

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE
FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH ZDROJOV

1131684

OPTIMALIZÁCIA VÝŽIVY KAPUSTY REPKOVEJ PRAVEJ
BÓROM

2011

Martin Sabo

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE**

**FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH
ZDROJOV**

**OPTIMALIZÁCIA VÝŽIVY KAPUSTY REPKOVEJ
PRAVEJ BÓROM**

(Bakalárska práca)

Študijný program: Manažment rastlinnej výroby

Študijný odbor: 4173700 Rastlinná produkcia

Školiace pracovisko: Katedra agrochémie a výživy rastlín

Školiteľ: doc. Ing. Ladislav Ducsay, Dr.

Nitra 2011

Martin Sabo

Čestné vyhlásenie

Podpísaný Martin Sabo vyhlasujem že som záverečnú prácu na tému „Optimalizácia výživy kapusty repkovej pravej bórom“ vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomý zákonných dôsledkov v prípade, ak hore uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 02. 05. 2011

.....
podpis

Pod'akovanie

Touto cestou si dovoľujem poďakovať vedúcemu bakalárskej práce **doc. Ing. Ladislavovi Ducsayovi, Dr.** za jeho pomoc, cenné rady a pripomienky pri spracovaní bakalárskej práce.

ABSTRAKT

Kapusta repková pravá (*Brassica napus* subsp. *napus* L.) je jednou z veľmi dôležitých svetových olejní. Jej semená sa využívajú najmä na výrobu rastlinného oleja, ktorý obsahuje omega – 6 a omega – 3 mastné kyseliny, ktoré prispievajú k znižovaniu hladiny cholesterolu v krvi. Kapusta repková pravá vytvára tiež značné množstvo nadzemnej fytohmoty, považuje sa za dosť náročnú plodinu čo sa týka nárokov na hnojenie, trikrát vyššie ako obilniny, hlavne v prípade dusíka a síry. Hnojenie dusíkom, fosforom a sírou sa považuje za najdôležitejší článok pri pestovaní. Veľký význam v jej výžive z mikroelementov má aj bór, ktorý ovplyvňuje do značnej miery jej rast a vývin a tým aj tvorbu úrody. Najväčší význam má foliárna aplikácia bóru rozdelená na dve dávky počas vegetačného obdobia. Kapusta repková pravá má svoje opodstatnenie využitia nielen v oblasti poľnohospodárstva, ale aj v iných priemyselných odvetviach, pretože sa využíva napríklad na výrobu bionafty.

Kľúčové slová: hnojenie, kapusta repková pravá, bór

ABSTRACT

The oilseed rape (*Brassica napus* subsp. *napus* L.) as one of the world's most important oil crops. Its seeds are used primarily for the production of vegetable oils containing omega - 6 and omega - 3 fatty acids and one of the oils that is beneficial to heart and also contributes to lower the blood cholesterol level. The oilseed rape also creates the significant amount of aboveground phytomass. It is considered quite difficult crop as regards the requirements for the fertilization, which is as three times higher as the cereals' need for fertilizing, particularly in the case of nitrogen and sulfur. Fertilizing with nitrogen, phosphorus and sulfur are the most important parts. Among the microelements, boron has also the great importance for its nutrition and largely affects the growth, development and crop production of oilseed rape. The greatest importance has the foliar application of boron divided into two lots during the growing season. On the other hand is the oilseed rape also tangible apart from agriculture. It is an important source of renewable energy which is represented by biodiesel.

Keywords: fertilizing, oilseed rape, boron

Obsah:

Úvod	8
1. Cieľ práce	9
2. Metodika práce	10
3. Súčasný stav a význam pestovania kapusty repkovej pravej	11
3.1 Botanická a morfológická charakteristika kapusty repkovej pravej	12
3.1.1 Ekologické nároky	13
3.1.2 Chemické zloženie semena	13
3.1.3 Rast a vývin	14
3.2 Výživa a hnojenie	15
3.2.1 Potreba živín	15
3.2.2 Hnojenie N, P, K, S	15
3.2.3 Hnojenie dusíkom	15
3.2.4 Hnojenie fosforom a draslíkom	17
3.2.5 Hnojenie sírou	19
3.3 Hnojenie bórom	20
3.3.1 Význam bóru vo výžive kapusty repkovej pravej	20
3.3.2 Bór v pôde	23
3.3.3 Metódy hnojenia bórom	24
Záver	31
Použitá literatúra	32

Úvod

Kapusta repková pravá je v súčasnosti veľmi dôležitou a často pestovanou olejninou. Vo svetovej produkcii olejnin jej patrí druhé miesto. Najväčšie výmery dosahuje kapusta repková pravá v Číne, Indii, Kanade a EÚ. Na Slovensku sa postupom času vypracovala medzi najvýznamnejšiu a najrozšírenejšiu olejninu. V posledných rokoch došlo k zvýšeniu jej osevných plôch. Pestovanie tejto plodiny sa postupom času posunulo do teplejších oblastí Slovenska a zberové plochy sú limitované danými poveternostnými podmienkami.

Dnes je využitie kapusty repkovej pravej veľmi široké. Využíva sa najmä ako potravinárska surovina pre výživu ľudí, je aj súčasťou kŕmnych dávok pre hospodárske zvieratá, zelená fytomasa sa tiež využíva na kŕmenie. Ďalej je dôležitou surovinou pre chemický priemysel (olej), je zdrojom obnoviteľnej energie ako náhrada za nerastné suroviny ako je ropa (bionafta, ekomazadlá).

Okrem obsahu oleja v semene rozhoduje o jej využití buď na potravinárske alebo nepotravinárske účely aj obsah glukozinolátov a jednotlivých mastných kyselín, najmä je to obsah nenasýtených mastných kyselín (kyselina eruková a atď.).

Kapusta repková pravá je typickou rastlinou dlhého dňa. Preto skracovanie dňa oneskoruje vývin a predlžuje vegetačnú dobu.

Darí sa jej najlepšie na hlinitých, piesočnato – hlinitých alebo hlinito – piesočnatých pôdach s dobrým obsahom humusu s neutrálnou pôdnou reakciou a dobrou zásobou potrebných živín.

1. Cieľ práce

Cieľom bakalárskej práce je preštudovanie a sumarizácia poznatkov z literatúry domácich a zahraničných autorov a ich použitie pri vypracovávaní bakalárskej práce ktoré vyžaduje:

1. Poznávanie vzťahov na úrovni rastlina – hnojivo – pôda
2. Využívanie vedomostí z oblasti pestovania
3. Požiadavky kapusty repkovej pravej na hnojenie bórom
4. Rôzne metódy hnojenia bórom

2. Metodika práce

Metodický postup rešpektuje stanovené ciele.

Skúmanou plodinou bola kapusta repková pravá a jej aspekty výživy a hnojenia bórom ako veľmi dôležitým mikroelementným prvkom vplývajúcim na jej rast, vývin a tvorbu úrody.

V tejto práci som roanalyzoval stavbu, rast, vývin, zloženie kapusty repkovej pravej, jej výživu základnými živinami a hlavne výživu bórom ako dôležitým mikroprvkom. Popísal som význam bóru, jeho obsah v pôde a metódy hnojenia bórom.

Všetky tieto poznatky som aplikoval pri vypracovaní danej bakalárskej práce.

3. Súčasný stav a význam pestovania kapusty repkovej pravej

Kapusta repková pravá má veľmi významné zastúpenie v celosvetovom pestovaní olejní. Jej podiel v celkovej produkcii olejní v posledných rokoch predstavoval 10,5 - 12,5% (FAO, 1996). A aj na území Slovenskej republiky patrí spolu so slnečnicou k hlavným olejninám.

Semeno kapusty repkovej pravej sa spracováva najmä v potravinárskom priemysle na výrobu oleja. Na potravinárske účely sa pestujú len odrody bez kyseliny erukovej a s veľmi nízkym obsahom glukozinolátov. Ide o tzv. dvojnulové odrody („00“). V repkovom semene v závislosti od typu a odrody sa nachádza 45 – 50 % oleja. O jeho kvalite rozhoduje najmä obsah nasýtených a nenasýtených mastných kyselín. Z nasýtených mastných kyselín majú zastúpenie najmä kyselina palmitová a steárová. A z nenasýtených sú to hlavne kyselina olejová, linolová, linolénová, eikosenová a aj eruková.

Ďalej sa olej získaný zo semena používa aj v priemysle na výrobu fermeže, pracích a čistiacich prostriedkov, mydla, glycerínu, kozmetických prípravkov a v kožiarenskom a gumárenskom priemysle. Výlisky a šrot s repkového semena sú významnou zložkou krmív pre hospodárske zvieratá.

Okrem spracovania semena na potravinárske, krmné a priemyselné účely sa v posledných rokoch kapusta repková pravá využíva čoraz viac na výrobu bionafty typu MERO (metyl - ester repkového oleja). Ide o obnoviteľný zdroj energie namiesto ropy a fosílnych palív.

Kapusta repková pravá má tiež dôležité postavenie v oševnom postupe kde pôsobí ako vynikajúca predplodina, zvyšuje pôdnu úrodnosť, potláča buriny a obohacuje pôdu o organickú hmotu. Kapusta repková pravá je tiež dôležitou tržnou plodinou čo znamená že stabilizuje ekonomiku.

Čo sa týka pestovania z európskych krajín majú najväčšie výmery Nemecko (999 tis. ha), Francúzko (540 tis. ha), Veľká Británia (381 tis. ha) a Poľsko (348 tis. ha). V posledných rokoch sa postupne zväčšujú plochy kapusty repkovej pravej aj na Slovensku.

3. 1 Botanická a morfológická charakteristika kapusty repkovej pravej

Kapusta repková pravá lat. (*Brassica napus* var. *napus* L.) je prevažne ozimná dvojrôčná, dvojkličnolistová rastlina. Aj keď dnes už existujú a súčasne sa aj pestujú jarné formy. Kapusta repková pravá patrí do čeľade kapustovité (*Brassicaceae*).

Hlavný koreň je vretenovitý, bohato rozkonárený a vytvára veľké množstvo krátkych bočných koreňov s bohatou sieťou koreňových vláskov. Koreň siaha hlboko do ornice a má silnú pútaciú schopnosť. Koreň siaha do hĺbky 1,1 až 3,0 m. Vyvinutie a hĺbka koreňovej sústavy sú dôležitým predpokladom pre prezimovanie a následný rast celej rastliny (ŠPALDON, E. 1982).



Nadzemnú časť tvoria stonka, listy, kvety a plod. Stonka je vzpriamená vo vnútri vyplnená stržňom, oválna a holá. Dorastá do výšky 1,25 – 1,5 m v závislosti od odrody. Stonka sa rozkonáruje a vytvára rôzny počet bočných konárov (ŠPALDON, E. 1982).

Listy vyrastajú už po zakorenení z ktorých sa následne vytvorí prízemná listová ružica. Mladé listy sú na spodnej strane mierne chlpaté, stredné a vrcholné sú holé. Listy prisadajú na byl' a čiastočne ju objímajú, farba je modrosivá s voskovým povlakom. Listy na stonke sú lýrovito perovito dielne a na rube chlpaté (PAČUTA, V. – POSPÍŠIL, R. 2001).

Súkvetím je stravec. Jednotlivé kvety sú tvorené štyrmi korunnými lupienkami rovnakej veľkosti, sýtožltej farby. Kališné listy sú zelené. Repka kvitne postupne a pomerne dlho. Je cudzoopelivá, opeľuje ju hmyz a je aj dobrou medonosnou rastlinou. Plodom je šešuľa, rozdelená chlopňou na dve časti. Je 45 – 90 mm dlhá a nachádza sa v nej okolo 20 semien. Semená sú guľovité tmavofialové až sivočierne, lesklé. HTS je približne 3,8 až 5,8 g (PAČUTA, V. – POSPÍŠIL, R. 2001).



3. 1. 1 Ekologické nároky

Kapusta repková pravá nemá veľmi vysoké nároky na prostredie. Vyhovujú jej vlhké a teplejšie stanovištia, bez nejakých extrémnych výkyvov teplôt najmä v období kvitnutia, dozrievania a v zimnom období. V zimnom období ak teploty poklesnú až na $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ tak dochádza k vymŕzaniu porastov. Preto je v zimnom období veľmi vhodná primeraná snehová prikrývka ktorá chráni porasty pred vymŕzaním (PAČUTA, V – POSPÍŠIL, R. 2001).

Kapusta repková pravá vyžaduje hlboké, štruktúrne pôdy s dobrou zásobou organickej hmoty a živín najmä Ca a Mg. Najvhodnejšie sú hlinitopiesočnaté až hlinité pôdy. Optimálna pôdna reakcia je neutrálna a až slabo zásaditá (pH 6,6 – 7,5). Za nevhodné pôdy sa považujú štrkovité, slatinové, rašelinové, zlievané a zamokrené s kyslou pôdnou reakciou (PAČUTA, V. – POSPÍŠIL, R. 2001).

Kapusta repková pravá tiež vyžaduje rovnomernú zrážkovú činnosť počas vegetácie. Dobré vie využiť zimnú vlahu. Dlhotrvajúce sucho najmä na jeseň a jar jej nevyhovuje. Možno ju pestovať vo všetkých výrobných oblastiach Slovenska a najlepšie výsledky dosahuje v zemiakarskej výrobnjej oblasti (PAČUTA, V. – POSPÍŠIL, R. 2001).

3. 1. 2 Chemické zloženie semena

Kapusta repková pravá patrí medzi olejninu a preto hlavnou sušiny semena bude tuk teda olej. Repkové semeno priemerne obsahuje 45 – 47 % tuku (olej), 28 – 30 % bielkovín, 3 % vlákniny a ďalej sú to BNLV, popoloviny. Osemenie ktoré tvorí asi 20 % z celkovej hmotnosti semena obsahuje 15 % tuku (olej), 15 % bielkovín a 30 % vlákniny (BORECKÝ, V. – STIFFEL, R. 1995).

Nutričná hodnota a kvalita oleja závisí od obsahu mastných kyselín. Odrody s veľmi nízkym obsahom kyseliny erukovej sa používajú pre potravinárske účely a ostatné s vyšším obsahom kyseliny erukovej sa využívajú v priemysle. Semeno obsahuje tiež hodnotné bielkoviny ktoré potom ostávajú vo výliskoch a sú vhodným krmivom pre hospodárske zvieratá (BORECKÝ, V – STIFFEL, R. 1995).

3. 1. 3 Rast a vývin

Semeno kapusty repkovej pravej začína klíčiť už pri teplote $1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Na klíčenie potrebuje asi 60 % vody z hmotnosti semena. Rýchlosť klíčenia a vzhádzania, ale závisí od pôdnych a poveternostných podmienok ako sú teplota pôdy, vlhkosť pôdy, zrážky,

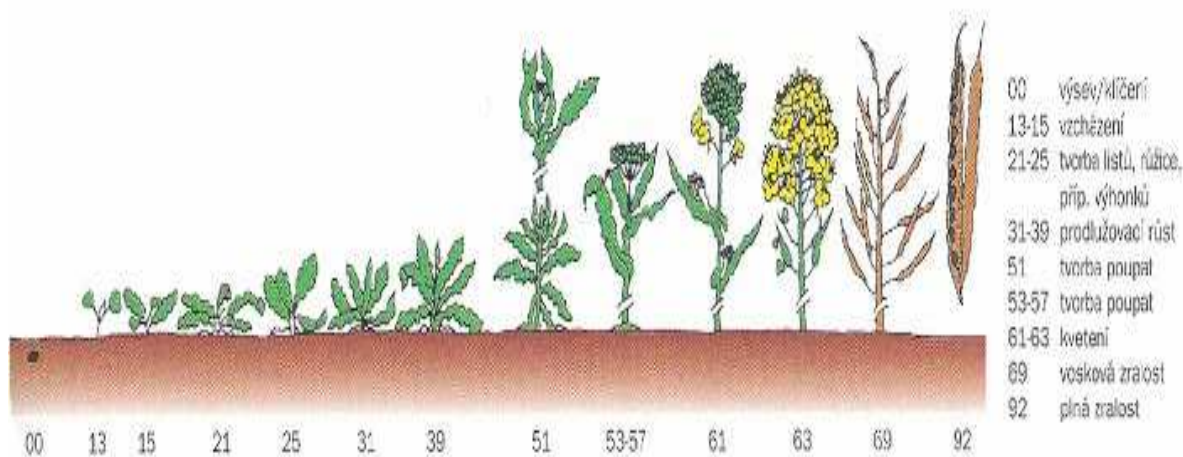
teplota vzduchu a iné. Ďalej je dôležitá príprava pôdy teda osivového lôžka, zdravotný stav semena a hĺbka sejby (BORECKÝ, V. – STIFFEL, R. 1995).

Vzchádzať začína v priebehu 5 až 6 dní. Približne do jedného mesiaca vytvorí listovú ružicu v počte 5 až 7 listov s priemerom 150 – 300 mm. Pred koncom jesene koreň prenikne do hĺbky asi 1,5 m. V zimnom období opadne časť starých listov a prezimuje vo forme listovej ružice (BORECKÝ, V. – STIFFEL, R. 1995).

Mrazuvzdornosť je pri -15 až -20 °C. To všetko závisí od počtu vytvorených listov do príchodu zimy. Dostatočná listová plocha zabezpečuje dobrý asimilačný povrch, ktorý je dobrým predpokladom prezimovania. V priebehu jari je kapusta repková pravá charakteristická rastom, ktorý prechádza do generatívnej fázy. Rýchlosť rastu závisí od zakorenenia, dobrého prezimovania a výživy. Kým začne kvitnúť potrebuje 40 dní s teplotami 7 - 8 °C. Kvitnutie nastáva koncom apríla. Kvitnúť začína od spodných smerom k horným súkvetiam. Kapusta repková pravá je hmyzoopelivá rastlina. Jej najvhodnejšími opeľovačmi sú včely a čmeliaky. Po opelení a oplodnení dochádza k tvorbe šesťúľ a semien. Jej dozrievanie je postupné. Počas toho prebiehajú v semene rôzne biochemické procesy, ktoré ovplyvňujú tvorbu a akosť oleja (BORECKÝ, V. – STIFFEL, R. 1995).

Makrofenologické fázy kapusty repkovej pravej podľa desiatinného triedenia a stupnice:

klíčenie (0), vzchádzanie (1), rast vegetatívnych orgánov – tvorba listovej ružice – jeseň (2) – (3), predlžovací rast – fáza rýchleho rastu (4), butonizácia (5) – (6), kvitnutie (7) – (8), dozrievanie (9), (FÁBRY, – HANICH, 1975).



Zdroj:(www.web2.mendelu.cz)

3. 2 Výživa a hnojenie

3. 2. 1 Potreba živín

Kapusta repková pravá patrí k plodinám ktoré sú náročné na živiny a hnojenie. Jej nároky sú približne tri krát vyššie ako nároky obilnín. Možno ju týmto prirovnať k nárokom okopanín. Je to z dôvodu tvorby energeticky náročného tuku a pomerne vysokej úrody biomasy v porovnaní s obilninami až 10 – 15 t.ha⁻¹ sušiny, z ktorej sa podstatná časť vracia späť do pôdy vo forme pozberových zvyškov. A vzhľadom k tomu, že má bohatú vytvorenú koreňovú sústavu má relatívne dobrú schopnosť prijímať živiny z pôdneho roztoku (KOVÁČIK, P. 2007).

Jedna tona semena kapusty repkovej pravej spotrebuje:

50 – 60kg N

11 – 15kg P

50 – 58kg K

28 – 50kg Ca

4 – 7kg Mg

0,25 – 0,35kg B

3. 2. 2 Hnojenie N, P, K, S

3. 2. 3 Hnojenie dusíkom

Dusík ako hlavná makroživina vo výžive kapusty repkovej pravej. Dusík je dôležitý pri procesoch delenia buniek a tvorby chlorofylu. Pri jeho **nedostatku** (Obr. 1) sa výrazne znižuje intenzita delenia buniek aj tvorba chlorofylu. Čo sa prejaví následným spomalením rastu, zmeňovaním jednotlivých rastlinných porastov a postupným sfarbením listov od bledozelenej farby, cez žltú a až po oranžovo-hnedú farbu. Naopak pri **nadbytku dusíka** porasty produkujú viac fytohmoty, sú tmavozelené a veľké. U týchto rastlín neskoršie nastupuje generatívna fáza a semená a plody dozrievajú pomalšie. Hnojenie kapusty repkovej pravej dusíkom je rozhodujúcim faktorom pre výnos semena. Dusíkaté hnojenie ovplyvňuje do veľkej miery vývin porastu do zimy a tým následne aj prezimovanie a rast kapusty repkovej pravej na jar. Stanovenie dávky dusíka sa robí na základe agrochemického rozboru pôdy pre obsah N_{an} v pôde a aj podľa pôdnych podmienok. Dôležitá je aj doba aplikácie dusíkatých hnojív. V posledných rokoch sa výživa repky obmedzila na aplikáciu delených dávok dusíka (VANĚK, V. et al. 2007).

Cieľom hnojenia kapusty repkovej pravej dusíkom na jeseň je, aby rastliny do zimy vytvorili dostatočný objemový a silný koreňový systém. Je dôležité, aby nadzemná hmota na jeseň neprerastala. Treba podotknúť, že dusíkatým hnojením na jeseň sa stimuluje práve rast nadzemnej hmoty na úkor koreňov, čo má z hľadiska prezimovania negatívny vplyv. O hnojení dusíkom pred sejbou možno uvažovať vtedy, ak neboli použité organické hnojivá zo živočíšnej výroby, ak predplodinou boli dve obilniny, pri sejbe po agrotechnickom termíne a ak bol zistený obsah N_{an} vo vrstve 0 – 30 cm nižší než 15 mg.kg^{-1} pôdy. Najvhodnejšími hnojivami na tento účel, sú síran amónny (granulovaný), amofos a výnimočne močovina a NPK. Odporúčaná dávka čistých živín je cca 30 kg.ha^{-1} . Počas jesennej vegetácie sa hnoja porasty kde rastliny neprerastajú a kde korekcia výživného stavu v prípade sucha, tam kde nebol dusík aplikovaný pred siatím. Hnojí sa predovšetkým liadkovými hnojivami. Dávka dusíka činí 30 kg.ha^{-1} (KOVÁČIK, P. 2009).

Na jar by sme mali kapustu repkovú pravú trikrát až štyrikrát prihnojiť dusíkom. Rozostupy medzi jednotlivými dávkami by mali byť optimálne 14 až 18 dní. Pre prvé a druhé jaré prihnojovanie sa uprednostňujú dusičnan amónny so sírou a síran amónny. Neskôr sa uprednostňujú kvapalné dusíkaté hnojivá DAM 390 a močovina. Pre doľad'ovacie hnojenie sa používa predovšetkým LAV alebo liadok vápenatý. Pre jaré hnojenie dusíkom platí zásada že iba porasty s 20 – 40 silnými rastlinami na ploche 1 m^2 zaistia efektívnu výživu dusíkom. Dávky pri hnojení na jar sú stanovené podľa jednotlivých termínov hnojenia. Pri aplikácii koncom marca na obnovu regenerácie bielych korenkov sa používa dávka dusíka $40 - 90 \text{ kg.ha}^{-1}$. V období na začiatku regenerácie listovej hmoty sa používa dávka $40 - 60 \text{ kg.ha}^{-1}$. Počas listovej výživy sa v polovici sa apríla sa používajú dáky okolo $40 - 60 \text{ kg.ha}^{-1}$ (BEČKA, D. et al. 2007, VARGA, P – DUCSAY, L. et al. 2010).

Tretie prihnojovanie vykonané v čase kvitnutia priaznivo ovplyvňuje úrodu, najmä poškodených a slabšie rastúcich porastov. (BORECKÝ, V. et al.1995). Dávka dusíka, na ktorej sa zhodujú mnohí autori, by sa mala pohybovať na úrovni 30 až 40 kg.ha^{-1} a dávku je potrebné voliť podľa stavu porastu (BARANYK, P. et al. 2007).

Obrázok 1.:Deficit dusíka u kapusty repkovej pravej



Zdroj:(www.web2.mendelu.cz)

3. 2. 4 Hnojenie fosforom a draslíkom

Fosfor je ďalšia hlavná makroživina vo výžive kapusty repkovej pravej. Fosfor je dôležitý pri raste, tvorbe generatívnych orgánov, ako sú najmä kvety, plody a semená. Jeho ďalšia funkcia je pri tvorbe oleja čo má v prípade kapusty repkovej pravej veľký význam. V dôsledku **nedostatku P**, (Obr. 2) ako akumulátor energie sa znižuje proteosyntéza, čo má za následok, že v listoch vzniká viac sacharidov, ktoré podporujú zvýšenú tvorbu antokyánov (fialovočervené sfarbenie listov). **Nadbytok fosforu** sa v prirodzených podmienkach nezaznamenal (VANĚK, V. et al. 2007).

Draslík je ďalšia hlavná makroživina vo výžive kapusty repkovej pravej. Migračná schopnosť K v rastline je dobrá. Približne 80 % celkového draslíka v rastline je v iónovej forme. V dôsledku čoho, môžu silné dažde vyplaviť zo starších listov až 30 % draslíka. Draslík je dôležitý pri tvorbe sklerenchymatických pletív, pri regulácii osmotického tlaku buniek, pri tvorbe polysacharidov a syntéze bielkovín. Draslík tiež ovplyvňuje príjem železa a odolnosť rastlín voči chorobám a škodcom. Symptómy **deficitu K** (Obr. 3) sú, že listy dostávajú kovový odtieň, zvyšuje sa možnosť poľahnutia, brzdí sa transport asimilátov a ďalšie iné sprievodné symptómy. Pri jeho nadbytku zaznamenávame najmä na listoch bledozelené mozaikové sfarbenie listov. Ďalej to môže byť antagonistický vplyv na príjem kationov ako napr. Ca^{2+} , Mg^{2+} (VANĚK, V. et al. 2007).

Kapusta repková pravá má vysoké nároky na obe živiny. Veľký význam pre prezimovanie má **draslík**. Stanovenie dávky fosforu a draslíka sa robí na základe agrochemického rozboru pôdy pre obsah prístupného P a K v pôde a bilančnej potreby na

plánovanú úrodu kapusty repkovej pravej. Ak je obsah fosforu a draslíka v pôde v kategórii „dobrá zásoba“, tak potom môžeme zvoliť nahradzovací systém hnojenia. To znamená, že koľko živín daná rastlina odoberie úrodou, tak také isté množstvo živín sa vráti do pôdy vo forme hnojív pričom zásoba živín ostane na úrovni (KOVÁČIK, P. 2009).

V prípade ak je obsah P a K v pôde stredný alebo malý, tak zvolené dávky živín zvýšime o 25 až 50 %, čím sa zabezpečí nárok kapusty repkovej pravej na P a K a súčasne sa zvýši obsah živín v pôde. Ak sa ku plodine aplikuje v danom roku maštaľný hnoj, napríklad v dávke 30 t.ha^{-1} , potom sa dávka fosforu môže znížiť približne o 7 kg.ha^{-1} a dávka draslíka o približne 60 kg.ha^{-1} , ktoré sa uvoľnia mineralizáciou z organickej hmoty v prvom roku aplikovania maštaľného hnoja. Ak bude pôda vykazovať vysokú zásobu niektorej živiny, môžeme hnojenie touto živinou vynechať (BEČKA, D. et al. 2007).

Hnojenie **fosforom** a **draslíkom** sa uskutočňuje v letnom období, pričom z celkovej dávky P a K sa $2/3$ zapracuje do pôdy orbou a zvyšok $1/3$ sa aplikuje ku predsejbovej príprave pôdy. Ako vhodné priemyselné hnojivá sa môžu použiť všetky druhy superfosfátov a draselnej soli, prípadne ak je potrebná dusíkatá výživa tak je vhodné aplikovať NPK hnojivá s nízkym obsahom N (BEČKA, D. et al. 2007).

Obrázok 2, :Deficit P u repky olejnej.



Zdroj:(www.web2.mendelu.cz)

Obrázok 3, :Deficit K u repky olejnej



Zdroj:(www.web2.mendelu.cz)

3. 2. 5 Hnojenie Sírrou

Kapusta repková pravá je pomerne náročná na **sírrou**. Úrodou 3 t.ha⁻¹ odoberie z pôdy okolo 54 kg síry. Približne polovica tohto množstva je lokalizovaná v semenách, čiže síra má tiež hlavný dopad na produkciu repky. Zdrojom síry vo výžive rastlín sú soli kyseliny sírovej (SO₄²⁻). Listy môžu čiastočne pohlcovať aj SO₂ zo vzduchu. Síra sa spolu s dusíkom zúčastňuje pri syntéze bielkovín. A to najmä pri syntéze aminokyselín ako sú: cystín, cysteín a metionín. Zúčastňuje sa tiež pri tvorbe glukozidových olejov, disulfonových reťazcov, niektorých vitamínov, glukotatiónu a koenzýmu A (KOVÁČIK, P. 2009).

Vizuálne **príznyky nedostatku S** (Obr. 4) sa začínajú objavovať u najstarších listoch a to ich žltnutím. Pri silnejšom nedostatku môže zožltnúť aj celá rastlina. Rastliny, ktoré tiež trpia nedostatkom síry majú aj menšie a užšie listy. **Príznyky nadbytku** síry v rastlinách nie sú známe. Skôr sú to prejavy zo zasolenia pôdy alebo z toxického účinku vysokej koncentrácie SO₂ v atmosfére, kedy dochádza k rozkladu chloroplastov a následne k listovej nekróze (VANĚK, V. et al. 2009).

Hnojenie kapusty repkovej pravej sírou je možné už pred sejbou a behom vegetácie. Nedostatočnú zásobu síry pre pestovanie možno očakávať na pôdach ľahkých až stredných, nedostatočne zásobených ľahko rozložiteľnými organickými látkami, s nízkou hladinou podzemnej vody. Potrebu síry je možné uhradiť hnojením pred založením porastu. A to cez síran amónny, síran draselný a jednoduchý superfosfát. V súčasnosti sa používa aj novo vyvinuté hnojivo DASA 26/13 s obsahom síry 13 % a obsahom dusíka 26 %. Toto hnojivo je vhodné aplikovať na regeneračné prihnojovanie, aby sme ním naraz uhradili celú potrebu dusíka a aj značnú dávku síry (BEČKA, D. et al. 2007).

V prípade potreby doplniť väčšie množstvo síry je vhodné dávku rozdeliť a zbytok aplikovať v jarnom období. Jarná výživa býva mimoriadne efektívna a realizuje sa buď na základe informácií o obsahu síry v rastline alebo v 0,3 m vrstve pôdy odobratej začiatkom marca. Prevádza sa skoro na jar, kedy nedostatok síry v pôde je zreteľný a následne je lepšie využiť síru na tvorbu úrody. Doporučené sú aplikačné dávky na úrovni 15 až 40 kg.ha⁻¹ S, ojedinele až 50 kg.ha⁻¹. Pozor aj na prehnojenie sírou ktoré spôsobuje zhoršenie kvality semien a tiež zvyšuje obsah glukozinolátov (BARANYK, P. et al. 2007).

Obrázok 4,:Deficit S u listov repky olejnej



Zdroj:(www.web2.mendelu.cz)

3. 3. Hnojenie bórom

3. 3. 1 Význam bóru vo výžive kapusty repkovej pravej

Už v minulosti sa jednoznačne dokázalo, že mikroelementy tzv. stopové prvky, ktoré sú v tkanivách rastlín obsiahnuté len v malom množstve, sa vyznačujú vysokou biologickou aktivitou. Neprítomnosť týchto stopových prvkov v pôdnom substráte spôsobuje dosť dôležité poruchy v raste a fyziologickom vývoji a sú príčinou zníženej odolnosti voči chorobám rastlín a napadnutí škodcom a atď. Z čoho vyplýva pre dosiahnutie stabilných úrod poľnohospodárskych plodín treba rastlinám zabezpečiť všetky potrebné živiny dôležité pre rast, vývin a tvorbu úrod. Kapusta repková pravá potrebuje nielen relatívne značné množstvá živín – dusíka, fosforu, draslíka a síry, ktoré sa dostávajú pri obvyklej aplikácii priemyselných hnojív, ale tiež malé množstvá rovnako nepostrádateľných biogénnych prvkov. Bór je jednou dôležitou a nepostrádateľnou živinou vo výžive kapusty repkovej pravej mikroelementmi (TEREN, J. et al. 1988).

Kapusta repková pravá jedna z hlavných olejní v Číne a tak isto aj vo svete je citlivá na deficit bóru (CHU, T. D. et. al, 1996). XU, F. S. et. al, (1998) dokázal, že účinnosť (efektívnosť) bóru je dominantným znakom u kapusty repkovej pravej.

Odvtedy, čo začiatkom tridsiatych rokov po prvý raz vo veľkom pozorovali deficienciu bóru (tzv. srdiečková hniloba cukrovej repy), charakteristické symptómy nedostatku bóru opísali už pre rozmanité druhy rastlín pestovaných v rozličných zemepisných pásmach. Nedostatok bóru je príčinou vážnych znížení úrod a často aj zhoršenia kvality pestovaných plodín. Takýmto stratám možno predísť aplikáciou bórových hnojív. Pôsobenie bóru v kapuste repkovej pravej má blízky vzťah k aktivite

meristémových pletív, tzv. meristémov, k vývoju bunkových stien, výžive kapusty repkovej pravej, vývoju a fyziologickému vyzrievaniu plodov a transportu cukrov (BEČKA, D. et al. 2007).

Anatomické štúdie dokazujú tiež prerušenie bunkového delenia v meristémovom pletive, pričom súčasne dochádza k poruchám v normálnej organizácii floému a sylému až do úplnej nepriechodnosti vodných pletív. S tým súvisí prerušenie pohybu plastických látok, predovšetkým glycidov z listov do zásobných orgánov rastliny. Nekróza parenchýmových tkanív koreňov, ktorá sa obvykle vyskytuje pri nedostatku bóru, dovoľuje tiež predpokladať, že funkcia bóru v substráte pôsobí nepriaznivo na tvorbu fosfoesterov glukózy a predovšetkým na syntézu adenozintrifosfátu (ATP). Následkom inhibície syntézy makroergických zlúčenín môže byť, celkové zníženie všetkých syntetických procesov spojených so spotrebou energie a to nielen syntézy bielkovín, ale i takých dôležitých zložiek protoplazmy, akými sú nukleové kyseliny (LOŽEK, O. et al. 1995).

Bór tiež zlepšuje podmienky aerácie pre koreňovú sústavu rastlín. Pôsobí predovšetkým v redukčnej fáze dýchania, čím sa zabraňuje nezvratnej oxidácií dýchacích chromogénov. V prípade rastlín prihnojovaných bórom sa značne zvyšuje celková redukčná schopnosť rastlinných pletív. Dokázalo sa, že bór tiež reguluje transport asimilátov z listov do generatívnych orgánov a koreňov. Bór zvyšuje aj odolnosť rastlín proti suchu. V tomto prípade účinok bóru vyvoláva pôsobenie na koloidné biochemické vlastnosti protoplazmy (zvýšenie hydrofilnosti, schopnosti koloidov viazať vodu). Veľký počet odborných prác jednoznačne dokazuje spojenie bóru s celým komplexom procesov minerálnej výživy rastlín ako aj výživy kapusty repkovej pravej. V jeho neprítomnosti rastliny neprijímajú z pôdy dostatočné množstvo vápnika a postrádajú tak faktor spolupôsobiaci na príjem iných katiónov (BARANYK, P. et al. 2007).

Prvotné príznaky **nedostatku bóru** (Obr. 5, 6) sú, odumieranie rastového vrcholu a korieňov. Pozorujeme tiež silnejší rast bočných výhonkov, ktoré môžu zakrátko odumierať. Niekedy môžeme pozorovať na horných lístkoch chlorózu. Rastliny slabšie kvitnú, kvety opadávajú, semeno sa vytvára len slabo, alebo sa dokonca nevytvorí žiadne. Plody sú na vzhľad veľmi nepekné, deformované. Príznaky nedostatku bóru sa môžu zamieňať s príznakmi nedostatku draslíka (VANĚK, V. et al. 2007).

Nedostatok bóru zastavuje bunkové delenie, v dôsledku toho vplýva na rastúce časti ktoré postupne odumierajú. Môže to viesť k strate apikálnej dominancie, vývinu

postranných stoniek a zahusteniu. Nedostatok môže tiež ovplyvniť opelenie a násadu semena.(CARKEET, T. –JAMES. 2005).

Nedostatok bóru môže byť dôvodom pre sterilitu kapusty repkovej pravej, ako sa to potvrdilo v Kanade (NYBORG, - HOYT, 1970; NUTTAL. et al, 1987.) a v Číne (XU, 1988). Bór podporuje tvorbu peľu a obzvlášť, aj rast peľovej vĺčky. Nedostatok bóru môže byť dôvodom pre sterilitu kapusty repkovej pravej. Nedostatok bóru vedie aj k výraznému poklesu semien u kapusty repkovej pravej a môže dôjsť aj ku kvetinovému potratu (ZAMAN, N. W. et al., 1998).

Typickými vonkajšími príznakmi nedostatku bóru u kapusty repkovej pravej sú chlorotické listy, zvinuté, vráskavé, na stopkách s trhlinami, stonky hnednú, objavujú sa nekrotické fláky, rastliny majú trpasličí vzhľad, úroda semena sa znižuje (TEREN, J. et al. 1988).

Príznaky **nadbytku bóru** sú veľmi podobné vonkajším prejavom poškodenia vplyvom nadbytku niektorých ďalších biogénnych prvkov (napr. draslíka). Príznaky nadbytku bóru sa prejavujú predovšetkým na starších listoch. Objavuje sa zlatožlté zafarbenie okrajov listov. S postupným hromadením bóru, sa chlorotické zafarbenie rozširuje a okraje listov odumierajú. Pri toxickom pôsobení sa na listoch niekedy objavujú svetlejšie pásiky, najmä na ich okrajoch. Nadbytok bóru možno čiastočne redukovať, alebo aj úplne odstrániť vysokými dávkami dusíka, alebo aplikáciou vápenatých hnojív (KOVÁČIK, P. 2009).

Obrázok 5,:Deficit B u repky olejnej



Zdroj:(www.web2.mendelu.cz)

Obrázok 6,:Deficit B u repky olejnej



Zdroj:(www.web2.mendelu.cz)

3. 3. 2 Bór v pôde

Bór sa v pôdach vyskytuje v forme aniónov BO_2^- a BO_3^{3-} a tiež viazaný v rôznych zlúčeninách nerovnakej rozpustnosti. Celkový obsah bóru v pôde sa obvykle pohybuje od 2 do 100 ppm B, priemerne okolo 300 ppm B. Jeho rozpustnosť v pôdnych podmienkach ovplyvňuje pôdna reakcia (hodnota pH). Najviac bóru sa rozpustí pri hodnotách 5 – 7 a nad 8,5. Dôležitý význam okrem hodnoty pH pôdy má i zrnitosť, zloženie a obsah organickej hmoty. Vysoký obsah ílovitých častíc znižuje jeho príjem rastlinami. Väčšina prijateľného bóru sa uvoľňuje rozkladom organickej hmoty, predovšetkým na pôdach s kyslejšou pôdnou reakciou (TEREN, J. et al. 1988).

Nedostatok bóru sa dosť často vyskytuje na ľahších kyslejších pôdach, v pôdach s vápenatým substrátom, prehnojených draslíkom a na pôdach sladkovodných sedimentov, kde obsah bóru (vo výluhu horúcou vodou) je nižší ako 1 mg.kg^{-1} . Nedostatok ešte možno pozorovať aj na pôdach ľahkého mechanického zloženia a v pôdach s extrémne nízkym obsahom organickej hmoty. Obsah bóru vyšší ako 5 mg.kg^{-1} pôdy pôsobí už toxicky. Tieto množstvá sú zreteľné i na pôdach zasolených v suchých oblastiach aridnej klímy (Tabuľka 1). Toxicita sa môže prejavovať v prehnojených pôdach a po aplikácii kalov na hnojenie pôdy z čistiarň odpadových vôd (TEREN, J. 1988).

Beztvárne oxidy mangánu vplyvajú na sorpčnú a desorpčnú schopnosť bóru vo väčšine pôd (ZHU, D. W. et al. 2007).

Rastliny odpovedajú len na aktivitu bóru neviazaného v pôde a neodpovedajú na bór absorbovaný na pôdnych mineráloch (GOLDBERG, S. 2005). Koncentrácia bóru v pôde je všeobecne ovplyvnená adsorpčnými reakciami bóru (GOLDBERG, S. 1997).

Nízka úroveň vodorozpustného bóru sa odráža na slabom a pomalom raste kapusty repkovej pravej a tiež sa podieľa na nižšej úrode a kvalite repkových semien (YAN, et al. 2003).

MIJLKOVIC, N.S. et al. (1966) a RUSSEL, E.W. (1973) objavili kladný vzťah medzi vodorozpustným bórom – jeho koncentráciou v pôde a obsahom bóru v rastlinných pletivách.

Stanovenie obsahu bóru v pôde sa robí nasledovným spôsobom najprv sa odoberie a označí vzorka a následne z nej sa stanoví obsah bóru. Vzorka sa odoberá tyčovými sondami do hĺbky ornice pričom na jednu priemernú vzorku treba uskutočniť asi 30

vpichov sondy. Odobrané vzorky pôdy sa voľne vysušia na vzduchu, uskladnia do príslušných obalov potom sa označia a zašlú na ASP pre stanovenie obsahu bóru.

Stanovenie obsahu bóru v pôde sa robí nasledovne podľa *Vyhlášky 21 MPSR z 15. decembra 2000 o agrochemickom skúšaní pôd a zisťovaní pôdnych vlastností lesných pozemkov*: Vzorka pôdy sa extrahuje definovaným spôsobom vodou počas varu. V extrakte sa stanoví bór spektrofotometricky metódou kalibračnej krivky po reakcii s azometínom H, keď vzniká oranžovo-žltý komplex pri pH 4 – 5. Sfarbené organické látky sa odstránia oxidáciou manganistanom. Vplyv rušiacich iónov sa odstraňuje prídavkom kyseliny askorbovej. Bór možno stanoviť aj metódou optickej emisnej spektrometrie v indukčne viazanej plazme metódou kalibračnej krivky.

Približne 45% pôd Slovenska má malú zásobu a 14% pôd vysokú zásobu prístupného bóru. Je takmer zrejme, že na viac ako polovičnej výmere pôd má hnojenie kapusty repkovej pravej bórom svoje opodstatnenie.

3. 3. 3 Metódy hnojenia bórom

Kapusta repková pravá ktorá je charakterizovaná plodina citlivá na nedostatok bóru a väčšinou dobre reaguje a hnojenie bórom (BERGMANN, W. 1992; SHORROCKS, V. 1997). Okrem toho je často kapusta repková pravá plodina pestované na pôdach s nízkym obsahom bóru (silne zvetrané pôdy, plytké pôdy, vápenaté pôdy). Znížená, dostupnosť bóru je napríklad v dôsledku vysokého pH pôdy, v období sucha počas obdobia rastu. Z tohto dôvodu je nedostatok bóru u kapusty repkovej pravej sledovaný na celom svete (SHORROCKS, V. 1997).

Na hnojenie kapusty repkovej pravej bórom sa v minulosti v ČSSR i v zahraničí používali predovšetkým tieto zlúčeniny a prípravky z ktorých sa niektoré používajú aj v súčasnosti:

- kyselina trihydrogénboritá (bežne kys. Boritá), H_3BO_3 – stechnometrický obsah bóru: 17,48 % B.
- tetraboritan sodný kryštalický (bórax), $Na_2B_4O_7 \cdot 1 H_2O$ – stechnometrický obsah bóru: 11,34 % B.
- Solubor (prípravok firmy Borax), $Na_2B_8O_{13} \cdot 4 H_2O$ – obsah bóru 20,5 % B.
- Kvapalný koncentrát komplexne viazaného bóru – Folibór – obsahuje obvykle priemerne 62,9 kg komplexne viazaného bóru v 1 m³ a obvykle 56 kg amoniakálneho dusíka v 1 m³ koncentráte.

V zahraničí sa ešte používali prípravky: Fertiliser borate 46 (14,7 % B) a Fertiliser borate 65 (20,3 % B) oba sú produktom firmy Borax consolidated limited (TEREN, J. et al. 1988).

Všetky v tej dobe používané látky (zdroje bóru) majú výrazne iónový charakter ide o tradičné anorganické zlúčeniny. V kvapalnom koncentráte Folibór je bór viazaný vo forme komplexov. Folibór obsahuje aj povrchovo - aktívne látky natívneho pôvodu, čím sa významne zlepšuje zmáčavosť listovej plochy kapusty repkovej pravej pri foliárnej aplikácii bóru (TEREN, J. et al. 1988).

Dávkovanie zdrojov bóru na základe hnojenia do pôdy sa odporúčajú dávky 1 – 3 kg B.ha⁻¹. Mimoriadne vhodná je aplikácia postrekom na list formou základného hnojenia v dávke 0,3 – 0,8 kg B.ha⁻¹ alebo optimalizačného hnojenia v dávke 0,05 – 0,5 kg B.ha⁻¹. Postreky na list kapusty repkovej pravej treba vykonať jednorázovo na dostatočne vzrastlý a zapojený porast. Na stanovištiach s výrazným deficitom bóru sa odporúčajú viacnásobné aplikácie. Pozitívne výsledky ovplyvnením úrody možno dosiahnuť aplikáciou hnojiva v dávke asi 0,3 – 0,5 kg B.ha⁻¹ približne na jar v období keď sa tvorí prízemná ružica, alebo potom podľa stavu porastu aj na jeseň (KOTVAS, F. 1988).

Pri pokusoch hnojenia s kvapalným Premixom s obsahom bóru bola významným odberateľom bóru práve kapusta repková pravá. Kde jej aplikácia už v tej dobe bola bežným opatrením. Aplikácia v dávke do 0,50 kg B.ha⁻¹ sa odporúča v období tvorby prízemnej ružice, obvykle na jar. Nemožno vylúčiť v závislosti od vývinu kultúry aj jesennú aplikáciu. V pokusoch sa zistili prírastky až do 16 % (KOTVAS, F.1988).

Tabuľka 1: Kritéria pre hodnotenie bóru v pôde (TEREN, J. et al. 1988)

Pôdny druh	Obsah bóru v pôde (mg.kg ⁻¹)		
	nízky	stredný	vysoký
Ľahká pôda	0,4	0,4 – 0,7	nad 0,7
Stredne ťažká pôda	0,6	0,6 – 1,0	nad 1,0
Ťažká pôda	0,8	0,8 – 1,5	nad 1,5

Extrakciou horúcou vodou sa metóda často používa ako metóda testovania pôdy na obsah bóru k potrebnému hnojeniu bórom. Kritická hodnota závisí na vlastnostiach pôdy. S rastúcim obsahom ílu kritická hodnota bóru tiež stúpa. Odporúčané množstvo bóru, ktoré

sa použije, závisí na obsahu ílu v pôde. Ak je obsah bóru primeraný, tak odporúčané množstvo bóru je 1 – 2 kg.ha⁻¹ pre pôdnu aplikáciu, aby sme predišli problémom nedostatku bóru. Pôdnu aplikáciu je najúčinnjšie začleniť do povrchu 15 cm pôdy (NUTTAL, W. et al. 1987). Odporúčané dávky bóru pre foliárnu aplikáciu sú väčšinou nižšie o 0,3 - 0,4 kg. ha⁻¹. Podobné hodnoty boli hlásené aj v ďalších regiónoch sveta (RASHID, A. et al. 1994).

V súčasnej dobe je hnojenie kapusty repkovej pravej bórom častou diskutovanou témou mnohých autorov vedeckých publikácií, vedeckých článkov, vedeckých prác, ale aj samotných pestovateľov a agropodnikateľov. Z tohto dôvodu prevládajú rôzne názory či už na metódy hnojenia bórom, aplikačné dávky a ekonomiku (rentabilitu) pestovania kapusty repkovej pravej (BARANYK, P. et al. 2007).

Kapusta repková pravá patrí medzi plodiny mimoriadne citlivé na nedostatok bóru. Dá sa predpokladať, že viac ako 80 – 90 % porastov kapusty repkovej pravej je nutné hnojiť bórom. Výnimku môžu tvoriť hlinité hlboké pôdy a pôdy dostatočne hnojené organickými hnojivami. Kladnú odozvu na aplikáciu bóru možno očakávať na pôdach s vysokým stupňom zvetrania, na pôdach podzolových, premyvných, ľahkých či prevápnených, kde dochádza k silnej absorpcii bóru. Prijímanou formou bóru je forma H₃BO₃. Úzke rozpätie vhodného obsahu v pôde je (2 -5 mg B.kg⁻¹ extrahovaného v horúcej vode) prikláňa sa najmä na jeho pasívny príjem. Tiež možno povedať že bórom sa dá aj pomerne ľahko prehnojiť pôda (BARANYK, P. et al. 2007).

Dostupnosť bóru sa znižuje vápnením, vysokým pH pôdy a suchom, počas hlavných vývojových fázach rastu kapusty repkovej pravej (SCHRODER, G. 1992). Príznaky deficitu sa objavujú často pri teplom a suchom počasí, pretože je nižší príjem bóru rastlinami vo vrchnej vrstve zeminy ktorá je suchá. Pokles dostupnosti pravdepodobne výrazne vyplýva na koreňový systém, ale aj na celú nadzemnú fyto masu. (KLUGE, R. 1971).

Rastliny kapusty repkovej pravej sú teda rizikové na nedostatočné zásobovanie bórom, keď rastú na pôdach s nízkym obsahom bóru a vysoké pH, rovnako ako v suchých rokoch. Foliárna aplikácia bóru v takých podmienkach obmedzenej dostupnosti môže byť účinnejšia ako aplikácia bóru do pôdy, pretože môže byť použitá priamo a bór sa ľahšie vstrebáva cez listy, lebo jeho obsah nie je pevne stanovený v pôde. Z pokusov s Brassica oleracera došlo sa k záveru, že pri nedostatočnej zásobe bóru a pri menej vhodných

pôdnych podmienkach bola efektívnejšia foliárna aplikácia bóru v porovnaní s aplikáciou do pôdy. Boli zaznamenané aj vyššie výnosy úrod.(SHELP, B. et al. 1996).

V Poľsku poľné pokusy (KRAUZE, A. et al. 1991) na piesočnato hlinitých a hlinitých pôdach s obsahom bóru v pôde od 0.12 do 0.25 ppm a pH 6,2 – 6,5 bola zvýšená výťažnosť semien o 0,5 až 0,6 t.ha⁻¹. To bolo zistené, vzhľadom k foliárnej aplikácii kyseliny bórtej. V týchto šetreniach sa takisto zlepšila kvalita semien. Obsah tuku sa výrazne zvýšil o 0,9 %. Tieto výsledky boli potvrdené v pokusoch o rok v Nemecku, kde aplikačná dávka bola 250 g B.ha⁻¹ vo forme foliárnej aplikácie aplikovanej dva krát ročne (ORLOVIUS, K. 2001).

Hlavnou výhodou foliárnej aplikácii spočíva v možnosti reagovať veľmi rýchlo po diagnostikovaní deficitu bóru a využitie bóru na konkrétnu fázu vývoja. Obmedzená mobilita bóru v pôde je dôvodom pre odporúčanie aplikácie na list nielen ako jediná liečba, ale ako opakované listovej ošetrovanie pred a po dobe špičkové odberu v čase kvitnutia (BARANYK, P. et al. 2007).

Vhodnou dobou na mimokoreňovú výživu je fáza predlžovania až začiatok kvitnutia. Na trhu je dnes celá rada listových hnojív, ktoré možno aplikovať s DAM 390. Veľmi vhodná je aplikácia s použitím zmáčadla a dávka bóru by mala činiť maximálne 150 – 230 g B.ha⁻¹. Toto ošetrovanie v priebehu jari treba ešte zopakovať tak, aby celková dávka bola asi 400 až 500 g.ha⁻¹. Na pôdach s vysokým deficitom bóru je možné aplikovať bór pri použití špeciálnych listových hnojív už na jeseň. (BARANYK, P. et al. 2007).

Podľa FECENKA a LOŽEKA (2000) by sa ku kapuste repkovej pravej dávky bóru mali pohybovať na úrovni od 0,1 do 1,5kg B.ha⁻¹ v závislosti od pôdneho druhu (ľahká pôda, stredná, ťažká) a obsahu prístupného bóru v pôde (Tabuľka 2). Taktiež sa dávka bóru môže korigovať podľa obsahu bóru v listoch repky. Za optimálnu hodnotu je považovaný obsah 50 – 60 mg.kg⁻¹ B sušiny. Nedostatok bóru sa prejavuje slabším nasadením šesuli a menším počtom semien. Preto možno povedať, že zvýšenie úrody úzko súvisí s obsahom bóru v pôde a jeho prijateľnosťou rastlinami.

Pri nedostatku je ho možné aplikovať do pôdy pre sejbou a to vo forme boraxu v množstve asi 10 – 20 kg.ha⁻¹, alebo spolu s DAM 390 pri základnom dusíkatom hnojení. Hnojenie bórom na list sa odporúča vtedy je vysoká hodnota pôdnej reakcie pH (alkalická), keď sa nehnojilo bórom do pôdy pred sejbou a keď je potreba bóru relatívne malá, resp. keď sa začal deficit prejavovať až počas vegetácie. Naproti tomu, ak je obsah bóru nad 2,0

mg.kg⁻¹ pôdy začína pôsobiť už toxicky, preto treba hnojeniu bórom venovať patričnú pozornosť, aby ostal jeho obsah optimálny (FECENKO, J – LOŽEK, O. 2000).

Tabuľka 2: Určenie dávok bóru k ozimnej repke v závislosti od pôdneho druhu a obsahu bóru v pôde (LOŽEK, 2000)

Druh pôdy	Obsah bóru (mg.kg-1 pôdy)	Dávka bóru (kg.ha-1)
Ľahká pôda	do 0,25	1,0
	0,26-0,50	0,5
	0,51-1,00	0,1
Stredná a ťažká pôda	do 0,30	1,5
	0,31-0,70	0,7
	0,71-1,50	0,2

Pri výžive kapusty repkovej pravej má z mikroelementov najväčší význam bór, avšak pre tvorbu vysokých a kvalitných výnosov je potrebné zabezpečiť dostatok molybdénu, mangánu, medi a zinku. Doplnenie mikroelementov sa realizuje buď, aplikáciou vyšších dávok v období pred sejbou alebo nižších dávok počas vegetácie. Dávky sú určené na základe informácií o obsahu daných živín v pôde a rastline (LOŽEK, O. et al. 2000).

K hnojeniu bórom tiež dochádza aj pri pestovaní kapusty repkovej pravej po plodinách výrazne zavlažovaných riečnou vodou obsahujúcou jeho zvýšené množstvo. K hnojeniu sa odporúča používať nielen hnojivá obsahujúce len bór, ale prípadne aj iné stopové prvky. Ich spoločné použitie s dusíkatými hnojivami síce zvyšuje jeho využiteľnosť, avšak v období pred sejbou sa musí k N výžive pristupovať výrazne opatrne. Za vhodné hnojivá sa považujú Solubor, Borax, kyselina boritá, Folibor, kde 1 kg bóru sa nachádza v 4,65 kg bezvodého Boraxu, v 8,82 kg kryštalického Boraxu, v 5,72 kg kyseliny bóritej, v 17,24 l Foliboru (KOVÁČIK, P. 2009).

Listovú výživu bórom spolu s mikroelementami sa doporučuje urobiť spolu s produkčným hnojením dusíkom vo fáze intenzívneho rastu kapusty repkovej pravej tj. v období predlžovania stoniek. Ak nebolo možné vykonať hnojenie v tomto termíne môže sa potom uskutočniť vo fáze žltých kvetných pukov. A je vhodné k tomu priradiť aj aplikáciu pesticídov (KOVÁČIK, P. 2009).

K foliárnemu hnojeniu sa pristupuje na základe:

- Rozboru rastlín (Tabuľka 3)
- Ak má pôda vysokú hodnotu pH
- Ak sa nehnojilo bórom pred sejbou
- Ak je celková zásoba bóru relatívne malá

Aplikačné dávky by mali byť na úrovni 300 - 600 g.ha⁻¹ B. V prípade použitia zmáčadiel sa dávky znižujú na úroveň 100 - 200 g.ha⁻¹ B, pričom je vhodné, ak sa aplikujú dvakrát do celkového doplnenia aplikačnej dávky. Foliárna aplikácia bóru zvyšuje výnos semena a neovplyvňuje obsah tuku v semenách (KOVÁČIK, P. 2009).

Tabuľka 3,: Kritéria hodnotenia obsahu bóru v kapuste repkovej pravej (NEUBERG, et al. 1990)

Rastová fáza (doba odberu)	Analyzovaná časť	Hodnotenie		
		Nízky	Stredný	Vysoký
		Mg.kg-1 sušiny		
pri výške rastlín 30 – 40	listy	do 30	30 - 60	nad 60

Tabuľka 4,: Závislosť výnosov kapusty repkovej pravej na obsah bóru v pôde (BEČKA, D. et al. 2007)

Rozmedzie obsahu B v mg.kg ⁻¹ pôdy	Výnos (t/ha)	Výnos (%)
Pod 0,4	2,98	100
0,81 – 1,00	3,11	104
1,01 – 1,20	3,16	106
1,21 – 1,40	3,01	101
nad 1,60	2,83	95

Interakcie s inými živinami musí byť taktiež považované za tie ktoré majú vplyv na dostupnosť bóru a účinok hnojenia. Výsledky z Austrálie naznačujú že zodpovedajúce dávky zinku pomáhajú zmierniť škodlivé účinky v prípade deficitu bóru (GREWAL, et al. 1998). Zo zistenia ďalej vyplýva, že odrody kapusty repkovej pravej sa líši v tolerancii k nedostatku bóru vo vzťahu k zásobovaniu zinkom. Zvýšenie dávok zinku pri výraznom deficite bóru sa zvýšil obsah listia a vylepšila sa úroveň biomasy a dosiahol sa vyšší výnos semien. Avšak, dostatočne alebo nadmerné dávky bóru nad rámec zinku mali opačný efekt a klesol výnos biomasy a semien. Najvyššie výnosy boli dosiahnuté, keď boli rastliny optimálne zásobované bórom aj zinkom. (SINHA, P. et al. 2000).

Významné interakcie medzi bórom a draslíkom na výnos kapusty repkovej pravej boli zaznamenané v Číne. Na pozemkoch hnojených bórom, spolu s aplikáciou draslíka malo za následok zvýšenie výnosu o $0,4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Draslík bol schopný hrať pozitívnu úlohu pre výnos semena iba vtedy, keď výživa bórom bola uspokojivá a naopak. (YOUSHEG, X. et al. 1991).

Úzke rozpätie koncentrácií medzi nedostatkom a toxicitou znamená, že treba mať dostatočné odborné znalosti pri používaní hnojív s obsahom bóru. Hnojenie pre niekoľko rokov dopredu, alebo skladovanie otvorených hnojív v blízkosti skladovaných semien, alebo osiva znamená nebezpečenstvo toxických účinkov a z tohto dôvodu sa to neodporúča (SHORROCKS, V. 1997). Toxické príznaky bóru sa môžu objaviť po použití veľkého množstva komunálneho kompostu (PURVES - MACKENZIE, 1974).

V suchých oblastiach pri zavlažovaní riečnou vodou s vysokým obsahom bóru môže viesť k toxicite. Hodnota obsahu bóru v závlahovej vode by nemala prekročiť hranicu $10 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (MARSCHNER, H. 1986). Avšak, táto hodnota musí byť v kontexte s množstvom zavlažovanej vody a obsahom bóru v pôde. Vzhľadom k tomu, je kapusta repková pravá relatívne tolerantná k bodu toxicity. Príznaky toxicity sú chlorózy listov na špičkách a okrajoch listov a následne postupný rozvoj nekrotických škvŕn na listoch (SHORROCKS, V. 1997).

Záver

Najdôležitejšou a tiež významnou funkciou hnojenia pôdy je absorbovanie potrebných živín do organizmu pestovanej plodiny, pričom hlavnou snahou je získavanie optimálnych hektárových úrod a dopestovať čo najkvalitnejšiu produkciu bez toho, aby akokoľvek ovplyvňovala spotrebiteľov, či už sú to ľudia alebo hospodárske zvieratá a tiež aby pozitívne ovplyvňovala ekologickú stabilitu daného agroekosystému.

Pre výhodné a správne stanovenie potreby živín pre výživu kapusty repkovej pravej nám slúži anorganický rozbor rastlín a v neposlednom rade tiež agrochemický rozbor pôdy, ktorý nám taktiež stanoví hodnotu pH pôdy a tiež určí koľko bóru alebo inej živiny je potrebné dodať, alebo v krajnom prípade či je vôbec nevyhnutné hnojiť danú plodinu.

Kapusta repková pravá patrí medzi náročné plodiny čo sa týka hlavne výživy dusíkom, fosforom a sírou. Taktiež je náročná aj na hnojenie bórom. Neharmonická výživa bórom sa môže potom odraziť na zdravotnom stave rastliny na samotnom raste a vývine a taktiež na výške úrody. Najvhodnejšie predplodiny sú zemiaky, skorá zelenina, ozimné a jarné miešanky. Nevhodné sú plodiny, ktoré sa zberajú po prvej polovici augusta, ako napríklad jačmeň jarný.

Dávka bóru sa delí na dve časti počas vegetácie. Najvýhodnejšia je foliárna aplikácia oproti aplikácii na pôdu a to najmä ak je pôdna reakcia kyslá a ak počas vegetácie prevláda sucho. Tiež je dôležitá interakcia bóru s inými živinami ako sú najmä zinok a draslík.

Kapusta repková pravá je tiež výbornou predplodinou pretože zanecháva po sebe veľké množstvo organickej hmoty, čo prispieva k zlepšovaniu pôdných vlastností a následne sa zlepšujú podmienky pre danú plodinu.

Použitá literatura:

1. BARANYK, P. - FÁBRY, A. a kol. 2007. *Řepka Pěstování-využití-ekonomika*. Praha: Profi Press s. r. o., 2007, 208 s., ISBN 978 - 80 - 86726 - 26 - 7.
2. BEČKA, D. a kol. 2007. *Řepka ozimná – Pěstitelský rádce*. Praha, 2007, 60 s., ISBN 978 – 80 – 87111 – 05 – 5.
3. BERGMANN, W. (1992): *Nutritional Disorders of Plants*. Gustav Fischer Verlag, Jena.
4. BORECKÝ, V. - STIFFEL, R. 1995. *Olejniny*. Nitra: ÚVTIP, 1995, 130 s.
5. E.W. RUSSELL, *Soil Conditions and Plant Growth* (10th ed.), Longman Ltd., London (1973).
6. GOLDBERG, S., 1997. *Reactions of boron with soils*. Plant Soil 193, 35–48.
7. GOLDBERG, S., 2005. *Inconsistency in the triple layer model description of ionic strength dependent boron adsorption*. J. Colloid Interface Sci. 285, 509–517.
8. GREWALL, H.S. - GRAHAM, R.D. - STANGOULIS, J. (1998): *Zinc-Boron interaction effects in oilseed rape*. J. Plant Nutr. 21 (10), 2231-2243.
9. CHU, T. D. - CHEN, J. J. - LIU, C. Z. - XU, G. B. 1996. *Study on reason of floral sterility of rape under boron deficient condition*. Plant Nutr. Fert. Sci. (in Chinese). 2(1): 23–31.
10. KLUGE, R. (1971): *Beitrag zum Problem des B-Mangels bei landwirtschaftlichen Kulturen als Folge der Bodentrockenheit*. Archiv Acker Pflanzenbau Bodenkd. 15, 749-754.
11. KOVÁČIK, P. 2007. *Výživa a úroveň hnojenia rastlín*. Nitra: ÚVTIP, 2007, 96 s. ISBN 978 – 80 – 89088 – 59 – 1.
12. KOVÁČIK, P. 2009. *Výživa a systémy hnojení rostlin*. České Budějovice: Kurent s. r. o., 2009, 107 s., ISBN 978 – 80 – 87111 – 16 – 1.
13. KRAUZE, A. - BOWSZYS, T. - BABRZECKA, D. - ROTKIEWICZ, D. (1991): *Effect of foliar boron fertilization on yield and quality of winter rape*. Proc. 8th Int. Rapeseed Congress, Saskatoon, Sask., Canada, pp. 547-553.
14. LOŽEK, O. – FECENKO, J. – BORECKÝ, V. 1995. *Základy výživy a hnojenia rastlín*. Nitra: ÚVTIP, 1995, 132 s., ISBN 80 – 85330 – 21 – 0.

15. LOŽEK, O. – FECENKO, J. 2000. *Výživa a hnojenie poľných plodín*. Nitra: SPU, 2000, 452 s., ISBN 80 – 7137 – 777 – 5.
16. MARSCHNER, H. (1986): *Mineral Nutrition of Higher Plants*, Academic Press Ltd., London.
17. MILJKOVIC, B.C. – MATHEWS, M.H. MILLER, *The available Boron content of the genetic horizons of Ontario soils. I. The relationship between water-soluble B and other soil properties*, *Can. J. Soil Sci.* **46** (1966), pp. 133–138.
18. NUTTAL, W. - UKRAINETZ, H. - STEWART, J. - SPURR, D. (1987): *The effect of nitrogen, sulphur and boron on yield and quality of rapeseed (Brassica napus and B. campestris)*. *Can. J. Soil Sci.* 67, 545-559.
19. NYBORG, M. - HOYT, P.B. (1970): *Boron deficiency in turnip rape grown on gray wooded soils*. *Can. J. Soil Sci.* 50, 87-88.
20. ORLOVIUS, K. (2001): *Optimising nutrient status and yield formation*. *Fertilizer International*, 382, May/June, 66-68.
21. PAČUTA, V. – POSPÍŠIL, R. 2001. *Základy rastlinnej výroby*. Nitra: ÚVTIP, 2001, 110 s., ISBN 80 – 85330 – 96 – 2.
22. RASHID, A. - RAFIQUE, E. - BUGHIO, N. (1994): *Diagnosing boron deficiency in rapeseed and mustard by plant analysis and soil testing*. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 25, (17 & 18), 2883-2897.
23. SHELP, B. - VIVERKANANDAN, P. - VANDERPOOL, R. - KITHEKA, A. (1996): *Translocation and effectiveness of foliar fertilizer boron in broccoli plants of varying boron status*. *Plant and Soil* 83, 309-313.
24. SHORROCKS, V. (1997): *The occurrence and correction of boron deficiency*. *Plant and Soil* 193, 121-148.
25. SCHRÖDER, G. (1992): *Bor- und Molybdändüngung des Winterrapses*. *Raps* 10, (2), 84-88.
26. SINHA, P. - JAIN, R. - CHATTERJEE, C. (2000): *Interactive effect of boron and zinc on growth and metabolism of mustard*. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 31 (1&2), 41-49.
27. ŠPALDON, E. a kol. 1982. *Rastlinná výroba*. Nitra: Príroda, 1982.

28. TEREN, J. – KOTVAS, F. – HUDSKÁ, G. 1988. *Folibór Bór vo výžive rastlín*. Bratislava: Príroda, 1988, 48 s., ISBN 064 – 203 – 88.
29. VANĚK, V. a kol. 2007. *Výživa polních a záhradních plodín*. Praha. Profi Press s. r. o., 2007, 176 s., ISBN 976 – 80 – 86726 – 25 – 0.
30. VARGA, P. – DUCSAY, L. – LOŽEK, O. – HOZLÁR, P. 2010. *Vplyv stúpajúcich dávok dusíka na úrodu semena kapusty repkovej pravej (Brassica napus L.)*. In: *Agrochémia*, 16 2010, č. 4, s. 3 – 7.
31. Vyhláška 21 MPSR z 15. decembra 2000 o agrochemickom skúšaní pôd a zisťovaní pôdnych vlastností lesných pozemkov:
32. XU, F. S. - WANG, Y. H. - LI, J. C. 1998. *Inheritance of rapeseed (Brassica napus L.) boron efficiency in F1 generation*. *Plant Nutr. Fert. Sci.* (in Chinese). 4(3): 305–310.
33. YANG, Y. A. - XUE, J. M. - YE, Z. Q. - WANG, K. 1993. *Responses of rape genotypes to boron application*. *Plant Soil*. 156: 321–324.
34. YOUSHENG, X. - CHENGFENG, L. - FANG, C. (1991): *Influence of boron and potassium application on the yield and quality of rapeseed*. *Proc. Intern. Symp. on the Role of Sulphur, Magnesium and Micronutrients in Balanced Plant Nutrition*.
35. ZAMAN, N.W. - FARID, A.T.M. - RAHMAN, A.F.M. - TALUKDER, M.Z.I. - SARKER, R.H. (1998): *Yield and fertility of Brassica napus as affected by Boron deficiency in soil*. *Thai J. Agric. Sci.* 31(1), 92-97.
36. ZHU, D.W. - WANG, J. - LIAO, S.J. - LIU, W.D., 2007. *Relationship between plant availability of boron and the physico-chemical properties of boron in soils*. In: Xu, F., et al. (Ed.), *Advances in Plant and Animal Boron Nutrition*. Springer, Dordrecht. The Netherlands, pp. 345–354.