáží zpomalit průběh nitrifikace omezením nitritace. V nepatrné míře fungují jako inhibitory nitrifikace přírodní látky jako třísloviny, flavonoidy nebo saponiny. Na trhu se vyskytují hlavně inhibitory syntetického původu (viz Tabulka 4). Nejvyšší příjem dusíku nastává na jaře, proto se tyto látky používají hlavně v jarních měsících. Principem působení inhibitorů nitrifikace je bakteriostatické působení na nitrifikační bakterie, čímž se sníží obsah dusičnanů v půdě a zároveň se sníží ztráty dusíku vyplavením o 15 -20 %. Inhibitory nitrifikace zároveň snižují výdej oxidů dusíku z půdy do atmosféry [29].

Na českém trhu se vyskytují dva produkty registrovaných PPL obsahující inhibitory nitrifikace ve formě derivátů pyrazolu. Je to PIADIN, jehož účinnou látkou je roztok 1H - 1,2,4 - triazolu a 3 – methylpyrazolu a produkt VIZURA obsahující 3,4 – dimethyl-pyrazol fosfát (DMPP). Aplikace se provádí smísením s pevným či kapalným hnojivem o vysokém obsahu dusíku. U PIADINU se uvádějí tyto přednosti [30]:

- ekologické hnojení a efektivnější využití živin při výrazně nižších ztrátách dusíku,
- při hnojení kejdou lze sloučit několik termínů hnojení až do jednoho termínu, kdy se hnojí brzy na jaře,
- možnost hnojit v předstihu, což eliminuje pracovní špičku a odlehčuje skladovacím prostorám,
- ochrana půdní struktury a nižší ztráty amoniaku, neboť lze hnojit dříve,
- vysoké výnosy a dobrá kvalita plodin,
- zamezení nežádoucí spotřeby dusíku.

6.4 Rozklad močoviny enzymem ureázou

Tento enzym produkují a zároveň využívají mikroorganismy pro rozklad močoviny, viz rovnice (4). Ureáza je enzym obsažený v mikroorganismech, rostlinách i živočiších. Jeho množství v půdě je přímo úměrné obsahu půdních mikroorganismů. Specifickou vlastností je, že ureáza vykazuje aktivitu i po odumření mikroorganismu a rozložení obsahu jeho buněk do půdy. Z hlediska hnojení močovinným dusíkem jsou zásadní rozkladné vlastnosti ureázy, má

ale i syntetické účinky, kdy syntetizuje močovinu z uhličitanu amonného a karbamátu amonného.



6.5 Inhibitory ureázy

Působením inhibitorů ureázy dochází ke zpomalení hydrolyzy močoviny, výsledkem je průnik močoviny hlouběji do půdy, čímž se omezí riziko jejího vyplavení. Účinnost inhibitorů ureázy se pohybuje mezi jedním až dvěma týdny, prodlouží se aplikací společně s dusíkatými hnojivy v době nízké aktivity ureázy [31].

Pro zamezení volatilizace je třeba, aby k aplikaci PPL došlo buď těsně před, během, nebo bezprostředně do několika dní po hnojení. Je třeba brát v potaz i druh použitého hnojiva. Pro kapalná minerální hnojiva typu SAM, DAM, SADAM apod., bývá jiné dávkování, než pro hnojiva organická. Organická hnojiva, jako je např. kejda, močůvka a digestát, lze PPL přimíchat přímo do jímky nebo do aplikační cisterny. Pro pevná hnojiva se využívají mísící zařízení, kde je PPL nanesena na povrch hnojiva. Pro výrobky LIMUS CL a N-lock je výrobcí uváděna i možnost aplikace ve formě postřiku do půdy před nebo po aplikaci hnojiva. Společně s hnojivem je potom přípravek N-lock při aplikaci postřikem zapraven do půdy. Pokud by přípravek nebyl zapraven do půdy, bude spolehlivě působit jen v případě, že se do sedmi dnů od aplikace dostaví srážky nad 15 mm [32].

Ve srovnání s inhibitory nitrifikace jsou inhibitory ureázy početnější skupinou PPL inhibujících mikrobiální půdní procesy (viz Tabulka 4). Obsahují převážně deriváty kyseliny thiofosforečné (LIMUS CL, LIMUS YELLOW, MAXIEN a STABILUREA N). Výjimkou je N-lock, který obsahuje derivát pyridinu. Dominující v této skupině inhibitorů ureázy je přípravek LIMUS CL, u kterého se uvádí, že snižuje ztráty dusíku až o 98%. Tento produkt obsahuje dvě účinné složky způsobující inhibici enzymu: N-(n-butyl) triamid kyseliny thiofosforečné (NBPT) a N-(n-propyl) triamid kyseliny thiofosforečné (NPPT). Jeho použití vede k delší době skladování dusíkatých hnojiv, lepší manipulaci a poskytuje větší flexibilitu při přepravě hnojiv na bázi močoviny v širokém rozmezí teplot. V neposlední řadě snižuje emise amoniaku z hnojiv [33]. NBPT je vůbec nejpoužívanějším a nejúčinnějším inhibitorem ureázy, je obsažen ve všech výše uvedených přípravcích na bázi derivátů kyseliny thiofosforečné. Neomezuje činnost mikroorganismů, ani jejich počet, samotná látka, ani

meziprodukty jejího rozkladu nejsou toxické, přičemž se rozloží na sloučeniny běžných živin přítomných v půdě (N, P a S) [34].

Tabulka 4: PPL určené pro inhibici nitrifikace a enzymu ureázy

Název PPL	Složení	Vlastnosti	Způsob aplikace	Výrobce/Dovozce
LIMUS CL	N-(n-butyl) triamid kyseliny thiofosforečné (NBPT) a N-(n-propyl) triamid kyseliny thiofosforečné (NPPT)	Inhibitor ureázy pro kapalná a granulovaná hnojiva obsahující močovinu, snižuje ztráty N volatilizací	Smísení s kapalným hnojivem, aplikace před nebo po hnojení granulovanou močovinou	BASF SE BASF spol. s r.o.
LIMUS YELLOW	Viz Limus CL	Inhibitor ureázy pro pevná hnojiva obsahující močovinu	Nanesení PPL na povrch hnojiva v mísicím zařízení	BASF SE BASF spol. s r.o.
MAXIeN	N-(n-butyl)triamid kyseliny thiofosforečné (NBPT)	Inhibitor ureázy pro kapalná a granulovaná hnojiva obsahující močovinu, snižuje ztráty N ₂ , zdroj asimilovatelné S, N a P	Nanesení na povrch hnojiva v mísicím zařízení, smísení s kapalným hnojivem před aplikací	Floraservis spol. s.r.o. Almiroenergyforvegetation, s.r.o.
PIADIN	Roztok 1H - 1,2,4 - triazolu a 3 - methylpyrazolu	Inhibuje mikrobiální přeměnu amonného N na nitrátový, snižuje ztráty N vyplavením a denitrifikací	Smísení s pevným či kapalným hnojivem obsahujícím vysoký podíl amonného N	SKW StickstoffwerkePiesteritzGmbH Agrofert, a.s.
StabilureN	N-(n-butyl)triamid kyseliny thiofosforečné (NBPT)	Inhibitor ureázy pro kapalná a granulovaná hnojiva obsahující amidický dusík, snižuje ztráty N volatilizací	Nanesení na povrch hnojiva v mísicím zařízení, smísení s kapalným hnojivem před aplikací	AGRA GROUP a.s.
VIZURA	3,4 – dimethyl-pyrazol fosfát (DMPP)	Inhibitor mikrobiální přeměny amonného N na nitrátový pro tekutá statková a kapalná minerální N hnojiva	Smísení s tekutým či kapalným N- hnojivem před aplikací	BASF SE BASF spol. s r.o.
N-lock	Nitrapyrin	Inhibitor ureázy pro kapalná hnojiva obsahující amidický dusík a pro tekutá organická hnojiva, snižuje ztráty N	Smísení s hnojivem před aplikací, postřik, zapravení do půdy	Dow AgroSciences LLC, Dow AgroSciences s.r.o.

7 Ostatní pomocné půdní látky

V poslední skupině jsou zařazené PPL, které svým charakterem a složením vybočují z předchozích rozdělení a nelze je zařadit (viz Tabulka 5). Shodnou vlastnost vykazují Produkční zemina a Zemina zahradní tříděná, které se využívají na vyrovnávání terénu a zakládání vegetační vrstvy. Rozdíl je ve složení, kdy Produkční zemina obsahuje z 30% hygienizovaný kompost, takže je přirozeným zdrojem živin. Zdroje živin je i přípravek Proti mechu, který obsahuje N (0,5%), K (1,2%), Mg (1,2%) a Fe (3%). Stěžejní železo ve formě dvojmocného iontu potlačuje růst mechu. Výrobce uvádí, že se jedná o organicko-minerální prostředek určený k údržbě trávníku s nežádoucím výskytem mechu. Aplikuje se ručně nebo pomocí aplikačního vozíku na posekaný trávník a je doporučeno výživu trávníku doplnit dalším hnojivem [35]. Jediný ze zástupců této skupiny, který se aplikuje postřikem, je WD pomocná půdní látka. Je to látka ošetřující organická hnojiva, kejdu, močůvku a pevný hnůj. Má tyto přednosti [36] :

- optimálně váže živiny
- menší zápach
- nehubí půdní faunu
- výrazně lepší vzduch ve stájích - nižší náchylnost ke kašli
- zabraňuje poškození listů
- zlepšuje příjem krmiv a jejich zhodnocení užitkovými zvířaty
- jednoduchá aplikace

Tabulka 5: Ostatní pomocné půdní látky

Název PPL	Složení	Vlastnosti	Způsob aplikace	Výrobce/Dovozce
Produkční zemina	Směs kompostu a matrice (písek, jíl, ornice aj, 30:70	pH = 6,5 – 8,5, vlhkost 40%, částice nad 31,5 mm: < 10%	Vyrovnaní terénu, zakládání vegetačních vrstev, trávníků	SAP Mimoň spol. s r.o.
Proti mechu	3% dvojmocného železa, vedlejší produkty živočišného původu	Neobsahuje účinné množství živin, po aplikaci přihnojit	Rozhození na pokosený trávník	FORESTINA s.r.o.
WD pomocná půdní látka	Látky ošetřující organická hnojiva, kejdu, močůvku a pevný hnůj	Podpora fermentace a potlačení zápachu kejdy a mrvy	Postřik	Karner Düngerproduktion GmbH AGROSTIS, s.r.o.
Zemina zahradní tříděná	Obsah spalitelných látek v sušině max. 2,0 – 13,0 %	pH = 6,0 – 8,5, vlhkost 40%, částice nad 20 mm: < 10%	Terénní úpravy, výsadba zeleně, zakládání vegetační vrstvy, substrát pro pěstování rostlin	Kobra Údlice s.r.o.

8 Závěr

V této bakalářské práci zaměřené na pomocné půdní látky bylo cílem klasifikovat jednotlivé produkty registrované v České republice dle účelu použití a chemického složení. Ke dni 15.5.2018 bylo v Registru hnojiv nalezeno 93 pomocných půdních látek, které byly rozděleny do pěti základních skupin, a to na látky zadržující vodu, látky zlepšující strukturu půdy a její fyzikální, chemické a mechanické vlastnosti, látky podporující výživu a zdraví rostlin, inhibitory mikrobiálních půdních procesů a látky nezařaditelné (ostatní PPL). Některé PPL mohou současně být zařazeny do více skupin. Pro tyto látky platilo pravidlo, kdy určující vlastností je ta, která je v Registru uváděna jako první, resp. nejdůležitější.

Do první skupiny byly zařazeny látky se schopností zadržovat vodu, čímž se podílejí na regulaci půdní vláhly a jsou zdrojem vody pro rostliny v období sucha a nízkých dešťových srážek. Za zmínku zde stojí syntetické polymerní hydrogely, které tvoří účinnou složku v 18 přípravcích. Jejich výhodou je vynikající sorpční schopnost, kdy 1 g suchého hydrogelu pojme až 400 g vody. Určitou nevýhodou je však skutečnost, že většinu hydrogelů tvoří materiál na bázi polyakrylamidu, který obsahuje rezidua fytotoxického a potenciálně karcinogenního akrylamidu. Alternativou hydrogelů jsou přírodní materiály, jejichž retenční vodní kapacita je sice nižší, ale jsou hygienicky nezávadné, snadno dostupné a levné. Jedná se o jílové materiály, alumosilikáty a organické materiály, jejichž hlavní složkou je humus vzniklý z odumřelých rostlinných zbytků, rašelina či dřevní hmota. Do druhé skupiny spadají látky zlepšující strukturu půdy, jejichž účinnou látku tvoří nejčastěji expandovaná vulkanická hornina, dolomitický vápenec, humusové látky včetně rašeliny, či produkty vyráběné pyrolýzou dřevní či rostlinné biomasy. Nejpočetnější skupinou čítající 46 výrobků jsou látky podporující výživu a zdraví rostlin, které v první řadě zlepšují vitalitu rostlin a zpřístupňují živiny, případně jsou jejich zdrojem. Jedná se nejčastěji o bakteriální a enzymové koncentráty, či jejich směsi. Čtvrtou, méně početnou skupinu, tvoří PPL inhibující nežádoucí mikrobiální půdní procesy. Účelem této skupiny látek je zamezit ztrátám půdního dusíku pocházejícího z rozložené organické půdní hmoty nebo z aplikovaných dusíkatých hnojiv. Lze toho docílit dvěma způsoby - inhibicí enzymu ureázy nebo činnosti nitrifikačních bakterií. Inhibicí ureázy se rozumí takový proces, který tomuto enzymu zamezuje katalyzovat rozklad močoviny za vzniku plynného amoniaku, který uniká bez užitku do ovzduší. Účinnou látkou těchto PPL jsou obvykle deriváty kyseliny thiofosforečné, popřípadě derivát pyridinu. Druhou možností zamezení ztrát dusíku je inhibice procesu nitrifikace, to jest zpomalení

nitritačními a nitrifikačními bakteriemi katalyzované oxidace amonných sloučenin za vzniku dusičnanů, které se snadno vymývají do nižších půdních horizontů z dosahu kořenů rostlin a navíc znehodnocují kvalitu spodních vod. Jako účinná látka těchto PPL jsou používány deriváty pyrazolu. Poslední, pátá skupina PPL byla vymezena přípravkům, které nesplňovaly kritéria pro zařazení do některé z předchozích čtyř skupin. Jedná se například o přípravky obsahující dvojmocné železo pro zamezení růstu mechu, o zeminu pro vyrovnávání terénu a zakládání vegetační vrstvy, nebo o přípravek pro ošetření organických statkových hnojiv pro podporu jejich fermentace a potlačení zápachu.

Vedle charakterizace jednotlivých PPL, jejich vlastností a principů účinku byly v práci diskutovány také způsoby jejich aplikace.

Lze konstatovat, že pomocné půdní látky jsou významným faktorem přispívajícím ke zvyšování kvality zemědělské produkce.

9 Použitá literatura

1. ČESKO. Zákon č. 156 ze dne 12. června 1998 o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd: zákon o hnojivech. In: Sbíрка zákonů České republiky. 1998, částka 54, číslo 156, s. 6709-6715.
2. Registr hnojiv, [online], [cit.: 2018-03-12].
3. Web přípravku AGRISORB, [online], [cit.: 2018-04-02], dostupné z: <https://www.levnepostriky.cz/pomocne.pripravky/agrisorb>.
4. Hydrogel, [online], [cit.: 2018-04-05], dostupné z: <http://www.floria.cz/hydrogel/>.
5. Web produktu STOCKOSORB, [online], [cit.:2018-04-11], dostupné z: <https://finstar.eu/produkt/stockosorb-medium/>.
6. Terracottem, [online], [cit.:2018-04-11], dostupné z: <https://terracottem.com/cs/>.
7. PLANTASORB, [online], [cit.:2018-04-11], dostupné z: <https://www.symbiom.cz/cs/p-7-plantasorb>.
8. EHINGER, M. Allt du behöver för A i Biologi, Kemi, Bioteknik, Gymnasiearbete m.m. [online]. Aktualizace 17.02.2018, dostupné z: <http://ehinger.nu/undervisning/kurser/kemi-2/gamla-prov/kemisk-jamvikt/4735-prov-2011-12-07-i-kemiska-jamvikter-och-syror-och-baser.html?showall=&limitstart=>.
9. ATHAVALE V. D. a LELE V., Recent Trends in Hydrogels Based on Starch-graft-Acrylic Acid: A Review. Starch/Stärke, 2001, 53, 7 - 13.
10. ZHANG, Y., LIN, Z. and CHEN, Y. Synthesis and Characterization of Starch-g-Poly(acrylic acid)/Organo-Zeolite 4A Superabsorbent Composites With Respect to Their Water-Holding Capacities and Nutrient-Release Behavior. Polymer composites. 2017, 38 (9), 1838 -1848.
11. ALGINIT, [online], [cit.:2018-04-23], dostupné z: <http://www.alginit-prodej.cz/>.
12. ZEOLIT, [online], [cit.:2018-04-25], dostupné z: <http://kamenzeolit.cz/zeolit-primes-do-substratu>.
13. AGROPERLIT, [online], [cit.:2018-04-26], dostupné z: <https://www.hobbygrow.cz/agroperlit-8l.html>.
14. ZAHRADNÍ TRVALKY. Struktura půdy, [online], 2011, dostupné z: <http://zahradni-trvalky.cz/puda/struktura-pudy/>.

15. JANDÁK J., POKORNÝ E. a PRAX A., Půdoznalství. 3. vydání. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014, ISBN: 978-80-7375-445-7.
16. HUMAC AGRO, [online], [cit.:2018-04-29], dostupné z: <http://www.enviprodukt.cz/agro/produkty/humac-agro>.
17. AGROUHEL, [online], [cit.:2018-05-10], dostupné z: <http://www.agrouhel.eu/#oagrouhlu>.
18. PERLIT, [online], [cit.:2018-05-10], dostupné z: <http://www.perlit.cz/agro-perlit/perlit-univerzalni-substrat-rostliny/>.
19. HYDROPAM, [online], [cit.:2018-05-21], dostupné z: [<http://falconry-cz.com/cz/hydropam-r?do=loadContent>].
20. TRACKING AGENT 3, [online], [cit.:2018-05-21], dostupné z: <http://www.snadnytravnik.cz/stranky/fixatory.htm>.
21. ČEPIČKA, I., KOLÁŘ, F. a SYNEK, P. Mutualismus, vzájemně prospěšná symbióza; Přípravný text - biologická olympiáda 2007-2008. Praha: NIDM ČR, 2007, 16-20. ISBN 978-80-86784-50-2.
22. AZOTOBAG, [online], [cit.:2018-05-28], dostupné z: <http://www.nitrazon.cz/azotobag.php>.
23. SUPER HUME, [online], [cit.:2018-05-28], dostupné z: <http://www.morava-mod.cz/files/Nabidka-MORV--MOD.pdf>.
24. ROOT MOST, [online], [cit.:2018-05-28], dostupné z: <https://www.levnepostriky.cz/pomocne.pripravky/rootmost>.
25. LEITGEB, S. Mikrobiologie, skriptum VŠZ Praha. 2. vydání. Praha: VŠZ Praha, 1983.
26. ZOUHAR, P. Jak ekosystém k dusíku přišel aneb Nový zdroj pod našima nohama, [online]. Vesmír 90, 616, 2011/11, dostupné z: <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2011/cislo-11/jak-ekosystem-k-dusiku-prisel.html>.
27. RICHTER, R. a HLUŠEK, J. Výživa a hnojení rostlin – I. Obecná část. Brno: VŠZ v Brně 1994, 177 s. ISBN 80-7157-138-5.
28. KOLÁŘ, L. Výživa a hnojení (zvláštnosti vyšších poloh), Doplnkové skriptum. Praha: VŠZ Praha, 1987, 42 s.
29. TRENKEL, M. E. Controlled-Release and Stabilized Fertilizers in Agriculture (Improving Fertilizer Use Efficiency), International Fertilizer Industry Association (IFA), Paříž 1997, 12 s. ISBN 2-9506299-0-3.

30. PIADIN, [online], [cit.:2018-06-15], dostupné z:
https://www.skwp.de/uploads/media/PIADIN_CZ.pdf.
31. RŮŽEK, P., PISANOVÁ, J. Možnosti usměrnění přeměn N v půdě s využitím inhibitorů ureázy a nitrifikace. In: Racionální využití hnojiv. Sborník 13. mezinárodní konference zaměřené na problematiku současných trendů hnojení dusíkem, ČZU Praha 2007, s. 35 - 37. ISBN 978-80-7509-413-1.
32. Etiketa produktu N-LOCK, [online], [cit.:2018-06-15], dostupné z:
<https://www.agrofert.cz/downloads/etikety-agrochemikalie/N-lock.pdf>.
33. PIADIN, [online], [cit.:2018-04-02], dostupné z:
https://www.skwp.de/uploads/media/PIADIN_CZ.pdf.
34. MRÁZ, J.: Urea stabil-efektivní zdroj N pro polní plodiny, s. 121 - 122. Sborník z konference: Prosperující olejniny, Česká zemědělská univerzita, Praha, 2007, 148s.
35. PROTI MECHU, [online], [cit.:2018-06-28], dostupné z:
<http://www.forestina.cz/produkt/proti-mechu-135>.
36. AKRA WD, [online], [cit.:2018-06-28], dostupné z: <https://akra-pospasil.cz/system-akra/akra-wd>.