

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně
Oddělení kontroly zemědělských vstupů Plzeň

VLIV
OBHOSPODAŘOVÁNÍ TRAVNÍHO POROSTU
NA PRODUKCI A KVALITU PÍCE
A NA VLASTNOSTI PŮDY

Průběžná závěrečná zpráva za léta 2004 - 2015

Zpracovali: Ing. Boleslava Pilcová
Ing. Josef Královec, CSc
oddělení kontroly zemědělských vstupů

Předkládá: Ing. Miroslava Váchalová
vedoucí Oddělení kontroly zemědělských vstupů Plzeň

Závišín

říjen 2016

VLIV OBHOSPODAŘOVÁNÍ TRAVNÍHO POROSTU NA PRODUKCI A KVALITU PÍCE A NA VLASTNOSTI PŮDY (Výsledky stacionárního pokusu v Závišíně)

Průběžná závěrečná zpráva za léta 2004 - 2015

Ing. Boleslava Pilcová et Ing. Josef Královec, CSc
OdKZV Plzeň, Lukařskopastvinářská stanice Závišín

SOUHRN

Pokus probíhá od roku 1969 na travním porostu v Závišíně u Mariánských Lázní v nadmořské výšce 750 m. V roce 1994 byl snížen počet kombinací, nicméně již v roce 1995 byl pokus rozšířen o kombinace s vápněním (vápní se v tříletých intervalech, naposledy na jaře 2013).

Po celou dosavadní dobu sledování se každoročně konstatovala nedostatečná úroveň draselného hnojení a hodnocení výsledků bylo poněkud komplikováno absencí vápněné kombinace při nižší hladině dusíkatého hnojení. Z tohoto důvodu byl počínaje rokem 2004 zvýšen počet kombinací a současně byla poněkud zjednodušena metodika. Tato zpráva obsahuje výsledky, jichž se dosáhlo za posledních dvanáct let trvání stacionární zkoušky (od změny metodiky do roku 2015).

ÚVOD

Pokus byl založen v roce 1969. V první fázi výzkumu byla předmětem řešení především výše, rozdělení a účinnost dusíkatého hnojení, později se posuzoval vliv dlouhodobého intenzivního hnojení na udržení vysoké produktivity porostů při zachování jakosti píce. Pokus byl uzavřen v r. 1990 v souvislosti s omezováním výzkumu. Plocha však sloužila dále, a to k pozorování vývoje botanického složení porostů po změně intenzity obhospodařování. V roce 1994 bylo rozhodnuto pokus obnovit jako stacionár, i když se sníženým počtem variant. Současným cílem je sledovat změny, k nimž postupem času dochází v produktivitě, v botanickém složení a v kvalitě píce, ale také ve vlastnostech půdy pod trvalým travním porostem.

MATERIÁL A METODY

Pokus je umístěn v bývalém pastevním areálu Podhora v Závišíně u Mariánských Lázní. Pokusná plocha leží na mírném svahu s jihovýchodní expozicí v nadmořské výšce 750 m. Stanoviště je charakterizováno průměrnou roční teplotou 6,4 °C (za vegetací 12,4 °C) a ročním úhrnem srážek přesahujícím 700 mm (z toho za vegetací 400 mm). Jednotlivé roky jsou však značně rozdílné, zejména pokud jde o množství a rozdělení srážek (tabulka I).

Tabulka I
PRŮBĚH TEPLIT A SRÁŽEK V ZÁVIŠÍNĚ

měsíc	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
teploty °C												
I	-4,0	-1,9	-5,2	1,7	0,2	-4,2	-5,4	-2,1	-0,9	-1,8	0,1	0,3
II	-0,2	-4,0	-2,9	1,9	1,6	-2,4	-2,6	-2,7	-5,0	-2,5	1,2	-1,0
III	1,5	0,8	-0,5	3,3	1,3	0,7	1,4	2,8	4,7	-2,2	6,0	3,9
IV	7,2	7,9	6,9	9,1	6,0	10,0	6,1	8,1	6,4	6,2	10,2	7,0
V	9,9	11,9	11,6	12,9	12,4	12,0	9,2	11,5	12,8	9,9	11,2	11,7
VI	13,8	15,4	15,8	16,2	16,0	13,1	14,5	14,0	14,8	14,2	15,1	14,8
VII	15,4	17,1	21,1	16,8	17,0	16,4	18,9	14,0	17,0	18,6	18,5	18,9
VIII	16,8	14,9	13,3	17,7	17,5	17,9	15,8	16,5	18,2	16,7	15,1	20,5
IX	11,2	13,2	14,4	12,5	11,8	14,3	10,6	13,9	13,0	11,0	13,7	11,6
X	7,4	8,8	10,3	8,1	8,4	6,9	6,2	7,5	7,6	7,8	10,2	7,3
XI	1,4	0,9	4,0	0,9	3,1	5,0	2,5	2,7	3,6	1,6	5,0	6,3
XII	-2,7	-2,3	1,6	-1,4	-0,5	-1,6	-7,2	1,5	-1,2	0,2	1,3	5,0
průměr za rok	6,5	6,9	7,5	8,3	7,9	7,3	5,8	7,3	7,6	6,6	9,0	8,9
průměr za vegetaci	12,4	13,4	13,9	14,2	13,5	14,0	12,5	13,0	13,7	12,8	14,0	14,1
srážky mm												
I	97	111	38	113	53	30	74	84	164	93	31	80
II	60	99	72	58	25	112	29	18	41	70	10	13
III	32	38	93	46	131	86	86	7	40	23	19	52
IV	36	44	105	13	36	111	34	24	44	35	36	34
V	74	60	153	153	27	84	81	27	35	153	105	35
VI	67	73	82	92	45	53	46	91	82	110	23	68
VII	88	115	39	141	74	117	100	118	113	45	99	26
VIII	92	94	111	84	60	36	149	82	37	83	68	67
IX	90	31	51	98	55	31	52	52	30	90	85	30
X	49	25	69	24	65	75	19	61	52	41	78	50
XI	123	36	66	156	70	75	125	1	97	60	17	116
XII	40	94	24	46	59	98	111	159	109	51	55	43
úhrn za rok	848	820	903	1024	700	908	906	724	844	854	626	614
úhrn za vegetaci	447	417	541	581	297	432	462	394	341	516	416	260

Přírodní podmínky zařazují lokalitu do výrobního typu bramborářskoovesného. Půda je zde středně těžká, písčitohlinitá se silnější šterkovitostí. Geneticky se jedná o dystrickou kambizem (podle agronomické klasifikace o hnědou půdu kyselou). Matečná hornina je amfibolit. Původní

půdní reakce (1969) byla extrémně kyselá (pH/KCl 4,2), sorpční komplex nenasycen. Porost byl založen v červenci 1966 výsevem tehdy běžné obchodní směsi pro trvalou louku.

Dvanáct kombinací, hodnocených v této zprávě, uvádí tabulka II. Úroveň hnojení zůstala shodná s původní metodikou z roku 1969, ale počínaje rokem 2004 došlo k rozšíření o kombinace s vyšším hnojením draslíkem a schéma bylo doplněno o vápněnou kombinaci 8, která odpovídá kombinaci 5 s hnojením 80 kg ha⁻¹ N a která dosud chyběla. Pro přehlednost jsou tyto kombinace v dalších tabulkách řazeny vedle sebe. Vápní se mletým vápencem v tříletých intervalech podle výsledků půdních rozborů v množství, stanoveném Komplexní metodikou výživy rostlin (1990). V hodnoceném období se mletý vápenec aplikoval naposledy na jaře 2013.

Kombinace jsou v pokusu čtyřikrát opakovány. Velikost pokusných parcelek, uspořádaných metodou znáhodněných bloků, je 15 m² (2,5 m x 6,0 m).

Ke hnojení se používají běžná hnojiva: ledek amonný s vápencem (27 % N), superfosfát a draselná sůl. Všemi hnojivy se hnojí jednorázově zjara, jen dusík se při hnojení 160 kg ha⁻¹ aplikuje ve dvou dávkách, a to na jaře a po první seči.

Sklízí se motorovou žací lištou. K první seči se přistupuje při výšce porostu kolem 40 cm, termín druhé seče se stanovuje podle konkrétního průběhu vegetace.

Tabulka II
VARIANTY STACIONÁRU V ZÁVISÍNĚ

kombinace	hnojení v kg ha ⁻¹ čistých živin			vápnění
	N	P ₂ O ₅ / P	K ₂ O / K	
1	-	-	-	-
2	-	-	-	x
3	-	72 / 32	120 / 100	-
4	-	72 / 32	120 / 100	x
5	80	72 / 32	120 / 100	-
8	80	72 / 32	120 / 100	x
6	160	72 / 32	120 / 100	-
7	160	72 / 32	120 / 100	x
9	80	72 / 32	180 / 150	-
10	80	72 / 32	180 / 150	x
11	160	72 / 32	180 / 150	-
12	160	72 / 32	180 / 150	x

x - vápněno

Na všech kombinacích se zjišťují výnosy zelené píce a sušiny, obsah N, P, K, Ca a Mg v píci. Botanické složení porostu ve váhových procentech trav, jetelovin a ostatních bylin se sleduje jen na kombinacích 1, 2, 3, 4 a 5. Rostlinné vzorky se analyzují každoročně po sklizních. Půdní

vlastnosti (pH/CaCl_2) a obsah přístupných živin podle metody Mehlich III) se zjišťují vždy po ukončení tříletého cyklu vápnění. Rozbory rostlin i půd zajišťovala Národní referenční laboratoř ÚKZÚZ v Brně.

Průběh povětrnosti (teploty a srážky) se průběžně sleduje na vlastní meteorologické stanici v bezprostřední blízkosti stanoviště.

Obsahy živin v půdě a výnosy sušiny byly vyhodnoceny analýzou rozptylu při trojnásobném třídění. Tato metoda vychází z nulové hypotézy, která předpokládá, že hodnocený soubor je homogenní a že kombinace se navzájem liší pouze náhodně. Homogenita kombinací se posuzuje F-testem, v němž náhodná veličina F udává poměr rozptylu dvou jiných náhodných veličin: čítec je rozptylem průměrů kombinací kolem celkového průměru, jmenovatel rozptylem uvnitř výběrových souborů. Hustota (Snedecorova) rozdělení četností je tabelována pro kritické hodnoty F pro pravděpodobnost $\alpha = 0,05$ a $\alpha = 0,01$. Je-li vypočtená hodnota F větší než kritická hodnota udaná v tabulkách, dochází se k závěru, že rozptyl mezi kombinacemi není náhodný. Rozdíly mezi kombinacemi se pak považují za podstatné a nulová hypotéza je tak vyvrácena. Zjištěné rozdíly se porovnávají s hodnotami minimálních průkazných diferencí, které byly vypočteny pro pětiprocentní ($D_{\min 0,05}$) a jednoprocenní ($D_{\min 0,01}$) hladinu významnosti.

Tabulky od čísla XXV jsou uvedeny v příloze.

VÝSLEDKY

PRŮBĚH POVĚTRNOSTI

Hodnocená léta jako celek byla ve srovnání s dlouhodobým průměrem poněkud teplejší a vlhčí. Ve srovnání s dlouhodobým průměrem činila teplotní odchylka ve sledovaném období dvanácti let +1,1 °C (v průměru vegetačních období to bylo rovněž +1,1 °C). Celoroční úhrn srážek byl v průměru sledovaného období vyšší o 112 mm (ve vegetačním období ale jen o 21 mm) než ukazuje dlouhodobý průměr (tabulka III).

Tabulka III

POROVNÁNÍ PRŮBĚHU POVĚTRNOSTI VE SLEDOVANÉM OBDOBÍ
S DLOUHODOBÝM PRŮMĚREM

	dlouhodobý průměr	2004 - 2015	dlouhodobý průměr	2004 - 2015
	teploty °C		srážky mm	
leden	-3,1	-1,9	53	81
únor	-2,1	-1,6	46	51
březen	1,6	2,0	44	54
duben	5,9	7,6	54	46
květen	11,4	11,4	63	82
červen	14,4	14,8	73	69
červenec	16,0	17,5	82	90
srpen	15,1	16,7	78	80
září	11,8	12,6	54	58
říjen	6,6	8,0	51	51
listopad	1,4	3,1	51	79
prosinec	-2,0	-0,6	53	74
celkem za rok	6,4	7,5	702	814
celkem za vegetační období	12,4	13,5	404	425

Teploty i srážky však v jednotlivých letech velmi kolísaly. Zatímco se zdá, že teploty vykazovaly pozvolný nárůst, srážky nijak rovnoměrně rozděleny nebyly. Porosty byly často citelně ovlivňovány výraznými přísuškami, a to zejména na jaře: např. v letech 2008, 2015 (tehdy byl úhrn srážek za vegetační období vůbec nejnižší za celou dobu sledování) a 2011 spadlo v měsících dubnu a květnu jen 63, 69 resp. 51 mm, a v pak období po první sklizni (např. v roce 2015 napršelo v červenci jen 26 mm). Srážky navíc přicházely velmi často ve formě přívalových dešťů, takže se na tvorbě výnosu ani nemohly projevit, i když vzhledem k poloze a nadmořské výšce stanoviště představovaly pro porost jediný zdroj vláhy.

ZMĚNY PŮDNÍCH VLASTNOSTÍ

Změny vlastností půd pod travními prosty v delším časovém období jsou jedním ze základních témat zadání hodnocené zkoušky. Údaje shromážděné v uplynulých dvanácti letech uvádějí tabulky XXV - XXIX, které jsou ale pro svůj velký rozsah poněkud nepřehledné a proto jsou uvedeny v tabulkové příloze. Souhrou nepříznivých okolností chybí stanovení výchozích hodnot z roku 2003 a z podobných důvodů se bohužel nepodařilo zajistit ani analýzy nejhlubší půdní vrstvy (26 – 40 cm) na konci roku 2006. Zjištěné hodnoty naznačují, že k největším změnám dochází v nejvyšší půdní vrstvě (0 – 10 cm), zatímco nižší půdní vrstvy reagují na vápnění i na hnojení se zpožděním.

Půdní reakce

Příznivá půdní reakce se obecně považuje za jeden ze základních ukazatelů půdní úrodnosti, protože ovlivňuje poutání, rozpustnost a tím i přijatelnost živin, pohyblivost těžkých kovů, složení a činnost půdních organismů i fyzikální vlastnosti půdy, zejména koloběh vody a vzduchu. Z praktického hlediska je důležitá jako kritérium pro stanovení potřeby vápnění.

Při založení zkoušky (1969) byla půdní reakce extrémně kyselá, ale k jejímu systematickému sledování a ovlivňování vápněním se přikročilo až v roce 1995. Teprve od roku 2004 je však doplněním vápněné kombinace 8 (odpovídá kombinaci 5 s hnojením 80 kg ha⁻¹ N) schéma pokusu úplné. V souvislosti se zavedením metody Mehlich III se při rozborech v rámci agrochemického zkoušení zemědělských půd (AZZP) stanovuje půdní reakce ve výluhu CaCl₂.

Tabulka IV
VÝVOJ PŮDNÍ REAKCE
Závišín 2006 - 2015

	2003	2006	2009	2012	2015
pH/ CaCl ₂ v půdní vrstvě 0 - 10 cm					
nehnojená kontrola nevápněná (komb. 1)		4,5	4,5	4,3	4,6
nehnojená kontrola vápněná (komb. 2)		5,2	6,2	6,2	5,9
průměr ostatních nevápněných kombinací		4,6	4,5	4,7	5,1
průměr ostatních vápněných kombinací		5,2	5,6	5,7	6,0
pH/ CaCl ₂ v půdní vrstvě 11 - 25 cm					
nehnojená kontrola nevápněná (komb. 1)		4,3	4,4	4,3	4,6
nehnojená kontrola vápněná (komb. 2)		4,8	5,6	5,6	5,8
průměr ostatních nevápněných kombinací		4,5	4,6	4,7	5,0
průměr ostatních vápněných kombinací		4,8	5,4	5,4	5,8

Průběh změn půdní reakce podrobně uvádí tabulka XXV v příloze, ale přehledněji je její vývoj v průběhu sledování vidět v souhrnných údajích tabulky IV. Je z ní zřejmé, že na nevápněných kombinacích k žádným velkým změnám nedošlo: kyselost půdy pod nehnojenou a nevápněnou kontrolou (kombinace 1) se téměř nezměnila, zatímco pod nehnojenou a vápněnou kontrolou (kombinace 2) došlo k jejímu výraznému snížení. Podobně i půdy pod hnojenými a nevápněnými

kombinacemi vykazovaly zřetelně nižší reakci než půdy vápněné. I v tomto případě však bylo během dvanácti let dosaženo spodní hranice rozmezí, které se obecně považuje pro travní porosty za optimální (pH mezi 5,0 - 6,0), a to zřejmě vlivem hnojení ledkem amonným s vápencem: jak známo vápenec v tomto případě postupně přechází v půdním roztoku přes svou kyselou sůl až na hydroxid vápenatý, takže se díky zvyšujícímu se obsahu hydroxylových iontů snižuje půdní kyselost: $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$.

Obdobný průběh změn byl zaznamenán i v hlubší půdní vrstvě 11 – 25 cm, kde však byly zjištěné hodnoty o něco nižší než ve svrchní vrstvě: vliv vápnění zde vykazoval zpoždění, způsobené zřejmě postupným pronikáním hnojiv do půdy.

Obsah přístupných živin v půdě

V souladu s metodikou se v půdách pod kombinacemi stacionáru zjišťoval v tříletých intervalech (vždy na konci cyklu vápnění) obsah přístupného fosforu, draslíku, vápníku a hořčíku. Výsledky byly podrobeny statistickému hodnocení: ve všech případech byla největší proměnlivost shledána mezi půdními hloubkami, kde byly v průměru kombinací všechny rozdíly průkazné. Poněkud menší variabilita byla zjištěna mezi kombinacemi a nejmenší proměnlivost vykázaly změny v průběhu let. Potvrzuje se tak, že zlepšování půdních vlastností je dlouhodobý proces.

Obsah fosforu v půdě

Podle kritérií agrochemického zkoušení v půdách pod travními porosty byla úroveň zásobenosti fosforem vyhovující až dobrá (tabulka XXVI). Nízký obsah fosforu (do 25 mg kg⁻¹ půdy) byl totiž zaznamenán pouze pod oběma nehnojenými kontrolami, kde vykazoval při nevýznamném kolísání v podstatě setrvalý stav. Poněkud více fosforu bylo pod kontrolou vápněnou (kombinace 2). U ostatních vápněných kombinací tomu bylo naopak: obsah fosforu byl pod nevápněnými kombinacemi vyšší a lze ho hodnotit jako velmi vysoký, a to se stoupající tendencí (tabulka V).

S hloubkou půdy se obsah fosforu (průkazně) snižoval, ale ani v nejnižší vrstvě (26 – 40 cm) neklesl pod zmíněných 25 mg kg⁻¹ půdy. Rozdíly mezi sledovanými hnojenými kombinacemi nebyly v průběhu let nijak pronikavé a lze je přičíst půdní variabilitě.

Tabulka V
VÝVOJ OBSAHU FOSFORU V PŮDĚ
Závišín 2003 - 2015

	2003	2006	2009	2012	2015
obsah P mg kg ⁻¹ v půdní vrstvě 0 - 10 cm					
nehnojená kontrola nevápněná (komb. 1)	71	16	22	11	25
nehnojená kontrola vápněná (komb. 2)	50	43	36	17	38
průměr ostatních nevápněných kombinací	120	106	107	102	192
průměr ostatních vápněných kombinací	94	88	79	68	133
obsah P mg kg ⁻¹ v půdní vrstvě 11 - 25 cm					
nehnojená kontrola nevápněná (komb. 1)	27	37	19	14	22
nehnojená kontrola vápněná (komb. 2)	34	28	31	17	31
průměr ostatních nevápněných kombinací	68	68	67	72	102
průměr ostatních vápněných kombinací	59	60	58	50	74

Obsah draslíku v půdě

Již výsledky přecházejícího sledování (do úpravy metodiky v roce 2004) ukazovaly, že hnojení draslíkem je nedostatečné. Proto byly do zkoušky zařazeny kombinace 9 – 12, v nichž byla úroveň draselného hnojení zvýšena. Celkově lze obsah draslíku v půdách pod stacionárem hodnotit jako nízký, zejména v hlubších vrstvách (tabulka XXVII v příloze). V průběhu zkoušky se ve vrchní vrstvě půdy vyšším přísunem draslíku zvýšil jeho obsah na vyhovující, a to poněkud více pod nevápněnými kombinacemi. Po vápnění byl až na výjimky obsah draslíku v půdě nižší (tabulka VI).

Tabulka VI
VÝVOJ OBSAHU DRASLÍKU V PŮDĚ
Závišín 2003 - 2015

	2003	2006	2009	2012	2015
obsah K mg kg ⁻¹ v půdní vrstvě 0 - 10 cm					
nehnojená kontrola nevápněná (komb. 1)	74	54	66	55	82
nehnojená kontrola vápněná (komb. 2)	90	65	74	50	71
nižší úroveň draselného hnojení					
průměr nevápněných kombinací (5 + 6)	72	76	72	114	96
průměr vápněných kombinací (8 + 7)	71	65	80	60	104
vyšší úroveň draselného hnojení					
průměr nevápněných kombinací (9 + 11)	88	102	176	116	146
průměr vápněných kombinací (10 + 12)	86	80	129	96	112
obsah K mg kg ⁻¹ v půdní vrstvě 11 - 25 cm					
nehnojená kontrola nevápněná (komb. 1)	40	33	43	34	44
nehnojená kontrola vápněná (komb. 2)	43	42	38	31	43
nižší úroveň draselného hnojení					
průměr nevápněných kombinací (5 + 6)	40	50	51	82	44
průměr vápněných kombinací (8 + 7)	38	44	42	38	46
vyšší úroveň draselného hnojení					
průměr nevápněných kombinací (9 + 11)	39	49	100	65	68
průměr vápněných kombinací (10 + 12)	42	42	70	42	48

Vyšší přísun draslíku v hnojivech (bez ohledu na vápnění) zvýšil jeho obsah v půdě, i když tento nárůst nebyl příliš výrazný: přes zřetelné kolísání byl obsah draslíku v půdě pod kombinacemi s plným hnojením (NPK) nižší než pod těmi, které byly hnojeny jen fosforem a draslíkem (kombinace 3 a 4), kde se dostal do kategorie dobrý (161 – 250 K mg kg⁻¹), jak ukazuje tabulka VII.

Tabulka VII
VÝVOJ OBSAHU DRASLÍKU V PŮDĚ PŘI ZVÝŠENÉM DRASELNÉM HNOJENÍ
Závišín 2003 - 2015

	2003	2006	2009	2012	2015
obsah K mg kg ⁻¹ v půdní vrstvě 0 - 10 cm					
nehnojené kontroly (kombinace 1 + 2)	82	60	70	52	117
hnojení PK (kombinace 3 + 4)	128	94	163	116	176
nižší hnojení draslíkem (kombinace 5 – 8)	72	70	76	87	100
vyšší hnojení draslíkem (kombinace 9 - 12)	80	91	153	106	129
obsah K mg kg ⁻¹ v půdní vrstvě 11 - 25 cm					
nehnojené kontroly (kombinace 1 + 2)	42	38	40	32	44
hnojení PK (kombinace 3 + 4)	54	111	86	66	68
nižší hnojení draslíkem (kombinace 5 – 8)	39	46	46	60	46
vyšší hnojení draslíkem (kombinace 9 - 12)	41	46	85	54	58

Tabulka VIII postihuje vliv dusíkatého a draselného hnojení na obsah draslíku v půdě (opět bez ohledu na vápnění). Přes kolísání výsledků se ukazuje, že při vyšší hladině dusíkatého hnojení byl obsah draslíku v půdě zřetelně nižší. Pokud se dusíkem hnojilo méně, byl obsah draslíku v půdě vyšší, i když tyto rozdíly nejsou příliš výrazné. Všechny zde zjištěné hodnoty se pohybovaly v kategorii vyhovující.

Tabulka VIII
OBSAH DRASLÍKU V PŮDĚ V INTERAKCI DUSÍKATÉHO A DRASELNÉHO HNOJENÍ
Závišín 2003 - 2015

	2003	2006	2009	2012	2015
obsah K mg kg ⁻¹ v půdní vrstvě 0 - 10 cm					
nižší dusík a nižší draslík (kombinace 5 + 8)	76	82	84	92	122
vyšší dusík a nižší draslík (kombinace 6 + 7)	67	58	68	81	78
nižší dusík a vyšší draslík (kombinace 9 + 10)	82	96	179	148	148
vyšší dusík a vyšší draslík (kombinace 11+12)	78	86	126	64	110
obsah K mg kg ⁻¹ v půdní vrstvě 11 - 25 cm					
nižší dusík a nižší draslík (kombinace 5 + 8)	41	61	44	62	52
vyšší dusík a nižší draslík (kombinace 6 + 7)	37	32	48	58	39
nižší dusík a vyšší draslík (kombinace 9 + 10)	42	48	106	66	66
vyšší dusík a vyšší draslík (kombinace 11+12)	40	42	64	41	50

Obsah vápníku v půdě

Obsah vápníku v půdě (tabulka XVIII v příloze) byl s výjimkou nehnojené a nevápněné kontroly (kombinace 1) vyhovující a v průběhu sledování se zvyšoval. K jeho nárůstu docházelo v menší míře i na nevápněných kombinacích, a to díky hnojení ledkem amonným s vápencem. Podobný průběh byl zaznamenán i v hlubších půdních vrstvách (tabulka IX).

Tabulka IX
VÝVOJ OBSAHU VÁPŇÍKU V PŮDĚ
Závišín 2003 - 2015

	2003	2006	2009	2012	2015
obsah Ca mg kg ⁻¹ v půdní vrstvě 0 - 10 cm					
nehnojená kontrola nevápněná (komb. 1)	1280	934	1109	834	925
nehnojená kontrola vápněná (komb. 2)	1920	1545	2755	2261	2350
průměr ostatních nevápněných kombinací	1128	1209	1122	1110	1752
průměr ostatních vápněných kombinací	1454	1494	1860	1735	2636
obsah Ca mg kg ⁻¹ v půdní vrstvě 11 - 25 cm					
nehnojená kontrola nevápněná (komb. 1)	898	630	862	665	779
nehnojená kontrola vápněná (komb. 2)	1230	864	1619	1340	1920
průměr ostatních nevápněných kombinací	1040	1008	1047	1041	1288
průměr ostatních vápněných kombinací	1180	1064	1500	1425	1934

Obsah hořčíku v půdě

Lze konstatovat, že obsah hořčíku v půdě pod travním stacionárem byl vyhovující, protože vzhledem k jeho přítomnosti v matečné hornině (amfibolit) klesl pod hranici 85 mg kg⁻¹ půdy jen výjimečně (tabulka XXIX v příloze). Po aplikaci mletého vápence v průběhu sledování obsah hořčíku v půdě kolísal bez nějaké zřetelné tendence (tabulka X).

Tabulka X
VÝVOJ OBSAHU HOŘČÍKU V PŮDĚ
Závišín 2003 - 2015

	2003	2006	2009	2012	2015
obsah Mg mg kg ⁻¹ v půdní vrstvě 0 - 10 cm					
nehnojená kontrola nevápněná (komb. 1)	124	94	109	82	102
nehnojená kontrola vápněná (komb. 2)	357	253	406	340	362
průměr ostatních nevápněných kombinací	90	97	95	91	104
průměr ostatních vápněných kombinací	188	226	242	191	196
obsah Mg mg kg ⁻¹ v půdní vrstvě 11 - 25 cm					
nehnojená kontrola nevápněná (komb. 1)	78	54	66	49	60
nehnojená kontrola vápněná (komb. 2)	178	164	267	251	286
průměr ostatních nevápněných kombinací	59	49	76	62	77
průměr ostatních vápněných kombinací	111	109	205	174	201

PRODUKCE

Základním kritériem úspěšnosti jakéhokoli zásahu nejen na travních porostech je bezesporu výnos. Výnosy sušiny, jichž se dosáhlo ve dvanácti hodnocených letech, jsou přehledně uvedeny v tabulce XI. Je v ní zřetelně vidět kolísání, způsobené především závislostí na vláhových poměrech stanoviště. Největší proměnlivost ve výnosech byla zjištěna mezi kombinacemi, následovala proměnlivost mezi ročníky a zdaleka nejmenší byla proměnlivost mezi opakováními. Ze statistického hodnocení dále vyplývá, že průkazné rozdíly ve výši výnosů na obou hladinách významnosti je možné najít i v interakci kombinace x ročník, ovšem vzhledem k nevyrovnanosti souboru nemají tyto údaje velkou vypovídající hodnotu.

Tabulka XI
 VÝNOSY SUŠINY
 Závišín 2004 - 2015

komb.	1	2	3	4	5	8	6	7	9	10	11	12
hnojení kg ha⁻¹ č. ž.												
N	-	-	-	-	80	80	160	160	80	80	160	160
P₂O₅	-	-	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
K₂O	-	-	120	120	120	120	120	120	180	180	180	180
vápnění	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x
výnos sušiny t ha⁻¹												
2004	2,90	2,77	3,89	5,24	5,83	4,24	7,95	8,40	4,99	4,84	6,51	5,99
2005	2,61	2,66	4,00	4,45	5,03	5,85	5,68	6,39	5,82	6,16	6,42	6,13
2006	3,14	2,42	2,73	4,24	5,12	5,70	4,66	5,04	5,42	5,32	5,32	6,63
2007	3,96	3,81	5,12	5,26	5,48	6,92	5,82	6,68	6,52	7,26	7,56	7,89
2008	2,57	2,48	3,42	4,38	5,13	4,83	4,86	5,09	5,34	5,39	6,25	6,85
2009	3,06	2,92	4,97	5,43	6,12	6,84	6,68	8,02	7,49	7,63	8,52	9,75
2010	1,75	1,78	2,66	3,22	3,14	3,59	3,58	4,00	3,77	4,11	4,77	4,44
2011	2,83	2,80	3,58	3,99	4,90	5,55	6,90	7,41	5,72	5,91	8,25	7,58
2012	2,13	2,79	4,07	4,49	5,62	5,02	7,55	7,78	5,66	5,68	6,95	7,42
2013	1,88	2,48	4,16	5,48	5,05	5,39	6,53	7,07	5,85	5,85	7,17	7,27
2014	1,48	1,94	3,20	3,28	3,75	3,34	5,03	5,25	3,95	4,13	5,42	4,82
2015	1,10	1,60	2,41	2,34	3,00	3,08	3,53	3,99	3,05	3,45	3,24	3,60
D_{min} 0,05 / 0,01 1,13 / 0,1,29 platí pro kteroukoli dvojici výnosů v této tabulce												
průměr	2,45	2,54	3,68	4,32	4,85	5,03	5,73	6,26	5,29	5,48	6,37	6,53
pro průměry platí D_{min} 0,05 / 0,01 0,33 / 0,37												

x – vápněné kombinace

Vliv hnojení se zřetelněji ukazuje ve víceletých průměrech, kdy se ročníková kolísání do jisté míry stírají: v tabulce XII jsou průměrné výnosy seřazeny v sestupné řadě. Nejvyšší produkci poskytla vápněná a nejvíce hnojená kombinace 12, o něco nižší výnos vykazala hnojením odpovídající, ale nevápněná kombinace 11, rozdíl však nebyl průkazný. Další v pořadí byly kombinace 6 a 7, rovněž hnojené 160 kg ha⁻¹ N: v tomto případě však byl výnos vápněné

kombinace 7 průkazně vyšší, než když se nevápnilo. Rozdíl oproti další dvojici, hnojené při vyšší úrovni draslíku jen 80 kg ha⁻¹ N, se pohyboval na hranici průkaznosti. Bez dusíkatého hnojení byla vápněná kombinace 4 průkazně výnosnější než nevápněná kombinace 3. Nejnížší produkci vykázaly obě nehnojené kontroly (kombinace 2 a 1) se zcela zanedbatelným rozdílem.

Tabulka XII
POŘADÍ VÝNOSŮ VE STACIONÁRNÍ ZKOUŠCE
Závišín 2004 – 2015, průměrný výnos sušiny v t ha⁻¹

pořadí	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
výnos	6,53	6,37	6,26	5,73	5,48	5,29	5,03	4,85	4,32	3,68	2,54	2,45
komb.	12	11	7	6	10	9	8	5	4	3	2	1

Vliv vápnění na výši produkce

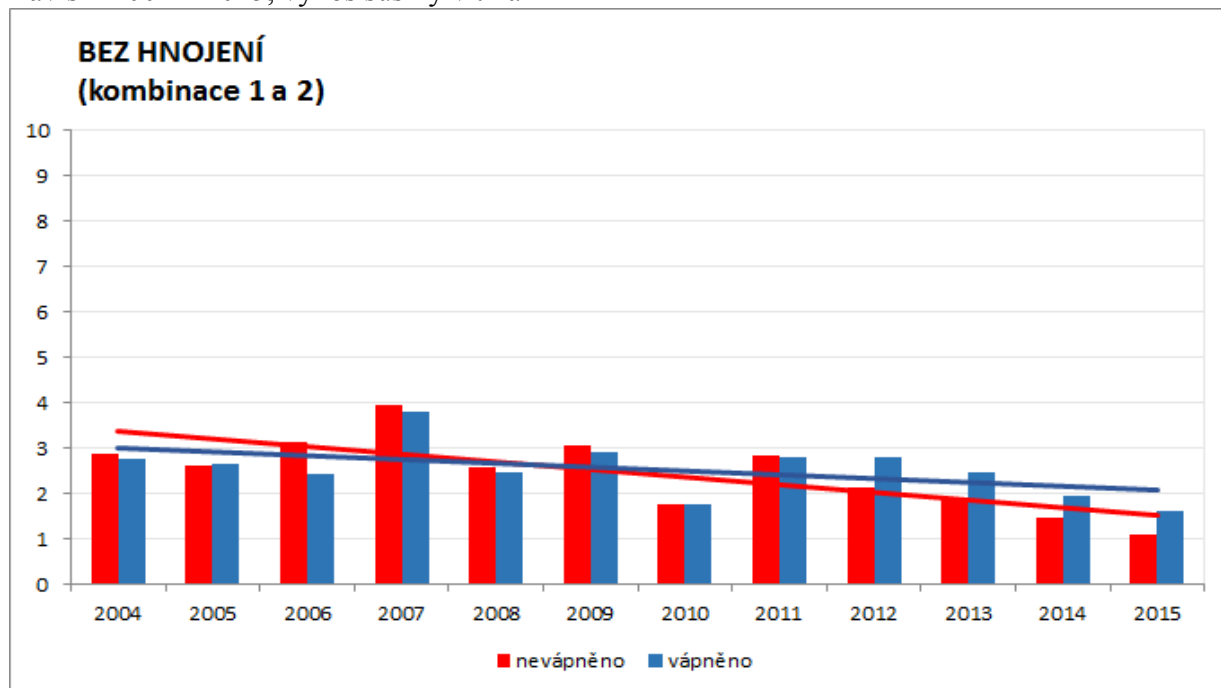
Vápnění se projevovalo nárůstem produkce, ovšem zvýšení výnosů nebylo nijak výrazné, jak je vidět z tabulky XIII: v průměru sledovaných let se pohybovalo většinou do 10 %. Nejvíce se vápnění podílelo za nárůstu průměrného výnosu u kombinací 3 a 4, které byly hnojeny jen fosforem a draslíkem. Naopak nejmenší byl rozdíl mezi nejvíce hnojenými kombinacemi 11 a 12.

Tabulka XIII
VLIV VÁPŇENÍ NA PRODUKCI SUŠINY
Závišín 2004 - 2012, průměrný výnos sušiny v t ha⁻¹

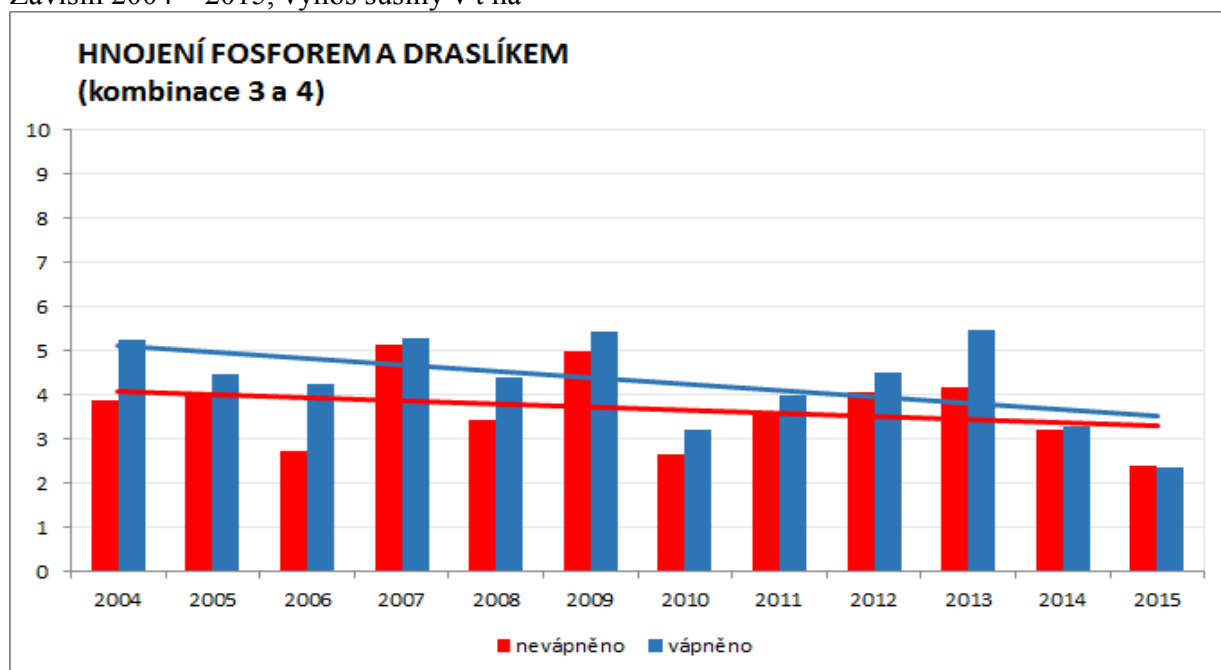
hnojení	0	PK	80N+PK	80N+PK2	160N+PK	160N+PK2
bez vápnění	2,45	3,68	4,85	5,29	5,73	6,37
vápněno	2,54	4,32	5,03	5,48	6,26	6,53
bez vápnění=100%	104	117	104	104	109	102

Jiné je to při pohledu na průběh pokusných let. Po celou dobu sledování poskytovaly nejnížší výnosy nehnojené kontroly, dokonce s klesající tendencí (Graf 1). V posledních čtyřech letech byla vápněná kontrola nepatrně výnosnější než nevápněná, takže sklon regresní přímky je poněkud povlovnější. Vůbec nejnížší byla produkce těchto kombinací v roce 2015. Kromě průběhu povětrnosti se na kolísání výnosů mohlo projevovat i botanické složení porostu.

Graf 1
VÝNOSY NA NEHNOJENÝCH KONTROLÁCH
Závišín 2004 – 2015, výnos sušiny v t ha⁻¹



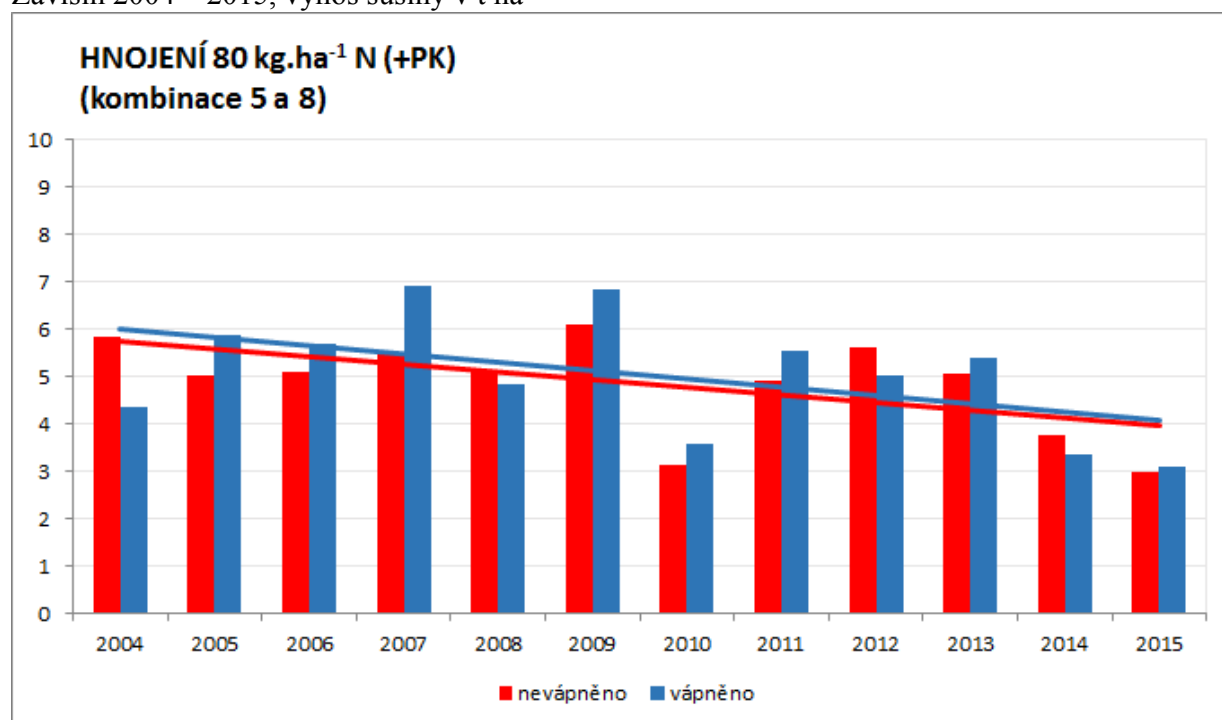
Graf 2
VÝNOSY NA KOMBINACÍCH S FOSFOREČNÝM A DRASELNÝM HNOJENÍM
Závišín 2004 – 2015, výnos sušiny v t ha⁻¹



Na kombinacích hnojených jen fosforem a draslíkem (bez dusíku – kombinace 3 a 4) poskytly s výjimkou posledního roku vápněné kombinace vyšší výnosy než nevápněné (graf 2). Regresní přímky mají v obou případech klesající tendenci, je však otázkou, nakolik byl tento trend ovlivněn extrémně nízkou produkcí v roce 2015.

Graf 3

VÝNOSY PŘI HNOJENÍ 80 kg ha⁻¹ DUSÍKU A NIŽŠÍ HLADINĚ DRASLÍKU
Závišín 2004 – 2015, výnos sušiny v t ha⁻¹



Také při nižší hladině dusíkatého a draselného hnojení (kombinace 5 a 8) produkce v průběhu let klesala (graf 3), ale rozdíl mezi vápněnými a nevápněnými kombinacemi byl minimální a průběh regresních přímek byl téměř totožný. I v tomto případě se pravděpodobně projeví výrazně nižší výnosy ve dvou posledních letech.

Při zvýšení hladiny dusíkatého hnojení a při nižší úrovni draslíku (kombinace 6 a 7) produkce v porovnání s dusíkem nehnojenými kombinacemi celkově vzrostla (graf 4), ale postupem let výnosy klesaly. Po vápnění byly výnosy sice poněkud vyšší, nicméně rozdíly nebyly příliš velké. Průběh regresních přímek během let klesající produkci potvrzuje, přičemž se obě přímky na konci hodnoceného období sbíhají, pravděpodobně především v důsledku nízkých výnosů v letech 2014 a 2015.

Vliv zvýšeného hnojení draslíkem na produkci

Zvýšená úroveň draselného hnojení se vždy projevila zvýšením výnosu, přičemž se jako relativně účinnější projevilo draselné hnojení na nevápněných kombinacích. Je to však důsledek vesměs vyšších výnosů vápněných kombinací oproti kombinacím nevápněným (tabulka XIV).

Tabulka XIV

VLIV ZVÝŠENÉHO HNOJENÍ DRASLÍKEM NA PRODUKCI SUŠINY

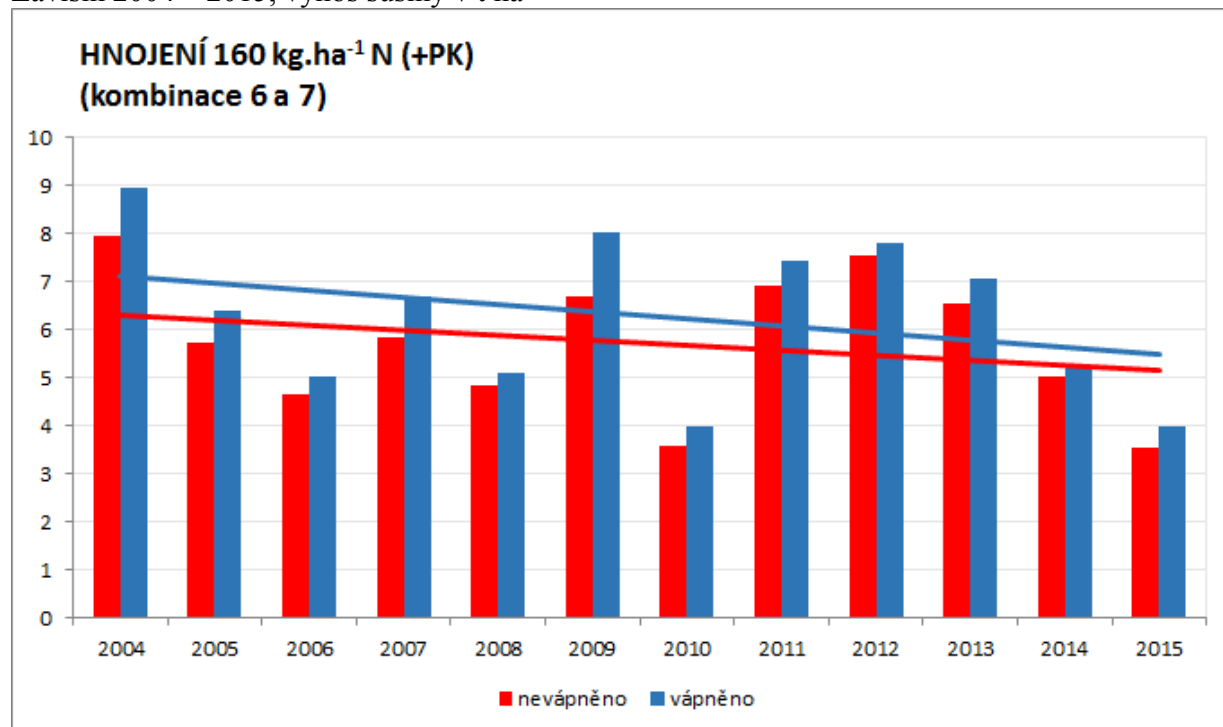
Závišín 2004 - 2012

	nevápněno		vápněno	
hnojení kg ha ⁻¹ N	80	160	80	160
	výnos sušiny t ha ⁻¹			
100 kg ha ⁻¹ K	4,85	5,73	5,03	6,26
150 kg ha ⁻¹ K	5,29	6,37	5,48	6,53
100 kg ha ⁻¹ K = 100 %	<i>109</i>	<i>111</i>	<i>109</i>	<i>104</i>

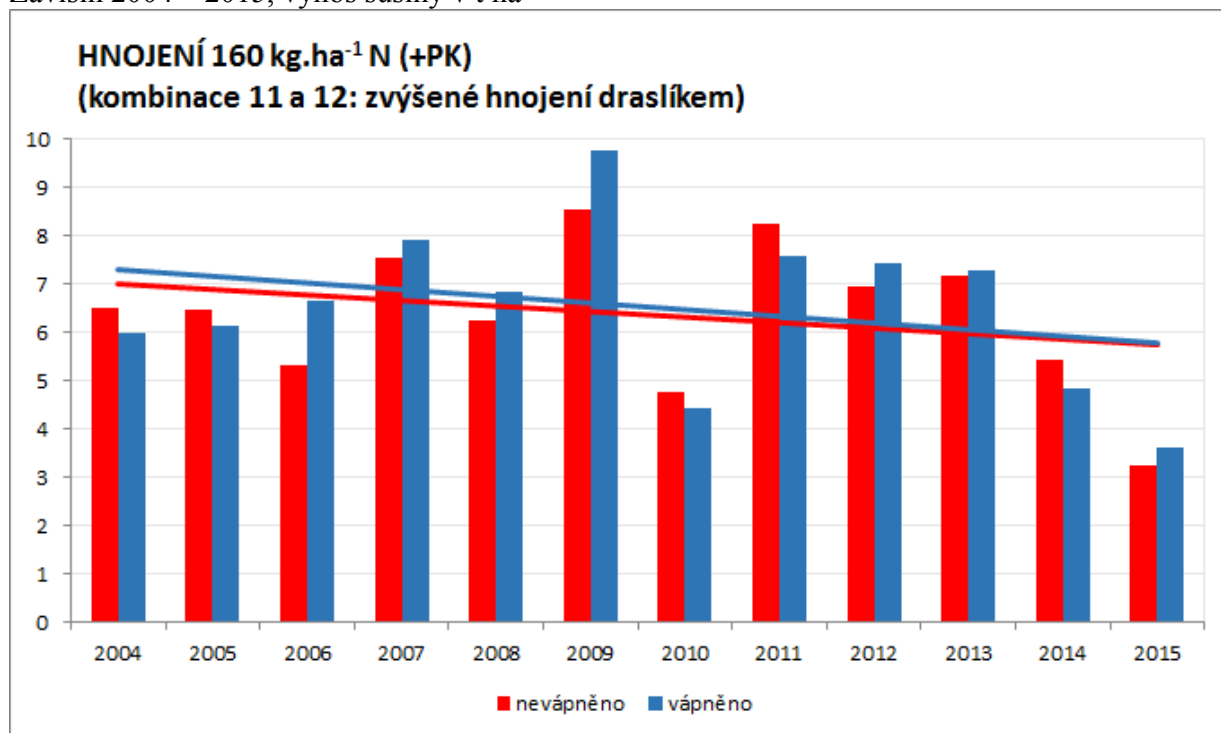
Graf 4

VÝNOSY PŘI HNOJENÍ 160 kg ha⁻¹ DUSÍKU A NIŽŠÍ HLADINĚ DRASLÍKU

Závišín 2004 – 2015, výnos sušiny v t ha⁻¹



Graf 5
VÝNOSY PŘI HNOJENÍ 160 kg ha⁻¹ DUSÍKU A VYŠŠÍ HLADINĚ DRASLÍKU
Závišín 2004 – 2015, výnos sušiny v t ha⁻¹

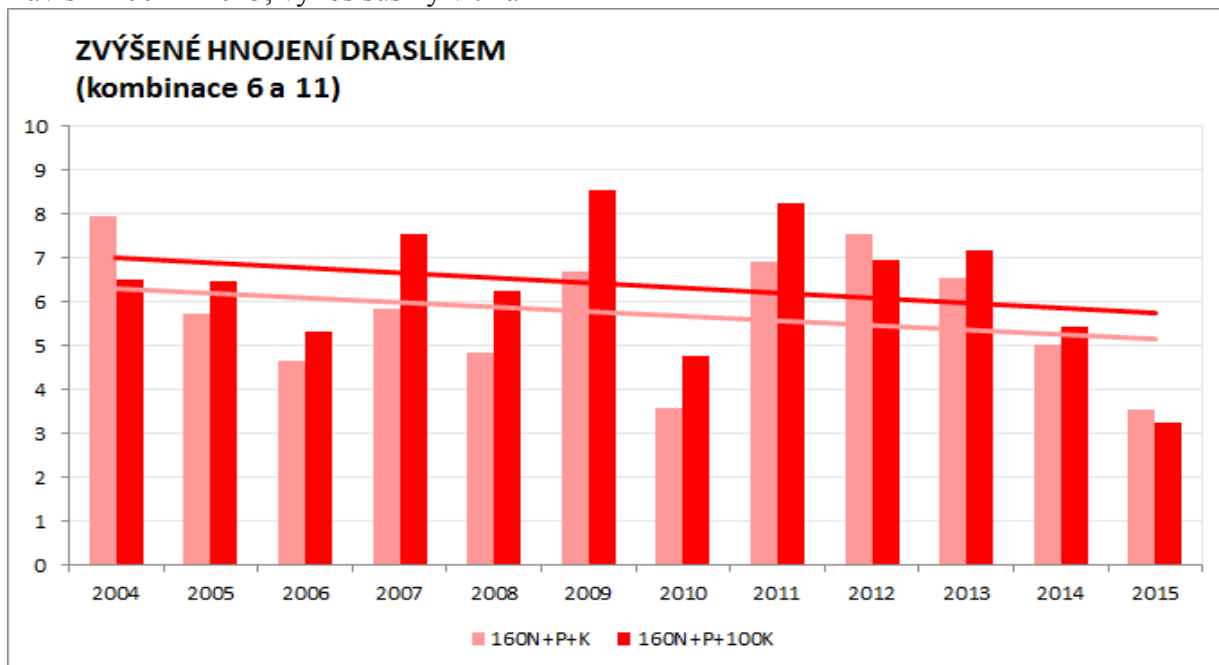


Následující dva grafy ukazují, jak zvýšené draselné hnojení v hodnocených letech ovlivňovalo produkci. Na nevápněných kombinacích (graf 6) nebyl vliv vyšší úrovně draselného hnojení jednoznačný, i když regresní přímka při zvýšeném přívodu draslíku leží o něco výše. Obě tyto přímky mají shodný průběh.

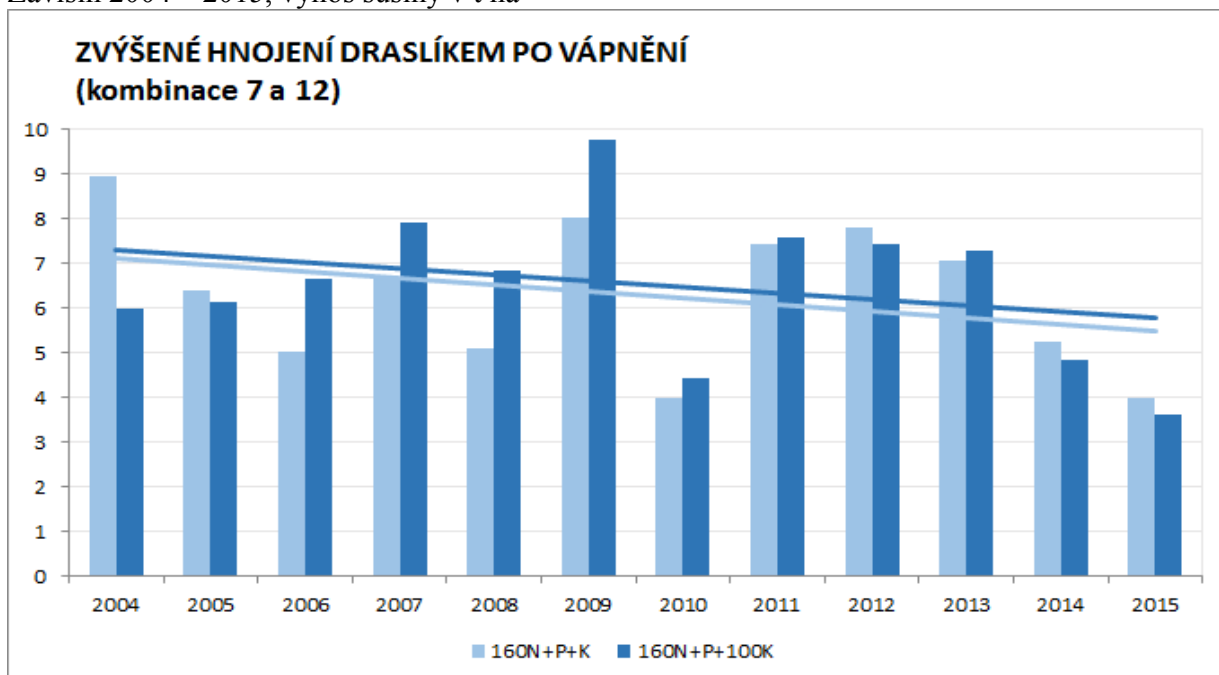
Podobně tomu bylo i na kombinacích vápněných (graf 7): i v tomto případě jeví výnosy během hodnocených let klesající tendenci, ale rozestup mezi regresními přímkami byl výrazně menší.

Lze uzavřít, že během posledních dvanácti let produkce zřetelně klesala, ale zůstává otázkou, zda jde pouze o projev kolísání výnosů v závislosti na průběhu povětrnosti nebo celkový trend.

Graf 6
VLIV ZVÝŠENÍ DRASELNÉHO HNOJENÍ NA PRODUKCI NEVÁPNĚNÝCH KOMBINACÍ
Závišín 2004 – 2015, výnos sušiny v t ha⁻¹



Graf 7
VLIV ZVÝŠENÍ DRASELNÉHO HNOJENÍ NA PRODUKCI VÁPNĚNÝCH KOMBINACÍ
Závišín 2004 – 2015, výnos sušiny v t ha⁻¹



Produkční účinnost dusíkatého hnojení

Produkční účinnost dusíku, vyjádřená v kilogramech sušiny na kilogram dodaného dusíku, se posuzovala na vápněných i nevápněných kombinacích a při obou úrovních draselného hnojení (tabulka XV). V průměru hodnocených let bylo dosaženo optimálního přírůstku výnosu, který z energetického hlediska stanovil VELICH (1986) na 4,4 kg sušiny na kilogram dodaného dusíku.

Tabulka XV
PRODUKČNÍ ÚČINNOST DUSÍKATÉHO HNOJENÍ
Závišín 2004 - 2015

NEVÁPNĚNÉ KOMBINACE					
nižší úroveň draselného hnojení					
kombinace	3		5		6
hnojení	PK		80N + PK		160N + PK
sušina t ha ⁻¹	3,68		4,85		5,73
rozdíl kg ha ⁻¹		1170		880	
produkční účinnost v kg sušiny na kg N		14,6		11,0	
vyšší úroveň draselného hnojení					
kombinace	3		9		11
hnojení	PK		80N + PK2		160N + PK2
sušina t ha ⁻¹	3,68		5,29		6,37
rozdíl kg ha ⁻¹		1610		1080	
produkční účinnost v kg sušiny na kg N		20,1		13,5	
VÁPNĚNÉ KOMBINACE					
nižší úroveň draselného hnojení					
kombinace	4		8		7
hnojení	PK		80N + PK		160N + PK
sušina t ha ⁻¹	4,32		5,03		6,26
rozdíl kg ha ⁻¹		710		1230	
produkční účinnost v kg sušiny na kg N		8,9		15,4	
vyšší úroveň draselného hnojení					
kombinace	4		10		12
hnojení	PK		80N + PK2		160N + PK2
sušina t ha ⁻¹	4,32		5,48		6,53
rozdíl kg ha ⁻¹		1160		1050	
produkční účinnost v kg sušiny na kg N		14,5		13,1	

BOTANICKÉ SLOŽENÍ POROSTU

Botanické složení porostu se posuzuje podle podílu trav /**T**/, jetelovin /**J**/ a ostatních bylin /**B**/. V tabulce XVI je uvedeno zastoupení těchto skupin vždy po ukončení cyklu vápnění. Vzhledem ke změně metodiky se od roku 2004 sledují změny botanického složení jen na nehnojených kontrolách a při základním hnojení fosforem a draslíkem (bez dusíku). K posouzení vlivu dusíkatého hnojení se botanické rozborů provádějí i na kombinaci 5. Po hnojení dusíkem se podíl jetelovin v porostu výrazně snížil, což se vysvětluje jejich zastíněním rychleji rostoucími travami. V závislosti na hnojení a na průběhu počasí se porost postupně měnil. Zajímavý je pokles zastoupení jetelovin na vápněné PK-kombinaci (kombinace 4), pravděpodobně jako důsledek bujnějšího nárůstu ostatních složek porostu (možná vlivem bohatších srážek). Proměnlivý podíl ostatních bylin nelze uspokojivě vysvětlit.

Tabulka XVI
BOTANICKÉ SLOŽENÍ POROSTU
Závišín 2003 – 2012

rok		2003		2006		2009		2012		2015	
seč		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	T	32	37	32	45	34	77	44	22	55	43
	J	14	8	6	6	15	5	15	12	4	1
	B	54	55	62	49	51	18	41	66	41	56
2*	T	43	31	25	50	20	24	20	18	27	27
	J	15	25	7	7	15	11	22	15	30	12
	B	42	44	68	43	65	65	58	67	43	61
3	T	64	54	55	58	59	41	41	31	68	72
	J	10	22	10	10	5	8	21	27	2	1
	B	26	24	35	32	36	51	38	42	30	27
4*	T	53	65	37	53	68	37	41	33	59	44
	J	18	14	10	10	3	6	25	29	4	1
	B	29	21	53	37	29	57	34	38	37	55
5	T	73	58	59	57	76	75	62	69	51	74
	J	3	+	5	5	2	3	2	7	1	+
	B	24	42	36	38	22	22	36	24	48	26

* - vápněné kombinace

KVALITA PÍCE

Kvalita píce se posuzovala podle obsahu dusíku a minerálních živin, výsledky analýz ve váženém průměru hodnocených let jsou uvedeny v tabulce XVII. Zjištěné hodnoty se z valné většiny pohybovaly v intervalech, které se v tabulkách výživné hodnoty krmiv přisuzují kvalitnímu lučnímu senu (VENCL, 1991). Rozdíly v obsazích živin, zjištěné mezi kombinacemi, je možné vysvětlit hnojením a změnami botanického složení. Obsah dusíku byl poměrně vyrovnaný a nelze z něj vyvodit jednoznačné tendence. Totéž lze v podstatě tvrdit i obsahu fosforu, který byl poněkud nižší jen na nevápněné kontrole a při nejvyšší úrovni hnojení (kombinace 1, 11 a 12). Zvýšené hnojení draslíkem se sice projevilo nárůstem jeho obsahu v píci, ale při vyšší hladině dusíku (kombinace 11 a 12) byl nižší než když se hnojilo jen fosforem a draslíkem (kombinace 3 a 4). Vápníku a hořčíku samozřejmě obsahovala ve větší míře píce z vápněných kombinací.

Tabulka XVII

KVALITA PÍCE A ODBĚR ŽIVIN

Závišín, vážený průměr let 2004 - 2015

kombinace	1	2*	3	4*	5	8*	6	7*	9	10*	11	12*
N	-	-	-	-	80	80	160	160	80	80	160	160
P	-	-	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
K	-	-	100	100	100	100	100	100	150	150	150	150
obsah živin v % sušiny												
N	2,20	2,09	2,03	1,95	1,89	2,06	2,05	2,00	1,96	1,99	1,98	2,07
P	0,29	0,36	0,35	0,37	0,33	0,34	0,30	0,31	0,31	0,32	0,28	0,29
K	1,35	1,47	2,49	2,36	2,26	2,20	1,84	1,88	2,60	2,58	2,34	2,25
Ca	1,32	1,68	0,93	1,10	0,76	0,89	0,61	0,67	0,75	0,84	0,60	0,74
Mg	0,43	0,61	0,26	0,36	0,28	0,35	0,26	0,32	0,25	0,31	0,26	0,29

* - vápněné kombinace

Z obsahů živin a dosažených výnosů lze vypočítat množství odebraných živin, které ve váženém průměru hodnocených let uvádí tabulka XVIII. Až na výjimky byl odběr živin vyšší u vápněných než u nevápněných kombinací. Dusíku bylo odebráno více na dusíkem (a větším množstvím draslíku) hnojených kombinacích. Vyšší přívod draslíku se projevil i vyšším odběrem a podobně tomu bylo i u vápníku a hořčíku, jichž se odebralo více na vápněných kombinacích.

Pro hlavní živiny byla ještě vypočtena bilance jejich příjmu a odběru porostem (tabulka XIX). Přebytek dusíku byl zaznamenán jen na hladině 160 kg ha⁻¹ N (tento přebytek byl mnohem nižší při zvýšené úrovni draselného hnojení). Fosfor vykazoval s výjimkou nehnojených kontrol kladnou bilanci, takže hnojení fosforem lze považovat za více než dostatečné. Přívod draslíku byl dostatečný pouze u nevápněné PK-kombinace (kombinace 3) a při zvýšeném hnojení draslíkem (150 kg ha⁻¹ K), kde ovšem při vyšší hladině dusíku byl přebytek téměř zanedbatelný a činil u nevápněné kombinace 1,1 a u vápněné 2,9 kg ha⁻¹ K.

Tabulka XVIII
ODBĚR ŽIVIN
Závišín, průměr let 2004 - 2015

kombinace	1	2*	3	4*	5	8*	6	7*	9	10*	11	12*
N	-	-	-	-	80	80	160	160	80	80	160	160
P	-	-	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
K	-	-	100	100	100	100	100	100	150	150	150	150
odběr živin v kg ha⁻¹												
N	53,9	53,1	74,7	84,0	91,5	103,5	117,7	125,5	103,7	109,2	126,0	135,3
P	7,2	9,2	12,9	15,8	16,0	16,9	17,2	19,5	16,3	17,5	17,8	18,9
K	33,0	37,3	91,7	101,8	109,5	110,7	105,6	117,8	137,8	141,2	148,9	147,1
Ca	32,4	42,6	34,3	47,7	36,8	44,7	34,9	42,0	39,6	46,2	38,2	48,6
Mg	10,5	15,6	9,5	15,6	13,5	17,5	14,8	20,2	13,3	16,8	16,2	19,2

* - vápněné kombinace

Tabulka XIX
BILANCE ŽIVIN
Závišín, průměr let 2004 - 2015

kombinace	1	2*	3	4*	5	8*	6	7*	9	10*	11	12*
N	-	-	-	-	80	80	160	160	80	80	160	160
P	-	-	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
K	-	-	100	100	100	100	100	100	150	150	150	150
bilance dusíku kg ha⁻¹ N kg												
hnojení	-	-	-	-	80,0	80,0	160,0	160,0	80,0	80,0	160,0	160,0
odběr	53,9	53,1	74,7	84,0	91,5	103,5	117,7	125,5	103,7	109,2	126,0	135,3
rozdíl	-53,9	-53,1	-74,7	-84,0	-11,5	-23,5	+42,3	+34,5	-23,7	-29,2	+34,0	+24,7
bilance fosforu kg ha⁻¹ P												
hnojení	-	-	32,0	32,0	32,0	32,0	32,0	32,0	32,0	32,0	32,0	32,0
odběr	7,2	9,2	12,9	15,8	16,0	16,9	17,2	19,5	16,3	17,5	17,8	18,9
rozdíl	-7,2	-9,2	+19,1	+16,2	+16,0	+15,1	+14,8	+12,5	+15,7	+14,5	+14,2	+13,1
bilance draslíku kg ha⁻¹ K												
hnojení	-	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	150,0	150,0	150,0	150,0
odběr	33,0	37,3	91,7	101,8	109,5	110,7	105,6	117,8	137,8	141,2	148,9	147,1
rozdíl	-33,0	-37,3	+8,3	-1,8	-9,5	-10,7	-5,6	-17,8	+12,2	+8,8	+1,1	+2,9

* - vápněné kombinace

ZÁVĚRY

Z průběžného hodnocení posledních dvanácti let travního stacionáru v Závišíně vyplývá:

Změny pH a půdních vlastností:

- vápněním se půdní reakce v průběhu sledování výrazně zlepšila a díky hnojení ledkem amonným s vápencem se pH zvýšilo i pod nevápněnými, ale hnojenými kombinacemi
- v obsazích půdních živin byla největší proměnlivost shledána mezi hloubkami, poněkud menší variabilita byla zjištěna mezi kombinacemi a nejmenší proměnlivost vykazaly změny v průběhu let. Potvrzuje se tak, že zlepšování půdních vlastností je dlouhodobý proces.
- obsah fosforu byl v půdách pod nevápněnými kombinacemi vyšší a obecně vykazoval stoupající tendenci
- vyšším přísunem draslíku se jeho obsah ve vrchní vrstvě půdy zvyšoval
- při vyšší hladině dusíkatého hnojení byl obsah draslíku v půdě zřetelně nižší
- obsah vápníku v půdě byl vyhovující a v průběhu sledování se zvyšoval

Výnosy píce

- obsah hořčíku v půdě pod travním stacionárem byl vyhovující a v průběhu sledování kolísal
- výnosy kolísaly především v závislosti na vláhových poměrech stanoviště: největší proměnlivost byla zjištěna mezi kombinacemi, následovala variabilita mezi ročníky a zdaleka nejmenší byla proměnlivost mezi opakováními
- nejvyšší průměrný výnos ($6,53 \text{ t ha}^{-1}$) poskytla vápněná a nejvíce hnojená kombinace 12, neprůkazně nižší ($6,37 \text{ t ha}^{-1}$) byl výnos odpovídající nevápněné kombinace
- vápnění produkci sušiny poněkud zvýšilo, ale rozdíly nebyly příliš velké
- vliv vyšší úrovně draselného hnojení nebyl jednoznačný
- v průběhu hodnocených let produkce zřetelně klesala, ale zatím není jasné, zda jde o projev kolísání výnosů nebo celkový trend
- botanické složení porostu se měnilo v závislosti na hnojení a na průběhu počasí se porost postupně měnil

Botanické složení

- zastoupení jetelovin na vápněné PK-kombinaci (kombinace 4) pokleslo, pravděpodobně jako důsledek bujnějšího nárůstu ostatních složek porostu (možná vlivem bohatších srážek)
- kolísání podílu ostatních bylin v porostu zatím nelze uspokojivě vysvětlit
- rozdíly v obsazích živin je možné vysvětlit hnojením a změnami botanického složení

Kvalita píce

- obsah dusíku a fosforu byl vyrovnaný
- zvýšené hnojení draslíkem se projevilo nárůstem jeho obsahu v píci
- píce z vápněných kombinací obsahovala více vápníku a hořčíku
- bilance dusíku byla kladná jen na hladině $160 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$
- bilance fosforu byla kladná (s výjimkou nehnojených kontrol)
- bilance draslíku byla prakticky kladná jen při zvýšeném hnojení draslíkem

TABULKOVÁ PŘÍLOHA

Tabulka XXV	VÝVOJ PŮDNÍ REAKCE
Tabulka XXVI	VÝVOJ OBSAHU FOSFORU V PŮDĚ
Tabulka XXVII	VÝVOJ OBSAHU DRASLÍKU V PŮDĚ
Tabulka XXVIII	VÝVOJ OBSAHU VÁPNIKU V PŮDĚ
Tabulka XIX	VÝVOJ OBSAHU HOŘČÍKU V PŮDĚ

Tabulka XXV
VÝVOJ PŮDNÍ REAKCE
Závišín, podzimní odběry (údaje z roku 2003 chybí)

vrstva	kombinace	2003	2006	2009	2012	2015
pH/CaCl ₂						
0 - 10	1		4,5	4,5	4,3	4,6
11 - 25			4,3	4,4	4,3	4,6
26 - 40				4,4	4,4	4,6
0 - 10	2*		5,2	6,2	6,2	5,9
11 - 25			4,8	5,6	5,6	5,8
26 - 40				5,0	4,9	5,2
0 - 10	3		4,4	4,4	4,5	4,7
10 - 25			4,4	4,4	4,4	4,7
26 - 40				4,5	4,5	4,8
0 - 10	4*		5,7	5,6	5,7	5,6
11 - 25			5,1	5,6	5,6	5,5
26 - 40				5,1	5,3	5,2
0 - 10	5		5,1	4,7	4,8	5,1
11 - 25			4,7	4,8	4,8	5,0
26 - 40				4,7	4,7	4,9
0 - 10	8*		5,1	5,6	5,6	6,2
11 - 25			4,5	5,1	5,2	5,8
26 - 40				4,8	4,9	5,3
0 - 10	6		4,7	4,6	4,8	5,3
11 - 25			4,7	4,8	4,9	5,1
26 - 40				4,9	4,9	5,1
0 - 10	7*		5,7	5,5	6,1	6,1
11 - 25			5,1	5,8	5,9	6,1
26 - 40				5,3	5,3	5,6
0 - 10	9		4,5	4,5	4,6	5,1
11 - 25			4,4	4,5	4,6	5,0
26 - 40				4,5	4,6	5,0
0 - 10	10*		5,0	5,7	5,6	6,0
11 - 25			4,5	5,4	5,1	5,5
26 - 40				4,8	4,7	5,1
0 - 10	11		4,3	4,5	4,7	5,3
11 - 25			4,4	4,5	4,6	5,0
26 - 40				4,6	4,6	5,0
0 - 10	12*		4,6	5,6	5,7	6,3
11 - 25			4,6	5,1	5,1	6,0
26 - 40				5,0	4,8	5,2

* - vápněné kombinace

Tabulka XXVI
VÝVOJ OBSAHU FOSFORU V PŮDĚ
Závišín, podzimní odběry

vrstva	kombinace	2003	2006	2009	2012	2015
P mg . kg ⁻¹ půdy (Mehlich III)						
0 - 10	1	71	16	22	11	25
11 - 25		27	37	19	14	22
26 - 40		27		22	21	26
0 - 10	2*	50	43	36	17	38
11 - 25		34	28	31	17	31
26 - 40		29		28	22	30
0 - 10	3	175	134	144	129	242
10 - 25		80	82	77	78	126
26 - 40		48		44	51	55
0 - 10	4*	123	110	85	90	164
11 - 25		65	85	62	59	92
26 - 40		40		42	38	54
0 - 10	5	145	142	127	125	214
11 - 25		75	90	78	84	116
26 - 40		50		36	50	53
0 - 10	8*	59	75	64	53	141
11 - 25		43	40	50	41	67
26 - 40		36		38	32	39
0 - 10	6	138	115	101	103	190
11 - 25		86	68	81	79	102
26 - 40		53		48	49	64
0 - 10	7*	123	115	124	88	147
11 - 25		72	62	84	64	86
26 - 40		45		45	47	60
0 - 10	9	68	78	84	85	164
11 - 25		51	55	50	64	85
26 - 40		40		31	42	45
0 - 10	10*	75	73	63	66	107
11 - 25		51	55	49	47	66
26 - 40		38		40	38	49
0 - 10	11	74	62	77	70	150
11 - 25		47	44	48	54	83
26 - 40		38		35	40	46
0 - 10	12*	89	67	61	42	104
11 - 25		62	60	46	40	58
26 - 40		46		37	29	40

* - vápněné kombinace

Tabulka XXVII
VÝVOJ OBSAHU DRASLÍKU V PŮDĚ
Závišín, podzimní odběry

vrstva	kombinace	2003	2006	2009	2012	2015
K mg . kg ⁻¹ půdy (Mehlich III)						
0 - 10	1	74	54	66	55	82
11 - 25		40	33	43	34	44
26 - 40		33		25	23	25
0 - 10	2*	90	65	74	50	71
11 - 25		43	42	38	31	43
26 - 40		33		25	24	25
0 - 10	3	147	90	222	129	198
10 - 25		59	180	120	78	77
26 - 40		43		56	51	40
0 - 10	4*	109	99	104	102	154
11 - 25		49	42	51	55	60
26 - 40		33		31	35	32
0 - 10	5	80	90	71	125	108
11 - 25		44	67	44	84	48
26 - 40		35		27	50	29
0 - 10	8*	73	75	96	60	137
11 - 25		38	55	45	41	56
26 - 40		29		25	32	31
0 - 10	6	65	61	73	103	84
11 - 25		37	32	58	79	41
26 - 40		28		37	49	25
0 - 10	7*	69	55	64	59	71
11 - 25		37	32	39	36	37
26 - 40		25		25	26	26
0 - 10	9	66	119	229	159	171
11 - 25		36	60	142	86	80
26 - 40		32		62	51	38
0 - 10	10*	97	74	129	138	126
11 - 25		47	36	70	47	51
26 - 40		37		32	30	29
0 - 10	11	80	84	124	73	122
11 - 25		42	38	59	44	55
26 - 40		32		26	30	36
0 - 10	12*	75	87	129	54	97
11 - 25		38	47	70	38	45
26 - 40		29		36	25	27

* - vápněné kombinace

Tabulka XXVIII
VÝVOJ OBSAHU VÁPNIKU V PŮDĚ
Závišín, podzimní odběry

vrstva	kombinace	2003	2006	2009	2012	2015
Ca mg . kg ⁻¹ půdy (Mehlich III)						
0 - 10	1	1280	934	1109	834	925
11 - 25		898	630	862	665	779
26 - 40		830		711	631	660
0 - 10	2*	1920	1545	2755	2261	2350
11 - 25		1230	864	1619	1340	1920
26 - 40		1000		930	861	1080
0 - 10	3	1140	1067	1029	983	1530
10 - 25		918	839	857	913	1030
26 - 40		840		592	876	996
0 - 10	4*	2000	1875	1799	2061	2150
11 - 25		1480	1238	1660	1853	1790
26 - 40		1060		1250	1307	1100
0 - 10	5	1240	1618	1239	1401	1730
11 - 25		1110	1241	1205	1180	1370
26 - 40		1090		945	1001	1060
0 - 10	8*	912	1389	2028	1778	2880
11 - 25		904	953	1270	1568	1960
26 - 40		905		1017	943	1210
0 - 10	6	1410	1247	1177	1274	1990
11 - 25		1390	1160	1266	1394	1530
26 - 40		1230		1215	1193	1350
0 - 10	7*	1950	1809	1949	2226	2690
11 - 25		1400	1228	1758	1695	2110
26 - 40		1010		1234	1260	1380
0 - 10	9	750	1120	1054	721	1640
11 - 25		734	894	945	612	1200
26 - 40		846		813	649	943
0 - 10	10*	1300	1321	1825	831	2650
11 - 25		1140	953	1549	779	1830
26 - 40		1120		1110	931	1120
0 - 10	11	1100	992	1110	1171	1870
11 - 25		1050	905	961	1106	1310
26 - 40		932		941	1114	1270
0 - 10	12*	1110	1075	1700	1778	2810
11 - 25		977	947	1265	1232	1980
26 - 40		958		1064	954	1310

* - vápněné kombinace

Tabulka XXIX
VÝVOJ OBSAHU HOŘČÍKU V PŮDĚ
Závišín, podzimní odběry

vrstva	kombinace	2003	2006	2009	2012	2015
Mg mg . kg ⁻¹ půdy (Mehlich III)						
0 - 10	1	124	94	109	82	102
11 - 25		78	54	66	49	60
26 - 40		65		44	44	44
0 - 10	2*	357	253	406	340	362
11 - 25		178	164	267	251	286
26 - 40		127		124	127	148
0 - 10	3	98	71	97	103	113
10 - 25		66	58	64	57	75
26 - 40		50		30	42	55
0 - 10	4*	361	331	287	246	251
11 - 25		230	190	277	261	242
26 - 40		128		156	178	162
0 - 10	5	99	159	106	107	117
11 - 25		69	63	92	72	85
26 - 40		62		48	41	52
0 - 10	8*	84	210	233	191	161
11 - 25		54	85	133	177	208
26 - 40		41		60	37	170
0 - 10	6	102	86	97	101	99
11 - 25		74	45	94	78	77
26 - 40		58		54	39	59
0 - 10	7*	322	273	263	295	210
11 - 25		177	150	269	274	244
26 - 40		91		154	159	161
0 - 10	9	65	88	79	54	97
11 - 25		39	42	55	27	71
26 - 40		37		41	23	46
0 - 10	10*	94	170	241	59	171
11 - 25		53	56	206	40	152
26 - 40		46		84	57	75
0 - 10	11	87	80	96	91	94
11 - 25		46	35	73	74	75
26 - 40		41		40	61	56
0 - 10	12*	78	146	184	163	188
11 - 25		43	66	140	119	159
26 - 40		38		78	62	92

* - vápněné kombinace

Literatura

DUCHOŇ, F. et J. HAMPL, 1959: Agrochemie. SZN Praha

KLEMENT, V., 2013: Pracovní postupy pro agrochemické zkoušení zemědělských půd v České republice v období 2011 – 2016. Metodický pokyn 9/SZV s účinností od 1. ledna 2014

NEUBERG, J, et al., 1990: Komplexní metodika výživy rostlin.
Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do zemědělské praxe 1/90, ÚVTIZ Praha

VELICH, J., 1986: Studium vývoje produkční schopnosti trvalých lučních porostů a drnového procesu při dlouhodobém hnojení a jeho optimalizace. Vysoká škola zemědělská Praha