

CHANGES IN MAGNESIUM STOCK IN PLOUGH LAYER AND IN SUBPLOUGH LAYER DUE TO LONGTERM CONDUCTED CROP ROTATIONS

VLIV DLOUHODOBĚ VEDENÝCH OSEVNÍCH SLEDŮ NA ZMĚNU ZÁSObY HOŘČÍKU V ORNICI A PODORNIČÍ

Janček M., Pokorný E.

Ústav půdoznalství a mikrobiologie, Agronomická fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika.

E-mail: mjancek@atlas.cz

ABSTRACT

Investigation proceeded during years 1993 – 1999 based on polyfactorial small – plot research in Agricultural Research Institute, Kroměříž. The aim is monitoring and evaluation dynamic changes in magnesium stock in plough layer and in subplough layer due to longterm conducted crop rotations. There were used crop rotations with 62,5% of cereal rate in the experiment. Investigation proceeded in 14 days intervals, from the third April decade to third July decade in these 4 variants: winter wheat after spring barley (variant A), winter wheat after lucerne (variant B), spring barley after winter wheat (variant C), spring barley after sugarbeet (variant D). There were found significant differences in magnesium stock in plough layer and in subplough layer between variant spring barley after winter wheat (C), where was found significantly the highest average magnesium stock ($947,751 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ in plough layer) and ($973,989 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ in subplough layer) and all other variants.

ABSTRAKT

Sledování probíhala v letech 1993 až 1999 na maloparcelových pokusech Zemědělského výzkumného ústavu Kroměříž, s. r. o.. Cílem bylo sledování a hodnocení dynamických změn zásoby hořčíku v ornici a podorníci vlivem dlouhodobě vedených osevních sledů. Sledování probíhala v osevních postupech s 62,5%tním zastoupením obilnin. Dle metodiky byly na variantách pšenice ozimá po ječmeni jarním (varianta A), pšenice ozimá po vojtěšce (varianta B), ječmen jarní po pšenici ozimé (varianta C), ječmen jarní po cukrovce (varianta D) ve čtrnáctidenních intervalech v období od třetí dubnové do třetí červencové dekády. U zásoby hořčíku v ornici i podorníci byly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi variantami ječmen jarní po pšenici (C), kde byla zjištěna nejvyšší průměrná zásoba hořčíku ($947,751 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) v ornici, ($973,989 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) v podorníci a všemi ostatními sledovanými variantami.

ÚVOD

Hořčík je biogenní prvek a je podstatnou částí hlavního pigmentu celé rostlinné říše - chlorofylu.

Jako průměrný obsah hořčíku v půdě se uvádí hodnota 0,6 %. Největší množství hořčíku obsahují půdy vzniklé na dolomitu naopak nejchudší na hořčík bývají půdy lehčí a podzolové. V půdě je hořčík přítomen ve 3 základních formách.

Nevýměnný – v této formě je hořčík přítomen v různých primárních i sekundárních minerálech. Z primárních minerálů je hořčík uvolňován velmi pomalu jejich postupným zvětráváním. Z 90 – 95% je hořčík obsažen v silikátech, alumosilikátech, pyroxenech, biotitu, serpentinu aj.. Část hořčíku vázaného v dolomitu – $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, magnezitu – MgCO_3 nebo $\text{Mg}(\text{PO}_4)_2$ je možno, vzhledem k nízké rozpustnosti těchto sloučenin ve vodě, považovat rovněž za hořčík nevýměnný, i když snadněji zvětrává (Richter, Hlušek, 1994). Malý zlomek nevýměnného hořčíku v půdě tvoří hořčík vázaný v pevných vysokomolekulárních organických látkách.

Výměnný – tvoří důležitou část hořčíku přístupného pro rostliny. Po vápníku bývá nejvíce zastoupeným kationtem v půdě. Hořčík vázaný takto na povrchu půdních koloidů je pro rostliny většinou dobře přijatelný a společně s vápníkem ovlivňuje příznivě pH, fyzikálně chemické i biologické vlastnosti půdy. Podíl tohoto hořčíku na celkovém obsahu výměnných kationtů se pohybuje kolem 10 – 30 %. Celkově výměnný hořčík představuje obvykle 5 – 10 % z celkového obsahu hořčíku v půdě (Richter, Hlušek, 1994).

Vodorozpustný – je obsažen v půdě v různých solích, jako MgCl_2 , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, MgSO_4 , $\text{Mg}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ aj., tvořící součást půdního roztoku, z něhož může být iont Mg^{2+} rostlinami přijímán (Richter, Hlušek, 1994). Přijatelnost hořčíku mimo jiné ovlivňuje antagonistické působení iontů K^+ , Ca^{2+} , ale také půdní reakce. Nejlépe je hořčík rostlinami přijímán při neutrální nebo slabě alkalické reakci půdního roztoku.

Hořčík ovlivňuje řadu fyzikálně chemických a biologických vlastností půdy a významně působí na růst, výnos i nutriční hodnotu rostlinných produktů (Richter, Hlušek, 2003). Vyplavováním mohou vzniknout roční ztráty hořčíku ve výši 8 – 20 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

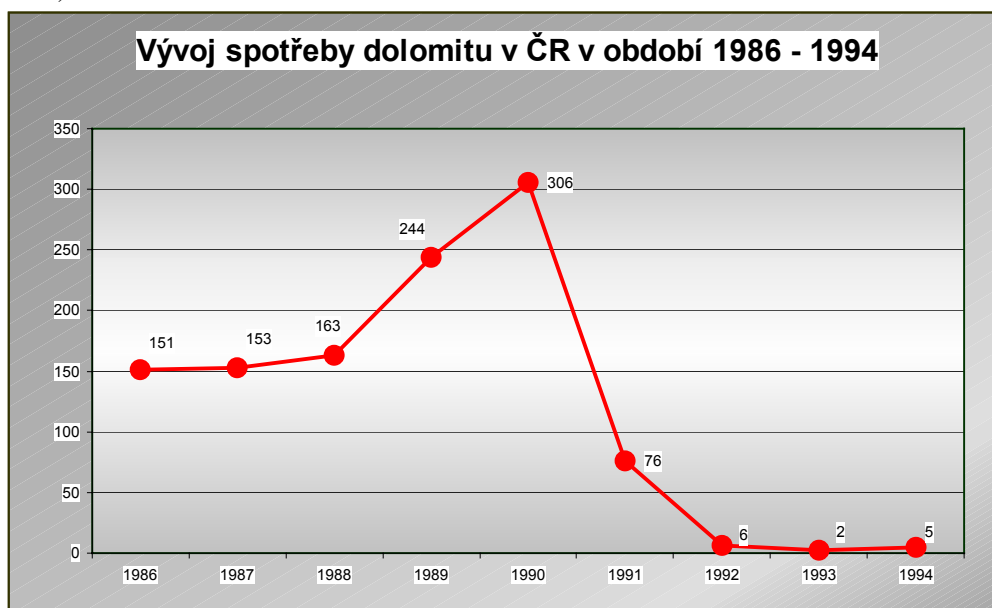
Význam hořčíku v posledních letech značně stoupl, protože byly objeveny mnohé fyziologické funkce, při kterých hraje rozhodující úlohu. V této souvislosti je třeba zdůraznit význam hořčíku, který je pro lidský organizmus nepostradatelný. Lidské tělo obsahuje cca 25 – 30 g hořčíku. Většina hořčíku je vázána v kostní tkáni a zubech, dále je obsažena v nervové a svalové tkáni, v plazmě a krvinkách. Hořčík aktivuje řadu enzymů, čímž cíleně reguluje jednotlivé biochemické děje. Vstupuje do metabolismu bílkovin, tuků, cukrů i RNA a DNA.

Hořčík ovlivňuje jednu z nejdůležitějších biochemických reakcí – Krebsův cyklus. Výsledkem těchto procesů je získání energie, která se může ukládat v makroergních vazbách (např. v ATP). Proto je hořčík nezbytný pro syntézu ATP. Je také nezbytný pro normální funkci svalů, pro činnost srdce a oběhový systém, zvyšuje odolnost organismu příznivým ovlivněním jeho imunity. Podílí se na aktivitě enzymů, reguluje propustnost buněčných membrán a reguluje přenos vzruchů k periferním nervům, zlepšuje činnost srdce, snižuje výskyt ischemické choroby srdeční a infarktu myokardu.

Často se stává, že běžná strava nám neposkytuje dostatečné množství tohoto důležitého minerálu. To může být dáno nejen malou spotřebou celozrnných obilovin a suchých olejnatých plodů (ořechů, mandlí atd.), které jsou bohaté na hořčík, ale také vyčerpáním hořčíku z pěstitelské půdy. V důsledku toho jsou zásobenost rostlin, a tím i obsah hořčíku v zemědělských plodinách, zejména v potravinových surovinách, většinou nízké (Baier, Baierová, 1997).

V současné době je tento problém velmi aktuální neboť s klesajícím trendem obsahu hořčíku v potravinách souvisí i snížená aplikace hořečnatých hnojiv po roce 1990. Tento trend je dobře pozorovatelný na vývoji spotřeby dolomitu, jakožto jednoho z hlavních zdrojů hořčíku. (viz tab.1) . V současné době intenzivní hnojení hořčíkem vyžaduje více než 500 000 ha (Čermák, 2002).

Tab.1: Vývoj spotřeby dolomitu v ČR v období 1986 – 1994 (v tisících tun zboží) (Mezuliáník, 1995)



Bude-li i nadále pokračovat tento negativní trend aplikace hořečnatých hnojiv mohou se symptomy nedostatku hořčíku projevovat nejen na rostlinách, ale také může být negativně ovlivněn zdravotní stav člověka.

Významný vliv na zásobu hořčíku má také bezesporu vhodně zvolený osevní postup a správné zařazování mezipločin. A právě na zkoumání vlivu dlouhodobě vedených osevních sledů na zásobu hořčíku v půdě je zaměřen tento příspěvek.

METODIKA

Sledování probíhala v letech 1993 až 1999 na polyfaktoriálních maloparcelových pokusech Zemědělského výzkumného ústavu Kroměříž, s. r. o., kde byly ve čtrnáctidenních intervalech v období od třetí dubnové do třetí červencové dekády, odebrány vzorky z profilů 0 – 30 cm a 30 – 60 cm. Dle metodiky byly zvoleny 4 varianty: pšenice ozimá po ječmeni jarním (varianta A), pšenice ozimá po vojtěšce (varianta B), ječmen jarní po pšenici ozimé (varianta C), ječmen jarní po cukrovce (varianta D).

V experimentu byla použita metoda stanovení výměnných kationtů ve výluhu octanem amonným. Nejprve se výměnné kationty vytěsní ze zeminy opakovanou extrakcí roztokem octanu amonného ($\text{NH}_4\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$) o $\text{pH} = 7,0$. Hořčík se stanoví ve výluhu atomovou absorpční spektrometrií (Javorský, 1987).

Při každém odběru byla zároveň stanovena objemová hmotnost a následně byly laboratorní výsledky přepočteny na celkovou zásobu hořčíku v $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Ze získaných výsledků je možno provést statistické hodnocení, kdy jsou výsledky časových řad použity jako opakování pro analýzu variance. Výhodou tohoto způsobu je rovněž to, že je odstraněna časová variabilita. Hodnocení bylo provedeno metodou jednofaktorové analýzy variance. Analýza variance je metoda, pomocí které je možno zjistit přítomnost statisticky významného rozdílu mezi jednotlivými variantami. V případě prokázání statisticky průkazného rozdílu mezi jednotlivými variantami je následně soubor testován metodou minimální průkazné difference sloužící ke konkrétnímu zjištění, mezi kterými variantami byl nalezen statisticky významný rozdíl. Pro hodnocení dynamických změn zásoby hořčíku v ornici v průběhu ročníku a vytváření „normálových“ průběhů bylo použito nelineární regrese 5. stupně.

VÝSLEDKY A DISKUZE

✓ ornice

Hořčík je v ornici zastoupen od minimální hodnoty 494,481 kg . ha⁻¹ z jednoho odběru, zjištěné na variantě pšenice ozimá po ječmeni (A) ve druhém roce trvání pokusu, až po zjištěnou maximální hodnotu 1469,555 kg . ha⁻¹ naměřenou hned v 1. roce polního pokusu na variantě ječmen jarní po pšenici ozimé (C). Nejnížší průměrná zásoba hořčíku v ornici byla zjištěna na variantě pšenice ozimá po vojtěšce (B) a to 747,881 kg . ha⁻¹. Naopak nejvyšší průměrný obsah hořčíku byl zaznamenán na variantě ječmen jarní po pšenici ozimé (C), kde průměrná zásoba hořčíku dosáhla hodnoty 947,751 kg . ha⁻¹ (Tab. 2, Tab. 5).

Statisticky průkazné rozdíly byly zaznamenány mezi variantou pšenice ozimá po vojtěšce (B) a ječmen jarní po cukrovce (D), dále mezi variantami ječmen jarní po pšenici ozimé (C) a ječmen jarní po cukrovce (D), pšenice ozimá po ječmeni (A) a variantou ječmen jarní po pšenici ozimé (C) a rovněž mezi variantou pšenice ozimá po vojtěšce (B) a variantou ječmen jarní po pšenici ozimé (C) (Tab. 3, Tab. 4).

Tab. 2:

Výběr	Počet	Součet	Průměr	Rozptyl	Směrodatná odchylka
A	49	38172,299	779,027	27721,807	166,499
B	49	36646,174	747,881	13167,304	114,749
C	49	46439,779	947,751	71525,795	267,443
D	49	41359,487	844,071	42317,467	205,712

Tab. 3:

Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	1146825,617	3	382275,206	9,882	4,32229E-06	2,652
Všechny výběry	7427153,902	192	38683,093			
Celkem	8573979,52	195				

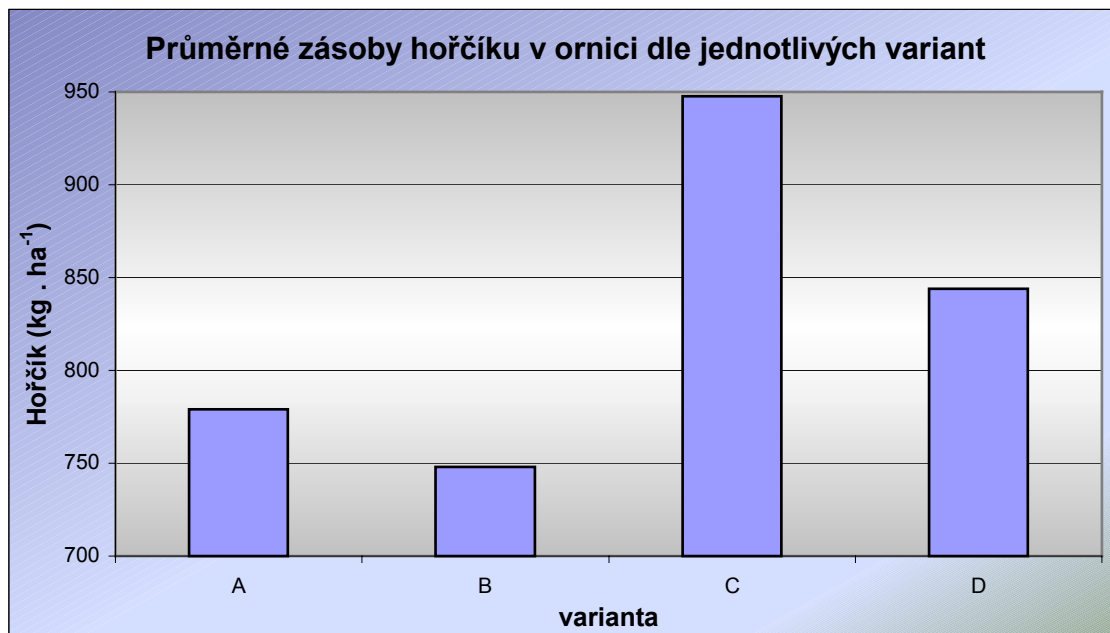
Tab. 4:

	A	B	C
D	65,045	96,190	103,679
C	168,724	199,870	
B	31,1451		

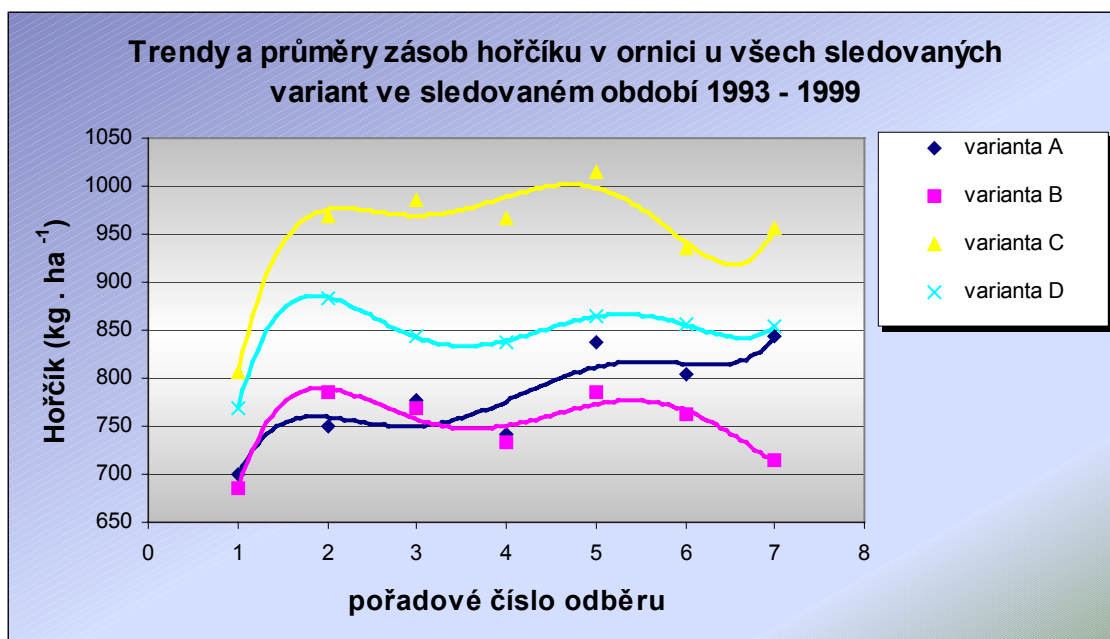
Pravděpodobné vysvětlení výrazně vyšší zásoby hořčíku v ornici u varianty ječmen jarní po pšenici spočívá v uvolňování hořčíku v půdních rezerv nejspíše kořenovými exsudáty ječmene, které jsou kyselejší než u pšenice. Jedny z nejkyslejších kořenových

ekxsudátů má kukuřice, proto by se pro ověření tohoto závěru měl založit pokus, ve kterém by se sledovala zásoba hořčíku pod porosty kukuřice.

Tab. 5:



Tab. 6:



Nelineární regresí 5. stupně bylo při hodnocení dynamických změn zásoby hořčíku v ornici v průběhu ročníku a vytváření „normálových“ průběhů prokázáno, že ročníkový průběh je charakterizován dvěma ročníkovými maximy. První nastává v období poloviny května a druhé až ke konci června. Pokles mezi těmito dvěma vrcholy nastává pravděpodobně

v důsledku zvýšeného odběru rostlinami v tomto období. Patrná je zde opět výrazně větší zásoba hořčíku u varianty ječmen jarní po pšenici ozimé (C) oproti ostatním sledovaným variantám (Tab. 6).

Zobrazené křivky byly otestovány a plně odpovídají charakteru naměřených hodnot.

✓ podorničí

Podorniční zásoba hořčíku se pohybuje od hodnoty 565,121 kg . ha⁻¹ naměřené na variantě pšenice po vojtěšce (A) po maximální zjištěnou hodnotu v podorničí 1576,572 kg . ha⁻¹ na variantě ječmen jarní po pšenici ozimé (C). Nejnížší průměrná hodnota zásoby hořčíku byla naměřena na variantě pšenice ozimá po vojtěšce (B) a to 861,871 kg . ha⁻¹. Naopak výrazně nejvyšší průměrná zásoba byla zjištěna na variantě ječmen jarní po pšenici ozimé (C) dosahující hodnoty 973,989 kg . ha⁻¹ (Tab. 7, Tab. 10).

Rovněž v podorniční byly zjištěny statisticky významné rozdíly a to konkrétně mezi variantou pšenice ozimá po ječmeni (A) a variantou ječmen jarní po pšenici ozimé (C), dále mezi variantami ječmen jarní po cukrovce (D) a ječmen jarní po pšenici ozimé (C) a konečně mezi variantami pšenice ozimá po vojtěšce (B) a ječmen jarní po pšenici ozimé (C) (Tab. 8, Tab. 9).

Tab. 7:

Výběr	Počet	Součet	Průměr	Rozptyl	Směrodatná odchylka
A	49	42728,184	872,004	38060,951	195,092
B	49	42231,663	861,871	13159,560	114,715
C	49	47725,443	973,989	54850,315	234,201
D	49	43045,773	878,485	42408,380	205,933

Tab. 8:

Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	398284,174	3	132761,391	3,577	0,01498219	2,652
Všechny výběry	7127001,847	192	37119,801			
Celkem	7525286,021	195				

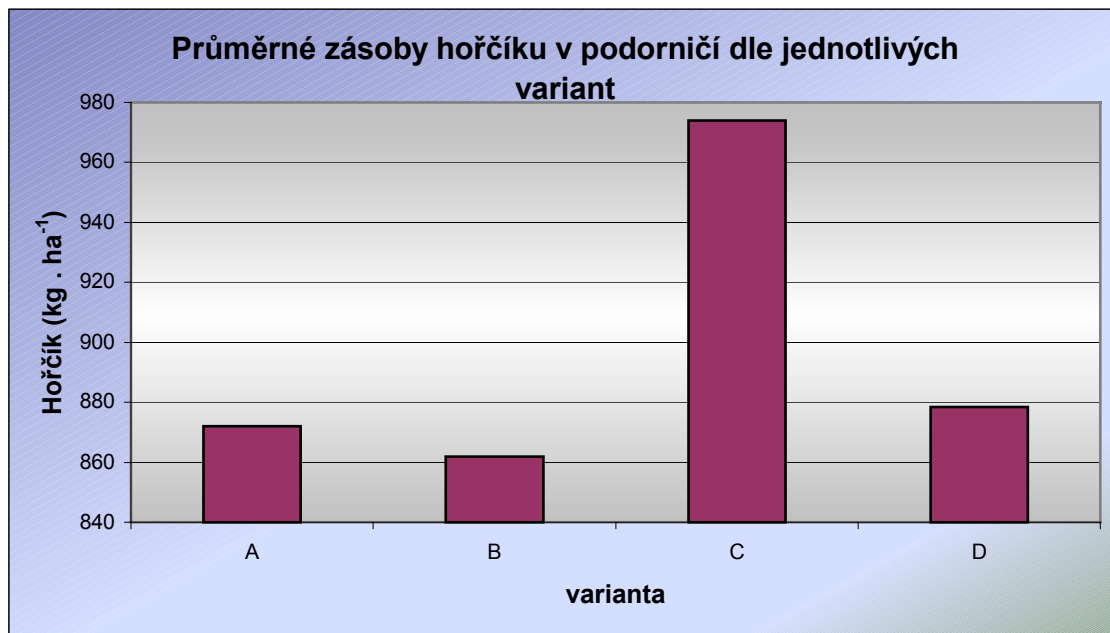
Tab. 9:

	A	B	C
D	6,481	16,615	95,503
C	101,985	112,118	
B	10,133		

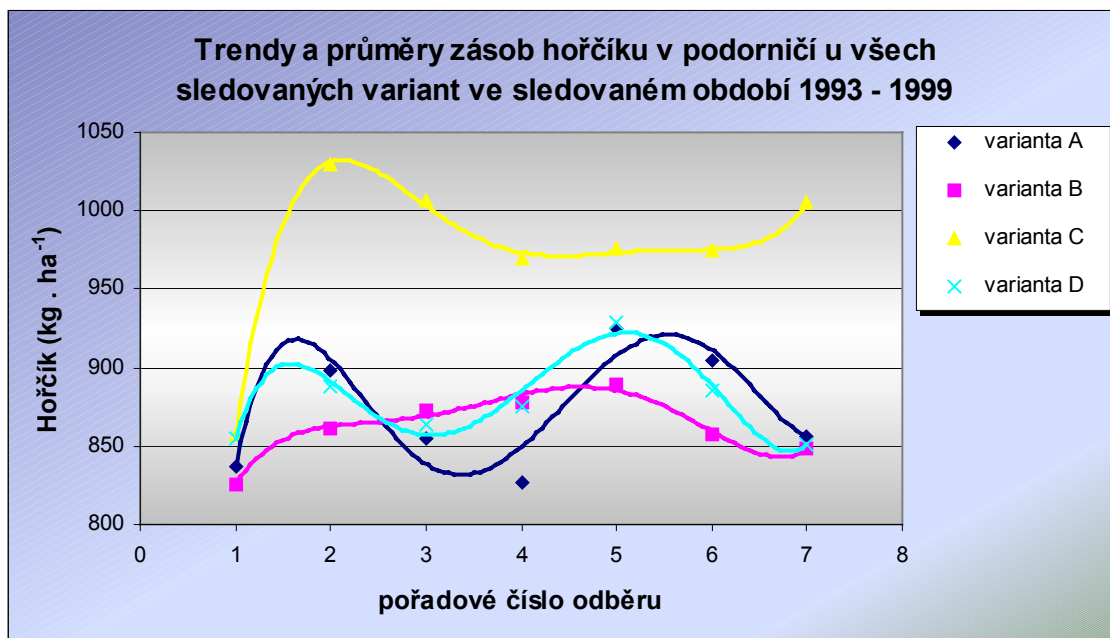
Z toho je patrné že zásoba hořčíku v podorničí u varianty ječmen jarní po pšenici ozimé (C) je ojedinělá a mnohem větší než u zbývajících variant. Pravděpodobné je opět uvolňování hořčíku z půdních rezerv vlivem kyselých kořenových exsudátů ječmene. Tento jev může být zesílen

opakovaným pěstováním obilnin po sobě, proto se tento trend neuplatnil tak výrazně u varianty ječmen jarní po cukrovce (D).

Tab. 10:



Tab. 11:



Z normálových průběhů, zobrazených za použití nelineární regrese 5. stupně, lze odvodit prudký vzestup podorníčních zásob hořčíku u varianty ječmen jarní po pšenici ozimé (C) s maximem nacházející se v polovině května. Poté je situace značně nepřehledná, jelikož

se zde střetávají opět vlivy rostlin na povrchu půdy a půdotvorného substrátu jež je tvořena spraší. Také z těchto trendů v podorničí je patrná výrazně vyšší zásoba hořčíku u varianty ječmen jarní po pšenici ozimé (C) oproti všem ostatním variantám (*Tab. 11*). Křivky byly otestovány a rovněž věrohodně odrážejí charakter naměřených hodnot.

ZÁVĚR

Sledování probíhala v letech 1993 až 1999 na polyfaktoriálních maloparcelových pokusech Zemědělského výzkumného ústavu Kroměříž, s. r. o.. Cílem je sledování a hodnocení dynamických změn zásoby hořčíku v ornici a podorničí vlivem dlouhodobě vedených osevních sledů.

Zkoumání probíhala v osevních postupech s 62,5%tním zastoupením obilnin. Podle metodiky byly na variantách pšenice ozimá po ječmeni jarním (varianta A), pšenice ozimá po vojtěšce (varianta B), ječmen jarní po pšenici ozimé (varianta C), ječmen jarní po cukrovce (varianta D) ve čtrnáctidenních intervalech v období od třetí dubnové do třetí červencové dekády, odebírány vzorky z profilů 0 – 30 cm a 30 – 60 cm.

Z výsledků na jednotlivých variantách lze považovat za prokázané:

- ✓ U zásoby hořčíku v ornici byly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi variantami ječmen jarní po pšenici ozimé (C) ($947,751 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) a pšenice ozimá po ječmeni (A) ($779,027 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), dále mezi variantou ječmen jarní po pšenici ozimé (C) ($947,751 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) a variantou pšenice ozimá po vojtěšce (B) ($747,881 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), dále mezi variantami ječmen jarní po pšenici ozimé (C) ($947,751 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) a ječmen jarní po cukrovce (D) ($844,071 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) a konečně ještě mezi variantou pšenice ozimá po vojtěšce (B) ($747,881 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) a variantou ječmen jarní po cukrovce (D) ($844,071 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$). Významné je zjištění, že nejvyšší průměrná zásoba hořčíku byla dosažena na variantě ječmen jarní po pšenici ozimé (C).
- ✓ U zásoby hořčíku v podorničí byly rovněž zjištěny průkazné rozdíly a to mezi variantami ječmen jarní po pšenici ozimé (C) ($973,989 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) a pšenice ozimá po ječmeni (A) ($872,004 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), dále mezi variantou ječmen jarní po pšenici ozimé (C) ($973,989 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) a pšenice ozimá po vojtěšce (B) ($861,871 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) a poté mezi variantou ječmen jarní po pšenici ozimé (C) ($973,989 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) a variantou ječmen jarní po cukrovce (D) ($878,485 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$). I v podorničí byla průkazně největší zásoba hořčíku u varianty ječmen jarní po pšenici ozimé (C).

- ✓ Jednotlivé průkazné rozdíly v ornici mezi zkoumanými variantami činí mezi variantou C a variantou A 168,724 kg . ha⁻¹, mezi variantou C a variantou B 199,87 kg . ha⁻¹, variantou C a variantou D 103,68 kg . ha⁻¹, a dále mezi variantou D a variantou B 96,19 kg . ha⁻¹. V podorníci byly zjištěny tyto rozdíly mezi variantou C a variantou A 101,985 kg . ha⁻¹, variantou C a variantou B 112,118 kg . ha⁻¹, a variantou C a variantou D kde rozdíl činil 95,503 kg . ha⁻¹. Také z těchto statisticky průkazných rozdílů je patrné, že osevní postupy hrají podstatnou roli v zásobě hořčíku v půdě.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Baier J., Baierová V., 1997: Vliv hnojení hořčíkem na rostliny. Úroda 5/1997: 28-29
- Čermák P., 2002: Aktuální výsledky zkoušení agrochemických vlastností půdy. Úroda 12/2002:34-35.
- Dufek J., 1992: Biometrika, VŠZ Brno 1992, 152 s.
- Jandák J. – kol., 1989: Cvičení z půdoznalství. VŠZ Brno 1989, 213 s.
- Jandák J., Prax A., Pokorný E., 2001: Půdoznalství. MZLU v Brně 2001, 140 s.
- Javorský P. – kol., 1987: Chemické rozbor v laboratořích I. Díl. MZV ČSR 1987, 397 s.
- Mezuliáník M., 1995: Vývoj spotřeby vápenatých hnojiv u nás. Úroda 9/1995: 28 – 29.
- Klír J., 1997: Pohled na bilanci hlavních živin. Úroda 2/1997: 8 – 9.
- Prax A., Jandák J., Pokorný E., 1997: Půdoznalství. MZLU v Brně 1997, 153 s.
- Richter R., 1997: Současný stav výživy a hnojení rostlin. Úroda 2/1997, str. 6.
- Richter R., Hlušek J., 1994: Výživa a hnojení rostlin (I. Obecná část). MZLU v Brně 1994, 171 s
- Richter R., Hlušek J., 2003: Půdní úrodnost. ÚZPI Praha 2003, 44 s.
- Stávková J., DUFEK J., 2000: Biometrika. MZLU v Brně 2000, 194 s.
- Vaněk V., 1998: Úroveň hnojení v České republice. Farmář 11/1998. 23-24.