

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH
INFORMACÍ

ROSTLINNÁ VÝROBA

PLANT PRODUCTION

6

ROČNÍK 39 (LXVI)
PRAHA 1993
CS ISSN 0370-663X

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD
SLOVENSKÁ AKADÉMIA PÔDOHOSPODÁRSKYCH VIED

ROSTLINNÁ VÝROBA

PLANT PRODUCTION

VOLUME 39 (1993)

Redakční rada - Editorial Board

Předseda - Chairman

Doc. ing. Josef Š i m o n , CSc. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně)

Členové - Members

Doc. ing. Pavol B a j ě i , CSc. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra)

Ing. Helena D o n á t o v á , CSc. (Vysoká škola zemědělská, Praha)

Prof. ing. Václav F r i c , DrSc. (Vysoká škola zemědělská, Praha)

Ing. Jozef H a b o v š t i a k , CSc. (Výskumný ústav lúk a pasienkov, pracovisko Krivá na Orave)

Ing. Alois C h a l u p a , CSc. (Výzkumný ústav technických plodin a luskovin, Šumperk)

Ing. Bohdan J u r á n i , CSc. (Univerzita Komenského, Bratislava)

Prof. ing. Josef K o z á k , DrSc. (Vysoká škola zemědělská, Praha)

Prof. ing. Vladimír K r a j ě o v i ě (Výskumný ústav lúk a pasienkov, Banská Bystrica)

Prof. ing. Lubomír M i n x , DrSc. (Vysoká škola zemědělská, Brno)

Ing. Timotej M i š t i n a , CSc. (Výskumný ústav rastlinnej výroby, Piešťany)

Ing. Josef P a ř í z e k (ZEAINVENT, a. s., Tmava)

Ing. Jaromír P r o c h á z k a , CSc. (Výzkumný ústav pícninářský, Troubsko u Brna)

Prof. ing. Stanislav P r o c h á z k a , DrSc. (Vysoká škola zemědělská, Brno)

Doc. ing. Vlastimil R a s o c h a , CSc. (Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod)

Prof. ing. Jozef R e p k a , DrSc. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra)

Doc. ing. Ladislav S l a v í k , DrSc. (Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha)

Doc. ing. Miron S u š k e v i ě , DrSc. (Výzkumný ústav ekoagrotechniky, Hrušovany u Brna)

RNDr. Vladimír Š k r d l e t a , CSc. (Mikrobiologický ústav AV ČR, Praha)

Prof. ing. Václav V a n ě k , DrSc. (Vysoká škola zemědělská, Praha)

Ing. Marie V á ň o v á , CSc. (Výzkumný ústav obilnářský, Kroměříž)

Ing. Jaroslav V o š k e r u š a , CSc. (Výzkumná stanice olejnin, Opava)

Doc. ing. František V r k o ě , DrSc. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně)

Vedoucí redaktorka - Editor-in-Chief

RNDr. Eva S t ř í b r n á

VZTAH MEZI NEVÝMĚNNÝM A VÝMĚNNÝM DRASLÍKEM V PŮDĚ

L. Vopěnka

Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně

Výše hladiny výměnného draslíku byla určena více kationtovou výměnnou kapacitou na pozemcích hnojených draslíkem než na pozemcích nehnojených. Na pozemcích nehnojených byla naopak nalezena větší závislost hladiny výměnného draslíku na obsahu draslíku nevýmenného. Po přepočtu obsahu draslíku výměnného na množství jílové frakce dané půdy se výrazně zvýšila těsnost vztahu mezi obsahem výměnného a nevýmenného draslíku. Proces uvolňování nevýmenného draslíku do forem výměnných charakterizuje rovnovážná konstanta, vypočtená z obsahů těchto frakcí půdního draslíku, stanovených pro danou půdu na pozemcích dlouhodobě nehnojených draslíkem.

Při běžném stanovení zásoby draslíku přístupného rostlinám v půdě se používá různých extrakčních činidel, která vždy uvolní přibližně stejnou frakci půdního draslíku, která se označuje jako draslík výměnný. Přesněji je výměnný draslík definován jako takový draslík, který lze vytěsnit z půdních vazeb nadbytkem kationtů NH_4^+ , který má vlastnosti nejvíce podobné vlastnostem draslíku. Kromě vlastního výměnného draslíku je při těchto stanoveních zahrnut do výsledku i draslík vodorozpustný, který však představuje pouze malou část takto stanoveného draslíku.

Rostliny odebírají draslík především přímo z půdního roztoku, který vytváří dynamickou rovnováhu s výměnným draslíkem. S klesajícím obsahem výměnného draslíku se stále ve větší míře uvolňuje i draslík nevýmenný. Konečně dojde ke stavu, kdy uvolňování nevýmenného draslíku, obsazování výměnných míst a odběr draslíku rostlinami vytvoří rovnováhu. Hraniční hodnoty této rovnováhy závisí na mineralogickém složení půdy, především na mřížkových mezivrstvách jílových minerálů s mřížkou typu 2 : 1, které uvolňují i fixují draslík. U intenzívně hnojených půd je obsah výměnného draslíku nad tímto hraničním bodem, proto zde tvoří výměnný draslík hlavní podíl draslíku dodávaného rostlinám (Schaeffer, Schachtschabel, 1976; Mitsios, Rowel, 1987).

Půdní draslík se tedy vyskytuje v různých formách lišících se pevností vazby, a tím i přístupností pro rostliny. Při reakcích draslíku v půdě jde o změny v pevnosti vazby tohoto kationtu, ustanovuje se při nich rovnováha mezi formami draslíku vodorozpustnými, výměnnými a nevýmennými podle rovnice:



Jde o následnou zvratnou reakci na fázovém rozhraní, jejíž celková rychlost je dána rychlostí nejpomalejšího kroku a rovnovážný stav závisí na množství jednotlivých forem draslíku v dané půdě (Linehan, Sinclair, 1988).

Zvratná reakce charakterizující druhý krok následné reakce s rovnovážnou konstantou K_2 je běžná kationtová výměna. Naproti tomu zvratná reakce s rovnovážnou konstantou K_1 je reakcí velmi pomalou. Uvolňování nevýměnného draslíku je záležitostí dlouhodobou a souvisí s geologickými procesy zvětrávání půdních silikátů.

Ke studiu rovnováhy mezi draslíkem nevýměnným a výměnným může sloužit sledování obsahu výměnného draslíku na pozemcích dlouhodobě nehnojených draslíkem při intenzivní produkci plodin. I když je zde neustále odčerpáván draslík z vodorozpustných a výměnných forem, obsah výměnného draslíku neklesá pod určitou minimální hodnotu, neboť je zde neustále doplňován podle reakce s rovnovážnou konstantou K_1 . Výše minimální hodnoty výměnného draslíku na dané půdě je dána jednak mineralogickým složením, jednak sorpčními schopnostmi této půdy (Sharpley, Buol, 1987).

MATERIÁL A METODA

Pro studium vztahů mezi nevýměnným a výměnným draslíkem v půdě bylo využito dlouhodobých výživářských pokusů VOP, založených v roce 1956 v Pohořelích, Čáslavi, Ivanovicích a Lukavci a v roce 1958 ve Víglaš.

Půdní vzorky byly odebrány na jaře v roce 1991 z druhého honu. Srovnávány byly parcelky nehnojené (021) a hnojené N_2PK (014). Základní charakteristiky sledovaných půd jsou uvedeny v tab. I: Charakteristiky stanovišť a některé další půdní vlastnosti uvádějí Rozsypal, Baier (1989).

Nevýměnný draslík byl stanoven jako mobilní draselná rezerva - K (MR) při tomto stanovení se získá i hodnota draslíku výměnného - K_v (Bailey, 1964). V odebraných půdních vzorcích byla dále stanovena kationtová výměnná kapacita - KVK s obsahy výměnných kationtů.

VÝSLEDKY A DISKUSE

V tab. II jsou uvedeny rozdíly ukazatelů půdního draslíku na hnojených a nehnojených parcelkách u jednotlivých půd. Na hnojených parcelkách byl ve všech pří-

I. Charakteristiky sledovaných půd - Characteristics of soils under study

Stanoviště ¹	Výrobní oblast ²	Půdní typ ⁶	Půdní druh ⁷	Mateční substrát ¹¹	% frakce ¹⁵ < 0,01 mm	% frakce < 0,001 mm
Pohořelice	kukuřičná ³	ČMd	hlinitá ⁸	spraš ¹²	39,6	21,3
Ivanovice	řepařská ⁴	ČMd	hlinitá	spraš	39,0	17,3
Čáslav	řepařská	ČMd	hlinitá	spraš	37,8	14,6
Víglaš	bramborářská ⁵	IPg	jílovito-hlinitá ⁹	andesity ¹³	39,8	11,5
Lukavec	bramborářská	PH	písčito-hlinitá ¹⁰	pararuly ¹⁴	26,8	4,1

¹ site, ² production region, ³ maize-growing, ⁴ sugar beet-growing, ⁵ potato-growing, ⁶ great soil group, ⁷ texture, ⁸ loam, ⁹ clay loam, ¹⁰ sandy loam, ¹¹ parent substrate, ¹² loess, ¹³ andesites, ¹⁴ paragneiss, ¹⁵ fractions

padech vyšší obsah výměnného draslíku, a to u půdy z Pohořelic o 72 %, Čáslavi o 88 %, Lukavce o 32 %, Ivanovic o 160 % a z Víglaše pouze o 10 %. Změny mobilní draselné rezervy nebyly jednoznačné. Hodnoty KVK se na hnojených a nehnojených parcelách příliš nelišily.

Sorpční schopnosti půdy představované kationtovou výměnnou kapacitou byly v podstatné míře ovlivněny zrnitostním složením dané půdy. Mezi hodnotou KVK a procentem půdní frakce < 0,01 mm byla závislost význačná ($r = 0,6124$), mezi hodnotou KVK a procentem půdní frakce < 0,001 mm byla závislost dokonce průkazná ($r = 0,8784$). Potvrzuje to fakt, že výměnná sorpce těchto půd je určena převážně půdními jílovými minerály.

Vztah mezi mobilní draselnou rezervou a obsahem výměnného draslíku se lišil na parcelách hnojených a nehnojených. Zatímco na hnojených parcelách byl tento vztah nevýznamný ($r = 0,2193$), na nehnojených parcelách byl význačný ($r = 0,6653$). Minimální hodnota K_v je tedy více ovlivněna rovnováhou mezi oběma frakcemi půdního draslíku než hodnota K_v , která se ustaví v důsledku draselného hnojení. Opačná tendence je v případě vztahu mezi obsahem K_v a hodnotou KVK. V případě parcel hnojených byla tato závislost vysoká ($r = 0,7119$), zatímco u parcel nehnojených byla pouze mírná ($r = 0,3633$).

Hladina K_v na pozemcích nehnojených je tedy dána především rovnovážnou reakcí mezi draslíkem nevýměnným a výměnným, závisí tedy na geologickém složení matečního substrátu, z něhož daná půda vzniká, zatímco na půdách hnojených draslíkem je tato hladina dána především obsahem jílové frakce a též kvalitou jílových minerálů. Potvrzuje to i závislost mezi obsahem K_v a obsahem jílové frakce dané půdy. Na nehnojených parcelách zde nebyla nalezena závislost ($r = 0,0052$), zatímco na hnojených parcelách byla nalezena mírná závislost ($r = 0,4908$).

Závislost mezi mobilní draselnou rezervou a obsahem K_v podstatně vzrostla tehdy, jestliže byl obsah K_v přepočten na jemnější půdní frakce. Vztah mezi K (MR) v K_v byl po přepočtu K_v na půdní frakci < 0,01 mm u nehnojených půd průkazný ($r = 0,9414$), u půd hnojených byl významný, ale neprůkazný ($r = 0,6190$). Po přepočtu K_v na množství jílové frakce (< 0,001 mm) byl tento vztah v obou případech průkazný ($r = 0,9728$ u půd nehnojených a $r = 0,9717$ u půd hnojených). Vidíme,

II. Charakteristiky půdního draslíku a sorpce - Characteristics of soil potassium and sorption

Stanoviště ¹	Nehojeno ²			Hojeno ³ NPK		
	K_v	K (MR)	KVK	K_v	K (MR)	KVK
Pohořelice	128	1432	210,1	220	1420	194,4
Ivanovice	100	1040	202,1	260	1210	197,2
Čáslav	68	792	145,9	128	902	143,7
Víglaš	73	197	150,4	80	170	150,4
Lukavec	125	5375	131,6	165	4335	144,8

¹ site, ² untreated, ³ treated

že i přepočtu K_v je vztah mezi draslíkem nevýměnným a výměnným těsnější u půd nehnojených, i když po přepočtu K_v na obsah jílové frakce se tato těsnost prakticky vyrovnává. Lze tedy předpokládat, že výměnný draslík je záležitostí především jílové frakce, zatímco nevýměnný draslík je uvolňován ze všech půdních frakcí. Potvrzuje to i skutečnost, že půda z Lukavce má ze všech sledovaných půd nejvyšší hodnoty K (MR), i když obsah jílové frakce je na této půdě nejnižší.

Pro studium kinetiky uvolňování půdního draslíku, tedy zvrtné reakce s rovnovážnou konstantou K_1 , jejíž rovnováha se ustavuje velmi pomalu, jsou vhodné kontrolní nehnojené varianty u dlouhodobých výživářských pokusů. Při metodickém postupu stanovení mobilní draselné rezervy se současně stanoví dvě frakce půdního draslíku, tedy K_v , který vlastně představuje součet množství draslíku vodorozpuštěného a výměnného, a vlastní K (MR), což je draslík nevýměnný, ale rostlinami využitelný nebo v poměrně krátké době uvolnitelný do forem využitelných.

Rovnovážnou konstantu zvrtné reakce mezi draslíkem nevýměnným a výměnným lze tedy v tomto případě vyjádřit tímto způsobem:

$$K_1 = \frac{K_v \text{ (minimální)}}{K \text{ (MR)}}$$

Vzhledem k tomu, že obsahy vodorozpuštěného draslíku jsou vždy ve srovnání s hodnotami K (MR) zanedbatelné, nemusíme v daném případě počítat s reakcí s rovnovážnou konstantou K_2 .

Přehled rovnovážných konstant K_1 vypočtených podle výše uvedeného vzorce pro sledované půdy: Pohořelice 0,089; Čáslav 0,086; Ivanovice 0,096; Lukavec 0,023; Vígláš 0,371.

Tyto konstanty charakterizují procesy uvolňování nevýměnného draslíku na jednotlivých půdách. Velikosti těchto konstant pro půdy z Pohořelice, Čáslavi a Ivanovic jsou poměrně blízké, což ukazuje na podobné procesy uvolňování nevýměnného draslíku na sledovaných černozemních půdách.

Půda z Vígláše je nápadná nejvyšší hodnotou konstanty K_1 ze všech sledovaných půd. Ukazuje to na velký vliv mineralogického složení této půdy na výši hladiny výměnného draslíku, což potvrzuje i nejmenší zvýšení této hladiny na variantě hnojené vzhledem k variantě nehnojené. S tím však kontrastuje nízká hodnota K (MR). Toto anomální chování této půdy vzhledem k půdnímu draslíku lze pravděpodobně vysvětlit jednak illimerizačním procesem, při němž je půda ochuzená právě o koloidy, na nichž je tato frakce půdního draslíku v daném případě značně vázána, jednak tím, že procesem oglejení probíhajícím i v ornici mohou být výměnné reakce půdy omezeny vysráženými gely hydratovaných oxidů železa a hliníku.

U půdy z Lukavce je nápadná nejnižší hodnota rovnovážné konstanty K_1 a rovněž malé zvýšení obsahu K_v na hnojené variantě ve srovnání s variantou nehnojenou. Jde též o půdu s vysokou hodnotou K (MR), nejvyšší ze všech sledovaných půd, ale s nejnižším obsahem jílové frakce.

Martin, Sparks (1985) uvádějí, že vysoký obsah nevýměnného draslíku je dán též obsahem živců a slíd v půdě, zatímco zastoupení kaolinitu v jílové frakci obsah nevýměnného draslíku snižuje.

Jelikož u půdy z Lukavce je obsah jílové frakce velmi malý, je zde pro výši obsahu nevýměnného draslíku rozhodujícím činitelem mateční substrát. Je to další potvrzení významu hrubších zrnitostních frakcí půdy pro půdní draslík. Nízký obsah jílové frakce zde však neumožňuje dostatečnou sorpci draslíku do výměnných vazeb. Obsah tzv. přijatelného draslíku zde nemůže dát dostatečný obraz o celkové půdní zásobě pro rostliny, a tím též o potřebě draselného hnojení.

Půda z Lukavce je typickým představitelem půd vyskytujících se na značné ploše České republiky. Jde o půdy vzniklé na žulovém nebo rulovém podkladě na lokalitách s bohatšími srážkami ve středních nebo vyšších polohách. Tyto půdy se vyznačují kyselejší reakcí a menší zásobou všech živin kromě draslíku. Jeden údaj o zásobě draslíku zde není dostatečnou informací pro plánování draselného hnojení. Dávky draslíku určované pouze podle těchto údajů jsou zde neúměrně vysoké, je třeba je snižovat podle obsahů dvou frakcí půdního draslíku získaných při stanovení mobilní draselné rezervy (V o p ě n k a , 1989).

L i t e r a t u r a

- BAILLY, F.: Methodische Untersuchungen zur K-Freisetzung aus Boden. Z. Pfl. - Ernähr. Düng. Bodenkde, 104, 1964, s. 132-140.
- LINEHAN, D. J. - SINCLAIR, A. M.: The role of nitrogen fertilizer in the mobilisation of potassium in the soil solution of winter barley. J. Sci. Fd Agric., 43, 1988, s. 1988, s. 329-330.
- MARTIN, H. W. - SPARKS, D. L.: On the behavior of non-exchangeable potassium in soils. Commun. Soil Sci. Pl. Anal., 16, 1985, s. 133-162.
- MITSIOS, I. K. - ROWELL, D. L.: Plant uptake of exchangeable and non-exchangeable potassium. II. Influence of soil type on uptake by onion roots. J. Soil Sci., 38, 1987, s. 65-70.
- SHARPLEY, A. N. - BUOL, S. W.: Relationship between minimum exchangeable potassium and soil taxonomy. Commun. Soil Sci. Pl. Anal., 18, 1987, s. 601-614.
- ROZSYPAL, R. - BAIER, J.: Vliv dlouhodobého diferencovaného hnojení na obsah draslíku v půdě. Rostl. Vyr., 35, 1989, č. 6, s. 629-637.
- SCHEFFER, F. - SCHACHTSCHABEL, P.: Lehrbuch der Bodenkunde, 9. vyd. Stuttgart, Ferd. Enke Verlag 1976, s. 116-132.
- VOPĚNKA, L.: Upřesnění draselného hnojení podle charakteristik nevýměnného draslíku v půdě. Rostl. Vyr., 35, 1989, č. 6, s. 595-602.

Došlo 20. 8. 1992

VOPĚNKA, L. (Research Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně):
The relations between unexchangeable and exchangeable potassium in soil.
Rostl. Vyr., 39, 1993 (6) : 465-470.

The content of exchangeable and unexchangeable potassium was determined by the method of mobile potassium reserve determination and the values of cation exchangeable capacity on the plots treated and untreated with potassium in long-term fertilizer trials on five sites with different soil and weather conditions.

Exchangeable potassium content was higher in all cases on plots treated with potassium, though the size of this increase was different with the soil properties. The changes

in unexchangeable potassium and the values of cation exchangeable capacity were markedly lower and were not unambiguous.

Sorption soil capacities characterized by cation exchangeable capacity were given to a high degree by the content of clay fraction of the given soil. There was a closer dependence between the content of exchangeable potassium and the value of cation exchangeable capacity on the plots treated with potassium compared to those untreated. In the cases of the relation between unexchangeable and exchangeable potassium content was, in turn, found a closer dependence in untreated soils than in soils treated with potassium. Hence, exchangeable potassium is bound mainly by clay fraction of soil and its level is in soils untreated with potassium determined particularly by the content of unexchangeable potassium, while in soils regularly treated with potassium, its level is conditioned by the possibilities of exchangeable sorption of the given soil characterized by the value of cation exchangeable capacity. Unexchangeable potassium is released, however, from all soil texture fractions.

To study kinetics of releasing unexchangeable potassium, that is reversible reaction, whose equilibrium is set very slowly, untreated controls are especially suitable for long-term fertilizer trials. Though there is an intensive withdrawal of potassium by crops, the level of exchangeable potassium is not falling below some minimum value, as the exchangeable potassium is supplemented from unexchangeable forms. Equilibrium constant of this reversible reaction (K_1) can be then expressed in the ratio of the content of exchangeable minimum potassium to the value of mobile potassium reserves (unexchangeable potassium). These constants characterize the processes of release of unexchangeable potassium on different soils.

The closeness of the values of these constants on Chernozem loess under study indicates the similar processes of potassium release. Relatively anomalous behaviour of potassium in soil from Víglaš can be explained either by illimerization processes, in which this soil was deprived of colloids, or by the process of gleying in the topsoil, reducing exchangeable soil reactions by precipitated gels of hydrated iron and aluminium oxides.

Cambisol, originating from Lukavec, marked by the lowest value of K_1 equilibrium constant and by the low increase in exchangeable potassium on treated plots and by very low content of clay soil fraction (Tabs I and II), is a typical representant of soils which can be found on large areas of the Czech Republic. These are the soils arisen on granite or gneiss base in the localities with ampler precipitation in medium and higher altitudes. Potassium fertilizing rates, determined only after data referred to the content of available potassium, are here too high, as this data does not provide a sufficient information on the total reserve of potassium for crops. Potassium application rates are to be lowered according to the results of determination of the mobile potassium reserve, which provide an information regarding exchangeable and unexchangeable potassium.

Kontaktní adresa:

Luděk V o p ě n k a , CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, 161 06 Praha 6-Ruzyně

PŘEMĚNA DUSÍKU KAPALNÉHO HNOJIVA N-SOL V PŮDĚ V MODELOVÝCH LABORATORNÍCH POKUSECH

J. Lišánská

Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně

V pěti modelových laboratorních pokusech byla za různých podmínek sledována přeměna dusíku v půdě po zapravení kapalného pozvolně působícího dusíkatého hnojiva N-sol (VÚAnCh Ústí nad Labem). Uvolňování dusíku z N-sol záviselo na okolnostech, za kterých přeměna dusíku probíhala, tj. na tom, ze kterého půdního typu byla zemina odebrána (hnědozem, hnědá půda), na obsahu vláhy v zemině, na teplotě, která během pokusů působila (konstantní 28 °C, přirozené teploty), na použití inhibitorů nitrifikace, případně inhibitoru ureázy. Ve srovnání s DAM 390 byla za všech podmínek mineralizace dusíku z N-sol zpomalena. Inhibitory nitrifikace N-Serve a DCD vždy účinně potlačily nitrifikaci. Na základě uvedených výsledků nelze N-sol jednoznačně doporučit k hnojení v pásmech hygienické ochrany vod.

Pozvolně působící dusíkatá hnojiva jako jedna z možností usměrňování přeměn dusíku v půdě se sledují nebo již používají s cílem snížení ztrát dusíku z půdy, jeho optimálního využití pro vytváření výnosů zemědělských plodin a omezení kontaminace vodních zdrojů i plodin nežádoucími dusíkatými sloučeninami (nitráty). Problematické pozvolně působící dusíkaté hnojivo je v literatuře věnována neustálá pozornost (K n o p , 1981; H a u c k , 1985; A l e x a n d e r , H e l m , 1990; K o c h b a - e t a l . , 1990 a další).

V předložené práci jsou uvedeny výsledky modelových laboratorních pokusů s novým pozvolně působícím dusíkatým hnojivem N-sol, se kterým byly na základě požadavků z ministerstva zemědělství a výživy ČR v letech 1987 až 1990 založeny pokusy s ohledem na možné používání tohoto hnojiva v pásmech hygienické ochrany vod.

MATERIÁL A METODA

V návaznosti na minulé práce (L i š á n s k á , 1988 a další) byla v pěti laboratorních modelových pokusech sledována přeměna dusíku (dávka 300 mg N.kg⁻¹ suché zeminy) kapalného hnojiva N-sol ve srovnání s DAM 390, a to jak těchto hnojiv samotných, tak po zapravení inhibitorů nitrifikace (IN), případně inhibitoru ureázy (IU).

Sledovaná hnojiva a inhibitory:

DAM 390 (DAM)	... 28,53 % N (14 % v amidické formě, 14,46 % NH ₄ NO ₃ , 0,07 % volný NH ₃), ve 100 l hnojiva 38 kg N
N-sol	... 26 % N (min. 2,6% vodonerozpustný N, max. 0,5 % NH ₃ , měrná hmotnost 1220 kg.m ⁻³), směs kondenzačních a adičních produktů s formaldehydem - VÚAnCh Ústí nad Labem

N-Serve 24E (NS)	... IN, 2-chlór-6 (trichlórmetyl) pyridin, tzv. nitrapyrin, 24 % účinné látky - USA, dávka 5 mg.kg ⁻¹ suché zeminy
DCD	... IN, dikyandiamid, 66 % N, bývalá NDR, dávka 15 % z hmotnosti N
thiosíran sodný (TSS)	... IU, dávka 4 % z hmotnosti N

Pokusy byly založeny se zeminou hnědozemě z Ruzyně (č. 1, 2, jílovito-hlinitá půda na spraši, středně těžká až těžká) a hnědé půdy z Lukavce (č. 3 - hlinito-písčité půda na prahorních horninách). Charakteristiku použité zeminy uvádí tab. I.

I. Charakteristika použití zeminy - Characteristics of the earth use

Číslo zeminy ¹	pH (KCl)	P	K	Mg	N _t (%)	C _{ox} (%)	Humus ² (%)
		mg.kg ⁻¹					
1	6,9	94	169	60	0,12	1,19	2,05
2	6,8	72	160	67	0,12	1,22	2,10
3	5,0	41	333	48	0,15	1,37	2,36

1, 2 - jílovito-hlinitá půda - clay-loam soil

3 - hlinito-písčité půda - loam-clay soil

¹number of earth, ²humus

Zemina byla odebrána z ornice, prosáta sítem o průměru ok 2 mm, promíchána s dusíkatými hnojivy (300 mg N.kg⁻¹ suché zeminy), inhibitory a s výjimkou pokusu 3 byla ovlhčena na 16 % vlhkosti (hmotnostních). Takto upravená zemina, která byla inkubována v množství 350 g v dózách z plastické hmoty (s víkem, v podobě krychle o straně 9 cm) byla pravidelně provzdušňována a ovlhčena na požadovanou vlhkost.

Průměna dusíku byla sledována v těchto pokusech:

- v termostatu při 28 °C

pokus 1 - v zemině hnědozemě (č. 1) během 11 týdnů;

pokus 2 - v zemině hnědé půdy (č. 3) během 14 týdnů;

pokus 3 - v zemině hnědozemě (č. 2) při různých vláhových podmínkách během 12 týdnů;

sledované varianty vlhkosti (hmotnostní %)

A) 10 % vlhkosti, ponecháno vyschnout na 5 %, za 3 týdny ovlhčeno na 15 % vlhkosti, udržováno do konce pokusu;

B) 10 % vlhkosti, ponecháno vyschnout na 5 %, až 3 týdny ovlhčeno na 25 % vlhkosti, ponecháno vyschnout na 15 % vlhkosti;

C) 15 % vlhkosti udržováno do konce pokusu;

D) 25 % vlhkosti udržováno do konce pokusu;

- v přirozených teplotách

pokus 4 - v zemině hnědozemě (č. 1) během zimního období (27. 11. 1987 až 13. 4. 1988);

pokus 5 - v zemině hnědozemě (č. 2) dlouhodobě v průběhu 1 roku (9. 6. 1988 až 22. 5. 1989).

Variety hnojení:

pokusy 1, 2, 4, 5: K (bez N, bez inhibitorů) DAM, DAM+NS, DAM+DCD
N-sol, N-sol+NS, N-sol+DCD
v pokusu 5 mimo to: DAM+TSS, N-sol+TSS

pokus 3: K, N-sol, N-sol+NS, N-sol+DCD

Při jednotlivých odběrech půdních vzorků bylo vždy ze dvou opakování stanoveno potenciometricky množství výměnného amoniakálního (NH_3 - ISE - RA-DELKIS) a nitrátového (ISE - CRYTUR) dusíku ve výluhu 1% roztoku síranu draselného. Pro informaci uvádíme v tab. II průměrné měsíční teploty ve sledovaných obdobích (°C).

II. Průměrné měsíční teploty (°C) ve sledovaných obdobích - Average monthly temperature (°C)

Rok ¹	1.	2.	3.	4.	5.	6.
1987	-	-	-	-	-	-
1988	2,8	2,0	2,2	8,7	15,1	15,8
1989	-0,2	1,6	5,4	7,4	14,7	-
Rok	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1987	-	-	-	-	-	-
1988	17,9	18,7	12,6	8,5	5,1	2,3
1989	-	-	-	-	-0,4	0,7

¹year

VÝSLEDKY

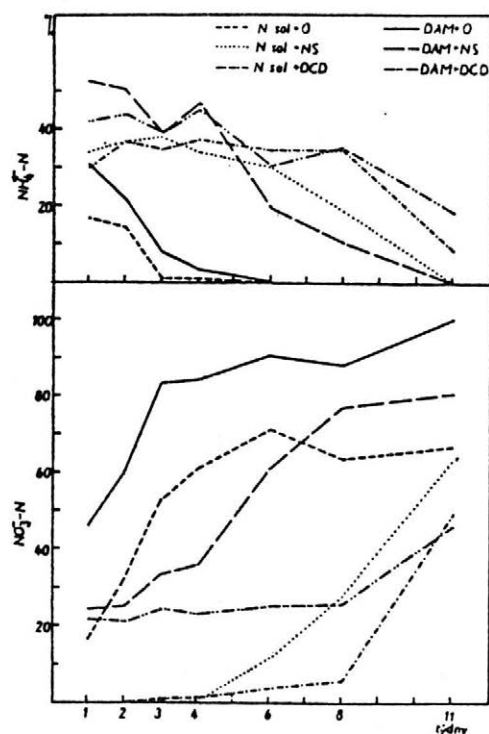
Výsledky (obr. 1 až 6) jsou vyjádřeny v procentech minerálního dusíku vypočítaného z původně aplikované dávky dusíku a naměřených údajů při jednotlivých odběrech po odečtení hodnot zjištěných u kontrolní varianty.

Pokus 1 (obr. 1): V zemině hnědozemě během 11 týdnů při 28 °C zamonizovaly a následně znitrifikovaly z N-sol dvě třetiny dusíku ve srovnání s celým množstvím znitrifikovaného dusíku z DAM 390. Po 11 týdnech byl zjištěn dusík u obou variant jen v nitrátové formě, po zapravení DAM 390 100 %, ve variantě s N-sol pouze 67 % NO_3^- -N. Oba sledované IN účinně inhibovaly nitrifikaci, DCD ji silně potlačil po dobu osmi týdnů, N-Serve čtyř až šesti týdnů.

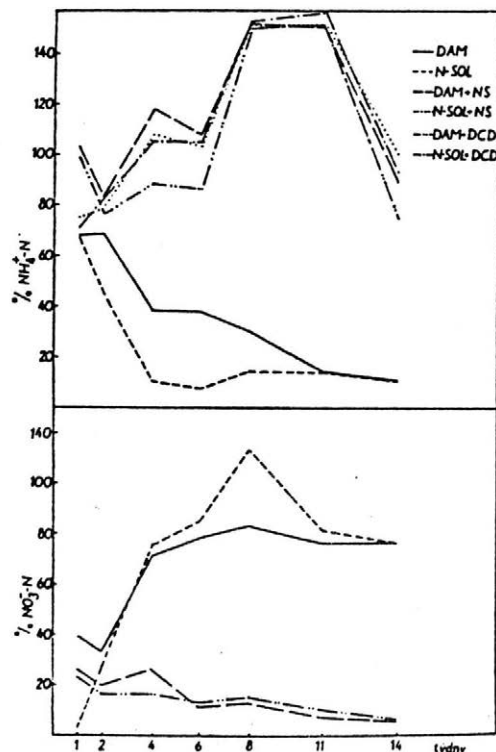
Pokus 2 (obr. 2): V zemině hnědé půdy se při 28 °C během 14 týdnů projevoval N-sol jako pozvolna působící dusíkaté hnojivo pouze nižším množstvím NH_4^+ -N zjiš-

ťovaném při rozbořech. Průběh nitrifikace se po zapravení DAM 390 a N-sol podstatně nelišil s tím, že za osm týdnů po aplikaci bylo naměřené množství ($114\% \text{ NO}_3^- \text{--N}$) značně vyšší ve variantě s N-sol než ve variantě s DAM 390 ($83\% \text{ NO}_3^- \text{--N}$). Oba IN silně potlačily nitrifikaci $\text{NH}_4^+ \text{--N}$ z N-sol i DAM 390 v průběhu celého pokusu. V těchto variantách byla v osmém až 11. týdnu po založení pokusu zřejmá silná stimulace mineralizace půdního dusíku, patrná z vysokého množství $\text{NH}_4^+ \text{--N}$ (150 až 160% z původně aplikovaného množství N).

Pokus 3 (obr. 3): Při porovnání vlivu různých vláhových podmínek (28°C) na přeměnu dusíku z N-sol bez přísadků nebo s použitím inhibitorů N-Serve a DCD se v zemině hnědozemě ukázalo, že mineralizace dusíku z N-sol za vzniku $\text{NH}_4^+ \text{--N}$ probíhala za všech sledovaných podmínek. Méně $\text{NH}_4^+ \text{--N}$ z N-sol bylo během pokusu zjišťováno při konstantních vláhových podmínkách, tj. 15% a zejména 25% vláh, ve srovnání s proměnlivým obsahem vlhkosti. Rozdíly mezi variantami se projevíly



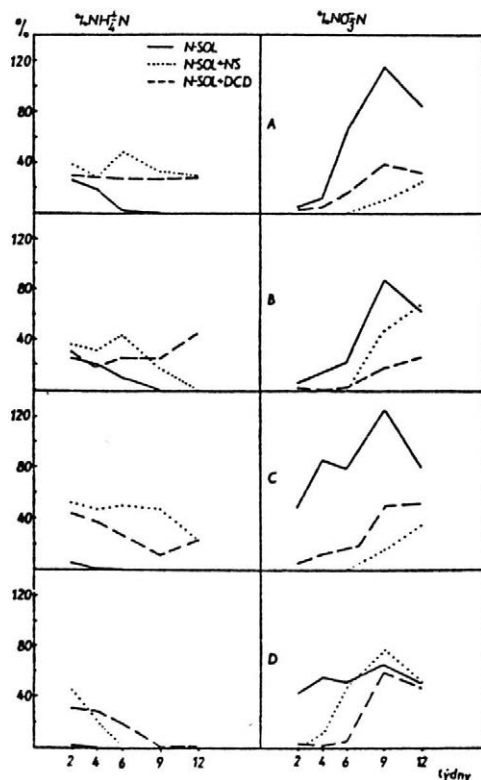
1. Přeměna dusíku N-sol a DAM 390 ovlivněná působením N-Serve a DCD v zemině hnědozemě při 28°C - Transformation of N-sol nitrogen and DAM 390 as affected by action of N-Serve and DCD in the earth of grey-brown podzolic soil at 28°C



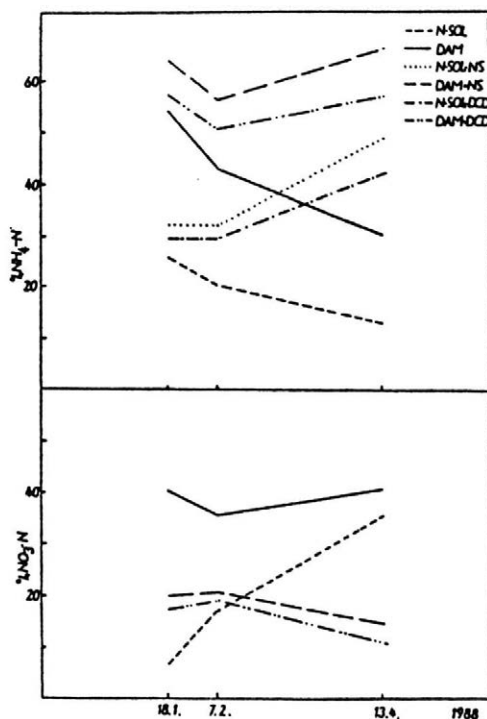
2. Přeměna dusíku N-sol a DAM 390 ovlivněná působením N-Serve a DCD v zemině hnědé půdy při 28°C - Transformation of N-sol nitrogen and DAM 390 as affected by action of N-Serve and DCD in the earth of brown forest soil at 28°C

především v průběhu nitrifikace, která byla nejrychlejší při 15 % obsahu vláhy. Oba sledované inhibitory potlačily nitrifikaci, silněji při 15 % ve srovnání s 25 % obsahu vlhkosti; při 15 % obsahu vlhkosti v zemině inhiboval nitrifikaci výrazněji N-Serve, kdežto při 25 % obsahu vlhkosti DCD.

Pokus 4 (obr. 4): V přirozených teplotách zimního období (28. 11. 1987 až 13. 4. 1988) v zemině hnědozemě bylo ve variantách s N-sol oproti variantám s DAM 390 zjišťováno méně minerálního dusíku - amoniakálního o 15 až 30 % a nitrátového o 5 až 30 % (vzhledem k původně aplikovanému množství dusíku). Ve variantách s DAM 390 a N-sol bez IN se rozdíl mezi zjišťovanými hodnotami minerálního dusíku během pokusu postupně snižovaly. $\text{NH}_4^+\text{-N}$ se z N-sol uvolňoval pomaleji



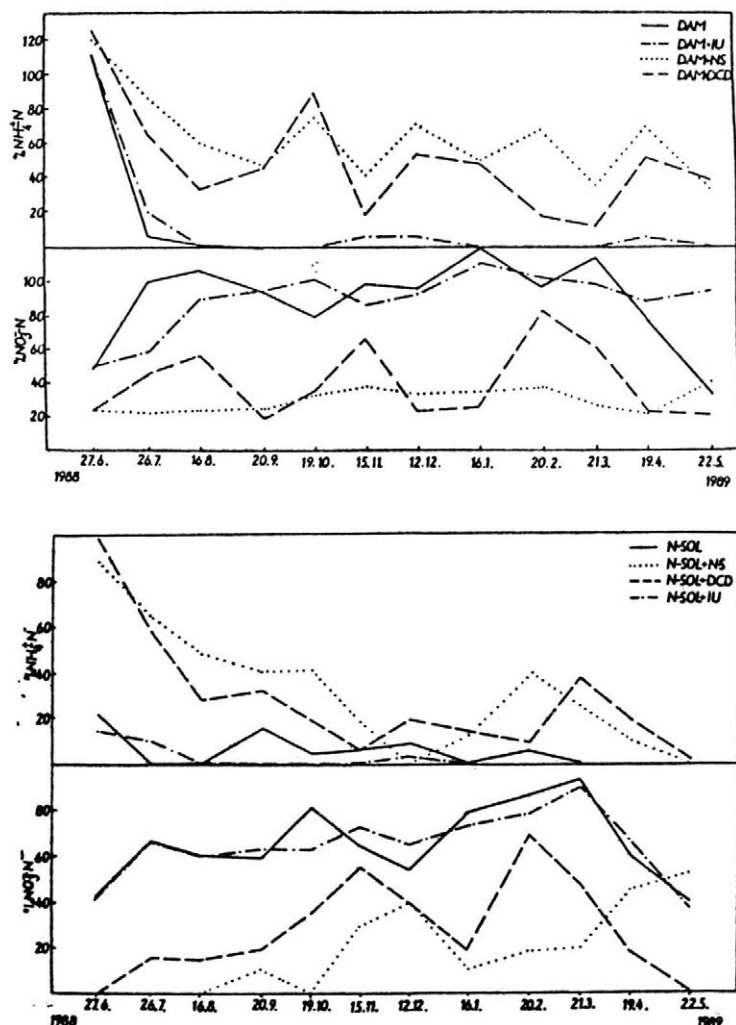
3. Přeměna dusíku N-sol aplikovaného s inhibitory nitrifikace za různých vláhových podmínek v zemině hnědozemě při 28 °C (varianty vláhových podmínek uvedeny v metodice) - Transformation of N-sol applied with nitrification inhibitors under various moisture conditions in the earth of grey-brown soil at 28 °C (variants of moisture conditions presented in the methodology)



4. Přeměna dusíku N-sol a DAM 390 v zemině hnědozemě ovlivněná působením inhibitorů nitrifikace v přirozených teplotách zimního období 1987/1988 (založení pokusu 27. 11. 1987) - Transformation of N-sol nitrogen and DAM 390 in the earth of grey-brown soil as affected by action of nitrification inhibitors under natural temperatures of winter period of 1987/1988 (trial established on November 7, 1987)

než z DAM 390, jeho nitrifikace byla však i u N-sol patrná v chladném období (7. 2. - 18 % NO_3^- -N, 13. 4. - 35 % NO_3^- -N). Oba IN, N-Serve i DCD, účinně potlačily nitrifikaci NH_4^+ -N v průběhu celého pokusu.

Pokus 5 (obr. 5, 6): Z pokusu probíhajícího v přirozených teplotách v zemině hnědozemě v období přibližně jednoho roku (9. 6. 1988 až 22. 5. 1989) je zřejmé, že ve variantě s N-sol (obr. 6) bylo téměř při všech odběrech půdních vzorků od června 1988 až do února 1989 zjišťováno NH_4^+ -N, avšak jeho maximálně zjištěné množství v přepočtu k původně aplikovanému dusíku nepřesáhlo 21 % (21. 6.). Na



5. Dlouhodobé sledování přeměny dusíku DAM 390 a N-sol ovlivněné působením inhibitorů nitrifikace a ureázy v zemině hnědozemě v přirozených teplotách období 1988/1989 (založení pokusu 9. 6. 1988) - Long-term observations of transformation of DAM 390 nitrogen and N-sol as affected by action of nitrification inhibitors and urease in the earth of grey-brown podzolic soil under natural temperatures of the period 1988/1989 (trial established on June 9, 1988)

rozdíl od těchto výsledků bylo ve variantě s DAM 390 (obr. 5) za 18 dní po aplikaci (27. 6.) zjištěno přes 100 % NH_4^+-N a po té byl patrný jeho prudký pokles; od 16. 8. nebyl NH_4^+-N při jednotlivých odběrech patrný vůbec. Množství NO_3^--N bylo v průběhu celého pokusu ve variantě s N-sol průměrně o 27 % nižší než ve variantě s DAM 390. Maximálně zjištěné množství nitrátového dusíku představovalo ve variantě s N-sol 21. 3. - 92 %, kdežto ve variantě s DAM 390 již 16. 1. - 124 %. Při jednotlivých odběrech největší rozdíl v množství NO_3^--N (48 %) se mezi oběma variantami (DAM 390 a N-sol) projevil již v polovině srpna (16. 8.). Koncem pokusu (22. 5. 1989) u obou variant pokleslo množství NO_3^--N přibližně na stejnou úroveň (40 až 50 %).

Oba IN, N-Serve a DCD, ovlivnily nitrifikaci NH_4^+-N z DAM 390 i N-sol podobně, avšak v závislosti na charakteru přeměny těchto hnojiv v půdě. V průběhu ročního období výrazněji potlačoval nitrifikaci N-Serve než DCD. N-Serve silně inhiboval nitrifikaci až do druhé říjnové dekády, tj. minimálně po dobu čtyř měsíců. DCD nepůsobil tak výrazně, zjišťované množství NH_4^+-N a NO_3^--N během pokusu více kolísalo. Inhibitor ureázy thiosíran sodný poněkud zpomalil hydrolýzu dusíku a jeho přeměnu na NH_4^+-N , avšak nitrifikaci, především po aplikaci N-sol, ovlivnil minimálně. Během pokusu se projevil tzv. priming effect, který byl výraznější u variant s DAM 390 než N-sol, a to jak při použití hnojiv samotných, tak i s přísadkou IN nebo IU.

DISKUSE

Uvedené výsledky jsou součástí systematického sledování problematiky záměrného usměrňování přeměn dusíku v půdě. Pozornost byla zaměřena především na přeměnu dusíku nového pozvolna působícího kapalného hnojiva N-sol (VÚAnCh Ústí nad Labem) s ohledem na jeho případné používání v pásmech hygienické ochrany vod. Zařazení dvou perspektivních inhibitorů N-Serve a DCD navazuje na mnohaletá sledování problematiky inhibitorů nitrifikace v podmínkách naší republiky.

Z pěti modelových laboratorních pokusů s N-sol se ukázalo, že uvolňování dusíku z tohoto hnojiva záviselo na okolnostech, za kterých přeměna probíhala, tj. na tom, z kterého půdního typu byla zemina odebrána, na obsahu vláh v zemině a na teplotě, která během pokusů působila.

Ve srovnání s DAM 390 byla mineralizace dusíku N-sol v obou sledovaných zeminách zpomalena, což bylo patrné z nižšího množství NH_4^+-N zjištěného především při počátečních odběrech vzorků. Nižší množství NO_3^--N zjišťované ve variantách s N-sol ve srovnání s DAM 390 bylo zejména při počátečních odběrech ovlivněno také složením DAM 390, obsahujícím 25 % dusíku v nitrátové formě. Množství NO_3^--N bylo vzhledem k DAM 390 po zapravení N-sol v zemině hnědozemě nižší, v zemině hnědé půdy v období od šestého do 11. týdne po aplikaci naopak vyšší. To praxě podobně ukazuje na rozdílný vliv pH zeminy na uvolňování dusíku z N-sol, na které upozorňuje i výrobce. Stimulování mineralizace půdního dusíku, tzv. priming effect, patrný především v zemině hnědé půdy po aplikaci DAM 390 i N-sol zapravených s IN i bez nich je již znám z literatury (např. P a r n a s, 1976 a další). Nejrychlejší nitrifikace NH_4^+-N z N-sol při 15 % obsahu vlhkosti (hmot-

nostních) v zemině je v souhlasu s našimi předcházejícími sledováními (např. Lišťaňská, 1984).

Z výsledků je patrné, že mineralizace dusíku z N-sol probíhala také v zimním období, i když ve srovnání s DAM 390 pomaleji. Po ročním sledování se ukázalo, že část dusíku z N-sol nebyla zmineralizována, a lze předpokládat, že po zapravení N-sol existuje i v zimním období nebezpečí mineralizace části dusíku a jeho přeměny nejen na NH_4^+-N , ale také na NO_3^--N , což může vést nejen k jeho ztrátám, ale i k ohrožení kvality biosféry. Oertli (1980) uvedl, že ztráty vyplavením dusíku uvolněného z pozvolna působících hnojiv mohou dosáhnout vyšších hodnot ve srovnání s běžně používanými způsoby hnojení. Z výsledků se zatím ukazuje, že N-sol nelze jednoznačně doporučit pro hnojení v pásmech hygienické ochrany vodních zdrojů. Po získání dalších výsledků pokusů především z polních podmínek by se případně mohl N-sol používat ke hnojení některých plodin nebo travníků. Kladné výsledky s N-sol v různých typech pokusů s některými plodinami získali Mutinský et al. (1988). Po aplikaci N-sol pozorovali snížení obsahu nitrátů především v konzumních částech zelenin. Co se týká zemědělské praxe, bude hrát nepochybně významnou roli ekonomika používání tohoto nového hnojiva.

Oba inhibitory nitrifikace N-Serve s DCD v závislosti na sledovaných podmínkách účinně potlačily nitrifikaci ve všech pokusech. Z dosažených výsledků nelze jednoznačně určit, který IN je účinnější. Je možno konstatovat, že naše výsledky neodporují poznatkům ze světové literatury (např. Hauck, 1984; McCarty, Bremner, 1989). Vliv inhibitoru ureázy thiosíranu sodného na přeměnu dusíku v půdě nebyl výrazný.

Literatura

- ALEXANDER, A. - HELM, H. V.: Ureaform as a slow release fertilizer: a review. *Z. Pfl.- Ernähr. Bodenkde*, 153, 1990, č. 4, s. 249-255.
- HAUCK, R. D.: Technological approaches to improving the efficiency of nitrogen fertilizer use by crop plants. In: HAUCK, R. D. et al.: Nitrogen in crop production. Amer. Soc. Agron. (Madison, Wisconsin), 1984, s. 551-560.
- HAUCK, R. D.: Slow-release and bioinhibitor-amended nitrogen fertilizers. In: Fertilizer technology and use, Soil Sci. Soc. Amer (USA), 1985, č. 8, s. 293-322.
- KNOP, K.: Agronomické vlastnosti některých pozvolně působících dusíkatých hnojiv a močoviny. [Doktorská disertace.] Praha, 1981. - Vys. šk. zeměd.
- KOCHBA, M. - GAMBASH, S. - AVNIMELECH, Y.: Studies on slow release fertilizers: I. Effects of temperature, soil moisture, and water vapor pressure. *Soil Sci.*, 149, 1990, č. 6, s. 339-343.
- LIŠŤAŇSKÁ, J.: Ovlivnění přeměny dusíku v půdě novými typy inhibitorů nitrifikace při různých podmínkách. *Rostl. Výr.*, 30, 1984, č. 11, s. 1213-1224.
- LIŠŤAŇSKÁ, J.: Vliv nových typů inhibitorů nitrifikace na přeměnu dusíku a respirační aktivitu v půdě. *Rostl. Výr.*, 34, 1988, č. 9, s. 961-967.
- MCCARTY, G. W. - BREMNER, J. M.: Inhibition of nitrification in soil by heterocyclic nitrogen compounds. *Biol. Fertil. Soils*, 1989, č. 8, s. 204-211.

MUTINSKÝ, J. - KROPÁČEK, P. - LIŠŤANSKÁ, J. - TLUSTOŠ, P.: Pomalu působící dusíkatá hnojiva a inhibitory nitrifikace. In: Sbor. Konf. Výživa rostlin a hnojení dusíkem, Most, 1988, s. 114-121.

OERTLI, J. J.: Controlled-release fertilizers. Fertil. Res., 1980, č. 1, s. 103-123.

PARNAS, H.: A theoretical explanation of the priming effect based on microbial growth with two limiting substrates. Soil Biol. Biochem., 1976, č. 8, s. 139-144.

Došlo 20. 8. 1992

LIŠŤANSKÁ, J. (Research Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně):

The transformation of nitrogen of liquid fertilizer N-sol in soil in model laboratory experiments.

Rostl. Výr., 1993 (6) : 471-480.

The transformation of nitrogen in soil after incorporation of liquid slow-release nitrogen fertilizer N-sol (Research Institute of Inorganic Chemistry in Ústí nad Labem) was investigated in five model laboratory experiments carried out under different conditions. The liquid nitrogen fertilizer DAM 390 was applied for comparison. The aim of this work was to estimate the possibilities of using N-sol in zones of hygienic water protection.

The studies were conducted in plastic vessel (300 g of earth per vessel). Nitrification inhibitors N-Serve 24 E (NS) 2-chloro-6-(trichloromethyl) pyridine and diacyandiamide (DCD) in case of need also urease inhibitor - sodium thiosulfate, were used in some variants.

The results (Figs 1 - 6) presented in percentage of N-inorg have been evaluated from the values obtained at respective samplings after subtraction of values from the control variants in relation to an amount of nitrogen supplied in fertilizers applied at the beginning of the experiment.

The release of nitrogen from soil depended on circumstances in which nitrogen was transformed. Figs 1 and 2 show that nitrogen transformation in the thermostat at 28 °C differed as depended upon a soil type from which the earth was taken, i.e. grey-brown podzolic and brown forest soils. The strong stimulation of the soil nitrogen mineralization in the earth of brown forest soil was evident from 8 to 11 weeks from a trial establishment.

In comparison of the influence of different moisture conditions in the earth of grey-podzolic soil (Fig. 3 - two variables of moisture content - A, B - and two constants of moisture content of 15 % - C - and 25 % - D) it has been shown that nitrogen mineralization of N-sol to $\text{NH}_4^+\text{-N}$ took place in all observed moisture conditions. Lees $\text{NH}_4^+\text{-N}$ from N-sol was determined at constants compared with the variable of soil moisture content. The course of nitrification was the fastest at the moisture content of 15 %.

The study of nitrogen transformation from N-sol in the earth of grey-brown soil in natural temperatures of winter season (November 27, 1987 - April 13, 1988 - Fig. 4) as well as during almost a year (June 9, 1988 - May 22, 1989 - Figs 5, 6) showed that mineralization of nitrogen from N-sol was slowed down as compared to DAM 390, but it passed away also in lower temperatures.

Both nitrification inhibitors, N-Serve and DCD, affected the course of nitrification of NH_4^+-N from DAM 390 and N-sol in a similar way, though in dependence on the mode of the transformation of these fertilizers in soil. A lower amount of NO_3^--N finding in variants with N-sol was, especially at initial samplings, affected by composition of DAM 390 (containing 25 % of nitrogen in nitrate form).

Urease inhibitor - sodium thiosulphate somewhat slowed down the hydrolysis of nitrogen and its transformation into NH_4^+-N , but nitrification, especially after N-sol application, was affected negligibly.

Based on the results reported we cannot recommend unambiguously N-sol for fertilizing in zones of hygienic water protection.

Kontaktní adresa:

Ing. Jana Lišánská, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, 161 06 Praha 6-Ruzyň

ÚČINOK HNOJENIA DUSÍKOM NA ÚRODY ZRNA JARNÉHO JAČMEŇA A JEHO KVALITU

M. Kandra

Výskumný ústav rastlinnej výroby, Piešťany

V rokoch 1989 až 1991 sa v poľných pokusoch skúmal účinok stupňovaných a delených dávok dusíka na úrody zrna a jeho kvalitu pri jarnom jačmeni na pôdach typu degradovanej černoze. V priemere pokusných rokov sa najvyššia úroda zrna dosiahla po hnojení dávkou dusíka $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ aplikovanou jednorazovo pred sejbou v kombinácii s PK hnojením. Dávky dusíka 60 a $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ použité jednorazovo pred sejbou alebo v delených dávkach, a to pred sejbou a počas vegetácie v makrofenologickej fáze Fee_6 a Fee_{10} , zhoršili mechanické a chemické vlastnosti zrna pri súčasnom zvýšení obsahu bielkovín v zrne. Z ekonomického hľadiska vyjadrené výškou zisku na 1 ha sa ako najefektívnejšia prejavila dávka dusíka $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ použitá jednorazovo pred sejbou.

V našich podmienkach dávky dusíka pri hnojení jarného jačmeňa odporúčané kolektívom autorov (Kolektív, 1978) a špecifikované na výrobné oblasti, výrobné podmienky pri zohľadnení predplodiny, jej hnojenia organickými hnojivami a povahy pestovanej odrody, sú 30 až $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, pričom najnižšie 30 až $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ sú po okopaninách hnojených maštaľným hnojom a najvyššie 60 až $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ zasa po obilninách.

F e c e n k o et al. (1985) pri zohľadnení N_{an} v pôde do hĺbky 600 mm udávajú, že potreba hnojenia jarného jačmeňa dusíkom sa určuje z rozdielu medzi obsahom N_{an} v pôde a potrebou dusíka na plánovanú úrodu. Z hľadiska prístupnosti dusíka v pôde úrody zrna jarného jačmeňa viac závisia od obsahu N_{an} vo vrchných vrstvách pôdy, zatiaľ čo obsah bielkovín je ovplyvnený obsahom N_{an} v hĺbke 300 až 1000 mm (W i c k e et al., 1980). Hnojením jarného jačmeňa vysokými dávkami dusíka sa zvyšuje obsah nežiadúcich bielkovín v zrne (V o ň k a , B e z d ě k , 1977; K a n d e r a , 1984) a znižuje sa objemová hmotnosť zrna, hmotnosť 1000 zŕn a podiel veľkých zŕn frakcie $> 2,5 \text{ mm}$ (V o ň k a , B e z d ě k , 1977; K a n d e r a , 1984; D u d á š , 1985 a iní).

Ročník, stanovište, predpodina a odroda majú na úrodu a kvalitu zrna sladovníckeho jačmeňa významný vplyv (S t r n a d , 1974; O č k a y , 1978; F r a n č á k o v á , M u c h o v á , 1982; K o p e c k ý , 1983; F r a n č á k o v á , 1985).

MATERIÁL A METÓDA

Účinok stupňovaných a delených dávok dusíka v kombinácii s fosforečno-draselným hnojením na výšku a kvalitu úrod zrna jarného jačmeňa odrody Novum

a Orbit sa skúmal v poľných pokusoch po ich zaradení v oševnom postupe po ozimnej pšenici s týmto striedaním plodín: lucerna, lucerna, ozimná pšenica, kukurica na siláž^{xx}, jarný jačmeň, kukurica na siláž^{xx}, ozimná pšenica, jarný jačmeň. Poľné pokusy sa zakladali v rokoch 1989 až 1991 v Borovciach na hlinitej až ílovito-hlinitej degradovanej černozemi vytvorenej na sprašovom nánose.

Z klimatického hľadiska ide o lokalitu s vnútrozemským podnebím s dlhoročným priemerom teploty vzduchu 9,2 °C a úhrnom zrážok 625 mm za rok s nadmorskou výškou 162 m. Lokalita patrí do výrobnnej oblasti kukuričnej. Pokus bol založený blokovou metódou so štyrmi opakovaniami so znáhodnením parciel.

Plné dávky fosforu a draslíka ako aj dávka dusíka 30 kg.ha⁻¹ sa zapracovali do pôdy predsejbovými kultivačnými prácami. Z dusíkatých priemyselných hnojív pred sejbou sa použila močovina, z fosforečných superfosfát a z draselných draselné soli. Pri hnojení na list na začiatku steblovania, ako aj na začiatku klasenia, zasa liadok amónny.

Výsevok skúmaných odrôd jarného jačmeňa sa určil na 3,5 mil. klíčivých zŕn na 1 ha po zohľadnení úžitkovej hodnoty zrna a hmotnosti 1000 zŕn. Šírka medziriadkov bola 125 mm, veľkosť parciel 15 m², čistá zberová plocha parcielky 10 m² so štvornásobným opakovaním.

Každoročne na jar pred založením poľného pokusu sa z pokusného pozemku po smykaní odobrala priemerná vzorka pôdy z hĺbky 0 až 200 mm za účelom stanovenia pH/KCl, obsahu humusu, prístupého fosforu a draslíka, ako aj obsahu N_{an} (NH₄⁺ + NO₃⁻) v hĺbke 0 až 300 m. Výsledky chemického rozboru pôdy sú uvedené v tab. I. Dávky dusíka pred sejbou jarného jačmeňa na variantoch hnojenia 8 až 10 sa stanovili na základe obsahu N_{an} v pôde a potreby dusíka na plánovanú úrodu zrna. Na variante hnojenia 8 mala dávka dusíka činiť 40 %, na variante hnojenia 9 zasa 80 % a na variante hnojenia 10 až 120 % celkovej potreby dusíka. Za základ stupňa zásobenia pôdy N_{an} sa brali hodnoty, ktoré uvádzajú N e u b e r g et al. (1990). Nakoľko obsah N_{an} v pôde do hĺbky 0 až 300 mm každoročne vykazoval hodnoty > 41 mg.kg⁻¹.ha⁻¹, z uvedeného dôvodu sa dusíkom pred sejbou jarného jačmeňa na uvádzaných variantoch hnojenia nehnojilo. Pri objemovej hmotnosti pôdy 1,5 g.cm⁻³ a jej násobením koeficientom 4,5 do hĺbky 0 až 300 mm obsah N_{an} v jednotlivých rokoch tvoril viac ako 180 kg.ha⁻¹, čo zodpovedá nulovej hodnote dávky dusíka pred sejbou jarného jačmeňa na sladovnícke účely.

Mechanický rozbor zrna: objemová hmotnosť zrna, hmotnosť 1000 zŕn, triedenie na sitách (frakcie > 2,5 mm; 2,2 mm a odpad).

Chemický rozbor zrna: dusík podľa Kjeldahla, bielkoviny (N.6,25), škrob metódou Ewersovou a extrakt sladú metódou Grafovou.

Pri výpočte ekonomiky hnojenia jarného jačmeňa dusíkom sa vychádzalo z oceňovania 1 t zrna cenou 2500 Kčs, 1 kg N v močovine cenou 8,69 Kčs, 1 kg N v liadku amónnom cenou 9,70 Kčs a z nákladov na rozhodenie 1 kg N cenou 1 Kčs. Skúmané varianty hnojenia ako aj termín použitia dávok dusíka sú uvedené v tab. II.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vzájomným porovnávaním úrod zrna v jednotlivých pokusných rokoch (tab. III) vidieť, že sú rozdielne. V priaznivejšom roku 1989 v porovnaní so suchšími rokmi

I. Chemický rozbor pôdy pred založením poľného pokusu v rokoch 1989 až 1991 - Chemical analysis of soil prior to trial establishment in the years 1989 to 1991

Druh stanovenia ¹	Rok ²		
	1989	1990	1991
	mg.kg ⁻¹ zeminy ⁶		
pH/KCl	6,5	6,8	6,3
N _{an} (kolorimetricky ³)	49,0	61,0	45,0
P prístupný ⁴ (Egner)	39,0	47,0	52,0
K prístupný (Schachtschabel)	169,0	185,0	197,0
Humus ⁵ (Tjurin) %	2,1	1,9	2,0

¹kind of determination, ²year, ³colometrically, ⁴available, ⁵humus, ⁶earth

II. Varianty hnojenia a dávky čistých živín (kg.ha⁻¹) - Variants of fertilizing and rates of pure nutrients (kg.ha⁻¹)

Varianty hnojenia ¹	Dávka ² N kg.ha ⁻¹ a termín jej použitia ³		
	pred sejbou ⁴	Fee ₆	Fee ₁₀
1. PK (P ₅₂ K ₁₁₆)			
2. PK + N ₃₀	30		
3. PK + N ₆₀	60		
4. PK + N ₉₀	90		
5. PK + N ₆₀	30	30	
6. PK + N ₉₀	45	45	
7. PK + N ₉₀	30	30	30
8. PK			
9. PK			
10. PK			

Dávky P a K sú uvedené v prvkoch - P and K rates are given in elements

Fee - makrofenologická fáza podľa Feekesa - macrophenological stage after Feekes

Fee₆ - začiatok steblovania - start of shooting; Fee₁₀ - začiatok klasenia - start of heading

¹variants of fertilizing, ²rate, ³date of its utilization, ⁴prior to sowing

1990 a 1991 sa získali o 0,58 až 0,69 t.ha⁻¹ vyššie priemerné úrody zrna. Tento poznatok je možné zdôvodniť priaznivými ovzdušnými zrážkami v apríli, júni a júli (181,6 mm), a to hlavne v júni (91,0 mm), ktoré pozitívne ovplyvnili tvorbu zrna.

Pomerne vysoké úrody zrna získané v jednotlivých rokoch na variante hnojenom PK svedčia o tom, že ide o pôdy s dobrou prirodzenou úrodnosťou, zásobenými ži-

III. Úroda zrna jarného jačmeňa pri 85% sušine v rokoch 1989 až 1991 (priemer z dvoch odrôd) - Spring barley grain yield at 85% dry matter in the years 1989 to 1991 (average for two varieties)

Varianty hnojenia ¹	Rok ²			$\bar{x}$	Zvýšenie úrody zrna ³ (t.ha ⁻¹)	Relatívna úroda zrna ⁴ (%)	Produkcia zrna z 1 kg N (+PK) ⁵ (kg)
	1989	1990	1991				
1. PK	8,01	7,42	7,06	7,50		100,0	
2. PK + N ₃₀	8,04	7,51	7,57	7,71	0,21	102,8	7,0
3. PK + N ₆₀	8,35	7,42	7,62	7,80	0,30	104,0	5,0
4. PK + N ₉₀	8,13	7,42	7,40	7,65	0,15	102,0	1,7
5. PK + N ₃₀ + N ₃₀ (F ₆)	8,01	7,34	7,51	7,62	0,12	101,6	2,0
6. PK + N ₄₅ + N ₄₅ (F ₆)	7,88	7,27	7,36	7,50	0,00	100,0	0,0
7. PK + N ₃₀ + N ₃₀ (F ₆) + N ₃₀ (F ₁₀)	7,95	7,52	7,15	7,54	0,04	100,5	0,4
8. PK	8,10	7,45	7,51	7,69	0,19	102,5	
9. PK	7,80	7,39	7,09	7,36	-0,14	98,1	
10. PK	7,75	7,48	6,86	7,43	-0,07	99,1	
$\bar{x}$	8,00	7,42	7,31	7,58	0,09		2,7
Hd _{0,05}	0,38	0,31	0,29	0,19			

¹variants of fertilizing, ²year, ³increase of grain yield, ⁴relative grain yield, ⁵grain output per 1 kg of N (+PK)

vinami z organických a priemyselných hnojív. Najvýraznejšie zvýšenie úrody zrna v priemere rokov v porovnaní s PK hnojením sa dosiahlo použitím najnižšej dávky 30 kg.ha⁻¹, aj keď po dávke dusíka 60 kg.ha⁻¹ sa úroda zvýšila len o 0,09 t.ha⁻¹.

Po hnojení najvyššou dávkou dusíka 90 kg.ha⁻¹, či už jednorazovo alebo delene, sa pozoruje pokles úrody zrna. Dávky dusíka 30 a 45 kg.ha⁻¹ použité počas vegetácie v makrofenologickej fáze Fee₆ v porovnaní s celkovými rovnakými dávkami dusíka na variantoch hnojenia 3 a 4 sa ukázali neefektívne spolu s miernym znížením úrod zrna. Aj veľmi malé zvýšenie úrody zrna, a to o 0,04 t.ha⁻¹, získané v priemere rokov po hnojení neskorou dávkou dusíka na variante hnojenia 7 v porovnaní s variantom 6 je možné považovať za zanedbateľné. Môžeme teda konštatovať, že v pôdno-klimatických podmienkach pokusu ako hlavný faktor úrod zrna treba označiť ročník a až potom v menšej miere hnojenie dusíkom, a to aj po menej vhodnej predplodine ozimnej pšenici. Štatisticky preukazné zvýšenie úrody zrna po hnojení dusíkom sa v priemere rokov dosiahlo len po hnojení dávkami dusíka 30 a 60 kg.ha⁻¹. Produkcia zrna od 1 kg N (+PK) má klesajúcu tendenciu od najnižšej až po najvyššiu dávku dusíka.

Mechanický rozbor zrna jarného jačmeňa, ktorý je uvedený v tab. IV, je taktiež po hnojení dusíkom ovplyvnený. Objemová hmotnosť zrna, hmotnosť 1000 zrn, ako

IV. Mechanický rozbor zrna jarného jačmeňa v priemere rokov 1989 až 1991 (priemer z dvoch odrôd) - Mechanical analysis of spring barley grain in average of the years 1989 to 1991 (average for two varieties)

Varianty hnojenia ¹	Objemová hmotnosť zrna ² (kg)	Hmotnosť 1000 zrn ³ (g)	Triedenie na sitách ⁴ (%)		
			> 2,5 mm	2,2 mm	odpad ⁵
1. PK	68,5	37,2	46,3	29,0	24,7
2. PK + N ₃₀	68,9	38,3	45,4	29,2	25,4
3. PK + N ₆₀	67,9	36,5	44,2	31,4	24,4
4. PK + N ₉₀	67,5	36,1	43,6	30,3	26,1
5. PK + N ₃₀ + N ₃₀ (F ₆)	67,5	35,9	43,7	30,8	25,5
6. PK + N ₄₅ + N ₄₅ (F ₆)	66,9	35,8	43,1	31,5	25,4
7. PK + N ₃₀ + N ₃₀ (F ₆) + + N ₃₀ (F ₁₀)	66,4	35,9	41,3	35,1	23,6
8. PK	68,1	37,9	45,5	30,1	24,4
9. PK	68,3	38,1	45,3	30,3	24,4
10. PK	68,3	38,0	45,5	29,4	25,1
$\bar{x}$	67,8	37,0	44,4	30,7	24,9
Hd _{0,05}	0,89	0,93	1,84		

¹ variants of fertilizing, ² bulk density of grain, ³ thousand-kernel weight, ⁴ sorting on mesh sieves, ⁵ waste

aj podiel veľkého zrna frakcie $> 2,5$ mm, vykazujú po hnojení vyššími dávkami dusíka mierne zhoršené hodnoty v porovnaní s variantom PK. Najmä nízky podiel veľkého zrna frakcie $> 2,5$ mm, nízku hmotnosť 1000 zrn, ako aj nižšiu objemovú hmotnosť zrna, treba predovšetkým zdôvodniť záporným účinkom úplného poľahnutia porastov obilnín 27.6.1991 po víchrici so zrážkami a tiež vplyvom vysokých teplôt vzduchu od $27,8$ do $34,3$ °C v dňoch od 3. do 14.7.1991 vo fáze dozrievania zrna. V tomto suchšom roku priemerná objemová hmotnosť zrna bola $61,3$ kg, hmotnosť 1000 zrn $30,0$ g a podiel veľkého zrna frakcie $2,5$ mm len $3,9$ %. Podľa zhoršenia mechanických vlastností zrna po hnojení dusíkom je možné tieto zaradiť v poradí: podiel veľkého zrna frakcie $> 2,5$ mm; hmotnosť 1000 zrn; objemová hmotnosť zrna.

Aj chemický rozbor zrna (tab. V) dosahuje jeho zhoršenie po hnojení dusíkom v stupňovaných a delených dávkach oproti PK hnojeniu, a to poklesom obsahu škrobu, extraktu sladu a znížením pomeru bielkovín: škrobu v neprospech škrobu za súčasného zvýšenia obsahu bielkovín v zrne. Rovnako ako na zhoršení hodnôt pri mechanickom rozbere zrna aj pri jeho chemickom rozbere sa vo veľkej miere podieľal suchší rok 1991 s úplným poľahnutím porastu obilnín po víchrici a tiež účinkom vysokých maximálnych teplôt vzduchu vo fáze dozrievania zrna. V uvádzanom roku priemerný obsah bielkovín bol $14,5$ %, obsah škrobu $58,6$ % a extrakt sladu $73,5$ %.

Zo vzájomného porovnania účinku rovnakých dávok dusíka pri ich rôznom spôsobe použitia na zvýšenie obsahu nežiadúcich bielkovín v zrne je zrejmé, že delené dávky dusíka použité v makrofenologickej fáze Fee_6 a tiež vo fáze Fee_{10} sa dosť významne podieľali na ich zvýšení.

Zo získaných výsledkov vyplýva pre prax poznatok, že pri pestovaní sladovníckeho jačmeňa v daných pôdno-klimatických podmienkach je jeho hnojenie dávkami dusíka 60 až 90 kg.ha⁻¹ neúčelné s ohľadom na zhoršenie mechanických a chemických vlastností zrna, a to pri ich použití buď jednorazovo pred sejbou, ale hlavne v delených dávkach pred sejbou počas vegetácie, vo fáze začiatku steblovania a klasenia.

Produkcia škrobu i bielkovín z 1 kg N (+PK) pri škrobe i bielkovinách má klesajúcu tendenciu, pri škrobe je však táto tendencia výraznejšia a pri delených dávkach vykazuje až záporné hodnoty. Najvyššia produkcia škrobu sa dosiahla po hnojení dávkou dusíka 60 kg.ha⁻¹, zatiaľ čo najvyššia produkcia bielkovín zasa po hnojení najvyššou dávkou dusíka 90 kg.ha⁻¹ použitou deleným spôsobom, a to po jednej tretine pred sejbou, na začiatku steblovania a na začiatku klasenia.

Ekonomika hnojenia jarného jačmeňa dusíkom uvedená v tab. VI svedčí o tom, že z ekonomického hľadiska vyjadrené výškou zisku za najefektívnejšiu možno považovať dávku dusíka 30 kg.ha⁻¹, zatiaľ čo delené dávky dusíka i dávka 90 kg.ha⁻¹ použitá jednorazovo pred sejbou spôsobili značnú stratu na zisku vyjadrenú zápornými hodnotami.

Účinok dávok dusíka na úrody obilnín je závislý hlavne od zásobenia rastlín vodou, úrodnosti pôdy, jej zásobenia živinami, mineralizáciou dusíka v pôde, ako aj od odolnosti rastlín proti poľhaniu. Naše poznatky v súlade s poznatkami domácich autorov (L e k e š et al., 1973; K o p e c k ý, 1983, 1985) svedčia o neefektívnosti

V. Chemický rozbor zrna jarného jačmeňa v priemere rokov 1989 až 1991 (priemer z dvoch odrôd) - Chemical analysis of spring barley grain in average of the years 1989 to 1991 (average for two varieties)

Varianty hnojenia ¹	Chemický rozbor v sušine ² (%)			Bielkoviny ³ / škrob ⁴	Produkcia škrobu ⁶ z 1 kg N + (PK)	Produkcia bielkovín ⁷ z 1 kg N (+PK)	Produkcia škrobu ⁶	Produkcia bielkovín ⁷
	bielkoviny ³	škrob ⁴	extrakt ⁵		(kg)		(kg.ha ⁻¹)	
1. PK	11,8	62,3	78,4	1 : 5,3			3971,6	752,3
2. PK + N ₃₀	12,2	61,9	77,7	1 : 5,1	2,8	1,6	4056,6	799,5
3. PK + N ₆₀	12,4	61,5	77,0	1 : 4,9	1,8	1,2	4077,5	822,1
4. PK + N ₉₀	12,8	61,6	77,0	1 : 4,8	0,4	0,9	4005,5	832,3
5. PK + N ₃₀ + N ₃₀ (F ₆)	13,5	59,6	76,1	1 : 4,4	-1,8	2,0	3860,3	874,4
6. PK + N ₄₅ + N ₄₅ (F ₆)	13,3	60,2	76,5	1 : 4,5	-1,5	1,1	3837,8	847,9
7. PK + N ₃₀ + N ₃₀ (F ₆) + + N ₃₀ (F ₁₀)	13,8	59,1	75,8	1 : 4,3	-2,0	1,5	3787,7	884,4
8. PK	11,7	61,2	78,2	1 : 5,2			4000,4	764,8
9. PK	11,9	61,9	78,2	1 : 5,2			3872,4	744,4
10. PK	12,3	61,8	78,3	1 : 5,0			3834,7	776,8
$\bar{x}$	12,6	61,1	77,3	1 : 4,9			3940,4	809,9
Hd _{0,05}	0,58	1,22	1,15					

¹variants of fertilizing, ²chemical analysis in dry matter, ³proteins, ⁴starch, ⁵extract, ⁶starch output, ⁷protein output

VI. Ekonomika hnojenia jarého jačmeňa dusíkom v priemere rokov 1989 až 1991 (priemer z dvoch odrôd) - Economy of fertilizing of spring barley with nitrogen in average of the years 1989 to 1991 (average for two varieties)

Varianty hnojenia ¹	Úroda zrna pri 85% sušine ²	Zvýšenie úrody zrna ³	Hodnota zvýšenej úrody zrna ⁴	Náklady na hnojenie dusíkom ⁵	Zisk ⁶
	(t.ha ⁻¹)		(Kčs.ha ⁻¹)		
1. PK	7,50				
2. PK + N ₃₀	7,71	0,21	525,00	290,70	234,30
3. PK + N ₆₀	7,80	0,30	750,00	581,40	168,60
4. PK + N ₉₀	7,65	0,15	375,00	872,10	-497,10
5. PK + N ₃₀ + N ₃₀ (F ₆)	7,62	0,12	300,00	611,70	-311,70
6. PK + N ₄₅ + N ₄₅ (F ₆)	7,50	0,00	-	917,70	-917,70
7. PK + N ₃₀ + N ₃₀ (F ₆) + N ₃₀ (F ₁₀)	7,54	0,04	100,00	832,70	-732,70
8. PK	7,69	0,19			
9. PK	7,36	-0,14			
10. PK	7,43	-0,07			

¹variants of fertilizing, ²grain yield at 85% dry matter, ³increase of grain yield, ⁴value of increased grain yield, ⁵costs of nitrogen fertilizing, ⁶profit

vyšších až vysokých dávok dusíka čo do úrod zrna a zhoršení jeho kvality. Zhoršenie mechanických vlastností zrna, a to predovšetkým podielu veľkého zrna frakcie > 2,5 mm, ako aj hmotnosti 1000 zrn, vplyvom hnojenia dusíkom v stupňovaných dávkach zodpovedá poznatkom, ktoré uverejnili V o ň k a , B e z d ě k (1977), K a n d e r a (1980), D u d á š (1985) a iní, aj keď ročník sa vo významnejšej miere podieľa na ich zhoršení ako hnojenie dusíkom.

Literatúra

- DUDÁŠ, F.: Ovlivnění výnosu a jakosti zrna jarního ječmene minimálním způsobem zpracování půdy. In: Zbor. Ref. Konf. Agrobiologické aspekty racionalizácie rastlinnej výroby, diel II, Nitra, 1985, s. 192-205.
- FECENKO, J. - BÍZIK, J. - MASARYK, Š.: K niektorým otázkam hnojenia a výživy sladovníckeho jačmeňa. In: Zbor. Ref. Konf. Agrobiologické aspekty racionalizácie rastlinnej výroby, diel II, Nitra, 1985, s. 136-145.
- FRANČÁKOVÁ, H. - MUCHOVÁ, Z.: Vplyv výživy na kvalitatívne ukazovatele sladovníckeho jačmeňa. Poľnohospodárstvo, 28, 1982, č. 5, s. 400-408.
- FRANČÁKOVÁ, H.: Vplyv výživy dusíkom na technologickú hodnotu jarného jačmeňa. In: Zbor. Ref. Konf. Agrobiologické aspekty racionalizácie rastlinnej výroby, diel II, Nitra, 1985, s. 206-214.
- KANDERA, J.: Úrody zrna a jeho kvalita pri jarnom jačmeni po hnojení dusíkom. Ved. Práce Výsk. Úst. rastl. Výr. Piešťany, 1984, č. 20, s. 95-105.
- KOLEKTIV: Metodika technologie pěstování sladovníckého ječmene. Praha, MZVŽ ČSR 1978.
- KOPECKÝ, M.: Vliv některých intenzifikačních faktorů na výnos a jakost jarního ječmene Opál, Karát a Zefír. Rostl. Výr., 29, 1983, č. 9, s. 973-984.
- KOPECKÝ, M.: Technologie pěstování jarního ječmene. In: LEKEŠ et al.: Ječmen. Praha, SZN 1985.
- LEKEŠ, J. et al.: Pěstujeme obilniny v ČSR. Praha, SZN 1973.
- NEUBERG, J. et al.: Komplexní metodika výživy rostlin. Praha, ÚVTIZ 1990, č. 1.
- OČKAY, Š.: Vztah meteorologických podmínek k technologické hodnotě zrna jarního jačmeňa. Rostl. Výr., 24, 1978, č. 8, s. 783-791.
- STRNAD, P.: Vliv pěstitelských opatření na jakost zrna jarního ječmene. Rostl. Výr., 20, 1974, č. 4, s. 401-406.
- VOŇKA, Z. - BEZDĚK, V.: Ovlivnění výnosu podílu předního zrna a obsahu bílkovin u jarního ječmene. Vliv dávek a způsobu aplikace dusíkatých hnojiv. Rostl. Výr., 23, 1977, č. 8, s. 855-863.
- WICKE, H. J. - FUCHS, W. - SCHMIDT, B.: Qualitäts-fragen bei der Produktion und Verarbeitung von Braugerste. Feldwirtschaft, 21, 1980, č. 8, s. 359-361.

Došlo 23. 9. 1992

KANDERA, M. (Research Institute of Plant Production, Piešťany):

The effect of nitrogen fertilization on grain yields and quality in spring barley.

Rostl. Výr., 39, 1993 (6) : 481-490.

In 1989-1991 field trials were conducted to study the effect of graduated and split nitrogen rates on grain yields and quality with Novum and Orbit varieties of spring barley following winter wheat in the crop rotations, on degraded chernozem soils. On the average of experimental years, the highest grain yield, averaged over two varieties, was

achieved after fertilization with 60 kg.ha^{-1} nitrogen applied at single prior to sowing in combination with PK fertilization (Tab. III).

Year appeared to be the limiting factor of grain yields and quality while nitrogen fertilization appeared in much less degree. The highest values as to bulk weight of grain, TKW as well as those of proportion of big grain fraction 2.5 mm were acquired either following PK fertilization alone or after fertilization with the lowest rate of nitrogen (Tab. IV), respectively. This tendency was observed in chemical analysis of grain as well. Higher nitrogen rates, that is 60 and 90 kg.ha^{-1} , applied at split rates prior to sowing or and on leaves in Fee_6 and Fee_{10} macrophenological phases, worsened mechanical and chemical properties of grain with simultaneous increase of protein content in grain.

By increasing the content of proteins in grain, starch and malt extract content was simultaneously decreased with simultaneous reducing of proteins (starch ratio to the detriment of starch; (Tab. V). The highest starch production was achieved in the variant fertilized with the rate of 60 kg.ha^{-1} nitrogen while the highest protein production following fertilization with split rate of 90 kg.ha^{-1} nitrogen, i.e. one third before sowing, one third at the beginning of shooting and one third at the beginning of heading (Tab. V).

From economical viewpoint expressed by profit amount per hectare, the lowest nitrogen rate of 30 kg.ha^{-1} appeared to be the most effective. Higher nitrogen rates, i.e. 60 and 90 kg.ha^{-1} , irrespective of the way of their application, were shown to be ineffective with severe profit loss achieving even negative values (Tab. VI).

Kontaktná adresa:

Ing. Martin K a n d e r a , CSc., Výskumný ústav rastlinnej výroby, 921 68 Piešťany

TVORBA A DISTRIBUCE SUŠINY NADZEMNÍ BIOMASY U TRITIKALE

J. Petr, D. Hradecká

Vysoká škola zemědělská, Praha

V komplexním studiu tvorby biologického a hospodářského výnosu u tritikale jsme v tříletém pokusu sledovali průběh tvorby sušiny nadzemní biomasy rostlin polských odrůd ozimého tritikale Dagro, Grado, Largo a Lasko a naší odrůdy Korm ve srovnání s ozimou pšenicí Regina a ozimým žitem Brno. Dynamika přírůstků sušiny prokazuje, že tritikale stojí v tomto směru mezi ozimým žitem a ozimou pšenicí. Podobně v období růstu do nástupu zimy i během zimních měsíců a jarní regenerace byl růst u tritikale intenzivnější než u pšenice a blížil se ozimému žitu. Podíl sušiny hlavních stébel byl nejvyšší u odrůd tritikale. Tím se prokázala určitá autoregulační schopnost tritikale pro úpravu porostu větším podílem sušiny odnoží. Mezi odrůdami tritikale nebyly zjištěny významnější odrůdové rozdíly. Pouze známá odrůda Lasko se poněkud lišila. Patrný byl však celkově vyšší přírůstek sušiny tritikale ke konci vegetace a konečná úroveň výnosu sušiny. To ovšem souvisí s celkově delším obdobím od metání do zralosti a delší vegetační dobou tritikale ve srovnání s pšenicí a žitem. Ukázalo se, že pro výnos zrna tritikale $3,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ bylo třeba 1450 g sušiny nadzemní biomasy na 1 m^2 a pro výnos $5,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ okolo $1800 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$. Podzimní a časně jarní aplikace regulátorů růstu (paclobutrazolu a chlormequatu) zvyšovala za určitých podmínek sušinu rostlin, což lze prakticky využít pro jistější přezimování, synchronní odnožování a zvýšení hospodářského výnosu. U dusikátého hnojení se potvrdil vliv vyšších dávek na zvýšení sušiny nadzemní biomasy. Dělená výživa dusíkem byla ovšem příznivější pro hospodářský výnos.

Postavení tritikale mezi obilninami stále roste, což vyplývá z řady jeho předností. Především je velmi tolerantní k podmínkám pěstování a k předplodině, netrpí tolik chorobami při poměrně vysoké výnosnosti a znamenité krmné hodnotě.

Poznat základní vlastnosti tvorby výnosu u jednotlivých odrůd je důležité, protože každá může mít jiný podíl znaků a vlastností po svých rodičích - pšenici a žitu. Podle toho je možné volit do konkrétních podmínek nejen vhodnou odrůdu, ale i racionální způsob pěstování. Naše současné znalosti o tvorbě výnosu jsou u tritikale velmi skromné.

Dynamika růstu a vývinu, tvorba sušiny a její distribuce, průběh pokryvnosti listoví jsou základní ukazatele produkčních procesů. Již v minulých výzkumech jsme se přesvědčili, že tento způsob experimentů nám může poskytnout rychle potřebné poznatky.

MATERIÁL A METODA

Na pokusné stanici Vysoké školy zemědělské v Praze v Červeném Újezdě (ře-
pařský výrobní typ) byly v tříletém období ve srovnání s pšenicí (Regina) a žitem

(Breno) sledovány v maloparcelkovém pokusu (17 m² ve čtyřech opakováních) čtyři polské odrůdy tritikale (Dagro, Grado, Largo, Lasko) s čs. odrůdou tritikale (Korm). Předplodinou byla obilnina sklizená v mléčné zralosti na krmení.

Pokus byl veden v různých variantách dusíkatého přihnojení a ošetření morfo-regulátory, ale naše výsledky přináší průměrné hodnoty celého pokusu. Získané hodnoty poskytují základní údaje o tvorbě asimilačního aparátu a dynamice přírůstu sušiny nadzemní biomasy. Nárůst sušiny a pokryvnost listoví byly studovány konvenčními metodami, růstové analýzy uplatňovanými v Mezinárodním biologickém programu (Š e s t á k , Č a t s k ý , 1966), tj. u 3 x 10 průměrných rostlin.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Pokusy byly vedeny ve třech rozdílných letech s ohledem na průběh počasí (tab. I). V prvním roce byl chladný a velice suchý podzim a chladnější zima. Ve dru-

I. Charakteristika počasí v dlouhodobém průměru 1901 až 1950 a v pokusných letech 1986 až 1989
- Weather characteristics in long-term mean over the years 1901 to 1950 and in the experimental years 1986 to 1989

Měsíc ¹	Dlouhodobý průměr ²		Průměrná denní teplota vzduchu ³ (°C)				Úhm srážek ⁴ (mm)			
	teploty ⁵ (°C)	srážky ⁶ (mm)	1986	1987	1988	1989	1986	1987	1988	1989
1.	-2,7	27,0	1,9	-6,0	-3,1	0,2	23,7	37,3	28,3	13,0
2.	-1,7	26,0	-5,6	-0,2	-2,7	2,4	18,9	38,3	21,6	17,0
3.	2,2	30,0	0,5	0,0	3,2	6,0	21,7	22,3	31,4	26,2
4.	6,6	43,0	1,0	7,1	10,1	8,0	24,3	24,2	7,6	49,3
5.	11,8	60,0	16,9	12,2	16,3	13,0	93,9	69,1	45,1	36,0
6.	14,8	68,0	16,2	16,3	17,1	15,2	22,7	66,9	95,7	47,0
7.	16,5	76,0	19,0	19,4	16,0	17,1	34,3	101,4	94,5	80,2
8.	15,7	68,0	18,5	17,0	15,2	17,2	135,9	82,4	50,9	27,4
9.	12,2	46,0	13,3	16,2	10,5	14,1	15,9	92,0	33,0	55,0
10.	7,0	39,0	10,2	10,1	5,7	9,2	20,9	12,1	15,1	20,6
11.	1,8	34,0	1,2	5,5	2,1	0,6	12,7	22,0	33,0	22,8
12.	1,5	32,0	-1,9	2,4	-0,9	1,3	30,2	35,8	18,4	29,0
Úhm ⁷ 1. - 12. (průměr ⁸)	6,9	549,0	7,6	8,3	7,4	8,5	455,1	597,3	474,7	423,7
Úhm 4. - 11. (průměr)	12,9	361,0	13,6	14,0	12,9	14,2	323,6	399,7	334,4	295,1

¹ month, ² long-term mean, ³ average daily air temperature, ⁴ sum of precipitation, ⁵ temperatures, ⁶ precipitation, ⁷ sum, ⁸ mean

hém roce 1987/1988 byl podzim vlhčí a teplejší, leden a únor byly chladnější než dlouhodobý průměr. Velmi teplé však byly jarní měsíce. Třetí pokusný rok měl podzim sušší a chladnější, ovšem prvé čtyři měsíce roku 1989 byly nadnormálně teplé, připomínající přímořské počasí.

Za takových podmínek jsme právě nejlépe mohli posoudit zvláštnosti růstu, tvorby sušiny tritikale, vždy ve srovnání s žitem a ozimou pšenicí. Růst a vývin rostlin tritikale do nástupu zimy byl rozhodujícím způsobem ovlivněn počasím.

Při suchém podzimu roku 1986 byly rostliny malé a jejich sušina činila na 1 m² v listopadu 8 g a v prosinci 17 g, tj. méně než 1 % z celkové sušiny nadzemní biomasy. V normálním podzimu vytvořily rostliny tritikale (průměr čtyř odrůd) 13 až 23 g sušiny na 1 m², tj. 1,3 %, a ve vlhém podzimu 27 až 29 g.m⁻², tj. 1,7 % z celkové sušiny nadzemní biomasy. Z hodnot uvedených v tab. II můžeme posoudit i hmotnost jedné průměrné rostliny.

Pozoruhodný je však intenzivnější růst během zimních měsíců, kdy měly ve třetím pokusném roce odrůdy tritikale větší přírůstky než pšenice. Ovšem počáteční růst po obnovení jarní vegetace byl u tritikale mezi pozvolna se vyvíjející pšenicí a ozimým žitem.

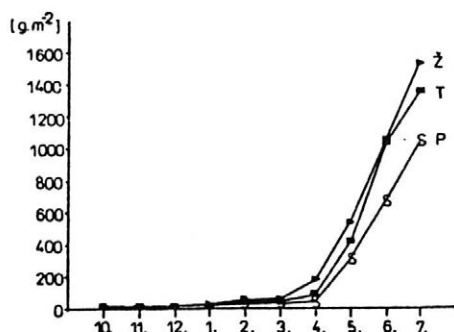
Také v rychlosti nárůstu sušiny po obnovení jarní vegetace vyniká ozimé žito. Tritikale stojí mezi žitem a pšenicí (obr. 1 až 3), ale na jaře regenerovalo rychleji

II. Tvorba sušiny do nástupu zimy a během kryptovegetace - Dry matter production from the beginning of winter and during cryptovegetation

Rok ¹ 1986/1987	10. 11.		9. 12.			
	10 rostlin ⁶	g.m ⁻²	10 rostlin	g.m ⁻²		
Tritikale ²	Korm	0,20	7,92	0,44	17,28	
	Lasko	0,15	6,12	0,32	12,60	
Pšenice ³		0,21	7,56	0,40	14,00	
Žito ⁴		0,13	4,68	0,47	16,92	
Rok 1987/1988	17. 11.		8. 12.		3. 1.	
	10 rostlin	g.m ⁻²	10 rostlin	g.m ⁻²	10 rostlin	g.m ⁻²
Průměr odrůd tritikale ⁵	0,49	13,03	0,68	15,30	0,90	23,82
Pšenice	0,45	12,28	0,60	12,29	0,45	19,11
Žito	0,50	23,18	0,95	26,84	1,10	36,60
Rok 1988/1989	17. 11.		12. 1.		22. 2.	
	10 rostlin	g.m ⁻²	10 rostlin	g.m ⁻²	10 rostlin	g.m ⁻²
Průměr odrůd tritikale	1,42	27,49	1,41	28,72	2,68	51,16
Pšenice	1,30	23,92	1,25	23,00	1,92	34,96
Žito	1,80	33,84	2,10	39,48	3,20	60,16

¹year, ²tritikale, ³wheat, ⁴rye, ⁵mean of tritikale cultivars, ⁶plants

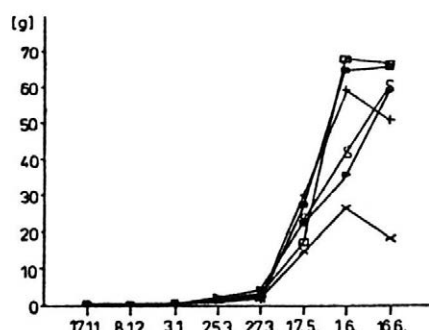
než pšenice. Jednotlivé ročníky se vlivem podmínek lišily v dynamice tvorby sušiny. V roce 1987 a 1989 mělo rychlejší nárůst sušiny žito. V roce 1988 to bylo do konce dubna rovněž žito s mírným náskokem před odrůdami tritikale a ozimé pšenice. Ke konci vegetace více přirůstala sušina tritikale vzhledem k jeho delší vegetační době. Odrůdy Lasko a Largo a též Dagro v roce 1988 měly vyšší nárůst sušiny 10 průměrných rostlin. Také podle množství vytvořené sušiny na 1 m^2 dosahovaly vyšších hodnot odrůdy Lasko a Largo (obr. 2 a 3).



1. Průběh tvorby sušiny tritikale (T) pšenice (P) a žito (Ž) v g.m^{-2} (1986 - 1989)
- The course of dry matter production of triticale (T), wheat (P) and rye (Ž) in g.m^{-2} (1986 - 1989)

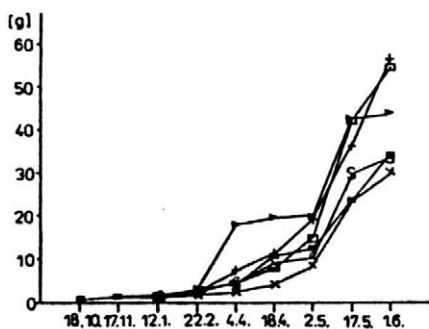
osa x - datu odběru - x axis - date of sampling

osa y - sušina - y axis - dry matter



2. Průběh tvorby sušiny 10 průměrných rostlin odrůd tritikale, ozimé pšenice Regina a ozimého žita Breno v g (1987 - 1988)
- The course of dry matter production of 10 mean plants of the cultivars - triticale, winter wheat Regina and winter rye Breno in g (1987 - 1988)

—●— Dagro —○— Grado —●— Largo —+— Lasko —●— Breno —x— Regina



3. Průběh tvorby sušiny 10 průměrných rostlin odrůd tritikale, ozimé pšenice Regina a ozimého žita Breno v g (1988 - 1989)
- The course of dry matter production of 10 mean plants of the cultivars - triticale, winter wheat Regina and winter rye Breno in g (1988 - 1989)

—●— Dagro —○— Grado —●— Largo —+— Lasko —●— Breno —x— Regina

Pro přesnější posouzení odrůdových a druhových rozdílů v dynamice nárůstu sušiny v čase uvádíme přírůstky sušiny 10 rostlin v procentech (tab. III). V relativním vyjádření byly rozdíly mezi odrůdami tritikale malé a obtížně by se tyto výsledky zevšeobecňovaly pro odrůdovou charakteristiku. Tritikale se však tvorbou sušiny blíží spíše žitu než pšenici.

Mezi žitem a pšenici byly rozdíly hlavně v dubnu, kdy mělo žito mohutnější nárůst než pšenice. V květnu a červnu byly vzhledem k ranosti žita již přírůstky sušiny menší než u pšenice. Podíl sušiny jednotlivých částí rostlin uvádíme na příkladu podílu hlavního stébela a odnoží (tab. IV).

Z uvedených výsledků je zřejmé, že v období velké periody růstu byl podíl sušiny hlavního stébela nejvyšší u pšenice, dále u žita a nejmenší byl u tritikale. To naznačuje, že tritikale má velkou autoregulační schopnost danou rezervou v sušině odnoží. U pšenice se potvrdila vysoká investice sušiny do hlavních stébel i tím, že výnos bude tvořen převážně hlavním stéblem, jak jsme dokázali již v dřívějších pracích (P e t r et al., 1978).

Podzimní aplikace morforegulatoru Cultar (paclobutrazolu) v roce 1987/1988 způsobila zvýšení sušiny do jara (měření 27. 4.). Podzimní ošetření v roce 1988 přípravkem Parley (paclobutrazol + chlormequat - CCC) zvýšilo sušinu rostlin u odrůd tritikale již na podzim (tab. V). Tento vliv se udržel i během teplých zimních měsíců.

Jarní aplikace morforegulatorů se projevila opět podle průběhu počasí na jaře. V roce 1988 byly na jaře příznivé teplotní podmínky pro růst, takže se vliv neprojevil. Naopak v roce 1989 varianty ošetřené 7. 4. přípravky Retacel i Parley měly vyšší sušinu rostlin. Neprokázalo se to však v tomto roce u ozimého žita. Potvrdily se dřívější poznatky o vlivu regulatorů u ozimých obilnin (P e t r , H r a d e c k á , 1988).

Vliv dusíkatého hnojení na tvorbu sušiny se projevil podle výšky první, regenerační dávky dusíku na jaře. Při jednorázovém vyšším hnojení 60 kg N.ha⁻¹ byla lo-

III. Přírůstky sušiny 10 rostlin (v %) během vegetace 1988 a 1989 - Dry matter increments per 10 plants (in %) during the vegetation of 1988 and 1989

Rok ¹	1988					1989				
Odrůda ²	25. 3.	27. 4.	17. 5.	1. 6.	16. 6.	4. 4.	18. 4.	2. 5.	17. 5.	1. 6.
Dagro	1	2	11	43	42	5	12	14	26	37
Grado	1	2	18	32	46	5	10	11	32	36
Largo	1	1	17	40	40	3	6	11	32	42
Lasko	1	1	21	41	35	5	8	14	27	41
Žito ³	2	4	23	41	29	12	13	13	28	29
Pšenice ⁴	2	3	18	28	46	3	6	12	32	41

Ročník 1987 není uveden - byly sledovány jiné odrůdy tritikale (tab. II) - The year 1987 is not given - the other triticale cultivars were studied (Tab. II)

¹ year, ² cultivar, ³ rye, ⁴ wheat

IV. Podíl hlavního stébla a odnoží (%) z celkové sušiny nadzemní biomasy - The proportion of main stem and tillers (%) of the total dry matter of above-ground biomass

	Hlavní stéblo ⁴	Silné odnože ⁵	Slabé odnože ⁶	Hlavní stéblo	Silné odnože	Slabé odnože	Hlavní stéblo	Silné odnože	Slabé odnože
1987	12. 5.			28. 5.			10. 6.		
Tritikale ¹	42,7	42,9	14,3	40,1	44,4	15,4	40,1	48,7	14,3
Žito ²	32,1	55,1	12,9	43,9	43,2	12,9	44,6	45,8	9,6
Pšenice ³	48,2	36,9	14,9	47,2	38,6	14,2	52,8	34,6	12,6
1989	2. 5.			17. 5.			30. 5.		
Tritikale	35,6	50,3	13,6	38,8	49,9	10,5	36,6	58,2	5,9
Žito	38,1	52,2	10,2	43,6	50,1	6,2	41,7	54,1	4,2
Pšenice	43,1	40,2	16,6	39,6	51,7	8,7	45,1	50,5	4,4

Ročník 1988 není uveden - byly zjištěny údaje shodující se s ročníkem 1989; byl hodnocen stejný soubor odrůd; ročníky 1987 a 1989 skýtají možnost srovnání distribuce sušiny u tritikale u různých souborů odrůd (tab. II) - The year 1988 is not given - the data congruent with those of the year 1989 were found; the same set of cultivars was evaluated; the years 1987 and 1989 give a possibility to compare the distribution of dry matter in tritikale in different sets of cultivars (Tab. II)

¹tritikale, ²rye, ³wheat, ⁴main stem, ⁵fertile tillers, ⁶sterile tillers

V. Vliv podzimního ošetření přípravkem Parley na množství sušiny rostlin odrůd tritikale v roce 1988 - The effect of autumn treatment with the Parley prepare on the amount of dry matter of plants of the tritikale cultivars in 1988

	Varianta ¹	Datum měření ²		
		17. 11.	12. 1.	22. 2.
Dagro	neošetřeno ³	25,95	28,55	50,17
	Parley	29,41	33,73	55,36
Grado	neošetřeno	27,68	29,41	50,70
	Parley	29,41	32,87	57,09
Lagro	neošetřeno	31,14	32,65	55,36
	Parley	38,06	40,27	58,82
Lasko	neošetřeno	24,22	24,30	48,44
	Parley	29,41	31,14	64,10
Průměr odrůd ⁴	neošetřeno	21,49	28,72	51,16
	Parley	31,57	34,58	58,84

¹treatment, ²date of measurement, ³untreated, ⁴mean of cultivars

gicky sušina rostlin při následných měřeních vyšší než při 30 kg N.ha⁻¹. Ovšem další průběh tvorby sušiny naznačoval pozitivní vliv vyšších a dělených dávek dusíku, včetně rozdělení první dávky na dvě po 30 kg N.ha⁻¹, zejména při časném obnovení jarní vegetace. To potvrzují i výnosové výsledky těchto pokusů.

Průměr maximálních hodnot sušiny dosažený na 1 m² byl u tritikale 1447 g.m⁻² v roce 1987 při výnosu zrna 3,5 t.ha⁻¹, 1806 g.m⁻² v roce 1988 při výnosu 5,7 t.ha⁻¹ a 913 g.m⁻² v roce 1989 při výnosu zrna 4,40 t.ha⁻¹.

Belfín (1988) uvádí u tritikale produkci sušiny 2800 g.m⁻², pro výnosy 7 až 8 t.ha⁻¹ dokonce až 3500 g.m⁻². Znamená to, že pro určitý hospodářský výnos je třeba dosáhnout určité úrovně celkové sušiny nadzemní biomasy.

ZÁVĚR

Růst tritikale vyjádřený množstvím sušiny na 1 m² a jedné průměrné rostliny prokazuje, že tritikale stojí mezi pšenicí a žitem. Také v období kryptovegetace během zimních měsíců byl růst tritikale intenzivnější než pšenice a blížil se žitu. Rovněž po obnovení jarní vegetace není regenerace a počáteční růst tak rychlý jako u žita, ale je rychlejší než u ozimé pšenice.

Podíl sušiny hlavního stébla, silných a slabých odnoží ukazuje, že tritikale má určitou autoregulační schopnost úpravy hustoty porostu, přičemž vyšší podíl sušiny mají odnože. U pšenice je naopak největší podíl sušiny investován do hlavního stébla. U studovaných polských odrůd tritikale se neprojevovaly podstatnější rozdíly v tvorbě a distribuci sušiny. Jen odrůda Lasko prokázala jisté odlišnosti. Vyšší celková tvorba sušiny tritikale je dána jeho delší vegetační dobou a delším obdobím růstu od metání do zralosti. Pro výnosy zrna od 3,5 t.ha⁻¹ bylo třeba asi 1450 g.m⁻² sušiny nadzemní biomasy, pro výnosy 5,7 t.ha⁻¹ okolo 1800 g.m⁻².

Podzimní aplikace regulátorů růstu (paclobutrazol a chlormequat) může zvýšit sušinu rostlin při normálním průběhu počasí. Tento vliv se může udržet až do jara. Také pozitivní vliv jarní aplikace regulátorů růstu je závislý na průběhu počasí. Většinou se zvyšuje počet odnoží, a tím i sušina rostlin, zejména při synergickém vlivu dusíkatého hnojení.

S vyšší dávkou dusíkatého hnojení se zvyšovala sušina nadzemní biomasy, zejména následně po první dávce dusíku časně na jaře. Dělená výživa dusíkem však vedla k rovnoměrnější tvorbě sušiny a vyššímu hospodářskému výnosu.

Literatura

- BELFÍN, J.: Využití tritikale v Západočeském kraji, struktura výnosů a agrotechnika. [Závěrečná zpráva.] Praha, VŠZ 1988, 108 s.
- PETR, J. - PÁTÝ, F. - MYŠÁK, J.: Tvorba a redukce odnoží a jejich podíl na výnosu. Rostl. Výr., 23, 1978, č. 10, s. 1081-1092.
- PETR, J. - HRADECKÁ, D.: Vliv podzimní aplikace regulátorů růstu na přezimování a výnos ozimého ječmene. Rostl. Výr., 33, 1988, č. 5, s. 513-520.
- PETR, J. a kol.: Tritikale. Praha, VŠZ, Editpress 1991, 170 s.
- ŠESTÁK, Z. - ČATSKÝ, J.: Metody studia fotosyntetické produkce rostlin. Praha, Academia 1966, 394 s.

PETR, J. - HRADECKÁ, D. (University of Agriculture, Praha):

Dry matter production and distribution in triticale cultivars.

Rostl. Výr., 39, 1993 (6) : 491-498.

Complex analyses of biological and economic yield formation in triticale were carried out during regular measurements of underground dry matter production. Three-year trial studied dry matter production of above-ground biomass of plants of the Polish cultivars of winter triticale Dagro, Grado, Largo and Lasko and the Czech cultivar of winter triticale Korm compared with winter wheat - the Regina cultivar and winter rye - the Breno cultivar.

Dynamics of dry matter increments indicate that in this way the triticale occupies the mean position between winter rye and winter wheat. This was similar in the period of the growth at the beginning of winter and during winter months and spring regeneration, the growth of triticale was more intensive than that of wheat and was nearly similar to rye.

The proportion of dry matter of main stems was the highest in the winter wheat cultivar and mostly lowest was in triticale cultivars. This confirmed certain autoregulatory ability of triticale for the quality of the stand, by higher proportion of tillers.

There were no significant differences among triticale cultivars. Solely the known Lasko cultivar was somewhat different. However, there was higher increment of triticale dry matter in total towards the end of the vegetation and the final level of dry matter yield. This is, however, connected with the totally longer period from heading to ripeness and longer vegetation period of triticale compared with wheat and rye.

It was manifested that 1,450 g of above-ground biomass dry matter per 1 m² was need for 3.5 t.ha⁻¹ and some 1,800 g.m⁻² for the yield of 5.7 t.ha⁻¹.

Autumn and early spring application of growth regulators (paclobutrazole and chlormequate) increased dry matter of plants under certain conditions, what can be recommended for practice to assure on the overwintering, by synchronic tillering, caused higher economic yield.

The effect of higher rates on increment of above-ground biomass dry matter was confirmed in nitrogen fertilizing. However, split nitrogen treatment was better for an economic yield.

Kontaktní adresa:

Prof. ing. Jiří Petr, DrSc., Vysoká škola zemědělská, 165 21 Praha 6-Suchbát

ÚRODOVÁ VARIABILITA MEDZIRIADKOVEJ KULTIVÁCIE V ŠTANDARDNOM A ALTERNATÍVOM PESTOVANÍ ZRNOVEJ KUKURICE

M. Mazúr

ZEAINVENT, a. s., Trnava

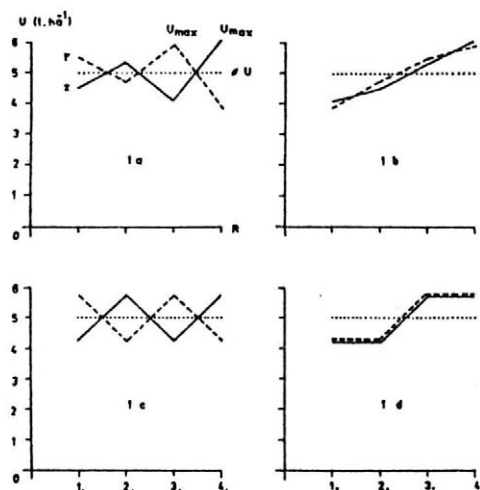
Efekt mechanickej medziriadkovej kultivácie je často odvodzovaný od pestovateľského ročníka. Táto jej závislosť bola porovnávaná s pestovaním kukurice pri súbežnej aplikácii mechanickej a štandardnej chemickej ochrany proti burinám. Variabilita bola stanovovaná nepriamym spôsobom - prostredníctvom tzv. trendov variability a tiež aj pomocou indexov $\bar{x}/x_{\max}$, kde x je úroda. Pri každom variante boli uvedené trendy a indexy počítané pre inverzným priebehom odchýliek vzájomne spätú dvojicu radov úrod usporiadaných podľa veľkosti - pre rad pôvodný, t. j. základný, a pre rad referenčný (~ inverzný). Tento systém popri celkovej kvantite variability umožnil stanoviť aj jej kvalitu - rozloženie odchýliek okolo priemeru, čiže symetriu, príp. asymetriu variability. Ukázalo sa, že za ročníkovosť úrodového prejavu kukurice je zodpovedné viac jej pestovanie so súčasťou aplikáciou herbicídnej ochrany než pestovanie len s mechanicou medziriadkovou kultiváciou.

Chemizácia poľnohospodárstva, zvlášť na úseku samotného poľného pestovania plodín, mu vnútila osobitné technologické črty predtým nepoznané v klasickom (alternatívnom) poľnohospodárstve. Avšak ani výrazné počiatočné úspechy začínajúcej herbicídnej ochrany a neskôr jej štandardná prítomnosť a efekt natrvalo nevytlačili z polí plečky či dokonca oborávacie pluhy. Boli a sú to predovšetkým ekologické dôvody v širšej súvislosti (A n o n y m, 1980; H n á t, 1991; L ü t k e, 1987; G a n c h o v, 1987), ale aj dôvody striktné produkčné (V i s s e r, A a r t s, 1985, M a z ú r, 1987a, W i l l e m y n s et al., 1988), ktoré nakoniec prinavracajú uvedené medziriadkové obrábanie pôdy do bežnej praxe, a to buď na úroveň jeho kombinácie ako rovnocenného partnera s aplikáciou herbicídov, alebo dokonca i do (pôvodného) výlučného postavenia v tomto článku technológie pestovania kukurice - v rámci tzv. alternatívneho pestovania (A n o n y m, 1990; D v o r á k o v á, 1990; S e i f e r t o v á, 1990).

Hodnoteniu variability údajov je venovaných viacero priamych i nepriamych spôsobov, metód. Z jednoduchších sú to napr. miera stability (Z i t t a, 1976), index stability (K e n d a l, S t u a r t, 1977), koeficient stability (M a z ú r, 1987b) a iné. Príspevok je zároveň venovaný ďalšiemu, z pohľadu formálneho, matematicky jednoduchšiemu spôsobu hodnotenia variability.

MATERIÁL A METÓDA

Podstata spôsobu hodnotenia variability je znázornená na obr. 1a-d. Východiskom je základný rad hodnôt (úrod) z (1a - prirodzená variabilita, 1c - teoreticky



1a - úrody v pôvodnom poradí - yields in original sequence

1b - úrody podľa veľkosti - yields according to the size

z - základný rad úrod (plná čiara) - basic rank of yields (full line)

r - referenčný rad úrod (čiarkovane) - referential rank of yields (broken line)

1c, 1d - analógia 1a, 1b - teoretický prípad pravidelného kolísania (tvorba tabuliek pre nepriame určovanie variability) - analogy 1a, 1b - theoretical case of regular fluctuation (creation of tables for indirect determination of variability)

U - úroda - yield

U_{max} - maximálna úroda - maximal yield

$\bar{U}$ - priemerná úroda - average yield

R - roky - years

1. Genéza hodnotenia variability nepriamym spôsobom - Genesis of evaluation of variability by indirect way

pravidelná variabilita), ktorý porovnávame k referenčnému radu hodnôt r (čiarkovane). Hodnoty x' referenčného radu vypočítame z hodnôt x radu základného takto: $x'_n = 2\bar{x} - x_n$. Hodnoty oboch uvedených radov potom zoradíme podľa veľkosti (1b, 1d). Ďalší postup závisí od pomeru $\bar{x}$ ku x_{max} .

Ak uvedený pomer v základnom rade sa pohybuje v hraniciach $1 > \bar{x}/x_{max} >> 0,5$, prakticky dosahujúc aspoň hodnotu 0,6 - 0,7, môžeme k približnému určovaniu hodnôt variability (vyjadrenej variačným koeficientom) použiť analogický postup, ako pri metóde jednoduchého výpočtu lineárneho trendu (M a z ú r, 1990). V tomto prípade však príslušné vypočítané hodnoty TV_{Δ} a $TV_{\Delta\beta}$ (v absolútnom zmysle) používame priamo na určovanie variability, vyjadrenej variačným koeficientom (tab. I) a nie na percentuálne hodnoty trendov. Hodnoty TV_{Δ} a $TV_{\Delta\beta}$ v tab. I boli počítané na základe uvedenej pravidelnej variability (porovnaj 1d). V tab. II sú uvedené reálne limity hodnôt TV_{Δ} a $TV_{\Delta\beta}$ a im zodpovedajúce limity hodnôt variačného koeficienta $v\%$ ($v\%$) podľa počtu n hodnôt x .

Ak veľkosť variability dosiahne hranicu $x_{max} - 2\bar{x} = 0$, ba prípadne ju aj prekročí ($x_{max} - 2\bar{x} > 0$), ako sprostredkujúcu hodnotu na určovanie variability používame priamo hodnotu pomeru $\bar{x}/x_{max}$ a to pomer p_1 - pre základný rad, a pomer p_2 - pre referenčný rad (tab. III - hodnota počítaná obdobne ako tab. I podľa pravidelnej variability hodnôt).

Výsledkom sú dvojice hodnôt (variačného koeficienta), umožňujúce popri kvantite variability hodnotiť aj jej kvalitu - asymetriu, resp. symetriu kolísania hodnôt. Pre porovnanie sme asymetriu (symetriu) odchýlkovosti stanovili aj modifikovaným indexom stability I_{s_1}, I_{s_2} (M a z ú r, 1992) a variabilitu úrod ako takú aj priamo zaužívaným variačným koeficientom $v\%$. Keďže v práci používame pri určovaní variability trendové indexy $TV_{\Delta}, TV_{\Delta\beta}$, pomery p_1, p_2 a modifikovaný index stability (I_{s_1}, I_{s_2}), v tab. IV je prehľad zodpovedajúcich nerovností príslušných ukazovateľov asymetrie variability.

I. Prehľad TV_{Δ} ($\sim\Delta$) a $TV_{\Delta\beta}$ ($\sim\beta$) pri (stúpajúcich) radoch n hodnôt, transformovaných z radov hodnôt s pravidelným kolísaním, vyjadreným variačným koeficientom - The survey TV_{Δ} ($\sim\Delta$) and $TV_{\Delta\beta}$ ($\sim\beta$) at (rising) ranks of n values transformed from ranks of values with regular fluctuation expressed by variation coefficient

n	Extrém odchýlky ¹	TV_{Δ} $TV_{\Delta\beta}$	v (v') v %								
			10	20	30	40	50	60	70	80	90
3	max	Δ	0,195	0,389	0,589	0,806	1,050	1,333	1,675	2,101	2,659
		β	2,764	5,310	7,628	9,720	11,599	13,283	14,789	16,138	17,348
	min	Δ	0,209	0,449	0,750	1,173	1,875	3,429	10,977	-	-
		β	2,953	6,047	9,217	12,388	15,482	18,435	21,199	-	-
4	max	Δ	0,135	0,278	0,440	0,635	0,889	1,250	1,830	2,963	6,316
		β	1,904	3,770	5,566	7,267	8,855	10,321	11,664	12,887	13,996
	min	Δ	0,099	0,200	0,308	0,429	0,573	0,751	0,986	1,315	1,823
		β	1,400	2,721	3,951	5,081	6,111	7,045	7,888	8,648	9,333
5	max	Δ	0,103	0,218	0,355	0,536	0,804	1,274	2,412	10,244	-
		β	1,457	2,942	4,425	5,875	7,264	8,572	9,786	10,901	-
	min	Δ	0,081	0,167	0,264	0,381	0,533	0,750	1,098	1,778	3,789
		β	1,142	2,262	3,340	4,360	5,313	6,193	6,998	7,732	8,397
6	max	Δ	0,066	0,135	0,209	0,294	0,398	0,530	0,713	0,988	1,460
		β	0,938	1,834	2,675	3,454	4,169	4,821	5,412	5,946	6,429
	min	Δ	0,068	0,143	0,232	0,345	0,506	0,768	1,313	3,269	-
		β	0,965	1,939	2,900	3,831	4,717	5,546	6,312	7,015	-
7	max	Δ	0,058	0,119	0,188	0,272	0,381	0,536	0,784	1,270	2,707
		β	0,816	1,616	2,386	3,114	3,795	4,423	4,999	5,523	5,998
	min	Δ	0,050	0,102	0,159	0,224	0,305	0,411	0,562	0,798	1,238
		β	0,706	1,384	2,024	2,619	3,168	3,670	4,125	4,538	4,911
8	max	Δ	0,051	0,107	0,172	0,254	0,368	0,548	0,895	1,917	∞
		β	0,722	1,445	2,155	2,839	3,487	4,092	4,650	5,161	5,625
	min	Δ	0,045	0,093	0,147	0,212	0,296	0,417	0,610	0,988	2,105
		β	0,635	1,257	1,855	2,422	2,952	3,440	3,888	4,296	4,665

$v_{\%} = s/\bar{x} \cdot 100$ pre párne² n , resp. $v'_{\%} = s'/\bar{x} \cdot 100$ pre nepárne³ n pri $n = N$

Pomlčkami sú vyznačené nedefinované hodnoty (tab. II) - Hyphens express not defined values (Tab. II)

¹extreme of deviation, ²for even, ³for odd

II. Limitné hodnoty TV_{Δ} , $TV_{\Delta\beta}$, $v_{\%}$ ($\sim v_{\%}$, $v_{\%}$); (doplňok tab. I) - Limit values TV_{Δ} , $TV_{\Delta\beta}$, $v_{\%}$ ($\sim v_{\%}$, $v_{\%}$); (supplement Tab. I)

n	TV_{Δ}	$v_{\%}$			$TV_{\Delta\beta}$
		n_p	extrém maxima ¹	n_{np} extrém minima ²	
3			< 150	< 75	22,5
4		< 100			15,0
5			< 125	< 83,3	11,25
6	∞	< 100			9,0
7			< 116,6	< 87,5	7,5
8		< 100			6,43
9			< 112,5	< 90	5,63
10		< 100			5,0

n_p - párny počet n hodnôt - even number of n values

n_{np} - nepárny počet n hodnôt - odd number of n values

¹extreme of maximum, ²extreme of minimum

Pri nepárnom počte n na rozdiel od počtu párneho vyplývajú odlišné hodnoty TV_{Δ} , $TV_{\Delta\beta}$ radu základného a radu referenčného (obdobne i p_1 , p_2), zodpovedajúce však tej istej hodnote modifikovaného výpočtu smerodajnej odchýlky ($\sim$ variačného

koefficienta $v_{\%}$) - d , kde $d \equiv s' = \sqrt{\frac{n}{n^2 - 1} \cdot (\sum x^2 - n \cdot \bar{x}^2)}$ pri zjednodušení, že po-

sudzovaný súbor hodnôt (úrod) považujeme za súbor úplný, t. j. $n = N$. Toto je zohľadnené pri tvorbe tab. II a IV (v prípadoch s nepárny n). Odchýlka d sa berie od upraveného priemeru $\bar{x}_+ = \bar{x} + d/n$ pri „extréme“ maxima, t. j. prevláda o jeden prípad odchýlka pod priemer, alebo $\bar{x}_- = \bar{x} - d/n$ pri extrémne „minima“, t. j. prevláda o jeden prípad odchýlka nad priemer. V práci sme demonštračne použili dvojročné výsledky (1990 až 1991) z pokusu s chemickým a mechanickým ošetrovaním porastu kukurice proti burinám (kontrola, plečka, plečka + oborávka po valci a bez neho; $n = N = 6$).

VÝSLEDKY

Hodnotenie variability prostredníctvom trendov je v tomto prípade jednoduchšie vzhľadom na párne $n = 6$ (úrod), z ktorých sa vypočítavali príslušné hodnoty TV_{Δ} , $TV_{\Delta\beta}$ (tab. I, riadky $\Delta, \beta \sim n = 6$). Podľa týchto indexov sa pri každej šiestici úrod (3 kultivácia x 2 valec) určovali hodnoty dvoch variačných koefficientov $v_{\%}$ (v analýze rozptylu percento transformované na arc sin %).

Za celý pokus vychádza priemer úrodovej variability, spôsobenej efektom medzi-riadkovej kultivácie v kombinácii s valcovaním (alebo bez neho) po sejbe na úrovni $v_{\%} = 57,7 \%$.

Pokus hodnotený na variabilitu prostredníctvom pomerov p_1, p_2 (v tomto prípade boli v analýze rozptylu samotné pomery; je však možné takto spracovať aj odpovedajúce hodnoty $v_{\%}$, kým pri vyššie uvedených trendoch jedine $v_{\%}$) ukázal priemernú hodnotu $\bar{O}p = 0,66$. Podľa tab. III (jej ľavej polovice s kvantitou kolísania $\sim \bar{O}p = (p_1 + p_2) : 2$, kde p_1, p_2 sú v pravej polovici tabuľky) v rovine úrovne $n = 6$ sa táto hodnota nachádza pod stĺpcom $v_{\%} = 50 \%$ (presnejšie v riadku $a = 4, b = 2$).

Kontrola výsledkov týchto dvoch spôsobov určila variabilitu (kvantitu) na úrovni priemeru I_{s_1}, I_{s_2} , t. j. $I_s = 0,784$, čiže $43,2 \%$ ($v_{\%}$); kontrola priamym výpočtom $v_{\%}$ z úrod stanovila hodnotu kolísania na $40,6 \%$.

Pri priemernej úrode za celý pokus $3,13 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ zrna kukurice teda medziriadkové kyprenie na povalcovaných a nepovalcovaných parcelách spôsobilo kolísanie úrod oproti úrode priemernej $\pm 1,81 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (určené podľa trendov $TV_{\Delta}, TV_{\Delta\beta}$, $\pm 1,57 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (podľa pomerov p_1, p_2), resp. len $\pm 1,35 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (podľa I_{s_1}, I_{s_2}) alebo $\pm 1,27 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (podľa priameho výpočtu $v_{\%}$).

Priebeh odchýlkovosti nad a pod priemernú úrodu všetky uvedené spôsoby hodnotenia variability (okrem priameho určenia $v_{\%}$), či už teda porovnávané (trendy, pomery) alebo porovnávací (modifikovaný index stability), hodnotili v podstate ako rovnomerný:

Rad úrod	Určenie variability (asymetrie) pomocou			
	trendov	pomerov	modifikovaný koeficient stability	
Základný	50,3	50,0 (p_1)	42,3	44,1
Referenčný	49,7	50,0 (p_2)	(I_{s_1})	(I_{s_2})

(v tabuľke sú hodnoty $v_{\%}$; sú pri trendoch priamo úmerné hodnotám $TV_{\Delta}, TV_{\Delta\beta}$, nepriamo úmerné veľkostiam pomerov p_1, p_2 a veľkostiam koeficientov I_{s_1}, I_{s_2}, I_s - porovnaj tab. IV).

Variabilita úrod zrna variantov len s mechanickým ošetrovaním porastov kukurice ($\sim$ alternatívne pestovanie kukurice) v porovnaní s chemicko-mechanickým ošetrovaním bola podstatne vyššia:

Ošetrovanie porastov	Určenie variability ($v_{\%}$) podľa			
	trendov	pomerov	modifikovaný koeficient stability	priamo $v_{\%}$
Mechanické	62,3	75	57,9	54,6
Kombinované	43,8	> 37,5	35,8	33,7

III. Prehľad hodnôt $\bar{O}p$, p_1 , p_2 pri (stúpajúcich) radoch n hodnôt transformovaných z radov hodnôt s pravidelným kolísaním vyjadreným variačným koeficientom $v\%$, $v\%$ -
 A survey of values $\bar{O}p$, p_1 , p_2 at (rising) ranks of n values transformed from the ranks of values with regular fluctuation expressed by variation coefficient $v\%$, $v\%$

n	a	b	Kvantita variability ¹ ($\bar{O}p$) v (v') $v\%$								Kvalita variability (p_1, p_2) v (v') $v\%$															
			(0)	10	25	50	75	100	125	150	(0)	10		25	50		75		100	125		150				
3	(1,5)	(1,5)	1,0	<u>0,90</u>	0,80	0,66	0,57	0,50	0,44	0,40	1,0	1,0	<u>0,90</u>	<u>0,90</u>	0,80	0,80	0,66	0,66	0,57	0,57	0,50	0,50	0,44	0,44	0,40	0,40
	2	1	1,0	0,91	0,79	0,66	0,57	0,50	0,45	0,40	1,0	1,0	0,88	0,93	0,74	0,85	0,59	0,74	0,49	0,65	0,41	0,59	0,36	0,53	0,32	0,49
4	2	2	1,0	<u>0,90</u>	0,80	0,66	0,57	0,50	0,44	0,40	1,0	1,0	<u>0,90</u>	<u>0,90</u>	0,80	0,80	0,66	0,66	0,57	0,57	0,50	0,50	0,44	0,44	0,40	0,40
	3	1	1,0	0,90	0,79	0,66	0,57	0,50	0,45	0,41	1,0	1,0	0,85	0,95	0,70	0,87	0,54	0,78	0,43	0,70	0,37	0,63	0,32	0,58	0,28	0,54
5	(2,5)	(2,5)	1,0	<u>0,90</u>	0,80	0,66	0,57	0,50	0,44	0,40	1,0	1,0	<u>0,90</u>	<u>0,90</u>	0,80	0,80	0,66	0,66	0,57	0,57	0,50	0,50	0,44	0,44	0,40	0,40
	3	2	1,0	0,91	0,80	0,67	0,57	0,50	0,45	0,40	1,0	1,0	0,89	0,92	0,77	0,83	0,62	0,71	0,52	0,62	0,45	0,55	0,40	0,49	0,35	0,45
	4	1	1,0	0,89	0,77	0,65	0,56	0,50	0,45	0,41	1,0	1,0	0,83	0,95	0,66	0,88	0,50	0,80	0,40	0,72	0,33	0,66	0,29	0,62	0,25	0,57
6	3	3	1,0	<u>0,90</u>	0,80	0,66	0,57	0,50	0,44	0,40	1,0	1,0	<u>0,90</u>	<u>0,90</u>	0,80	0,80	0,66	0,66	0,57	0,57	0,50	0,50	0,44	0,44	0,40	0,40
	4	2	1,0	0,91	0,79	0,66	0,57	0,50	0,45	0,40	1,0	1,0	0,88	0,93	0,74	0,85	0,59	0,74	0,49	0,65	0,41	0,59	0,36	0,53	0,32	0,49
	5	1	1,0	0,89	0,77	0,64	0,56	0,50	0,45	0,41	1,0	1,0	0,82	0,96	0,64	0,90	0,47	0,82	0,37	0,75	0,31	0,69	0,26	0,64	0,23	0,60
7	(3,5)	(3,5)	1,0	<u>0,90</u>	0,80	0,66	0,57	0,50	0,44	0,40	1,0	1,0	<u>0,90</u>	<u>0,90</u>	0,80	0,80	0,66	0,66	0,57	0,57	0,50	0,50	0,44	0,44	0,40	0,40
	4	3	1,0	0,91	0,80	0,67	0,57	0,50	0,44	0,40	1,0	1,0	0,90	0,92	0,78	0,82	0,63	0,70	0,54	0,61	0,46	0,54	0,41	0,48	0,37	0,43
	5	2	1,0	0,90	0,79	0,66	0,60	0,50	0,45	0,40	1,0	1,0	0,86	0,94	0,72	0,86	0,56	0,76	0,46	0,74	0,39	0,61	0,34	0,59	0,30	0,51
	6	1	1,0	0,88	0,76	0,64	0,56	0,50	0,45	0,42	1,0	1,0	0,80	0,96	0,62	0,91	0,45	0,83	0,35	0,77	0,29	0,71	0,25	0,66	0,21	0,62
8	4	4	1,0	<u>0,90</u>	0,80	0,66	0,57	0,50	0,44	0,40	1,0	1,0	<u>0,90</u>	<u>0,90</u>	0,80	0,80	0,66	0,66	0,57	0,57	0,50	0,50	0,44	0,44	0,40	0,40
	5	3	1,0	0,91	0,80	0,66	0,57	0,50	0,45	0,40	1,0	1,0	0,89	0,93	0,76	0,84	0,61	0,72	0,51	0,63	0,44	0,56	0,38	0,51	0,34	0,46
	6	2	1,0	0,90	0,79	0,66	0,57	0,50	0,45	0,41	1,0	1,0	0,85	0,95	0,70	0,87	0,54	0,78	0,43	0,70	0,37	0,63	0,32	0,58	0,28	0,54
	7	1	1,0	0,88	0,76	0,64	0,56	0,50	0,46	0,42	1,0	1,0	0,79	0,96	0,60	0,91	0,43	0,84	0,34	0,78	0,27	0,73	0,23	0,68	0,20	0,64

9	(4,5)	(4,5)	1,0	0,90	0,80	0,66	0,57	0,50	0,44	0,40	1,0	1,0	0,90	0,90	0,80	0,80	0,66	0,66	0,57	0,57	0,50	0,50	0,44	0,44	0,40	0,40
	5	4	1,0	0,91	0,80	0,67	0,57	0,50	0,44	0,40	1,0	1,0	0,90	0,92	0,78	0,82	0,64	0,69	0,54	0,60	0,47	0,53	0,42	0,47	0,37	0,43
	6	3	1,0	0,91	0,79	0,66	0,57	0,50	0,45	0,40	1,0	1,0	0,88	0,93	0,74	0,85	0,59	0,74	0,49	0,65	0,41	0,59	0,36	0,53	0,32	0,49
	7	2	1,0	0,90	0,78	0,65	0,56	0,50	0,45	0,41	1,0	1,0	0,84	0,95	0,68	0,88	0,52	0,79	0,42	0,71	0,35	0,65	0,30	0,60	0,26	0,56
	8	1	1,0	0,87	0,75	0,63	0,56	0,50	0,46	0,42	1,0	1,0	0,78	0,97	0,59	0,92	0,41	0,85	0,32	0,79	0,26	0,74	0,22	0,69	0,19	0,65
10	5	5	1,0	0,90	0,80	0,66	0,57	0,50	0,44	0,40	1,0	1,0	0,90	0,90	0,80	0,80	0,66	0,66	0,57	0,57	0,50	0,50	0,44	0,44	0,40	0,40
	6	4	1,0	0,91	0,80	0,67	0,57	0,50	0,45	0,40	1,0	1,0	0,89	0,92	0,77	0,83	0,62	0,71	0,52	0,62	0,45	0,55	0,40	0,49	0,35	0,45
	7	3	1,0	0,90	0,79	0,66	0,57	0,50	0,45	0,40	1,0	1,0	0,87	0,94	0,72	0,86	0,57	0,75	0,47	0,67	0,40	0,60	0,34	0,55	0,30	0,50
	8	2	1,0	0,89	0,77	0,65	0,56	0,50	0,45	0,41	1,0	1,0	0,83	0,95	0,66	0,88	0,50	0,80	0,40	0,72	0,33	0,66	0,29	0,62	0,25	0,57
	9	1	1,0	0,87	0,75	0,63	0,55	0,50	0,46	0,42	1,0	1,0	0,77	0,97	0,57	0,92	0,40	0,86	0,31	0,80	0,25	0,75	0,21	0,71	0,18	0,66

a - počet odchýliek pod priemer², b - počet odchýliek nad priemer - pri kvalite variability je tabuľka stavaná pre extrém maxima v základnom rade hodnôt³ ($\sim p_1$), v prípade extrém minima platia opačné hodnoty⁴ p_1, p_2 a hodnoty a, b

$v_{\%} = s/\bar{x} \cdot 100$ - pre párne⁵ n ; $v_{\%} = s/\bar{x} \cdot 100$ - pre nepárne⁶ n ; $n = N$

Tabuľkové hodnoty prislúchajúce hodnotám v zátvorke vo vrchnej (0 %, $v_{\%}$, $v_{\%}$) a bočnej - ľavej (hodnoty so zlomkami pri a, b) hlavičke tabuľky sú hypotetické z hľadiska skutočnej odchýlkovosti - Tabular values appropriate to the values in brackets in upper and side - left (values with fractions at a, b) heading of table are hypothetical from the standpoint of the actual deviation character

¹variability quantity, ²number of deviations below average, ³number of deviations above average - at variability quality table is composed for extreme of maximum in the basic rank of values, ⁴in the case of extreme of minimum reverse values can be applied, ⁵for even, ⁶for odd numbers

IV. Porovnanie odpovedajúcich nerovností ukazovateľov asymetrie variability - Comparison of corresponding unbalances of indicators of variability asymmetry

Typ asymetrie variability (v základnom rade) ¹	Určenie variability pomocou ⁴				
	trendov ⁵		pomero ⁶ p_1, p_2		modifikovaného indexu stability (počítaného len na základnom rade) ⁹
	základný rad ⁷	referenčný rad ⁸	základný rad	referenčný rad	
Extrém maxima ²	$TV_{\Delta} < TV_{\Delta}$ $TV_{\Delta\beta} < TV_{\Delta\beta}$		$p_1 < p_2$		(základný rad) (referenčný rad) $I_{s_1} > I_{s_2}$
Extrém minima ³	$TV_{\Delta} > TV_{\Delta}$ $TV_{\Delta\beta} > TV_{\Delta\beta}$		$p_1 > p_2$		$I_{s_1} < I_{s_2}$ (základný rad) (referenčný rad)

¹type of variability asymmetry (in basic rank), ²extreme of maximum, ³extreme of minimum, ⁴determination of variability by means, ⁵trends, ⁶ratios, ⁷basic rank, ⁸referential rank, ⁹by modified index of stability (calculated only on basic rank)

Variabilita dosiahnutých úrodových výsledkov (vrátane alternatívneho pestovania) bola v roku 1991 podstatne vyššia:

Rok	Určenie variability (v%) podľa			
	trendu	pomeru	modifikovaný koeficient stability	priamo v%
1990	43,9	> 25,0	30,0	29,9
1991	71,6	> 50,0	52,0	51,4

Jej príčina však tkvie, ako sa ukázalo po podrobnejšom rozboře, predovšetkým v rozdielnej účinnosti herbicídnej ochrany porastov proti burinám, (teda, že pestovateľské ročníky robí najmä chémia).

Dokazuje to aj zodpovedajúci prehľad úrod ($t \cdot ha^{-1}$):

Rok	Ošetrovanie porastu	
	mechanické	kombinované
1990	1,97	4,63
1991	1,89	2,90
$\frac{ \Delta }{1990}$	(%) 4,1	37,4

Výsledky poukázali predovšetkým na významný regulačný potenciál efektu sledovaného pôdneho spracovania - medziriadkovej kultivácie kukurice na povalcových a nepovalcových parcelách. Uvedená priemerná variabilita úrod dokazuje značné rozpätie tohto potenciálu, potvrdené i našimi pôvodnejšími výsledkami, týkajúcimi sa tvorby úrod v priamom slova zmysle v zhode s autormi V i s s e r , A a r t s (1985), W i l l e m y n s et al. (1988) a i., ako aj v širšom zábere účinku pri poľnej produkcii ako takej - napr. prostredníctvom regulácie iných faktorov, podieľajúcich sa na produkčnom procese (H n á t , 1991; G a n c h o v , 1987 a ďalší). Okrem toho medziriadková kultivácia je jedným z rozhodujúcich faktorov produkčného procesu v tzv. alternatívnom pestovaní plodín (A n o n y m , 1990; D v o r á k o v á , 1990 a i.), hoci pri kukurici toto pestovanie predstavuje iba cca 50% hladinu produkcie v podmienkach jej súdobého štandardného pestovania, ako dokazujú aj vyššie uvedené výsledky.

Vykázané konkrétne hodnoty nepriamo určeného $v\%$ (podľa TV_{Δ} , $TV_{\Delta\beta}$ resp. aj podľa p_1 , p_2) pri kolísaní úrod sú však viac alebo menej nadsadené v porovnaní s priamymi alebo presnými numerickými metódami hodnotenia variability (čiže priamy výpočet $v\%$, I_s , I_{s_2} , I_s) v tomto prípade o cca jednu tretinu. Vysvetlenie vyplýva z obr. 2. Čím bližšie sa skutočný priebeh úrod podobá priebehu tabuľkovému na nepriame určenie variability (plná čiara), tým presnejší je tento odhad (porovnaj aj obr. 1b s obr. 1d), avšak priebeh úrod zoradených podľa veľkosti variantov uvedeného spracovania pôd: 1,63, 2,39, 2,93, - 3,35, 3,99, 4,64 t.ha⁻¹ (priemery za ostatné varianty v pokuse a dva roky) skôr pripomína priebeh podľa obr. 1b.

Na obr. 2 všetky znázornené priebehy úrod (~ ľavá polovica grafu) majú podľa trendového (resp. aj pomerového p_1 , p_2) spôsobu nepriameho určenia variability indikovanú variabilitu $v\% \approx 35,5\%$. V skutočnosti sa zdola nahor znižuje a pri vrchnom bodkovanom priebehu úrod dosahuje len cca 70% variability priebehu tabuľkového - spodného (vyznačeného plnou čiarou).

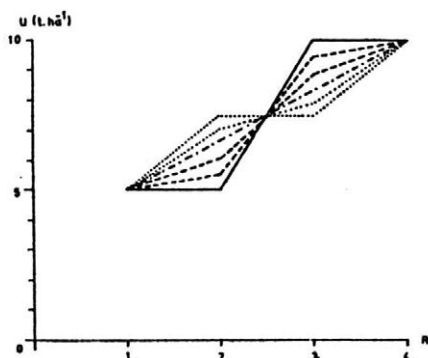
2. Lichobežníky možných priebehov odchýliek radov hodnôt zoradených podľa veľkosti (teoretické prípady); skreslenie nepriameho určovania variability - Trapezoids of potential courses of deviations of ranks of values classified according to the size (theoretical cases); distortion of indirect determination of variability

———— tabuľkový priebeh hodnôt (~ variability) - tabular course of values (~ variability)

- - - - skreslenie vplyvom konkávneho priebehu hodnôt - distortion due to concave course of values

- . . . - skreslenie vplyvom priamkového priebehu hodnôt - distortion due to straight line course of values

..... skreslenie vplyvom konvexného priebehu hodnôt - distortion due to convex course of values



Obr. 2 znázorňuje lichobežníkom možných priebehov zoradených hodnôt príčiny nadsadzovaného odhadu variability poruchami v priebehu zoradených hodnôt na výpočet, ktorých podstatou je viac alebo menej odlišný priebeh hodnôt od tabuľkového priebehu hodnôt.

Napriek tomu, ako dokazujú uvedené (i väčšina ďalších, v príspevku neuvedených) porovnania, pre účely vzájomného porovnania i pri neideálnom priebehu zoradených hodnôt je možné dospieť prinajmenšom aspoň ku kvalitatívne zhodným záverom so závermi, ktoré by vyplynuli síce z exaktnejších, ale (neporovnateľne) zložitejších metód (Z i t t a , 1976; K e n d a l , S t u a r t , 1977), čo sa potvrdilo i na úrovni hodnotenia samotnej kvality variability (M a z ú r , 1992).

Keď z uvedených dvoch demonštrovaných jednoduchých spôsobov nepriameho určovania variability zoberieme za základnejší (a v stanovení náročnejší - určenie uhla prostredníctvom funkcie tg) spôsob založený na trendových výpočtoch TV_{Δ} , $TV_{\Delta\beta}$, tak ich pôvodné poslanie je hodnotiť priamky s rôznymi sklonmi - trendami, čomu zodpovedajú príslušné dvojice TV_{Δ} , $TV_{\Delta\beta}$, (M a z ú r , 1990). K tomuto poslaniu by najlepšie na obr. 2 vyhovoval priamkový priebeh úrod, prípadne priebehy jej blízke (nad a pod strednou šikmou priamkou).

Pri nepriamom hodnotení variability (predmetom tohto príspevku) sú trendové výpočty TV_{Δ} , $TV_{\Delta\beta}$ (ale tiež aj p_1 , p_2) počítané pre lomené vodorovné priamky, resp. pre vodorovné priamky so zmenou úrovne (obr. 1d, 2 - základný, tabuľkový priebeh úrod, vyznačený plnou čiarou).

Predstavené jednoduché postupy nepriameho určenia variability sú vhodné skôr pre skupinové hodnotenie (hodnotenie väčšieho počtu prípadov), kde prípadné jednotlivé extrémne výsledky budú eliminované všeobecne prevládajúcou úrovňou zistenej skutočnej variability. Sú tiež vhodné skôr ku kvalitatívnemu použitiu (orientačnému vzájomnému porovnaniu) než k presnému stanoveniu kvantít kolísania.

Medziriadková kultivácia porastov kukurice bude mať zrejme zaručenú budúcnosť svojej obligátnej aplikácie. V porovnaní s chemickým, resp. kombinovaným ošetrovaním, zaručuje menšiu ročníkovosť poľnej produkcie. Proporcionalita štandardného a alternatívneho pestovania bude potom určená vzájomne kompromisom medzi ekonomickými možnosťami a ekologickými limitmi agrobiocenózy hospodárskeho komplexu danej spoločnosti.

L i t e r a t ú r a

ANONYM: Row-crop cultivating and thinning equipment. John Deer, USA (propagačný odborný materiál, depon v Zeainvent, a. s., Trnava), 1980, 39 s.

ANONYM: Ťažký život bez chémie (Alternatívne poľnohospodárstvo iba doplnok). Roľn. Nov., XLV, 1990, č. 69, s. 1.

DVORÁKOVÁ, E.: Alternativní (ekologické) zemědělství. Vesmír, 1990, č. 9, s. 503-506.

GANCHOV, M.: Gare aux nitrates des eaux. Nouvel. Agric., 1987, č. 25, s. 46.

HNÁT, A.: Vplyv rozdielnych spôsobov aplikácie herbicídov na výšku úrody zrnovej kukurice. Pôda a Úroda, 1991, č. 1, s. 10-11.

KENDAL, M. - STUART, A.: The advanced theory of statistics. London, Charles Griffin Co. LTD, I, 1977.

- LÜTKE, N.: Způsoby pěstování kukuřice chránící životní prostředí - ekologické hledisko a pěstitelské řešení. In: Zbor. Mais Kolloquium, Einbeck (SRN), 3. 9. 1987, s. 25-47.
- MAZÚR, M.: Uplatnenie plečkovania pri rôznej herbicídnej ochrane porastov kukurice na zrno. Rostl. Výr., 33, 1987a, č. 6, s. 613-621.
- MAZÚR, M.: Koeficient stability úrod. Věst. Českoslov. Akad. zeměd., 1987b, č. 9, s. 564-566.
- MAZÚR, M.: Analýza trendu úrod kukurice na zrno a ozimnej pšenice. Rostl. Výr., 36, 1990, č. 7, s. 755-763.
- MAZÚR, M.: Testovanie ukazovateľov vybraných vlastností osiva kukurice modifikovaných inde-
xom stability. Rostl. Výr., 38, 1992, č. 11, s. 935-942.
- SEIFERTOVÁ, E.: Alternativní zemědělství u nás se teprve rodí. Pôda a Úroda, 1990, č. 8, s. 381-382.
- VISSER, C. DE - AARTS, H.: Chemische onkruidbestrijding in de teelt van snijmais. Proefstation
voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegroun, Lelystad, Verlag 1985, č. 37, 121 s.
- WILLEMYNS, P. - BULCKE, R. - HIMME, M. VAN - STRYCKERS, J.: La concurrence des
adventices en maïs. LEDENT, J. F. (ed.): Guide du maïs, C.I.P.F. asbl. Zbor. Ciaco-Louvainla-
Neuv., 1988, s. 123-136.
- ZITTA, M.: Míra stability výnosů zemědělských plodin. In: Zbor. Vys. Šk. zeměd. Řada A, 1976,
s. 79-93.

Došlo 20. 8. 1992

MAZÚR, M. (ZEAINVENT, a. s., Trnava):

Yield variability of interrow tillage in the standard and alternative maize cultures.

Rostl. Výr., 39, 1993 (6) : 499-510.

The effect of mechanical interrow tillage is often derived from the year of culture. Based on this, a regular application of the tillage of this kind is considered to be the cause of a pronounced yield fluctuation from year to year. However, this tillage is a substantial component of a vegetation tillage of wide-interrow stands within the so-called alternative crop culture, including maize. Owing to this, the above mentioned dependence of mechanical interrow-tillage was compared with maize culture where existing standard herbicide control of weeds is combined with mechanical control. The selected results of a field trial conducted in the years 1990 - 1991 were used as a basis in which the effect of the following culture treatment was observed: rolling, weeding, weeding + ridging, preemergent (Dual 500 EC, Lasso 50) and postemergent (Harmony, Titus) herbicide protection.

The dependence of the mechanical and mechanico-chemical cultivation of maize vegetation was evaluated by the yield fluctuation in six variants of the mechanical soil treatment (rolling x interrow tillage) in 1990 and 1991. Fluctuation was stated indirectly using some numerical modifications and operations taken from the method of fluctuation determination, as reported K e n d a l , S t u a r t (1977); (Fig. 1), and from the method of linear trend determination (M a z ú r , 1990). The principle of this combination consists in the evaluation of the so-called variability trends in the evaluated original (basic) and inverse (referential) value ranges, classified according to the magnitude. The respective variability values correspond with so-called trends and these values are expressed in coefficients of variation: $v_{\%}$ for even number of n values and $v'_{\%}$ for the odd number of n values. The population standard deviation for the odd number of n values ($n = N$) is calculated in non-standard way. The value of deviation calculated non-
stan-

dardly (s') is as follows: $s : s' - \sqrt{n^2 - 1} : n$ (if the deviation s calculated in a standard way is applied also to the odd number n). The survey of the trend indices TV_{Δ} , $TV_{\Delta\beta}$ in relation to the respective $v_{\%}$ or $v'_{\%}$ values, and calculated from the values with (theoretically) regular variability is in Tab. I. The limits of application of this way of indirect evaluation of fluctuation are in Tab. II. In the case of necessity (but also without it) it is possible to apply simpler mode for indirect evaluation represented by the index $\bar{x}/x_{\max} : p_1$ for basic and p_2 for referential range of values. Pairs of p_1 , p_2 , their averages and corresponding $v_{\%}$, $v'_{\%}$ values are presented Tab. III (Fig. 1a). The use of the pairs of coefficients of variation relating to TV_{Δ} , $TV_{\Delta\beta}$ or to p_1 , p_2 (in this case it is better to use the p_1 , p_2 values directly in the analysis of variance or in other similar calculation, than the $v_{\%}$, $v'_{\%}$ values, determined from them) allows, in the case of variability, to evaluate, excluding its quantity, also its quality. That means an evaluation of asymmetry or symmetry of fluctuation (M a z ú r , 1987b).

It follows from the results obtained that the culture with the applied herbicide protection was responsible mainly for the year character of maize yields. Despite the fact that the interrow tillage is a more stabilized yield factor than the herbicide protection and it is also one of the most important factors of the production process in the so-called maize alternative culture, this culture presents only 50% level of production in the conditions of the contemporary standard culture of maize.

The two presented simple methods of the indirect evaluation of variability are more suitable for the evaluation within a larger number of cases. Occasional individual extreme results are eliminated by generally prevailing level of the observed real variability. They are more suitable for approximate (but not subjective) reciprocal comparison than for exact determination of quantity of fluctuation.

Kontaktná adresa:

Ing. Marián M a z ú r , CSc., ZEAINVEST, a. s., 917 52 Trnava

ÚČINOK VÝSEVKU A KOMPLETNOSTI PORASTU NA ÚRODU KRMU LUCERNY

P. Jamriška

Výskumný ústav rastlinnej výroby, Piešťany

V poľných podmienkach sa skúmal účinok výsevu 3 - 6 - 12 mil.ha⁻¹ klíčivých semien a 100 - 80 - 60 - 400% kompletnosti porastu na úrodu sušiny krmu lucerny. Hodnotili sa úrody v troch rokoch vegetácie porastu vrátane vplyvu výšky rastlín a obsahu sušiny pri zbere prvých kosieb. Kompletnosť porastu pôsobila na úrodu viac ako výsevek. V roku sejby začínal pokles úrody už na úrovni 80% kompletnosti, v druhom roku na 60%, avšak v treťom roku až na 40% úrovni. Účinok výsevu bol najvýraznejší v roku sejby. V priemere pokusného obdobia mali porasty s výsevom 3 mil.ha⁻¹ nižšie úrody ako s 12 mil.ha⁻¹. V závislosti od kompletnosti začínal pokles úrody na 60% úrovni. V interakcii oboch faktorov bol vplyv výsevu väčší pri 40% kompletnosti. Zatiaľ čo na porastoch s najnižším výsevom začínal pokles úrody pri 60% kompletnosti, s ostatnými výsevkami to bolo až pri 40% kompletnosti. Porasty s výsevkami 6 a 12 mil.ha⁻¹ mali v priemere rovnaké úrody pri 40% kompletnosti ako porasty s najnižším výsevom pri 80% kompletnosti.

Účinku výsevu alebo hustoty porastu na úrodu krmu ďatelinovín je venovaná právom značná pozornosť (Regal, 1970; Holas, 1984; Jamriška, 1984; Štráfelda et al., 1984; Khasim, 1986 a i.). Pomerne menším predmetom záujmu je v tomto smere kompletnosť porastu (Kramer, Davis, 1949; Baumer, 1964; Štráfelda, 1975; Linhart, Kotek, 1979; Jamriška, 1990) a len veľmi málo prác sa venuje štúdiu vzájomného vplyvu týchto dvoch faktorov (Meinsen et al., 1979; Málek, Slavík, 1983).

V predloženom príspevku uvádzame vybrané výsledky z riešenia subetapy výskumnej úlohy (Jamriška, 1992). Cieľom práce bolo zistiť účinok troch výsevkov a štyroch úrovní kompletnosti porastu na úrodu krmu lucerny.

MATERIÁL A METÓDA

Poľné pokusy boli zakladané (1987 až 1991) v kukuričnej výrobní oblasti na hľinitej degradovanej černozi so slabokyslou pôdnou reakciou. Nadmorská výška pokusného stanovišťa je 170 m, priemerná teplota za rok 9,1 °C, za vegetačné obdobie 15,73 °C, zrážky 625 mm, resp. 352 mm.

Stručná charakteristika poveternostných podmienok počas trvania pokusu: 1987: zrážky 90 %, teploty 83 - 96 %; 1988: zrážky 95 - 92 %, teploty 98 - 100 %; 1989: zrážky 66 - 80 %, teploty 102 - 100 %; 1990: zrážky 81 - 78 %, teploty 97 - 98 %; 1991: zrážky 67 - 58 %, teploty 100 - 97 %. Prvé číslo v rozpätí udáva pomernú hodnotu z ročného normálu, druhé za vegetačné obdobie.

Predplodinou bola ozimná pšenica, hnojenie bolo predzásobné (P₃₅K₁₀₀ x 3) na tri roky po podmietke pred jesennou orbou. Lucernu odrodu Palava sme siali na jar

bez krycej plodiny (23. - 12. - 3. apríla) s výsevkami 3 - 6 - 12 mil.ha⁻¹ klíčivých semien do riadkov vzdialených 125 mm. Po kompletom vzídení a zakorenení porastu sme na úrovni každého výsevku vytvorili 100 - 80 - 60 - 40% hladinu kompletности porastu. Uvedené kompletности boli vytvorené vykpaním porastu vždy v dvoch vedľa seba idúcich riadkoch (250 mm) na dĺžku 400 - 1600 - 3200 mm. Celkom bolo v pokuse 12 variantov randomizovaných v štyroch opakovaníach, rozmery zberovej parcelky boli 1,5 x 7 = 10,5 m². Na obmedzenie výskytu burín bol preemergentne použitý herbicíd Eradicane.

Úrodu krmu sme zisťovali vážením hmoty z parcelky. Režim kosieb bol na všetkých variantoch rovnaký. Získané úrody po prepočte na sušinu sme vyhodnotili analýzou rozptylu a rozdiely testovali Tukeyovým testom. V prvých kosbách sme okrem toho úsekovou analýzou podľa výsevkov a dvoch úrovní kompletности stanovili vplyv výšky porastu, obsahu sušiny pri zbere, kompletности a výsevku na úrodu krmu.

VÝSLEDKY

Podľa analýzy rozptylu v roku sejby pôsobili na úrodu najvýraznejšie ročník a najmenej výsevok (tab. I). Už zníženie kompletности o 20 % bolo spojené s poklesom úrody. Výsevok 3 mil.ha⁻¹ spôsobil nižšiu úrodu, ale 12 mil.ha⁻¹ už neprinieslo prírastok úrody oproti 6 mil.ha⁻¹. Z dvojprvkových interakcií dosiahli úroveň významnosti len kompletnosť x roky a výsevok x roky. Úrody porastov s 80% kompletnosťou reagovali na ročník odlišne ako ostatné porasty. Podobne výsevok 3 mil.ha⁻¹ zapríčinil odlišnú reakciu na ročník oproti ostatným výsevkom. V druhom roku vegetácie pôsobili na úrodu len ročník a kompletnosť. Pokles úrody tu začínal na úrovni 60% kompletности porastu. V treťom roku vegetácie opäť ovplyvňovali úrodu ročník, kompletnosť i výsevok. Pokles úrody tu začínal až na úrovni 40% kompletности. Výsevok 3 mil.ha⁻¹ spôsobil významné zníženie úrody len oproti 12 mil.ha⁻¹. V priemere troch pokusov a troch rokov vegetácie najviac ovplyvňovali úrodu roky vegetácie (vek) porastu a najmenej výsevok.

Najvyššia úroda bola v druhom a najnižšia v prvom roku vegetácie. Zníženie kompletности porastu na 60 % spôsobilo pokles úrody. Porasty s výsevkom 3 mil.ha⁻¹ mali nižšie úrody ako porasty s 12 mil.ha⁻¹. Vo významnej interakcii kompletности porastu s výsevkom znižoval najnižší výsevok úrodu na úrovni 40% kompletности porastu oproti výsevkom 6, resp. 12 mil.ha⁻¹. Zatiaľ čo porasty s výsevkom 3 mil.ha⁻¹ mali nižšie úrody už na 60% úrovni kompletности, porasty s výsevkom 6, resp. 12 mil.ha⁻¹ mali nižšie úrody až na úrovni 40% kompletности. Porasty so 6 a 12 mil.ha⁻¹ mali pritom rovnaké úrody pri 40% kompletности ako porast s 3 mil.ha⁻¹ výsevkom a 80% kompletnosťou. V preukaznej interakcii rokov vegetácie s kompletnosťou začínal pokles úrody v roku sejby pri 60% kompletности, zatiaľ čo v ostatných rokoch začínalo zníženie úrody na úrovni 40% kompletности.

Výška porastu v prvej kosbe v prvom a treťom roku vegetácie mala tendenciu poklesu s nárastom výsevku (tab. II). Obsah sušiny mal podobnú tendenciu len v roku sejby. Úrody porastov s výsevkom 3 mil.ha⁻¹ mali vždy vyššiu hodnotu variačného koeficientu ako pri ostatných výsevkoch.

Z úsekovej analýzy vplyvu kompletности, výsevku, výšky porastu a obsahu sušiny na úrodu prvých kosieb (tab. III) vyplýva, že kompletnosť porastu pôsobila vyso-

I. Úroda sušiny krmu v priemere za dobu užívania porastu v t.ha⁻¹ - Forage dry matter on average for the period of stand utilization in t.ha⁻¹

Kompletnosť ¹ v %	Výsevok ² x mil.ha ⁻¹ klíčivých semien ⁸	Úžitkový rok ³			Priemer ⁴	Variačný koeficient ⁵ v %
		rok sejby ⁶	2. rok vegetácie ⁷	3. rok vegetácie		
100	3	8,93	15,83	13,97	12,91	64,7
	6	9,46	15,37	14,11	12,98	
	12	9,25	15,63	14,16	13,01	
	x	9,21	15,62	14,08	12,97	
80	3	8,60	15,41	13,96	12,66	70,41
	6	8,88	14,96	13,76	12,53	
	12	8,71	15,38	14,20	12,78	
	x	8,73	15,28	13,97	12,66	
60	3	8,04	14,95	13,36	12,14	76,4
	6	8,46	14,88	14,09	12,48	
	12	8,45	15,02	13,84	12,44	
	x	8,32	14,97	13,76	12,35	
40	3	6,89	14,05	12,70	11,21	94,7
	6	7,83	14,77	13,77	12,12	
	12	7,65	15,06	13,57	12,10	
	x	7,46	14,63	13,35	11,81	
Priemer ⁴	3	8,11	15,08	13,50	12,23	80,0
	6	8,66	15,00	13,93	12,53	67,6
	12	8,51	15,29	13,94	12,58	74,2
	x	8,43	15,12	13,79	12,45	69,6
Hd p-0,05						
kompletnosť ¹		0,41	0,62	0,56	0,31	
výsevok ²		0,32	-	0,44	0,25	
roky (úžitkové roky ³)		0,32	0,49	0,44	0,25	
výsevok x kompletnosť		-	-	-	0,70	
výsevok x roky		0,75	-	-	-	
kompletnosť x roky		0,90	-	-	0,70	

¹ completeness, ² sowing rate, ³ crop year, ⁴ average, ⁵ variation coefficient, ⁶ year of sowing, ⁷ year of vegetation, ⁸ germinative seeds

II. Základné štatistické charakteristiky úrody sušiny v prvých kosbách - Basic statistical characteristics of dry matter yield in the first cuts

Úžitkový rok ¹			Rok sejby ²			2. rok vegetácie ³			3. rok vegetácie		
Výsevok ⁴ x.10 ⁶ .ha ⁻¹ klíčivých semien ⁵			3	6	12	3	6	12	3	6	12
Ukazovateľ ⁶											
Priemer ⁷	m	x ₂	0,729	0,724	0,690	0,874	0,875	0,870	0,847	0,844	0,835
	%	x ₃	20,00	21,00	21,27	18,60	18,06	18,34	18,71	18,83	18,75
	t.ha ⁻¹	y	3,53	3,88	3,82	6,49	6,45	6,80	6,40	6,80	6,82
Smerodajná odchýlka ⁸		x ₂	0,059	0,046	0,054	0,119	0,088	0,100	0,133	0,118	0,115
		x ₃	1,60	1,81	1,89	2,95	2,63	2,79	0,64	0,91	0,84
		y	1,16	0,87	0,80	0,72	0,53	0,65	0,69	0,59	0,39
Stredná chyba ⁹		x ₂	0,017	0,013	0,016	0,034	0,026	0,029	0,038	0,034	0,033
		x ₃	0,46	0,52	0,55	0,85	0,76	0,81	0,18	0,26	0,24
		y	0,34	0,25	0,23	0,21	0,15	0,19	0,20	0,17	0,11
Variančný koeficient ¹⁰		x ₂	8,02	6,41	7,83	13,63	10,08	11,54	15,68	13,92	13,79
		x ₃	7,97	8,61	8,89	15,86	14,56	15,24	3,42	4,82	4,50
		y	32,90	22,48	20,99	11,02	8,20	9,63	10,84	8,63	5,73

x₁ - kompletnosť¹¹ (v %) 70,0 - 22,36 - 6,46 - 31,94 pre všetky¹⁵

x₂ - výška porastu¹² (m)

x₃ - obsah sušiny¹³ (v %)

y - úroda sušiny¹⁴ (t.ha⁻¹)

¹ crop year, ² sowing year, ³ year of vegetation, ⁴ seeding rate, ⁵ germinative seeds, ⁶ indicator, ⁷ mean, ⁸ standard deviation, ⁹ mean error, ¹⁰ variation coefficient, ¹¹ completeness, ¹² stand height, ¹³ dry matter content, ¹⁴ dry matter yield, ¹⁵ for all

kopreukazne na úrodu v prvom i druhom roku vegetácie. Vplyv výsevu bol nepreukazný. Výška porastu korelovala s úrodou vždy pozitívne na významnej alebo vysokovýznamnej úrovni. Obsah sušiny pôsobil preukazne záporne na úrodu v prvom roku a pozitívne v druhom roku. V druhom roku vegetácie bol vysokovýznamný pozitívny vzťah medzi výškou porastu a obsahom sušiny.

V úsekovej analýze na úrovni jednotlivých výsevkov (tab. IV) vidieť, že v priemere výsevu 3 mil.ha⁻¹ vplyv kompletnosti v roku sejby ostal tesne pod úrovňou významnosti. V druhom roku vegetácie úroda krmu pozitívne ovplyvňovali kompletnosť a výška porastu. V treťom roku nebola úroda ovplyvnená ani jedným z variantných faktorov. Na úrovni priemeru najnižšieho výsevu bol príspevok analyzovaných faktorov na úrodu krmu všade minimálne preukazný. Naopak, na úrovni priemeru výsevkov 6 a 12 mil.ha⁻¹ bol celkový príspevok týchto ukazovateľov na úrodu významný a vysokopreukazný len v roku sejby. S úrodou tu preukazne korelovala len kompletnosť porastu v priemere výsevu 12 mil.ha⁻¹. V priemere

III. Korelačné matice úsekovkej analýzy a rovnice mnohonásobnej regresie vplyvu skúmaných faktorov na úrodu sušiny krmu v prvých kosbách - Correlation matrices of the path analysis and equation of multiple regression of the effect of factor under study on the forage dry matter yield in the first cuts

	Kompletnosť porastu ¹	Výsevok ²	Výška porastu ³	Obsah sušiny ⁴
	(x ₁)	(x ₂)	(x ₃)	(x ₄)
x ₁	1	rok sejby ⁸		
x ₂	0,00	1		
x ₃	-0,000	-0,304	1	
x ₄	0,091	0,252	0,183	1
y	0,550 ⁺⁺	0,102	0,338 ⁺	-0,342 ⁺
$y = 0,596299 + 0,0262853x_1 + 0,112515x_2 + 10,0903x_3 - 0,322086x_4$ Preukazný determiničný koeficient ⁵ : B ₁ 0,333141 ⁺⁺ ; B ₂ 0,197149 ⁺⁺ ; B ₄ 0,210132 ⁺⁺ Celkový príspevok ⁶ x ₁ - x ₄ k určeniu ⁷ y; R = 0,7849 ⁺⁺				
x ₁	1	2. rok vegetácie ⁹		
x ₂	0,00	1		
x ₃	0,011	-0,019	1	
x ₄	-0,012	-0,024	0,805 ⁺⁺	1
y	0,461 ⁺⁺	0,216	0,502 ⁺⁺	0,356 ⁺
$y = 2,57679 + 0,0132998x_1 + 0,0393341x_2 + 3,72154x_3 - 0,024651x_4$ Preukazný determiničný koeficient: B ₁ 0,208581 ⁺⁺ ; B ₃ 0,294102 ⁺⁺ Celkový príspevok x ₁ - x ₄ k určeniu y; R = 0,51377 ⁺⁺				
x ₁	1	3. rok vegetácie		
x ₂	0,000	1		
x ₃	-0,014	-0,043	1	
x ₄	-0,277	0,008	-0,255	1
y	0,278	0,257	0,383	0,280
$y = -4,22101 + 0,0117331x_1 + 0,0445139x_2 + 2,65613x_3 + 0,400988x_4$ Preukazný determiničný koeficient: B ₁ 0,120897 ⁺ ; B ₃ 0,205871 ⁺⁺ ; B ₄ 0,150046 ⁺ Celkový príspevok x ₁ - x ₄ k určeniu y; R = 0,547631 ⁺⁺				

n = 36; Hd p - 0,05⁺ - 0,33; p - 0,01⁺⁺ - 0,45

¹ completeness of stand, ² seeding rate, ³ stand height, ⁴ dry matter content, ⁵ significant determination coefficient, ⁶ total contribution, ⁷ for determination, ⁸ sowing year, ⁹ year of vegetation

IV. Korelačné matice úsekových analýz vplyvu skúmových faktorov na úrodu krmu v prvých kosbách podľa úžitkových rokov a výsevkov - Correlation matrices of path analyses of the effect of factors under study on the forage yield in the first cuts according to crop years and seeding rates

	3 mil.ha ⁻¹ klíčivých semien ¹			6 mil.ha ⁻¹ klíčivých semien			12 mil.ha ⁻¹ klíčivých semien		
	kompletnosť porastu	výška porastu ³	obsah sušiny ⁴	kompletnosť porastu	výška porastu	obsah sušiny	kompletnosť porastu	výška porastu	obsah sušiny
	(x ₁)	(x ₂)	(x ₃)	(x ₁)	(x ₂)	(x ₃)	(x ₁)	(x ₂)	(x ₃)
x ₁	1	rok sejby ⁵		1	rok sejby		1	rok sejby	
x ₂	-0,019	1		-0,072	1		0,083	1	
x ₃	0,173	0,420	1	-0,038	0,176	1	0,159	0,232	1
y	0,579	0,321	-0,330	0,519	0,516	-0,451	0,593 ⁺	0,374	-0,493
Preukazný determinančný koeficient ⁷ : B ₁ 0,4138 ⁺				-			-		
x ₁ - x ₃ k určeniu ⁸ y; R = 0,8566 ⁺⁺				R = 0,8647 ⁺⁺			R = 0,9255 ⁺⁺		
x ₁	1	2. rok ⁶		1	2. rok		1	2. rok	
x ₂	-0,003	1		-0,017	1		0,052	1	
x ₃	-0,004	0,840 ⁺⁺	1	0,036	0,745 ⁺	1	-0,065	0,829 ⁺⁺	1
y	0,626 ⁺	0,672 ⁺	0,535	0,524	0,463	0,231	0,277	0,371	0,274
Preukazný determinančný koeficient: B ₂ 0,5084 ⁺				-			-		
x ₁ - x ₃ k určeniu y; R = 0,8515 ⁺⁺				R = 0,5411			R = 0,2038		
x ₁	1	3. rok		1	3. rok		1	3. rok	
x ₂	-0,020	1		0,010	1		-0,032	1	
x ₃	-0,009	-0,189	1	-0,450	-0,002	1	-0,296	-0,608 ⁺	1
y	0,328	0,412	0,518	0,197	0,446	0,395	0,412	0,408	-0,155
x ₁ - x ₃ k určeniu y; R = 0,6496 ⁺				R = 0,5397			R = 0,4455		

Hd p - 0,05⁺ : 0,58; p - 0,01⁺⁺ : 0,71; n = 12

¹germinative seeds, ²completeness of stand, ³stand height, ⁴dry matter content, ⁵sowing year, ⁶year, ⁷significant determination coefficient, ⁸for determination

každého z troch skúšaných výsevkov sa v druhom roku vegetácie prejavila významná až vysokovýznamná pozitívna korelácia medzi výškou porastu a obsahom sušiny pri zbere. Naopak, v treťom roku vegetácie bol tento vzťah preukazný len v priemere najvyššieho výsevku a navyše mal zápornú hodnotu.

Úsekové analýzy pri 100 a 40% kompletnosti porastu indikujú vysokovýznamný príspevok analyzovaných faktorov na tvorbu úrody v roku sejby v porastoch s prie-

V. Korelačné matice úsekových analýz vplyvu skúmaných faktorov na úrodu krmu v prvých kosbách podľa úžitkových rokov a dvoch úrovní kompletnosti porastu - Correlation matrices of path analyses of the effect of factors under study on the forage yield in the first cuts according to crop years and two levels of completeness of stand

	Rok sejby ¹			2. rok vegetácie ²			3. rok vegetácie		
	výsevok ³	výška porastu ⁴	obsah sušiny ⁵	výsevok	výška porastu	obsah sušiny	výsevok	výška porastu	obsah sušiny
	(x ₁)	(x ₂)	(x ₃)	(x ₁)	(x ₂)	(x ₃)	(x ₁)	(x ₂)	(x ₃)
x ₁	1	100% kompletnosť ⁶		1	100% kompletnosť		1	100% kompletnosť	
x ₂	-0,233	1		-0,014	1		-0,032	1	
x ₃	0,211	0,240	1	-0,035	0,873 ⁺⁺	1	-0,166	-0,239	1
y	-0,028	0,520	-0,471	0,058	0,411	-0,028	0,219	0,141	0,661
Preukazný determinálny koeficient ⁷ : -				B ₂ 0,7542 ⁺			-		
Celkový príspevok ⁸ x ₁ - x ₃ k určeniu y; R = 0,6997				R = 0,8019 ⁺⁺			R = 0,6595		
x ₁	1	40% kompletnosť		1	40% kompletnosť		1	40% kompletnosť	
x ₂	-0,204	1		0,003	1		-0,039	1	
x ₃	0,320	0,189	1	0,019	0,797 ⁺	1	0,544	0,143	1
y	0,258	0,348	-0,533	0,192	0,622	0,425	0,424	0,513	0,269
Celkový príspevok x ₁ - x ₃ k určeniu y; R = 0,8622 ⁺⁺				R = 0,4388			R = 0,4643		

n = 9; Hd - p - 0,05⁺ - 0,67; p - 0,01⁺⁺ - 0,71

¹sowing year, ²year of vegetation, ³seeding rate, ⁴stand height, ⁵dry matter content, ⁶completeness, ⁷significant determination coefficient, ⁸total contribution, ⁹for determination

mernou 40% kompletnosťou a v druhom roku vegetácie na poraste s priemernou 100% kompletnosťou (tab. V). Ani v jednom prípade nebola zaznamenaná preukazná korelácia analyzovaných faktorov s úrodou. V priemere druhých rokov sa opäť bez ohľadu na úroveň kompletnosti porastu preukázal významným pozitívnym vzťah medzi výškou rastlín a obsahom sušiny pri zbere.

DISKUSIA

Je zrejmé, že vplyv výsevu na úrodu bol evidentný prakticky len v roku sejby, v ostatných rokoch bol buď nepreukazný, alebo na hranici významnosti pri relatívne nízkej hodnote Hd. V prísnejšom hodnotení úsekovou analýzou dokonca chýbala preukazná úroveň relácie k úrode, ak nerátame jeho výrazné priame pôsobenie v roku sejby, v konečnom výsledku znížené pod úroveň významnosti negatívnym nepriamym pôsobením cez výšku porastu a obsah sušiny. Prakticky rovnaký účinok výsevu v podobných podmienkach zistili pri lucerne aj Pulli (1980), Mc Quire (1981), Jamriška (1984), Štráfelda et al. (1984) a Khazim (1986).

Kompletnosť porastu bola v našom prípade silnejším úrodotvorným faktorom ako výsevk. Okrem zvoleného rozpätia variantov k tomu prispela zrejme aj výraznejšia schopnosť lucerny kompenzovať určitý počet rastlín ako prázdne miesta, resp. plochy v poraste (J a m r i š k a , 1988). Zatiaľ čo schopnosť kompenzácie počtu rastlín je určená najmä biologickými a ekologickými faktormi (počet stoniek, výška rastlín, úrodnosť stanovišťa a pod.), pri kompenzácii prázdnych plôch k nim pristupujú aj fyzikálne parametre (tvar, rozmiestnenie, veľkosť a počet medzier). Kompletnosť pôsobila na úrodu pozitívne zreteľne priamo, len v treťom roku bolo jej priame pozitívne pôsobenie znížené negatívnym nepriamym pôsobením cez obsah sušiny pod úroveň významnosti.

V interakcii kompletnosti porastu s výsevk, ktorá bola podľa očakávania preukazná len v celkovom hodnotení, mala kompletnosť evidentne väčší vplyv po výsevku 3 mil.ha⁻¹. Svojím spôsobom to potvrdzuje aj preukazný celkový príspevok kompletnosti, výšky porastu a obsahu sušiny na tvorbe úrody v porastoch s najnižším výsevk. Naopak, výsevk mal zas zreteľne väčší vplyv na úrovni 40% kompletnosti porastu. Zrejme prispel k významným odlišnostiam týchto relácií rozličný počet rastlín podieľajúcich sa na kompenzácii prázdnych miest (J a m r i š k a , 1990). Hustotu a kompletnosť môžeme chápať ako dve stránky toho istého faktora. Hustota počtom rastlín charakterizuje kvantitatívnu a kompletnosť kvalitatívnu stránku výskytu (abundancie) rastlín na ploche, prípadne v riadku.

Podľa očakávania významným úrodotvorným činiteľom bola výška porastu, o poznanie väčším v druhom roku vegetácie ako v roku sejby. V druhom roku mala zreteľne aj väčšiu variabilitu ako v prvom. Obsah sušiny pri zbere prvých kosieb sa tiež podieľal na tvorbe úrody. V roku sejby v priamom pôsobení negatívne koreloval s úrodou, v druhom roku pôsobil pozitívne najmä nepriamo cez výšku porastu. Svedčí o tom pozitívna relácia medzi výškou a obsahom sušiny. V treťom roku bolo priame pôsobenie obsahu sušiny síce výrazne pozitívne, avšak jeho negatívne nepriame pôsobenie cez kompletnosť i výšku porastu znížilo hodnotu výsledného korelačného koeficientu pod úroveň preukaznosti. Uvedené relácie vyplývajú v roku sejby najmä z prvej kosby v dobe kvitnutia, v ostatných signalizujú v priemere ostrejšie podmienky intrašpecifickej konkurencie v kompletných porastoch, prispením ktorej maximálnu úrodu v takýchto porastoch možno dosiahnuť skôr, t. j. i pri nižšom obsahu sušiny. Bez ohľadu na výsevk alebo kompletnosť porastu v druhých rokoch vegetácie sa prezentoval preukazný pozitívny vzťah medzi výškou porastu a obsahom sušiny. V tretích rokoch už však bolo v tejto relácii s výnimkou nekompletných porastov záporné znamienko, v priemere porastov s najvyšším výsevkom dosiahol negatívny vzťah dokonca úroveň významnosti. Úrodotvorný vplyv výšky tu bol zrejme obmedzovaný opäť účinkom intrašpecifickej konkurencie nárastom obsahu sušiny. V priemere tretích rokov totiž obsah sušiny mal takmer zanedbateľnú, najmenšiu variabilitu, zatiaľ čo výška porastu kolísala v treťom roku najviac.

Literatúra

BAEUMER, K.: Ertragsanalytische Untersuchungen an Rotklee. I. Blanksaaten. Z. Acker- Pfl.-Bau, 120, 1964, č. 4, s. 119-138.

- HOLAS, J.: Studium produkčních schopností porostu vojtěšky seté při různém způsobu založení - analýza tvorby výnosu píce u čistého porostu vojtěšky s různou plošnou hustotou. [Kandidátská disertace.], Praha, 1984. - Vys. šk. zeměd.
- JAMRIŠKA, P.: Vplyv hustoty porastu na úrodu lucerny v závislosti od roku pestovania. Rostl. Výr., 30, 1984, č. 2, s. 129-138.
- JAMRIŠKA, P.: Zakladanie porastov ďatelinovín. Bratislava, Príroda 1988.
- JAMRIŠKA, P.: Účinok okrajového efektu na kompenzáciu medzier v poraste lucerny sietej. Poľnohospodárstvo, 36, 1990, č. 12, s. 1083-1091.
- JAMRIŠKA, P.: Výskum využitia kukurice na siláž a zeleno ako krycej plodiny ďatelinovín. [Priebežná správa.] Piešťany, VÚRV 1992.
- KHAZIM, H. M.: Štúdium faktorov úrodnosti a kvality lucerny sietej (*Medicago sativa* L.) pestovanej na krm. [Kandidátska dizertácia.] Nitra, 1986. - Vys. šk. poľnohosp.
- KRAMER, H. H. - DAVIS, R. L.: The effect of stand moisture content on computed yields alfalfa. Agron. J. (Madison), 41, 1949, č. 10, s. 470-473.
- LINHART, Z. - KOTEK, L.: Rezervy v dosahování výnosu jetele lučního. Úroda, 27, 1979, č. 4, s. 186-187.
- MÁLEK, J. - SLAVÍK, J.: Vliv výsevu a zapojení porostu jetele lučního (*Trifolium pratense* L.) na růst rostlin a výnosy píce. Sbor. věd. Prací VŠÚP Troubsko, 8, 1983, s. 183-189.
- Mc QUIRE, W. S.: The influence of seeding rates on yield and stand of alfalfa in Oregon's Willamette Valley. Stat. Bull. 649, Agric. Exp., Stat. Oregon St. Univ., June 1981, s. 1-18.
- MEINSEN, CH. - PASSOW, D. - RÜCKER, B.: Die Bestandsdichte als ertragsbeeinflussender Faktor in Rotklee-gras beständen. Wiss. Z. Univ. Rostock, Math.-naturwiss., 28, 1979, č. 7, s. 623-626.
- PULLI, S.: Seeding year of alfalfa population development as influenced by weed competition and density of establishment. J. Sci. Agric. Soc. Finl., 52, 1980, s. 403-422.
- REGAL, V.: Vliv výsevu na hustotu porostu a výnosy píce vojtěšky. Rostl. Výr., 16, 1970, č. 9, s. 953-961.
- ŠTRÁFELDA, J.: Biologická kontrola u víceletých pícnin. Úroda, 23, 1975, č. 12, s. 453-454.
- ŠTRÁFELDA, J. et al.: Mezidruhové vztahy v agrocenóze jetelovin u různých druhů krycích plodin. [Závěrečná zpráva.] Praha, VŠZ 1984.

Došlo 4. 8. 1992

JAMRIŠKA, P. (Research Institute of Plant Production, Piešťany):

The effect of seeding rate and stand completeness on the forage yield of lucerne.

Rostl. Výr., 39, 1993 (6) : 511-520.

The effect of seeding rate and stand completeness on the lucerne forage yield was studied under field conditions in the maize-growing region on loamy degraded chernozem of a weak soil reaction in the years 1987 to 1991. An experimental site with 170 m elevation had long-term average of annual temperature 9.21 °C and 625 mm of precipitation, in the vegetation period 15.73 °C and 352 mm. The lucerne Palava variety was sown during three successive years in the spring without a cover crop and seeding rates of 3 - 6 and 12 million germinable seeds.ha⁻¹ in the rows of 125 mm spacing. After the emergence of the stand at the level of each seeding rate the row spacing were dug so as to obtain 100 - 80 - 60 and 40% level of stand completeness.

Row spacings were uniform on the whole plot. 12 variants in total were randomized in four replications in the trial. The area of the plot was 1.5 x 7 m = 10.5 m². The yields

obtained were evaluated by the analysis of variance. Besides the first cuts the effect of stand height, dry matter content, completeness and the seeding rate, as well, on the forage yield were assessed by the path analysis according to seeding rates and final levels of completeness.

20% reduction in the stand completeness on average over sowing years was associated with the yield decrease. After the seeding rate of 3 mil.ha⁻¹, the lowest yield was achieved, though the increase of 12 mil.ha⁻¹ did not result in the yield increase. In the second years of vegetation the decrease in the yield started at the level of 60% completeness, the seeding rate had no effect. In the third years, the decrease in the yield started even at 40% completeness; regarding the seeding rates, there was a significant difference only between the highest and the lowest seeding rates. In the evaluation for the whole duration of the trial, the lowest seeding rate reduced the yield at the level of 40% completeness. Mean yields of the stands with the seeding rate of 3 mil.ha⁻¹ had the lower yields not later than at 60% completeness, while in the stands with seeding rates of 6 and 12 mil.ha⁻¹ the decrease in the yield began at 40% completeness. Stands with 6 and 12 mil.ha⁻¹ seeding rates had the equal yields at 40% completeness as the stand with the seeding rate of 3 mil.ha⁻¹ at 80% completeness. Stand height in the first cut and the third vegetation year had a tendency to decline with a growing seeding rate (Tab. II). The yields of stands with the seeding rate of 3 mil.ha⁻¹ had greater variability than those with other seeding rates.

Path analyses conducted with the effect of completeness, seeding rate, height and dry matter content in the stand of the first cuts (Tab. III) indicate the significant effect of completeness in the first and third vegetation year. The effect of the seeding rate was insignificant, the stand height was in correlation with the yield positively, dry matter content negatively in the first year, and positively in the second one. From the path analyses according to the seeding rates (Tab. IV) it follows that on average of the lowest seeding rate the stand completeness and the stand height affected the yield only in the second vegetation year, positively in both cases. On average of the medium seeding rate, the effect of factors analyzed was insignificant and on average of the highest seeding rate the stand completeness only was in positive correlation with the yield in a sowing year. It is remarkable that at the level of seeding rate of 3 mil.ha⁻¹ the total contribution of the factors under study to the yield formation was always the least significant. At the level of means of seeding rates of 6 and 12 mil.ha⁻¹ this contribution was significant only in the sowing year. On average of the second years at the level of all seeding rates (and in fact in all path analyses), there was a positive correlation between the stand height and dry matter content. On average of the highest seeding rate in the third year, the value of this relation was negative. An analysis of the effect of seeding rate, stand height and dry matter according to the final levels of the stand completeness (Tab. V), maybe also as a result of low number of cases, indicate, except for the above mentioned relation between the stand height and dry matter content in the second years, there was a considerable direct effect of the stand height on the yield and highly significant contribution of the analyzed factors to the yield formation of complete stand in the second year too. The effect of the dry matter content, close below the level of significance in the third year of a complete year was worth to be noticed.

Kontaktná adresa:

Ing. Pavel J a m r i š k a , CSc., Výskumný ústav rastlinnej výroby, 921 68 Piešťany

UPLATNENIE TRÁVNÝCH PORASTOV V TEPLEJ A SUCHEJ OBLASTI SLOVENSKA

J. Vološin, V. Krajčovič

Výskumný ústav lúk a pasienkov, Banská Bystrica

V agroekologických podmienkach južného Slovenska sme sledovali možnosti uplatnenia dočasných a poloprirodných trávnych porastov v bezzávlahových podmienkach. Na dočasných ďatelinotrávných porastoch počas troch úžitkových rokov a pri päťkosnom využívaní sa dá dosahovať zafarbenie 4 až 5 DJ.ha⁻¹ s cieľom šetriť lucernu na konzervovanie. Na poloprirodných trávnych porastoch je zvyšovanie produkcie a jej rovnomerné rozloženie cez vegetáciu závislé na dávkach dusíka a na vhodnom využití expozičných a vlhkových podmienok. Predmetné územie zahŕňa sice oblasti s najvyšším príkonom slnečnej energie u nás, ale súčasne je na zrážky najchudobnejšie, s veternou eróziou v nížinách a vodnou eróziou v pahorkatinách, takže naše výsledky je možné využiť i na zatravnňovanie eróziou ohrozených pozemkov.

Ekologická podmienenosť trávnych porastov v suchej a teplej oblasti sa viaže na dobré vlhkové podmienky, ale i na využitie závlahy. Preto tam, kde nie je možné využiť závlahu, sa vo všeobecnosti v rámci plôch viacročných krmovín na ornej pôde pestuje lucerna siata. Poloprirodné trávne porasty schopné orby sa rozorali na úkor protierozívnej ochrany pôdy a zamokrené meliorovali a rozorali na úkor presušenia okolitých orných pôd. Pri dočasných trávnych alebo ďatelinotrávných porastoch sa uplatňovali výhody produkčné pred ekologickými. Tieto aspekty nás zaujali v súvislosti s novými možnosťami voľnejšieho zamerania poľnohospodárskej výroby v trhovej ekonomike i mimoprodukčnými funkciami trávnych porastov.

Výskum rôznych typov ďatelinotrávných či trávnych miešaniek mal v odvetví lúkárstva, pasienkárstva a trávnych porastov vždy značný priestor, a to ako vo Výskumnom ústave lúk a pasienkov, Výskumnom ústave rastlinnej výroby i na katedrách krmovinnárstva vysokých škôl (Tomka a kol., 1963; Krajčovič, Vološin, 1969; Lichner a kol., 1971; Gajguš 1975; Krajčovič, Regal, 1976; Lesák, Pavlíček, 1985; Rychnovská, 1985; Vološin, 1985; Tomka, Lihan, 1987; Vološin, Šmajstrla, 1991; Jamriška a kol., 1992). Prevažne sa však sledovali produkčné parametre na báze výživy. Teraz po metodickom ujednotení je možné hodnotiť takéto porasty i zo širších hľadísk. Aj keď naše výskumné riešenia poukázali na význam trávnych porastov v teplej suchej oblasti, nebral sa na to zreteľ a zaužíval sa názor, že trávne porasty sú pre tieto oblasti produkčne menej vhodné.

S touto problematikou sme sa zaoberali aj my a vyberáme z nej niektoré problémy týkajúce sa dočasných i poloprirodných trávnych porastov, a to z hľadiska produkčného i mimoprodukčného.

MATERIÁL A METÓDA

Na ornej pôde typu fluvizem, veľmi mladej s pH/KCl 7,4 v údolí rieky Nitry sme riešili rozsiahly pokus, z ktorého využívame varianty z dvoch sérií ďatelino-trávných miešaniek s týmto zložením: *Lotus corniculatus* 25 %, *Trifolium repens* 10 %, *et hybridum* 5 %, *Festuca pratensis* 20 %, *Dactylis glomerata* 10 %, *Lolium perenne* 15 %, *Phleum pratense* 15 %. Porasty založené do ovsa na zeleno sa sledovali tri úžitkové roky.

Varianty hnojenia:

1. séria I. II. III. IV. V.
0 PK 50 100 200 kg N.ha⁻¹
s delením N: na jar 50 %, po 1. a 2. kosbe po 25 %
2. séria VI. VII. VIII.
4 x 25 2 x 25 + 2 x 50 4 x 50 kg N.ha⁻¹
IX.
1. rok 4 x 25, 2. rok 2 x 25 + 2 x 50, 3. rok 4 x 50 kg N.ha⁻¹
X.
1. rok 0, 2. rok 50, 3. rok 100 kg N.ha⁻¹

Hladina PK vo všetkých variantoch bola 28,2 kg P.ha⁻¹ + 66,4 kg K.ha⁻¹. Porasty sa kosili päťkrát za sezónu (v druhom úžitkovom roku pre sucho štyrikrát). Sledovala sa produkcia a kvalita sušiny, floristické zloženie a zmeny pôdných pomerov.

Z výskumu na poloprírodných trávnych porastoch z úpätia Pohronskeho Inovca vyberáme dve stanovišťa z najnižších polôh.

Stanovište	Nadmorská výška (m)	Expozícia svah (°)	Pôdny typ	pH	Cox	Typ porastu
Tekovské Nemce	350	juh 10°	kambizem nasýtená	5,2	36,0	<i>Festuco-Brometum</i>
Čaradice	300	sever 17°	kambizem nasýtená	4,9	18,7	<i>Antoxanto-Agrostietum Festucetosum</i>

Zrážky od 1. 4. po poslednú kosbu (šesťročný priemer) činili 260 - 270 mm.

Varianty hnojenia:

- I. 0
- II. 31,6 kg P.ha⁻¹, 99,6 kg K.ha⁻¹
- III. 4 x 30 kg N.ha⁻¹ + PK
- IV. 4 x 60 kg N.ha⁻¹ + PK
- V. 4 x 120 kg N.ha⁻¹ + PK

Využívanie bolo štvorkosné, sledovala sa produkcia a kvalita sušiny, floristické zmeny, niektoré prvky mikroklimy, zmeny pôdných vlastností v priebehu šiestich rokov.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Možnosti pestovania ďatelinostráv na fluvizemi vychádzali z predpokladu, že v nej sú podmienky pre lucernu siatu ekologicky menej vhodné. Cieľom bolo tiež obmedziť použitie prvej, prípadne i druhej kosby lucerny na zelený krm a nahradiť ju pasienkovou miešankou, ktorá má vyrovnanejší úživný pomer.

V prvej sérii sme sa snažili usmerniť systém hnojenia, najmä delenie dusíka, podľa existujúcich vlhových pomerov (50 % z celkovej dávky na jar, pod 25 % po prvej a druhej kosbe) s tým, že sa s letným dorastením paše bude počítat ako s rezervou. Výsledky však ukázali (tab. I), že prvá kosba robená v polovici druhej pentády mája nedáva ešte plnú úrodu. Zvýšená tvorba hmoty sa prenáša do druhej kosby, do ktorej porasty dorastú za tri týždne a do tretej kosby. Ale aj vo štvrtej kosbe sú priemerné úrody vyššie oproti prvej jarnej úrode. Oddialenie prvej kosby by síce prispelo k zvýšeniu jej podielu na celkovej produkcii, avšak na úkor ďalšieho dorastania. Preto je pre prax výhodnejšie na jar k paši prikrmovať ozimnou miešankou a plne využívať ďatelinostravy koncom mája, v júni, ba v normálnych rokoch až do polovice augusta, na kedy pripadá štvrtá kosba. Tak sa dá lucerna zachrániť pre konzerváciu z prvých dvoch kosieb. Treba, pravda, poznamenať, že priemer úrody prvej kosby znížil tretí úžitkový rok. V lete a v jeseni v druhom úžitkovom roku bolo mimoriadne sucho (pre ktoré vypadla piata kosba) s premnožením hraboša poľného, ktorý zdecimoval najmä ďatelinovú zložku porastu. To sa prejavilo na silnom znížení úrod v prvej kosbe tretieho úžitkového roku, avšak ďalšie kosby, najmä tretia a štvrtá,

I. Produkcia sušiny ďatelinostrávnej miešanky v kosbách - Dry matter production of grass-clover mixture in cuts

Variant ¹	Kosba ²					
	1.	2.	3.	4.	5.	spolu ³
	t.ha ⁻¹					
0	0,49	1,11	0,67	0,77	0,36	3,40
% podiel kosieb ⁴	14,1	31,9	19,3	22,2	10,3	100
PK	0,54	1,10	0,97	0,73	0,42	3,76
%	14,4	29,3	25,8	19,4	11,2	100
50 N	0,79	1,61	1,31	1,03	0,47	5,21
%	12,6	31,3	30,6	17,8	7,5	100
100 N	0,89	2,21	2,16	1,26	0,53	7,05
%	12,6	31,3	30,6	17,8	7,5	100
200 N	1,19	2,60	2,30	1,66	0,69	8,44
%	14,1	30,8	27,2	19,6	8,1	100

¹treatment, ²cut, ³total, ⁴% of the total yield

N dividing: spring 50 %, after 1st cut 25 %, after 2nd cut 25 %

II. Efekt rhizobiálneho dusíka - Effect of rhizobial nitrogen

Variant ¹	0	PK	50 N+PK	100 N+PK	200 N+PK
Odber ² N	89,4	100,3	139,0	190,8	245,2
Rozdiel oproti kontrole ³	-	19,9	49,6	101,4	155,8
% k dodaniu ⁴ N	-	-	99,2	101,4	77,9

¹treatment, ²uptake, ³difference against control, ⁴% to input

III. Floristické zloženie ďatelinotráv - Botanical composition of grass-clover mixture

Varianty ¹	Rok ²	1. kosba ³				5. kosba			
		zastúpenie druhov ⁴ (%)							
		ďatelinoviny ⁵	<i>Festuca pratensis</i>	<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Lolium perene</i>	ďatelinoviny	<i>Festuca pratensis</i>	<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Lolium perene</i>
I	1	16,2	22,2	5,5	22,0	47,5	14,5	11,7	11,2
	2	38,7	16,2	12,5	13,5	23,7	16,2	18,2	17,5
	3	-	13,3	30,0	20,0	6,5	17,5	22,5	21,2
II	1	23,7	16,2	18,0	21,2	37,5	21,2	13,7	8,7
	2	41,2	13,0	13,7	21,2	13,7	13,7	13,7	20,2
	3	-	10,0	33,3	16,6	6,0	11,2	27,5	22,2
III	1	20,0	22,0	5,7	23,7	31,5	21,2	20,0	15,0
	2	31,2	16,2	21,2	17,5	15,7	17,5	18,7	15,7
	3	-	8,3	32,5	15,0	2,5	11,2	31,2	25,0
IV	1	16,2	30,0	6,0	24,5	27,5	22,7	15,0	11,2
	2	22,2	20,0	30,0	20,7	8,7	15,0	25,0	20,0
	3	-	13,0	34,7	16,2	3,2	10,0	31,2	26,2
V	1	22,0	30,0	7,0	21,2	13,7	30,0	28,5	13,7
	2	13,7	22,2	28,7	18,7	7,7	11,2	28,7	20,2
	3	-	8,7	35,7	12,5	0,2	8,7	46,2	18,2

¹treatments, ²year, ³cut, ⁴species dominance, ⁵leguminous fodder plants

prevýšili oba predchádzajúce roky. Okrem dobrých vlhových podmienok prispela k tomu i biomasa odumretej populácie hraboša a zvýšená mineralizácia v dôsledku prevzdušnenia pôdy.

Systém hnojenia umožnil orientačne vyhodnotiť tiež uplatnenie rhizobiálneho dusíka. Vážený priemer odberu dusíka úrodou v $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ udáva tab. II. V porovnaní s odberom dusíka pri PK hnojení zo série trávnych miešaniek, ktoré tu neanalyzujeme, vychádza podiel dusíka ďatelinotráv 109,3, dusíka tráv 60,6 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, t. zn. 48,7 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ je dusík, ktorý možno pripísať na konto rhizóbií. V teplej suchej oblasti nemožno preto s týmto zdrojom dusíka bez závlahy počítať, napriek tomu produkcia ďatelinotráv bola pri 100 $\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ vyššia o 15,6 %, pri 200 $\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ o 4,6 %, zrejme vďaka rozkladu ďatelinovín.

Zmeny v zastúpení ďatelinovín a hlavných druhov tráv (tab. III) v priebehu rokov uvádzame jednak pre posúdenie možného vplyvu rhizobiálneho dusíka, jednak pre zdôraznenie preskupenia medzi druhmi *Festuca pratensis*, *Dactylis glomerata* a *Lolium perenne* (*Phleum pratense* tu nemá význam zaraďovať). Pre získanie rovnomernej kvality krmu v rokoch sa javí vhodné pre prax uplatňovať súčasne porasty všetkých troch úžitkových rokov pri ich tretinovom podiele na výmer ďatelinotrávneho pasienka.

IV. Produkcia sušiny ďatelinotráv pri rôznom dusíkatom hnojení - Dry matter production of grass-clover mixture under the different nitrogen fertilizing

Variant ¹		Kosba ²					
		1.	2.	3.	4.	5.	spolu ³
		t.ha ⁻¹					
VI	4 x 25 N	0,78	1,86	1,77	1,45	0,47	6,33
	%	12,3	29,3	27,9	22,9	7,4	100
VII	2 x 25 N + 2 x 50 N	0,81	1,89	2,12	1,82	0,63	7,27
	%	11,1	26,0	29,1	25,0	8,6	100
VIII	4 x 50 N	0,90	2,06	2,23	1,98	0,59	7,77
	%	11,5	26,5	28,7	25,4	7,6	100
IX	1. rok ⁴ 4 x 25 N						
	2. rok 2 x 25 + 2 x 50 N	0,81	1,84	2,25	1,86	0,65	7,42
	3. rok 4 x 50 N						
	%	10,9	24,8	30,3	25,0	8,76	100
X	1. rok 0 N						
	2. rok 50 N	0,60	1,61	1,54	1,08	0,50	5,39
	3. rok 100 N						
	%	11,1	29,8	28,5	20,0	9,30	100

¹treatment, ²cut, ³total, ⁴year

V druhej sérii sme sa snažili rôznym delením dávok dusíka usmerniť viac letné narastanie paše. Z priemerných hodnôt v tab. IV vidieť, že o celkovej úrode rozhoduje celková dávka dusíka takmer rovnako. Vplyv postupného zvyšovania dusíkatých dávok v rokoch (varianty IX a X) sa prejavil vo zvýšenom podiele ďatelinovín (tab. V) v prvých dvoch rokoch, avšak slabá aktivita rhizóbií neznamenala prínos v produkcii.

V teplej suchej oblasti sú teda rovnomerne rozdelené dávky vo všetkých rokoch rovnocenné. Postupné zvyšovanie dávok dusíka v rokoch v snahe zachovať podiel ďatelinovín neprináša predpokladané efekty. Z toho sa dá všeobecne povedať, že pestovanie dočasných trávnych porastov v bezzávlahových podmienkach v suchej a teplej oblasti má opodstatnenie nielen z hľadiska potrieb, ale i možnosti pri rešpektovaní ekologických daností.

V. Floristické zloženie ďatelinotráv - Botanical composition of grass-clover mixture

Varianty ¹	Rok ²	1. kosba ³				5. kosba			
		zastúpenie druhov ⁴ (%)							
		ďatelinoviny ⁵	<i>Festuca pratensis</i>	<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Lolium perene</i>	ďatelinoviny	<i>Festuca pratensis</i>	<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Lolium perene</i>
VI	1	12,5	27,5	4,7	21,2	20,0	35,0	21,2	16,6
	2	23,7	18,7	16,2	19,7	8,7	15,0	27,5	17,5
	3	-	13,0	30,0	15,0	2,0	11,2	36,2	23,7
VII	1	12,2	8,0	6,5	20,0	11,2	30,7	23,7	17,7
	2	21,2	16,2	20,0	19,5	8,3	11,2	30,0	19,2
	3	-	10,0	37,5	14,0	2,2	10,0	42,0	15,0
VIII	1	9,3	27,3	4,3	28,3	12,5	31,2	27,5	15,0
	2	21,2	22,2	22,2	22,0	8,2	13,7	26,2	19,5
	3	-	6,6	36,6	13,3	0,2	10,0	37,5	20,2
IX	1	21,2	25,0	9,5	23,0	23,7	32,0	22,2	20,0
	2	32,5	14,2	15,0	15,5	10,0	15,5	28,7	18,7
	3	-	8,3	31,6	11,6	0,5	8,7	48,7	18,2
X	1	21,6	28,3	8,3	17,6	50,0	14,5	13,0	10,7
	2	37,5	16,2	14,2	15,0	21,2	13,7	17,5	19,5
	3	-	13,3	35,0	14,2	2,5	13,7	26,2	23,7

For 1 - 5 see Tab. III

Trvalé trávne porasty sú v teplých suchých podmienkach ekologicky podmienené v inundačných územiach na pôdach s vyššou hladinou podzemnej vody a na neorateľných stanovištiach s plytkou, štrkovitou, kamenitou alebo erózne ohrozenou pôdou.

V území skúmania vytýčeného problému (tab. VI) sa riešil výskum v povodí rieky Žitavy (L i c h n e r a kol., 1971) na typickej fluvizemi, ovplyvňovanej na jar podzemnou vodou. Výsledky jasne preukázali, že v takýchto podmienkach možno dlhodobo ($\bar{x}$ = 14 rokov) dosahovať vôbec najvyššiu produkciu (pri pomere N : P : K = 1 : 0,3 : 0,8).

Treba si všimnúť nielen úrody sušiny, ale aj ich variabilitu. V našich pokusoch na úpätí Pohronskeho Inovca svahové porasty odkázané na zrážkovú vodu vykazovali nižšie produkčné hodnoty a zreteľne vyššiu variabilitu (tab. VI).

Napriek tomu aj tu sú určité možnosti intenzifikácie. Samozrejme viac na čerstvých než na výsušných svahoch. Uplatnenie rhizobiálneho dusíka, reprezentované fosforečno-draselným variantom bez dusíka ani tu nesľubuje úspech.

Situácia s tvorbou úrod na svahových poloprirodných trávnych porastoch sa bližšie objasní pri zhodnotení jednotlivých kosieb. Je zrejmé z tab. VII. Z údajov sa oveľa výraznejšie ukazuje rozdielnosť medzi južnou a severnou expozíciou. V prvej kosbe (variant III a V) vidieť predstih teplejšieho svahu v produkcii pri nižšej variabilite. Neskôr je narastanie trávnej hmoty slabšie, pričom variabilita úrod sa zvyšuje z kosby na kosbu. Napriek tomu priemerné hodnoty sušiny sú v kosbách dosť vyrovnané. Prudký pokles zaznamenávajú len prvé dva varianty, pri ktorých sa prvá kosba uskutočňuje v čase druhej kosby dusíkom hnojených variantov. Z toho možno vyvodit, že v týchto podmienkach prispieva k lepšiemu rozdeleniu trávnej hmoty v lete včasné prepasenie porastov.

Na severnom svahu je prekvapujúco vyrovnané rozloženie produkcie na bezdusíkových trojkosných variantoch, ale aj na štvorkosných. Na nich príliš vysoká va-

VI. Porovnanie produkcie sušiny poloprirodného trávneho porastu na alúviu ($\bar{x}$ 14 rokov) a na svahoch ($\bar{x}$ 6 rokov) - Comparison of DM production of seminatural grassland in aluvium ($\bar{x}$ 14 years) and on slopes ($\bar{x}$ 6 years)

			0	50 N+PK	100 N+PK	150 N+PK	200 N+PK	250 N+PK
	Chyzerovce	t.ha ⁻¹	4,1	6,1	7,6	9,1	11,0	12,3
		%	29,0	22,3	22,0	21,4	20,5	21,8
			0	PK	120 N+PK	240 N+PK	480 N+PK	
Stanovišťa ¹ na svahoch	T. Nemce (juh ²)	t.ha ⁻¹	2,0	2,6	5,1	6,6	7,0	
		%	29,0	33,4	50,0	40,8	41,4	
	Čaradice (sever ³)	t.ha ⁻¹	2,2	3,1	5,4	8,0	9,6	
		%	35,2	37,9	30,3	27,6	27,8	

¹ sites on slopes, ² southern slope, ³ northern slope

riabilita úrod nabáda k menšiemu oddialeniu prvej kosby, ktorá sa síce premieta v určitom poklese úrody v ďalších kosbách, no azda nenaruší vyrovnaný priebeh narastania trávnej hmoty.

Podobná situácia nebude zrejme všade, avšak náš výskum predsa len dokumentuje možnosti zvýšenia produkcie paše či sena v suchých teplých podmienkach. Treba však veľmi citlivo ekologicky zhodnotiť jednotlivé stanovišťa a podľa toho zaviesť najvhodnejší režim udržovania úrodnosti a využitia poloprírodných trávnych porastov.

VII. Tvorba trávnej hmoty na poloprírodných trávnych porastoch - Grassland biomass formation of seminatural grassland on slope

Stanovište ¹	kosba ²	Varianty hnojenia ³									
		0		PK		120 N+PK		240 N+PK		480 N+PK	
		t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%
Tekovské Nemce (juh ⁴)	1.	-	-	-	-	1,3	25	1,7	26	1,8	26
	%	-	-	-	-	45,9		45,7		50,8	
	2.	1,5	74	2,0	73	1,5	30	1,8	28	1,8	26
	%	25,5		22,1		41,5		44,8		46,0	
	3.	0,4	19	0,5	21	1,2	23	1,7	24	1,6	23
	%	94,5		115,2		64,8		57,7		54,1	
	4.	0,1	7	0,1	6	1,1	22	1,4	22	1,8	25
	%	97,6		95,4		78,1		62,6		62,5	
	$\bar{x}$ spolu ⁶	2,0	100	2,6	100	5,1	100	6,6	100	7,0	100
	%	29,0		33,4		50,1		40,8		41,4	
Čaradice (sever ⁵)	1.	-	-	-	-	0,5	9	1,0	12	1,7	18
	%	-	-	-	-	64,2	-	66,3		81,2	
	2.	0,8	36	1,2	40	1,8	33	2,8	35	2,9	30
	%	50,4		51,4		52,9		48,0		44,0	
	3.	0,7	31	0,9	29	1,8	33	2,3	29	2,7	28
	%	56,6		60,9		33,5		20,7		29,2	
	4.	0,7	33	1,0	31	1,3	25	1,9	24	2,3	24
	%	42,4		43,5		44,7		44,6		45,1	
	$\bar{x}$ spolu	2,2	100	3,1	100	5,4	100	8,0	100	9,6	100
	%	35,2		37,9		30,3		27,6		27,8	

¹ site, ² cut, ³ fertilizing, ⁴ southern slope, ⁵ northern slope, ⁶ total

ZÁVER

Z rozsiahlej databázy nášho výskumu dočasných a poloprirodných trávnych porastov v teplej a suchej oblasti južného Slovenska (povodie Nitry a Žitavy) sme sa rozhodli vybrať niektoré výsledky, aby sme oživilí túto problematiku pre regióny, v ktorých sa už s trávnyimi porastami nepočítalo. Výsledky ukazujú, že až na extrémne suché obdobie v niektorých rokoch tu majú dočasné i poloprirodné porasty svoje opodstatnenie pri primeranom využívaní. Dôležité však je, že súčasne plnia funkciu trvale zelených plôch v kostre ekologickej stability krajiny.

Literatúra

- GEJGUŠ, J.: Intenzifikácia trávnych porastov v podmienkach Východoslovenskej nížiny. [Záverečná správa.] Michalovce, 1975, 43 s.
- JAMRIŠKA, P.: Agrobiologická racionalizácia pestovania vybraných hlavných poľných plodín v SR. [Záverečná správa.] Piešťany, VÚRV 1992.
- KRAJČOVIČ, V. - REGAL, V.: Biológia a ekológia trávnych porastov [Záverečná správa.] Banská Bystrica, VÚLP 1976, 72 s.
- KRAJČOVIČ, V. - VOLOŠIN, J.: Štúdium vplyvu stupňovaných dávok N, P₂O₅ a K₂O na dočasných ďatelino-trávnych porastoch v podmienkach bez závlah a s doplnkovou závlahou. [Záverečná správa.] Nitra, VŠP 1969, 93 s.
- LESÁK, J. - PAVLÍČEK, A.: Produkční a biologické funkce běžných travinných ekosystémů. In: GÁBORČÍK, N. (ed.): Ekológia trávneho porastu II. Banská Bystrica, ČSVTS 1985, s. 248-254.
- LICHNER, S. a kol.: Výskum stupňovaných dávok živín v priemyselných hnojivách na úrody lúčneho porastu v nížinnej oblasti. [Záverečná správa.] Nitra, VŠP 1971, 76 s.
- RYCHNOVSKÁ, M. a kol.: Ekologie lučních porostů. Praha, Akademia 1985, 291 s.
- TOMKA, O. - LIHAN, E.: Dlhodobé hnojenie lúk v údolných polohách. In: KRAJČOVIČ, V. (ed.): Teória a prax v odvetví lúkárstva, pasienkárstva a trávnych porastov. Banská Bystrica, Košice, ČSVTS 1987, s. 41-50.
- TOMKA, O. a kol.: Vývin lucerny sietej v monokultúre a v miešankách. Bratislava, SAV 1963, 209 s.
- VOLOŠIN, J.: Výskum možností pútania vzdušného dusíka dočasných pasienkových porastov v intenzívnej výžive dusíkom. Poľnohospodárstvo, 1985, č. 6.
- VOLOŠIN, J. - ŠMAJSTRLA, V.: Príspevok k riešeniu kontinuity dorastania biomasy dočasných trávnych porastov v suchej a teplej oblasti. In: Ved. Práce Výsk. Úst. Lúk Pasien., 1991, č. 21.

Došlo 18. 6. 1992

VOLOŠIN, J. - KRAJČOVIČ, V. (Grassland Research Institute, Banská Bystrica):

Grassland utilization in warm arid regions of Slovakia.

Rostl. Výr., 39, 1993 (6) : 521-530.

Some data from author's extensive research on temporary and semi-natural grassland in warm and arid regions of southern Slovakia are presented here. Our objective was to evaluate possibilities of grassland utilization under such conditions.

Two series of treatments with different nitrogen (N) rates (see Methods) were carried out in temporary grassland on arable land of the Fluvisol type (pH 7.4) to study herbage

growth dynamics. Dry matter (DM) production and distribution within five cuts of the first series (Treatments 1 - 5) are given in Tab. I. An early first cut (May 7 - 8) did not provide full yield but it contributed to better herbage production in the second and third cuts. Effects of rhizobial nitrogen (Tab. II) were low due to insufficient soil humidity. Changes in botanical composition are summarized in Tab. III.

In the second series of the treatments, different N rates were applied with the intention to transfer herbage growth more to summer months. However, the results presented in Tab. IV show that the N rates gradually increasing in cuts and years did not bring the expected effect. Over the two years (treatments IX and X), higher proportion of leguminous fodder plants was recorded due to N distribution but activity of rhizobia was weak and did not improve DM production in the first and second cuts (Tab. V).

Gradually increasing N rates applied to semi-natural grassland on slopes were not so effective as those applied to fluvisol of river alluvium (Tab. VI). Considering the slope exposure, both the DM production and variation coefficient (in %) were characteristic. In Tab. VII, DM distribution illustrates a retarding effects of later first cut on subsequent herbage growth in zero N treatment. However, the influence of earlier first cut can be more effective. The results show that relatively good herbage mass distribution can be achieved by both the adequate N distribution (the same in all years) and frequency of cutting in warm and dry regions during a growing period. In this way, grazing can be extended and the first two cuts of lucerne swards can be preserved for conservation.

Kontaktná adresa:

Doc. Ing. Jozef V o l o š i n , Výskumný ústav lúk a pasienkov, Banská Bystrica,
Výskumná stanica, Štefánikova tr. 88, 949 01 Nitra

THE EFFECT OF ROW SPACING ON THE PRODUCTIVE UTILIZATION OF DISTANCES BETWEEN PLANTS BY THE SUGAR-BEET STAND

L. Minx

University of Agriculture, Brno

In four-year field experiments with the sugar-beet variety Domona, data were obtained for investigations of the course of dependence of yields on the distance of plants in the row in stands where the row spacings were 36, 45 and 50 cm. The wider the space between rows, the lower the yield and quality of beet and the lower the range of utilizable distances between plants in the row. The following distances of plants in the rows resulted in the highest yields of sugar (i.e. 99 - 100 % of the maximum yield of the respective row spacing): 22 - 35 cm, 18 - 28 cm and 15 - 24 cm. Sugar yields declined approximately by 5 % for 16 and 50 cm (36 cm), 14 and 40 cm (45 cm) and 12 and 35 cm (50 cm width between rows). Parts of the spaces between plants which were higher than the larger distances could be considered as gaps and the proportion of their sum in the length of the row would be the percentage of gappiness of the stand. The proportion of the sums of distances reaching a lower value than the smaller datum, calculated in per cent from the length of the rows, is the percentage of the over-planting of the stand.

Investigations of the distribution of plants in sugar-beet stands is an old-new issue. Scientists often go back to this problem because the introduction of monogerm varieties sown in longer of drilling-to-plant distances in the row has considerably changed the criteria of evaluation of this fundamental indicator of the preconditions of production in sugar-beet stands.

Z o l t á n (1981) considers the optimal distances between plants in the row to be 20.5 to 30 cm, F o r n s t r o m (1980) 17.9 to 30.5 cm. D r a c h o v s k á - Š i m a n o v á et al. (1958) stated that with a relatively great range of distances between plants in the row the product of the number of beets per unit of area of land and their average weight are equal. They limit the range of effectiveness to be less than +30 % of the optimal distance of thinning. When sowing in half or final distances the distribution of plants is given by the combination of distances of sowing in the row and the emergence of the stand (M i n x , 1988).

The efforts to express the uniformity of distribution of plants in the row led the authors to divide the distances of plants in the row into groups. B e r n d t , G e r d e s (1972), for instance, chose 0 - 3 cm (two-plants where thinning could be finished when stooping), 4 - 10 cm (thinning can be finished when standing), 11 - 40 cm (and/or as much as 48 cm - according to the space between rows) and more than 40 cm (and/or more than 48 cm - gaps). B a c h m a n n , T r o g (1973) consider gaps to be distances of more than 44 cm between plants (and/or above 48 cm). The

methods of agronomic services of our sugar factories, used since the 1960s, determined gaps as distances between plants of more than 40 cm.

The numerous possible combinations of distances between plants following from different sowing distances and emergence rate of the stand, and efforts to find out the relationships between the distribution of the plants and stand production led to mathematical models (Kästner, 1990; Minx, 1988, 1990 and others). The subject of the present study is to create a more finished idea about the effect of the distribution of plants in the rows on their production.

MATERIAL AND METHODS

The aim of the present investigations was to update data on the range of distances in the row fully utilizable by sugar-beet plants (i.e. distances which the sugar-beet plants are able to compensate through other yield-forming components without any substantial decline in production) and on their changes caused by different row spacing. The data were obtained in four-year experiments established at the Breeding Station in Kralice na Hané (loam clay soil of the degraded chernozem type). The variety Domona was grown in the following variants:

- row spacing - 36, 45 and 50 cm,
- distance of plants in the row - closely-spaced seedlings (thick sowing without thinning), 10, 20, 30, 40, 50 and 100 cm.

To eliminate the effect of the neighbouring area with a different row spacing, the three-row plots (10 m²) were alternated with three marginal rows of two, and two neighbouring distances, as given in the following scheme:

$\cdot 36 \cdot \begin{matrix} + \\ + \\ + \end{matrix} 36 \cdot \begin{matrix} + \\ + \\ + \end{matrix} 36 \cdot \begin{matrix} + \\ + \\ + \end{matrix} 36 \cdot \begin{matrix} + \\ + \\ + \end{matrix} 36 \cdot 45 \cdot \begin{matrix} + \\ + \\ + \end{matrix} 45 \cdot \begin{matrix} + \\ + \\ + \end{matrix} 45 \cdot \begin{matrix} + \\ + \\ + \end{matrix} 45 \cdot \begin{matrix} + \\ + \\ + \end{matrix} 45 \cdot 50 \cdot \begin{matrix} + \\ + \\ + \end{matrix} 50 \cdot \begin{matrix} + \\ + \\ + \end{matrix} 50 \cdot \begin{matrix} + \\ + \\ + \end{matrix} 50 \cdot 50 \cdot \text{etc.},$

where the figures give the row spacing, the crosses indicate the harvest rows and the dots indicate the marginal rows. The plots were repeated four times in the experiment. The trials were established on land with breeding plots, therefore the agro-technology (winter wheat as forecrop, stubble breaking, medium ploughing with underploughing of farm manure, deep ploughing and levelling of furrows), nutrition (130 kg.ha⁻¹ of net nitrogen nutrients in industrial fertilizers, other nutrients according to agrochemical analyses of the soil) and protection, were uniform and in accordance with the requirements for performance tests of breeding materials.

For the calculations of yields and quality, only beets with a cross-section size above 5 cm were taken into account during harvest; 30 to 40 beets were technologically analyzed (where spacing was the thinnest, then all the harvested beets).

The Breeding Station in Hrubčice (distance of experimental plots within 3 km) provided data about the climatic conditions. The weather in the experimental years differed. The vegetation period of 1988 and 1989 was very dry (299.6 and 302.3 mm of precipitation from April till September as compared with the long-term mean of 358.9 mm) with higher temperatures (15.3 °C, the long-term mean was 14.8 °C). The most humid (416.2 mm) and the coldest (14 °C) was the vegetative period of 1987, while 1986 was normal (14.7 °C) and rather dry (333.9 mm).

RESULTS

Tab. I gives the results of field experiments (sugar yields) Tab. II (refined sugar yields) and Tab. III (technological value). Yields of both sugar and refined sugar were the highest in stands with the narrowest row spacings, the wider the distances between rows, the lower the yields. Statistical evaluation of the results (Tab. IV) showed that the differences in yields were highly significant due to the effect of the year and distance of plants in the row. The effect of row spacing was significant.

Differences in yields affected by the distance between the plants in the row were evoked particularly by the extreme variants where the yields decreased, on the one

I. Sugar yields using different spacing during growth - Výnosy cukru při rozdílném sponu pěstování (t.ha⁻¹)

Spacing ¹ (cm)	Experimental years ²				Average ³
	1986	1987	1988	1989	
36 x 6.8	3.82	5.42	6.60	3.97	4.95
10	6.59	7.45	8.62	6.19	7.21
20	6.52	8.79	8.09	5.73	7.28
30	6.41	8.46	8.59	5.27	7.18
40	6.29	8.69	9.30	5.13	7.35
50	5.98	8.15	9.86	4.38	7.09
100	3.25	6.68	4.77	2.55	4.31
45 x 6.9	2.77	5.55	5.79	4.61	4.68
10	6.07	7.27	7.79	5.45	6.64
20	6.69	9.19	7.98	5.09	7.24
30	5.89	8.86	7.74	5.10	6.90
40	5.15	8.78	8.37	4.46	6.69
50	4.85	8.54	8.49	3.73	6.40
100	2.53	6.55	5.55	2.21	4.21
50 x 6.2	4.10	5.22	6.08	4.71	5.03
10	6.27	8.26	7.30	5.20	6.76
20	6.27	8.78	8.27	4.48	6.95
30	5.75	8.45	7.33	4.02	6.39
40	5.44	8.98	7.73	3.39	6.38
50	4.97	8.23	7.44	3.10	5.93
100	3.28	6.77	5.36	1.79	4.30

¹spon pěstování, ²pokusné roky, ³průměr

hand, due to overplanting (the variant of dense seeding without thinning) and, on the other hand, due to gappiness (100 cm distance of plants in the rows). Substantially lower and altogether insignificant differences were found in the other tested distances between plants in the row, particularly when row spacing was 36 cm. We cannot overlook the fact that with the narrowest row spacing and 10 - 50 cm distances between plants in the row, the differences in yields of beet, sugar and refined sugar ranged only within 4 %, with no marked maximum. In the next two row spacings, the yields were the highest when the distance of plants in the row was 20 cm. The difference in yields of beet, sugar and refined sugar with a 45 cm row spacing and

II. Yields of refined sugar using different spacing during growth - Výnosy rafinády při rozdílném sponu pěstování (t.ha⁻¹)

Spacing ¹ (cm)	Experimental years ²				Average ³
	1986	1987	1988	1989	
36 x 6.8	3.07	3.97	5.43	3.21	3.92
10	5.28	5.42	7.12	4.89	5.68
20	5.25	6.42	6.66	4.36	5.67
30	5.10	6.04	7.01	3.90	5.51
40	4.94	6.47	7.64	3.82	5.72
50	4.78	6.03	8.02	3.14	5.49
100	2.53	4.72	3.83	1.82	3.22
45 x 6.9	2.41	4.03	4.81	3.74	3.75
10	4.88	5.29	6.48	4.24	5.22
20	5.33	6.76	6.66	3.90	5.66
30	4.69	6.44	6.37	3.80	5.32
40	3.98	6.43	6.91	3.24	5.14
50	3.84	6.21	6.93	2.59	4.89
100	1.93	4.68	4.41	1.52	3.13
50 x 6.2	3.35	3.84	4.98	3.75	3.98
10	5.07	6.09	6.01	4.04	5.30
20	4.96	6.55	6.83	3.37	5.43
30	4.61	6.08	6.07	2.99	4.94
40	4.21	6.49	6.36	2.43	4.87
50	3.93	5.94	6.06	2.18	4.53
100	2.49	4.67	4.28	1.23	3.17

¹spon pěstování, ²pokusné roky, ³průměr

50 cm distance of plants in the row was 9 %, 11.5 % and 13.5 %, respectively. The 50 cm row spacing when the distribution of plants was square reduced the yields of beet, sugar and refined sugar by 12.5 %, 15 % and 16.5 %, respectively.

Widening the spacing reduced the quality of the beet - decreased digestion and growth of soluble ashes what led to an even greater depression in the percentage of the yielding capacity as compared with the sugar content. The quality decreased markedly in a heavily overplanted stand (less than 10 cm). However, quality was the highest in stands where the distance was 10 cm.

III. The effect of spacing on the technological quality of sugar beet (average values for 1986 - 1989) -
Vliv sponu na technologickou hodnotu cukrovky (průměry za roky 1986 - 1989)

Spacing ¹ (cm)	Digestion ² (%)	Refined sugar ³ (%)	Conduction ⁴ (%)
36 x 6.8	14.89	11.81	0.43
10	15.51	12.22	0.48
20	15.29	11.97	0.49
30	15.10	11.58	0.52
40	15.11	11.73	0.49
50	14.87	11.46	0.50
100	14.47	10.86	0.54
45 x 6.9	14.75	11.68	0.43
10	15.49	12.18	0.48
20	15.37	12.06	0.48
30	15.30	11.86	0.51
40	14.88	11.41	0.51
50	14.82	11.28	0.53
100	14.34	10.65	0.56
50 x 6.2	14.77	11.69	0.43
10	15.47	12.23	0.47
20	15.23	11.88	0.49
30	15.25	11.83	0.50
40	14.95	11.38	0.53
50	14.69	11.18	0.52
100	14.20	10.46	0.57

¹ spon pěstování, ² digesce, ³ rafináda, ⁴ kondukce

The studied range of variants can be completed by a logical beginning, i.e. the maximal density when the plants do not reach the required minimal weight of roots (e.g. 100 g or 5 cm minimal diameter of the beet) so that their yields approach a zero values. The course of the dependence of the yield on distances between plants in the row was studied in such a completed range of variables. The aim was to find curves of a logically continuous course with the lowest possible sum of positive and negative deviations of the actual values (Figs 1 - 3). The approximate peak of the curves was determined and, graphically, also the corresponding distances between the plants in the row for the chosen relative volume of yields (Tab. V).

The course of the curves of the yield dependence on the distances of plants in the row (Fig. 4) unequivocally confirms that with a wider row spacing the yields of sugar and refined sugar decrease too. The yield is significantly affected both by gappiness and overplanting. The maximum output of sugar and refined sugar (99 - 100 %) was obtained when row spacing was 36 cm and the distance between plants in the rows 22 - 35 and 23 - 33 cm, row spacing 45 cm and distance of plants in rows 17.5 - 28.5 and 15.5 - 26 cm, and when row spacing was 50 cm and distance between plants in row 15 - 24 and 13.5 - 21.5 cm. In other words, with wider row

IV. Two-factorial analysis of dispersion variance - Dvufaktorová analýza rozptylu

Factor ¹	Number of degrees of freedom ²	Sum of squares of deviations ³	Mean of squares of deviations ⁴	F value ⁵	Significance ⁶
Sugar yield ⁷					
A	6	91.7864	15.2977	27.5841	++
B	2	3.99219	1.99609	3.59925	+
AB	12	3.16309	0.263591	0.475293	
R	3	181.934	60.6447	109.351	++
E	60	33.2752	0.554586		
Yield of refined sugar ⁸					
A	6	58.7385	9.78975	26.2539	++
B	2	2.70947	1.35474	3.63309	+
AB	12	2.13647	0.17804	0.477461	
R	3	112.851	37.617	100.88	++
E	60	22.3733	0.372888		

¹factor A - distance between plants in row, B - row spacings, AB - AB interaction, R - repetition (years), E - technical error;

¹faktor A - vzdálenosti rostlin v řádku, B - rozteče řádků, AB - interakce AB, R - opakování (ročníky), E - technická chyba;

²počet stupňů volnosti, ³součet čtverců odchylek, ⁴průměr čtverců odchylek, ⁵F hodnoty, ⁶průkaznost, ⁷výnos cukru, ⁸výnos rafinády

spacing, the range of utilizable distance by plants in the row narrows and shifts towards lower values. From these figures and from the course of the curves of dependence of yields on the distance of plants in the row it follows that the range of fully utilizable distances between plants in the row are somewhat different for the yields of roots, sugar or refined sugar. In the given order of yields both the lower, but particularly the upper, margin of their ranges decreases.

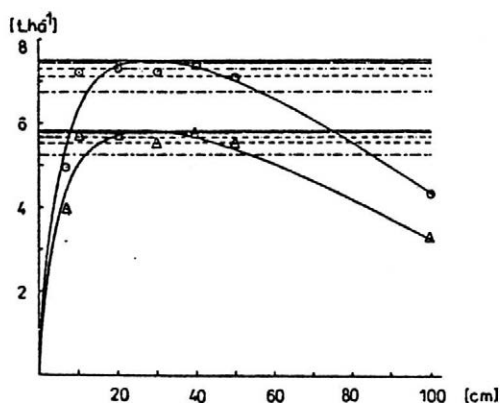
If we consider a gap as part of a more than 40 cm distance between two neighbouring plants in the row (i.e. under a 45 cm row spacing), then the maximal utilizable area of land by one plant is 0.18 m². Fig. 5 illustrates the dependence of sugar yields on the number of plants. Sugar yields based on the number of plants, regardless of the spacing, have a very similar tendency, even though here too we might indicate that the yield decreases with an increasing row spacing. Considering that under an even distribution of plants in the row, the changed spacing maintaining the same number of plants per unit of area affects the yields only very little, then when row spacing is 36 cm, an area of 0.18 m² falls to spacing 36 x 50 cm, while with row spacing being 50 cm, to a 36 cm distance of plants in the row.

Distances between plants corresponding to a 95 % sugar yield (46.5, 38 and 35 cm, see Tab. V) approach the above give rounded off data. On the contrary, the 5 % decline in sugar yields caused by overplanting falls to the 36, 45 and 50 cm row spacings and distance between plants in the row of 15.5, 13.5 and 11.5 cm (see again Tab. V). It would thus be recommendable to consider that the distances

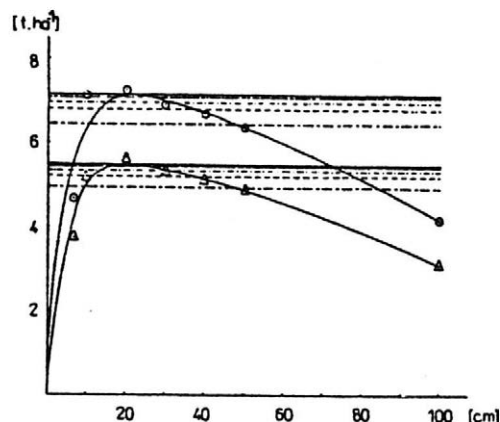
V. Spaces between plants corresponding to the relative amount of yields - Vzdálenosti rostlin odpovídající relativní výši výnosu

Relative yield ¹ (%)	Row spacing ² (cm)		
	36	45	50
Sugar yield³			
100	28.0	23.0	18.0
99	22.0 and 35.0	17.5 and 28.5	15.0 and 24.0
97	17.5 and 42.0	15.0 and 33.5	12.5 and 30.5
95	15.5 and 46.5	13.5 and 38.0	11.5 and 35.0
90	12.0 and 56.0	10.5 and 48.0	9.0 and 45.0
Refined sugar yield⁴			
100	27.0	19.5	18.0
99	23.0 and 33.0	15.5 and 26.0	13.5 and 21.5
97	18.0 and 40.0	13.5 and 32.0	12.0 and 25.0
95	15.5 and 44.5	11.5 and 38.0	10.5 and 31.5
90	11.5 and 53.5	9.5 and 48.5	9.0 and 41.5

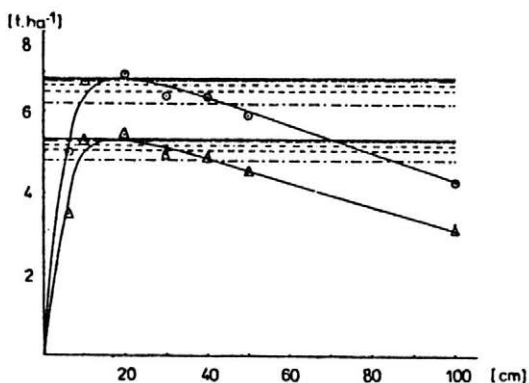
¹ relativní výnos, ² rozteč řádků, ³ výnos cukru, ⁴ výnos rafinády



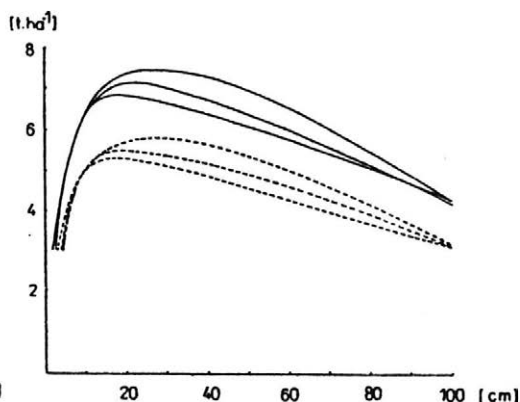
1. The dependences of sugar and refined sugar yields on the stand density (row spacings of 36 cm) - Závislosti výnosů cukru a rafinády na hustotě porostu (vzdálenosti řádků 36 cm)



2. The dependences of sugar and refined sugar yields on the stand density (row spacings of 45 cm) - Závislosti výnosů cukru a rafinády na hustotě porostu (vzdálenosti řádků 45 cm)



3. The dependences of sugar and refined sugar yields on the stand density (row spacings of 50 cm) - Závislosti výnosů cukru a rafinády na hustotě porostu (vzdálenosti řádků 50 cm)



4. Comparison of the course of dependence of sugar (full lines) and refined sugar (dashed curves) yields on stand density with a 36 cm (upper curves), 45 cm (middle curves) and 50 cm (lower curves) row spacing - Srovnání průběhu závislosti výnosu cukru (plné čáry) a rafinády (čárkované křivky) na hustotě porostu při mezirádkové vzdálenosti 36 cm (horní křivky), 45 cm (střední křivky) a 50 cm (spodní křivky)

Explanations for Figs 1 to 3 - Vysvětlivky k obr. 1 až 3:

upper curve - sugar yield

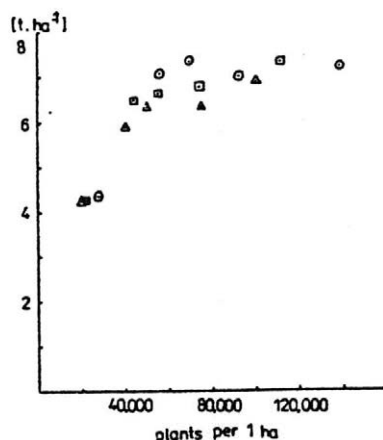
horní křivka - výnos cukru

lower curve - refined sugar yield

spodní křivka - výnos rafinády

horizontal lines from above downwards - horizontální přímky shora dolů: 100, 99, 97, 95 and 90 %

5. Relationship between number of plants and sugar yields - Vztah počtu rostlin a výnosu cukru
 points in circle - 36 cm, in square = 45 cm
 and in triangle = 50 cm row spacing
 body v kroužku = 36 cm, ve čtverečku = 45 cm
 a v trojúhelníku = 50 cm meziřádková vzdálenost



between plants of less than 16, 14 and 12 cm (with the same sequence of row spacings) are distances causing overplanting and that those of more than 50, 40 and 35 cm are distances causing gappiness.

DISCUSSION

The tendency that yields increase with decreasing row spacing observed in the present experiments has also been recorded by the Research Institute for Sugarbeet in Semčice (Fiedler et al., 1975). Also Zvěřina et al. (1989) came to the same conclusions when studying the so-called method of bedding cultivation of sugar beet. Our present findings are only partly in accordance with the opinion of Oldemeyer (1988 - personal written communication) who stated that in extensive experiments of the Great Western Sugar Company no measurable difference in sugar yields was found when the distance between plants was 15 - 45 cm. Their experiments and experience indicate that the grower may expect losses to be $2.5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ for each 15 cm widening of the row, if done within the range of 50 - 100 cm. Our experiments have shown differences in yields even when row spacing was less than 50 cm.

The course of the dependence of yields on the distance between plants under different row spacing is very similar to the results published by Hills et al. (1976). His curves of the dependences as well as ours are both nonlinear and, from the distance when the maximal yield is reached under a corresponding row spacing, considerably asymmetric. Therefore, the results did not confirm the generally accepted opinion of Drachovská - Šímanová et al. (1958) according to which the yields do not change within the range of 30 % from the optimal distance.

The definition of the maximally utilizable distance by plants in the row given in the present study does not fully correspond with data of some authors (e.g. Berndt, Gerdes, 1972; Bachmann, Trog, 1973, among others). This partial difference is more the result of a different approach to the investigations. It is true that the lower margin of the utilizable distances is within a wide range of

recommended drilling-to-stand distances of planting, however, the opinions of the authors differ considerably and are tributary particularly to the reached field emergence. The marginal distances for assessing overplanting and gappiness which we recommend follow only from aspects of production and do not take into account the different technologies of harvesting and their effect on the quality of the yields and losses during harvesting.

The composition of the variants and the method of their evaluation explain some of the new aspects associated with efforts aimed at reducing the risk of failure in growing, while extending progressive technologies of sugar beet growing.

References

- BACHMANN, L. - TROG, P.: Wie erreichen wir 80 000 bis 100 000 Rüben je Hektar und sichern hohe Zuckerrübenenerträge? *Feldwirtschaft*, 14, 1973, No 1, pp. 28-11.
- BERNDT, K. - GERDES, G.: Bestimmung des Pflanzenaufgangs und der Pflanzenverteilung bei Zuckerrüben. *Feldwirtschaft*, 13, 1972, No 2, pp. 74-75.
- DRACHOVSKÁ-ŠIMANOVÁ, M. et al.: *Řepařsko-cukrovarnické pokusnictví I. díl*. Praha, SNTL 276 p.
- FIEDLER, J. et al.: *Technologie výroby cukrovky*. Praha, SZN 1975, 268 p.
- FORNSTROM, K. J.: Planting sugarbeets to stand in Wyoming. *J. Amer. Soc. Sug. Beet Technol.*, 20, 1980, No 6, pp. 535-543.
- HILLS, F. J. et al.: Sugar beets - establishing a stand. Berkeley, Univ. California, 1976, 8 p.
- KÄSTNER, B.: Zur Optimierung von Pflanzenanzahl und verteilung sowie Ertrags- und Qualitätsmerkmalen in der Zuckerrübenproduktion. 1. Mitt.: Mathematische Modelle zur Abbildung der Pflanzenbestandes. *Zuckerindustrie*, 115, 1990, No 6, pp. 458-465.
- MINX, L.: Teorie a praxe vědeckého řízení základního výnosotvorného prvku porostů cukrovky. [Doktorská disertace.] Brno, 1988, 338 p. - Vys. Šk. zeměd.
- MINX, L.: Excessive density of sugar beet stands. *Scientia Agric. bohemoslov.*, 22, 1990, No 1, pp. 23-31.
- ZOLTÁN, I.: A cukorrépa töeloszlásának hatása a termésmennyiségre és a cukortartalomra. *Cukoripar*, 34, 1981, pp. 1-3.
- ZVĚŘINA, M. et al.: *Technologie pěstování cukrovky s výsevní vzdáleností nad 180 mm*. [Výzkumná zpráva.] Semčice, VŠÚŘ 1989.

Received on September 21, 1992

MINX, L. (Vysoká škola zemědělská, Praha):

Vliv rozteče řádků na produkční využívání vzdáleností rostlin v řádku porostem cukrovky.

Rostl. Výr., 39, 1993 (6) : 531-541.

Cílem popisovaného výzkumu bylo zpřesnění údajů o rozsahu plně využitelných vzdáleností rostlinami cukrovky v řádku, pěstovanými při rozdílné řádkové rozteči. Odrůda Domona byla v letech 1986 až 1989 pěstována v sestavě variant:

- rozteč řádků - 36, 45 a 50 cm,
- vzdálenosti rostlin v řádku - plný řádek (hustý výsev bez jednocení), 10, 20, 30, 40, 50 a 100 cm.

Zjištěné výsledky polních pokusů jsou zahrnuty do tab. I až II. V porostu s nejužší roztečí řádků byly dosaženy nejvyšší výnosy cukru i rafinády a s rozšiřováním meziřádkové vzdálenosti klesaly. Statistické vyhodnocení výsledků (tab. IV) prokázalo výsoce významné rozdíly ve výnosech vlivem ročníků a vzdáleností rostlin v řádku. Vliv rozteče řádků byl průkazný. U nejužší rozteče se rozdíly ve výnosech bulev, cukru a rafinády u vzdáleností rostlin 10 až 50 cm pohybovaly pouze v rozsahu 4 % bez výraznějšího maxima. U dalších dvou meziřádkových roztečí byl zjištěn maximální výnos u vzdáleností rostlin 20 cm. Při vzdálenosti řádků 45 cm se varianta s 50cm vzdáleností rostlin v řádku od ní lišila ve výnosu bulev o 9 %, cukru o 11,5 % a rafinády o 13,5 %, 50cm rozteč řádků vedla ve čtvercovém rozmístění rostlin k poklesu výnosů bulev o 12,5 %, cukru o 15 % a rafinády o 16,5 %.

Sledovaný rozsah variant byl doplněn o logický začátek, tj. o maximální hustotu, při níž rostliny nedosáhnou požadovanou minimální hmotnost kořenů, takže jejich výnos se blíží nule. U takto doplněné škály proměnných byl hledán průběh závislosti výnosu na vzdálenosti rostlin v řádku (obr. 1 až 3). Jejich vzájemná porovnání znázorňuje obr. 4.

Maximum produkce cukru a rafinády (99 až 100 %) bylo dosaženo u rozteče řádků 36 při vzdálenostech 22 až 35 a 23 až 33 cm, u 45cm řádků při oddálení rostlin 17,5 až 28,5 cm a 15,5 až 26 cm a u meziřádkové vzdálenosti 50 cm 15 až 24 a 13,5 až 21,5cm vzdálenosti rostlin v řádku. S rostoucí roztečí řádků se zužuje rozsah využitelné vzdálenosti rostlinami v řádku a posunuje se směrem k nižším hodnotám.

Při rovnoměrném rozmístění rostlin v řádku se při stejném počtu rostlin na jednotce plochy výnos mění změnou sponu velmi málo (obr. 5). Považujeme-li za mezeru část vzdálenosti dvou sousedních rostlin v řádku převyšující 40 cm (týká se rozteče řádků 45 cm), maximální využitelná plocha půdy jednou rostlinou je 0,18 m². Při rozteči řádků 36 cm plocha půdy 0,18 m² připadá na spon 36 x 50 cm a naopak při rozteči řádků 50 cm na vzdálenost rostlin v řádku 36 cm.

Takto zaokrouhleným údajům se velmi blíží vzdálenosti rostlin odpovídající 95% výnosu cukru (46,5; 38 a 35 cm), jak udává tab. V. Naopak 5% pokles výnosů cukru vlivem přehuštění připadá na rozteče řádků 36, 45 a 50 cm na vzdálenosti rostlin 15,5; 13,5 a 11,5 cm (tab. V). Je proto doporučitelné vzdálenosti rostlin od 16, 14 a 12 cm (při stejném sledu roztečí) považovat za vzdálenosti působící významný pokles výnosu přehuštěním a nad 50, 40 a 35 cm považovat za vzdálenosti způsobující pokles vlivem mezerovitosti. Z výsledků dále vyplývá, že je nevhodné zvětšovat stávající rozteče řádků a setrvávat u dřívějšího doporučení, podle kterého považují někteří pěstitelé za konečné vzdálenosti i 11 až 12 cm v řádku.

Contact Address:

Prof. ing. Lubomír M i n x , DrSc., Vysoká škola zemědělská, 613 00 Brno



**VÝHODNÝ LEASING
STROJŮ A ZAŘÍZENÍ
NEJEN PRO ZAČÍNÁJÍCÍ
PODNIKATELE**

ADEKO a. s. Vám nabízí

- ☐ kapitálovou účast v jiných podnikatelských subjektech
- ☐ společné podnikání
- ☐ poradenskou, konzultační a zprostředkovatelskou činnost v oboru ekologie
- ☐ investorskou a investiční činnost
- ☐ řešení odbytových potíží výrobcům a obchodním organizacím formou leasingového financování

**ADEKO a. s.
Slezská 7
120 56 Praha 2**

**tel.: 258 342
fax: 207 229**



V. Švachula

Vysoká škola zemědělská, Praha

Je analyzována 20letá časová řada výsledků sledování dlouhodobého vlivu závlah a zavlažovaného osevního postupu na výnosy a jakost cukrovky. V letech 1968 až 1987 byla na pozemcích VŠZ Praha v Hoříně u Mělníka pěstována odrůda cukrovky Dobrovická A. V zavlažovaném osevním postupu byly doplňkové závlahové dávky řízeny graficko-analytickou metodou a činily v průměru $165,8 \text{ mm} \cdot \text{ha}^{-1}$ vody za vegetační období. V zavlažovaném osevním postupu byl dosažen průměrný výnos cukrovky $59,78 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ při 82,2% míře stability, proti $39,41 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ a 71,0% míře stability v nezavlažovaném osevním postupu. Cukernatost byla vlivem dlouhodobého zavlažování v 20letém průměru snížena absolutně o 1,03 % (zavlažovaná cukrovka 15,48 %, nezavlažovaná 16,51 %). V letech 1969, 1977 a 1980 se podařilo vlivem závlah cukernatost zvýšit. Přiznivý byl pokles obsahu alfa-aminodusíku u zavlažované cukrovky v průměru 20 let absolutně o $4,8 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ($34,6 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ v zavlažovaném osevním postupu, $39,4 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ v nezavlažovaném osevním postupu). Dlouhodobým zavlažováním bylo dosaženo průměrné produkce rafinády $7,55 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ proti $5,35 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ nezavlažované kontroly, přičemž v sušších vegetacích činilo zvýšení 94 %, ve středně vlhkých 30 % a ve vlhkých 20 % proti hodnotám v nezavlažovaném osevním postupu.

Již dříve upozorňoval S t e h l í k (1982), že u nás jsou pro cukrovku limitujícími faktorem srážky a variabilita výnosu je čtyřikrát větší než variabilita cukernatosti. Podle vlastní analýzy údajů cukrovarnického průmyslu byly v posledních 30 letech splněny podmínky základní klimatické rovnice pro maximální výnosy a jakost cukrovky pouze v 23,3 % ročníků (Š v a c h u l a , 1985). Nedostatek srážek či jejich nerovnoměrné rozdělení mohou způsobit nižší výnos a v extrémnějších případech i stres.

Je všeobecně známo, že pouze neomezený růst cukrovky vede k nejvyšším výnosům cukru, ale i k potřebné technologické jakosti bulev. K u p e r s (1981) uvádí, že existuje několik cest k dosažení tohoto cíle: šlechtění odrůd, které jsou více rezistentní proti stresu ze sucha, dále agrotechnická opatření předcházející stresu ze sucha, spočívající buď v zesílení vododržné kapacity půdy a ve zvýšení hloubky zakořeňování rostlin, nebo v umělém zásobení cukrovky vodou v dobře časovaných obdobích během vegetace. Problém je v tom, že dosažení vláhového optima může být v zápětí porušeno následnými nepříznivými povětrnostními podmínkami.

V předložené publikaci je analyzován vliv 20letého zavlažování na výnosy a jakost cukrovky, přičemž je poukázáno na to, že kvantitativní a kvalitativní ovlivnění produkce biomasy není způsobováno jen samotnými závlahovými dávkami, nýbrž že se projevuje významně i vliv zavlažovaných předplodin a zavlažovaného osevního postupu.

MATERIÁL A METODA

Cukrovka odrůda Dobrovická A (obrušovaná) byla v letech 1967 až 1987 pěstována na pozemcích Experimentální závlahové základny katedry obecné produkce rostlinné a agrometeorologie (agronomická fakulta VŠZ Praha) v Hoříně u Mělníka. Pokusy se uskutečnily na humózních, sorpčně nasycených hlinitých hnědozemních půdách, v teplém a suchém klimatickém pásmu, v oblasti velkoplošné závlahové soustavy Vltava-V. Cukrovka zde byla řazena v pětihoňné rotaci (vojtěška, vojtěška, ozimá pšenice, cukrovka, jarní ječmen s podsevem). Na plochách 1 ha každé plodiny byly trvale vedeny dvě základní pokusné varianty. Varianta zavlažovaná, s optimálním vláhovým režimem, řízeným podle graficko-analytické metody (K u d r n a , 1968) a varianta bez doplňkových závlah. Na plochách uvedených základních variant byla zajišťována jednotná agrotechnika včetně výživy i ochrany porostů. Kromě 40 t.ha⁻¹ hnoje bylo aplikováno každoročně v průměru 260 kg čistých živin NPK v poměru 1 : 0,4 : 1,5. Průměrné množství závlah během 20 vegetací činilo 165,8 mm (tab. I).

Výnosy bulev byly zjišťovány jako průměr sklizňových údajů z pětkrát opakovaných parcel o výměře 25 m². Digesce a alfa-aminodusík byly stanoveny v řepné kaši z bulev kolorimetricky (F r i m l , T i c h á , 1986). Výnos rafinády (bílého cukru) byl vypočten podle vzorce, který doporučuje S c h m i d t (1979):

$$Q_B = 0,01 \cdot Q_K [Dg - (0,8 + 4 Ak)]$$

kde: Q_B - výnos rafinády (t.ha⁻¹),

Q_K - výnos bulev (t.ha⁻¹),

Dg - digesce (%),

Ak - popel (%).

Hodnota míry stability S % byla vypočtena podle vzorce, který publikoval Z i t t a (1976). Hydrotermický koeficient (HTK) podle Seljaninova (K u r p e l o - v á et al., 1975) byl počítán podle vzorce:

$$HTK = h_s / t_c \cdot 0,1 \cdot n,$$

kde: h_s - srážky (mm),

t_c - teploty vzduchu (°C),

n - počet dnů.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Cukrovka patří mezi plodiny s vysokou pozitivní reakcí na závlahu. Z údajů 20leté řasové řady (tab. II) je patrné, že doplňkové závlahy zvýšily výnosy zkoumané plodiny v jednotlivých ročnících v rozmezí od 6,7 % (rok 1987) do 257,4 % (rok 1976), v průměru za dvě desetiletí o 51,7 %. Přiznivě je i zvýšení výnosové stability (tab. II). Stejnými tendencemi se projevil vliv závlah i na produkci rafinády, jak ukazuje obr. 1. Výjimkou bylo vlhké vegetační období roku 1981, ve kterém kladný účinek závlah setřely nadměrné pozdější srážky.

Ve zkoumaném období 1968 až 1987 proběhly čtyři rotace uvedeného osevního postupu. Na výnosy a jakost cukrovky působily kromě aplikovaných závlah i vlivy zavlažovaných předplodin s doprovodnými změnami v mikrobiologické aktivitě ornice a ve fyzikálně chemickém režimu půdy.

Jak je patrné z tab. III, výnosové a jakostní údaje ve sledovaných ročnících se liší podle průběhu povětrnostních podmínek. Nejvyššího zvýšení výnosu bulev vlivem závlah (128,9 %) bylo dosaženo v sušších ročnících (hodnocení podle HTK) při poklesu cukernatosti relativně o 12,4 %, ale při snížení obsahu alfa-aminodusíku relativně o 8,8 %. Pokud jde o produkci rafinády, v sušších ročnících činilo zvý-

I. Povětrnostní podmínky a množství závlahové vody - Weather conditions and amount of irrigation water

Rok ¹	Průměrné teploty vzduchu ² 4. - 9. měsíc ⁶ (°C)	Suma srážek ³ 4. - 9. měsíc (mm)	Hydrotermický koeficient ⁴ 4. - 9. měsíc	Celkové množství závlahové vody ⁵ (mm)
1968	14,8	441	1,62	86
1969	14,3	292	1,11	177
1970	14,5	397	1,50	138
1971	15,3	387	1,38	265
1972	14,7	384	1,43	190
1973	15,0	240	0,88	271
1974	14,5	292	1,10	164
1975	15,7	239	0,83	291
1976	15,3	188	0,67	295
1977	14,2	483	1,86	101
1978	13,9	426	1,63	99
1979	14,9	340	1,25	312
1980	13,6	350	1,41	98
1981	15,0	529	1,93	124
1982	15,7	264	0,92	217
1983	16,3	391	1,31	103
1984	13,7	340	1,36	47
1985	15,3	293	1,05	71
1986	15,4	328	1,16	154
1987	14,8	419	1,55	113

¹year, ²average air temperatures, ³sum of precipitation, ⁴hydrothermic coefficient, ⁵total amount of air irrigation water, ⁶month

II. Produkce cukrovky pěstované v letech 1968 až 1987 ve stacionárním zavlažovaném (Z) a nezavlažovaném (N) osevním postupu v Hoříně u Mělníka - Production of sugar beet cultivated in the years 1968 to 1987 in the stationary irrigation (Z) and non-irrigated (N) crop rotation at Hořín near Mělník

Rok ¹	Výnos bulev ² (t.ha ⁻¹)		Cukernatost ³ (%)		Alfa-amino N ⁴ (mg.100 g ⁻¹)		Popel ⁵ (%)		Rafináda ⁶ (t.ha ⁻¹)	
	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N
1968	60,2	55,0	14,8	15,2	28	19	0,48	0,49	7,27	6,84
1969	44,5	22,5	16,1	15,9	54	56	0,51	0,50	5,90	2,95
1970	57,2	50,1	15,8	16,1	36	41	0,44	0,46	7,57	6,74
1971	56,4	38,6	15,5	15,7	39	49	0,54	0,65	7,07	4,75
1972	50,2	36,9	14,7	15,0	22	24	0,59	0,69	5,79	4,22
1973	63,5	22,3	15,8	20,0	47	50	0,58	0,79	8,05	3,58
1974	54,3	25,0	15,0	16,3	40	60	0,50	0,54	6,63	3,34
1975	70,7	31,6	14,9	17,4	40	60	0,51	0,48	8,53	4,64
1976	60,4	16,9	14,6	17,7	35	35	0,49	0,55	7,15	2,48
1977	79,9	57,8	15,8	15,5	20	15	0,43	0,52	10,61	7,29
1978	76,7	45,4	14,5	16,2	15	20	0,53	0,38	8,88	6,30
1979	76,3	47,8	16,1	16,8	20	40	0,56	0,43	9,97	6,83
1980	52,6	42,9	15,4	15,1	45	40	0,40	0,38	6,84	5,48
1981	41,6	49,2	15,2	15,4	35	40	0,53	0,50	5,11	6,20
1982	71,6	44,5	17,1	18,1	40	60	0,59	0,54	9,98	6,74
1983	60,8	30,4	14,0	14,5	35	35	0,57	0,50	6,64	3,56
1984	57,6	52,5	15,6	16,6	30	53	0,48	0,40	7,42	7,46
1985	54,2	33,5	16,5	18,8	45	25	0,54	0,38	7,34	5,52
1986	62,5	43,7	16,5	17,7	40	45	0,53	0,49	8,49	6,53
1987	44,3	41,5	15,7	16,1	25	30	0,51	0,45	5,70	5,60
n	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
$\bar{x}$	59,78	39,41	15,48	16,51	34,6	39,4	0,52	0,51	7,55	5,35
Sx	10,94	11,71	0,77	1,40	10,3	15,3	0,05	0,11	1,50	1,56
S%	82,15	71,03	95,10	91,71	71,0	62,1	90,1	79,7	80,6	71,6

¹year, ²root yield, ³sugar content, ⁴alpha-amino N, ⁵ashes, ⁶refined sugar

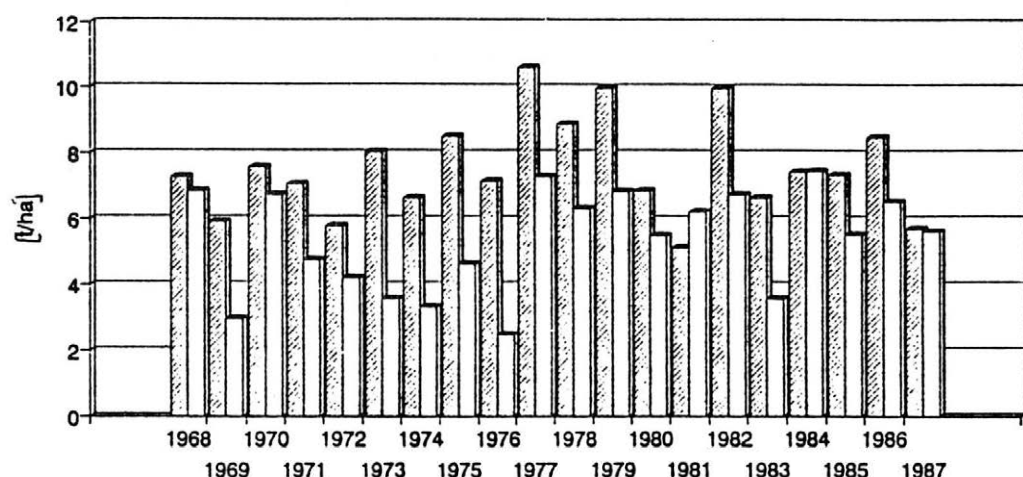
šení v zavlažovaném osevním postupu 94 %, ve středně vlhkém 30 % a ve vlhčím 20 %.

Uvedenou tendenci zachycuje obr. 2 znázorňující závislost výnosu rafinády na hodnotě HTK. V souboru 20letých údajů získaných v zavlažované a nezavlažované rotaci vzrůstal se stoupající hodnotou HTK i výnos rafinády podle rovnice:

III. Vliv povětrnostních podmínek a zavlažovaného (Z) a nezavlažovaného (N) osevního postupu na výnosy a jakost cukrovky - The effect of weather conditions of irrigated (Z) and non-irrigated (N) crop rotation on sugar beet yields and quality

Údaj ¹	Průměry za vegetační období ⁷					
	sušší ⁸ (HTK < 1,12) 1969, 1973, 1974, 1975, 1976, 1985		středně vlhké ⁹ (HTK 1,13 - 1,60) 1970, 1971, 1972, 1979, 1980, 1982, 1983, 1984, 1986, 1987		vlhčí ¹⁰ (HTK > 1,61) 1968, 1977, 1978, 1981	
	Z	N	Z	N	Z	N
Výnos bulev ² (t.ha ⁻¹)	57,9	25,3	59,0	42,9	64,6	51,9
Cukernatost ³ (%)	15,5	17,7	15,6	16,2	15,1	15,6
Alfa-amino N ⁴ (mg.100 g ⁻¹)	43,5	47,7	33,2	41,7	24,5	23,5
Popeloviny ⁵ (%)	0,52	0,54	0,52	0,50	0,49	0,47
Výnos rafinády ⁶ (t.ha ⁻¹)	7,27	3,75	7,55	5,79	7,97	6,66

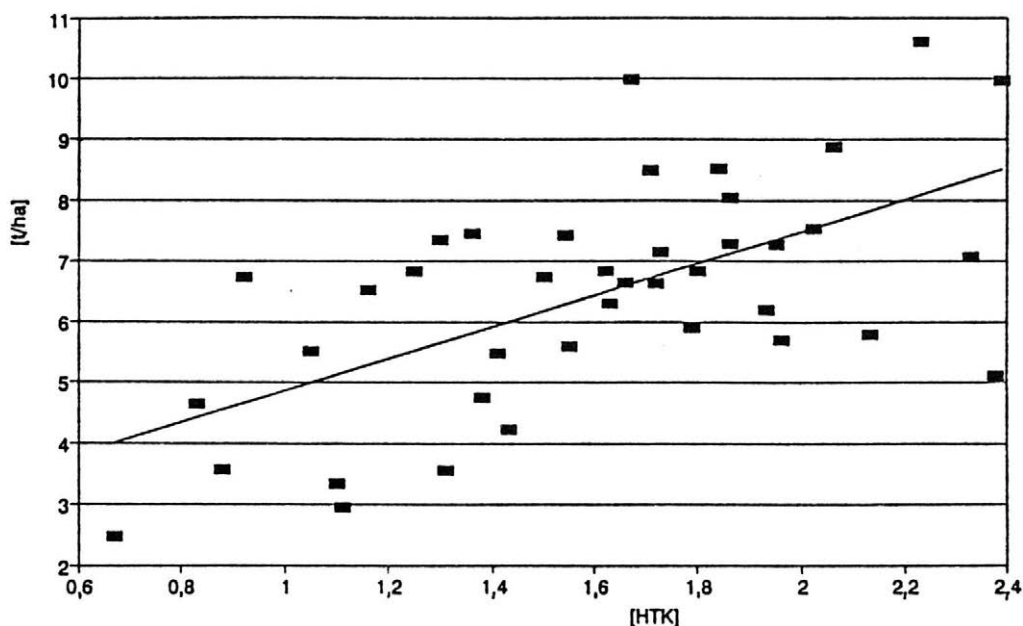
¹date, for 2 - 6 see Tab. II, ⁷averages over growing season, ⁸more arid, ⁹medium moist, ¹⁰moister



1. Vliv ročníků v zavlažovaném a nezavlažovaném osevním postupu na výnosy rafinády v 20leté časové řadě (1968 až 1987) - The effect of years in irrigated and non-irrigated crop rotation on the refined sugar yields in 20-years time sequence (1968 to 1987)

□ zavlažováno - irrigated
 ▨ nezavlažováno - non-irrigated
 osa x - roky - x axis - years

$y = 2,25 + 2,63x$, při korelačním koeficientu $r = 0,61$. Předložené výsledky potvrdily pozitivní a stabilizační efekt doplňkových závlah na výnosy bulev a produkci rafinády a do jisté míry i příznivý účinek na jakost cukrovky. Jsou v souladu s poznatky



2. Závislost výnosu rafinády v zavlažovaném a nezavlažovaném osevním postupu na hydrotermickém koeficientu ve vegetačních obdobích 1968 až 1987 - The dependence of the refined sugar yield in irrigated and non-irrigated crop rotation in hydrothermic coefficient in the growing seasons of 1968 to 1987

osa x - hydrotermický koeficient (HTK) - x axis - hydrothermic coefficient (HTC)

jiných autorů (např. Š i m o n , 1990; V r k o č , S u š k e v i č , 1990; B a j č i , 1991; Z a h r a d n í č e k et al., 1991). Přesnější aplikace závlahových dávek, které by nezhoršovaly technologickou jakost, bude možná při dokonalejší souhře výpočtu potřeby závlahové vody s krátkodobou prognózou povětrnostních podmínek.

Příčiny převážně pozitivního vlivu závlah lze hledat jak ve zintenzívnění fotosyntetické asimilace, tak ve snížení ztrát vlivem nedostatku vody. Vždy, kdykoli se faktory prostředí liší od úrovně, na kterou jsou rostliny adaptovány, mohou vzniknout v rostlině stresové reakce. Vodní (osmotický) stres způsobuje v rostlině fyziologické poruchy, změny v metabolismu, zejména v aktivitě enzymů, ve struktuře bílkovin apod. (Š v a c h u l a , Š v a c h u l o v á , 1973; Š v a c h u l a , 1991; R e k o s l a v s k a j a , 1988; B l e c h m a n , 1991). V konečných důsledcích se projeví stres v depresi výnosu a jakosti, a to se týká především plodin náročných na vláhu, jakou cukrovka nepochybně je.

Dlouhodobé zavlažování v pevném osevním postupu má svá rizika. R ů ž e k (1988) a Š í š a (1991) upozornili na biologickou degradaci půdy po 20letém zavlažování právě v popisovaných pokusech. V poslední době vystávají u nás i jinde v Evropě otázky rentability závlah. Proto je nutné hledat a zavádět především úsporné metody a systémy přesně řízených závlah (jako např. kapková závlaha, mikrozávlahové systémy apod.). V závlahách cukrovky máme mnoho rezerv a řadu problémů, které vyžadují další výzkum a ověřování.

Literatura

- BAJČI, P.: K niektorým problémom pestovania cukrovej repy v suchej kukuričnej oblasti. In: Sbor. Akad. zeměd. Věd ČSFR Pěstování brambor a cukrovky, Praha, 1991, č. 150, s. 98-103.
- BLECHMAN, G. I.: Vozmožnyje mechanizmy zasuchoustojčivosti rastěnij. Molekuljarnyj i nadmolekuljarnyj aspekty. Fiziol. i Biochem. kuľt. Rast., 23, 1991, č. 3, s. 211-222.
- FRIML, M. - TICHÁ, B.: Laboratorní kontrola cukrovarnické výroby. Díl A. Základní rozbor (metodiky). Praha, VÚPP-STI 1986.
- KUDRNA, K.: Graphisch-analytische Methode zur Festlegung und Steuerung einer differenzierten Beregnung bei Grossflächenberegnungssystemen. Z. Landeskult., 9, 1968, č. 3, s. 187-200.
- KUPERS, L. J. P.: Intenzivní produkce okopanin - nejnovější poznatky z Holandska. Celost. Semin. Praha, ČS VTS 1. 9. 1981.
- KURPELOVÁ, M. - COUFAL, L. - ČULÍK, J.: Agroklimatické podmienky ČSSR. HMÚ, Bratislava, Príroda 1975.
- REKOSLAVSKAJA, N. I.: Adaptační změny v bílkovinném a aminokyselinovém metabolismu u rostlin v podmínkách vodního stresu. In: Stresovyje belki rastěnij, Nauka, Sib. Otd., 1988.
- RŮŽEK, L.: Rozsah biologické degradace půdy po 20letém zavlažování. In: Sbor. Vys. Šk. zeměd. Fak. agron., Řada A, 48, 1988, s. 115-124.
- SCHMIDT, L.: Výnos bílého cukru z ha. Listy cukrov., 95, 1979, č. 5, s. 112-113.
- STEHLÍK, V.: Biologie druhů, variet a forem řep rodu *Beta* L. Praha, Academia 1982.
- ŠIMON, J.: Vliv mezířádkové kultivace na výnosy zavlažované cukrovky na lehkých půdách. Rostl. Výr., 36, 1990, č. 10, s. 1087-1094.
- ŠÍŠA, R.: Degradace biologické aktivity půdy dlouhodobými závlahami. In: Sbor. Vys. Šk. zeměd. Fak. agron., Řada A-C, 53, 1991, s. 79-90.
- ŠVACHULA, V. - ŠVACHULOVÁ, J.: Rozdíly v bílkovinných frakcích různých částí cukrové řepy a jejich změny vyvolané závlahami. Listy cukrov., 89, 1973, s. 1-7.
- ŠVACHULA, V.: Základy tvorby výnosu a jakosti cukrovky. In: Sbor. Českoslov. Akad. zeměd., 1985, č. 93, s. 97-100.
- ŠVACHULA, V.: Stres polních plodin. Úroda, 39, 1991, č. 11, s. 522-523.
- VRKOČ, F. - SUŠKEVIČ, M.: Podíl některých regulovatelných a neregulovatelných faktorů na výnosu cukrovky. Rostl. Výr., 36, 1990, č. 10, s. 1019-1024.
- ZAHRAVNÍČEK, J. - DUFFEK, M. - BOHUSLAVSKÁ, M. - KADLÍK, A. - ŠTURC, T. - KAFKA, L. - ŠVORCOVÁ, M. - VEJR, B. - JARÝ, J. - FANTYS, P. - PLECHÁČKOVÁ, J.: Biologické a technologické ukazatele cukrovky v závislosti na penetračním odporu půdy a závlaze. Listy cukrov., 107, 1991, č. 11-12, s. 260-269.
- ZITTA, M.: Míra stability výnosů zemědělských plodin. In: Sbor. Vys. Šk. zeměd. Fak. agron., Řada A, 1976, s. 79-93.

Došlo 8. 10. 1992

ŠVACHULA, V. (University of Agriculture, Praha):

The effect of irrigation on the sugar beet yield.

Rostl., Výr., 39, 1993 (6) : 543-550.

The study is analyzing 20-year results of the effect of irrigation and irrigated crop rotation on the sugar beet quality and yield. The Dobrovická A variety (polished seed) was cultivated on the plots (over the years 1967 to 1987) of the Experimental Irrigation

Base of the Department of General Plant Production and Agrometeorology of the Faculty of Agronomy of University of Agriculture in Prague.

The trials were conducted on humous, sorptively saturated loam Luvisol soils, in warm and arid climatic zone, in the region of large-scale irrigation system Vltava-V. Sugar beet was included in a five-plot crop rotation (lucerne, lucerne, winter wheat, sugar beet, spring barley with underseeding). Two essential experimental variants were cultivated permanently on 1 hectare area per each crop. An irrigated variant with optimum moisture regime and the variant without supplementary irrigations. A unified cultivation technology, including nutrition and stand protection, was finding on the plots with mentioned essential variants. Except 40 t.ha⁻¹ of manure, 260 kg of pure nutrients NPK in the ratio 1 : 0.4 : 1.5 was applied on average annually. Average amount of irrigation during 20 growing seasons was 165.8 mm (Tab. I).

The root yields were finding as average of harvest data of five times replicated plots of an area 25 m². Digestion and alfa-aminonitrogen were determined in beet root gruel colometrically. The yield of refined sugar was found by calculation according to empiric formula.

Tab. I gives average air temperatures and sums of precipitation over the growing season. A certain image of the character of different years are given by calculated values of hydrothermic coefficient (HTK - HTC). Furthermore, Tab. I shows the total amount of irrigation water supplied to sugar beet ranging from 47 cm (1984) to 312 mm (1979).

It is evident in the data of 20-years persisting time sequence that supplementary irrigations increased the yields of the crop under study in individual years from 6.7 % (1987) to 257.4 % (1976), by 51.7 % on average for 20 year. Favourable is also an increase in the yield stability (Tab. II). There were the same trends in the effects of irrigation on the refined sugar production, as shown in Fig. 1. The only exception was the moist growing season of 1981 in which the positive effects of irrigations were eliminated by abundant later precipitation.

As one can see from Tab. III, the yield and quality data are differentiating pursuant to the pattern of weather conditions. The highest increase of root yields due to irrigation (128.9 %) was achieved in more arid years (evaluation according to HTC) with the decrease of the sugar content relatively by 12.4 %, through with the decrease of alfa-aminonitrogen relatively by 8.8 %. An increase of refined sugar production in irrigated crop rotation in more arid years was 94 %, in medium moist one 30 %, and in moister year this was 20 %.

The above trend can be seen in Fig. 2, illustrating the dependence of the refined sugar yield on the HTC value. The refined sugar yield was increasing in the set of 20 years data achieved in irrigated and non-irrigated crop rotation with increasing HTC value.

Kontaktní adresa:

Prof. ing. Vladimír Š v a c h u l a , DrSc., Vysoká škola zemědělská, 165 21 Praha 6-Suchbát

MOŽNOSTI VYUŽITÍ MITOTICKÉ POLYPLOIDIZACE *IN VITRO* U DIHAPLOIDŮ BRAMBORU

P. Kostřica, J. Zášková, D. Kratochvílová

Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod

Byly kultivovány internodální a listové explantáty tří dihaploidů odrůdy Apta s cílem vyvolat kalogenezi a organogenezi výhonů. Podíl zdvojených regenerantů činil 21,1 až 81,8 %. Zdvojené klony se v polních podmínkách vyznačovaly tmavě zelenými listy s širšími čepelemi lístků, vyšším výnosem o 12,5 %, resp. 36,4 % a vyšší průměrnou hmotností hlíz. Zdvojením nedošlo ke změnám morfologických vlastností hlíz.

Dihaploidy odvozené z tetraploidních odrůd bramboru představují cenný šlechtitelský materiál, který umožňuje rozšíření genetické variability křížením s planými druhy rodu *Solanum* a provádění selekce na diploidní úrovni. Přestože nelze zcela vyloučit vyšlechtění dihaploidní odrůdy, pokládají se tyto materiály v převážné míře pouze za přechodný šlechtitelský mezistupeň vyžadující zdvojení na tetraploidní úroveň; která je u bramboru z hlediska vitality optimální.

Zdvojování dihaploidů a diploidních mezidruhových hybridů je možné navozením meiotické nebo mitotické polyploidizace. Při meiotické polyploidizaci se u dihaploidů využívá jednostranné nebo oboustranné tvorby $2n$ gamet umožňujících křížení genotypů i o nesterilní úrovni ploidie (Z a d i n a , 1987). Přestože lze u takto zdvojených genotypů očekávat výnosovou heterozí, je použití této metody limitováno nízkou fertilitou dihaploidů a omezenou tvorbou $2n$ gamet (Š u b o v á , 1987; P e l o q u i n et al., 1989).

Mitotické polyploidizace lze dosáhnout buď klasicky působením kolchicinu na dělivá rostlinná pletiva, nebo spontánně v tkáňové kultuře *in vitro*. Techniky využívající kolchicin jsou dosti pracné a pro produkci nechimérických zdvojených klonů zpravidla málo efektivní (L a n g t o n , 1974; F r č e k , 1989). Polyploidizace v tkáňové kultuře využívá preexistence tetraploidních buněk v pletivech dihaploidů a spontánního tlaku na polyploidizaci buněk cestou endoreduplikace (P i j n a c k e r et al., 1989), který je v explantátech dihaploidních genotypů vysoký zvláště v prvních dnech po navození kalogeneze (P i j n a c k e r et al., 1989; S r e e - R a m u l u et al., 1989).

Mitoticky zdvojené klony představují autotetraploidní genotypy nesoucí geny v duplexní podobě. Zvýšený podíl homozygotnosti bývá u těchto klonů někdy provázen inbreedingovou depresí, která je považována za příčinu jejich nižších výnosů (R o w e , 1967; M a i n e , 1984). Mitotická polyploidizace však také umožňuje předpokládat zvýšení úrovně rezistence podmíněné zdvojením počtu příslušných genů (R o s s , 1973) a efektivnější přenos vlastností na potomstvo při křížení (M a i n e , J e r v i s , 1989).

Cílem práce bylo proto prověřit efektivnost zdvojování dihaploidů v tkáňové kultuře *in vitro* a provést srovnání vybraných morfologických a hospodářských vlastností dihaploidů a z nich odvozených zdvojených genotypů.

MATERIÁL A METODA

K pokusům byly vybrány tři dihaploidy udržované v genobance *in vitro* VÚB v Havlíčkově Brodě. Dva z těchto genotypů (DH 165 a DH 169) byly primárními dihaploidy odrůdy Apta, třetí (DH 160) byl interdihaploid se čtvrtinovým podílem genomu této odrůdy.

Po namnožení dihaploidů řízkováním na médiu MS (Murashige, Skoog, 1962) bez růstových regulátorů byly z výchozích rostlin jednotlivých genotypů odebrány internodální, řapíkové a čepelové explantáty. Jejich kultivace probíhala dvoustupňově se zaměřením na vyvolání kalogeneze a následné organogeneze výhonů. V postupu A bylo použito médií, která ověřili Opátrný, Müllerová (1986), při postupu B médií, která použili Webb et al. (1983). Vysazováno bylo po 40 explantátech na kultivační variantu. Výhony izolované z primárních kalusů byly dále množeny jako samostatné klony. Po zakořenění ve skleníku bylo celkem 487 regenerovaných klonů přesazeno do síťovníku a v dalším roce pěstováno v polních podmínkách.

Pro jednotlivé typy explantátů a varianty kultivace byl vypočten průměrný počet regenerovaných výhonů na výchozí explantát. Úroveň ploidie každého klonu byla zjišťována nepřímo na základě počtu chloroplastů ve svěracích buňkách průduchů (Zadina, Horáčeková, 1977), a to v listech rostlin *in vitro*, stejným postupem po výsadbě rostlin do skleníku a podle habitu rostlin v polních podmínkách (Kostřica, Domkářová, 1993). U vybraných klonů byla určena ploidie přímo stanovením počtu chromozómů v kořenových špičkách (Frček, 1989). Na základě těchto metod byly soubory regenerovaných klonů rozděleny do skupin s diploidní a tetraploidní úrovní ploidie. Pětihlízové vzorky klonů byly vysázeny do polního pokusu, ve kterém byly srovnávány základní morfologické znaky a hospodářské vlastnosti.

Při hodnocení morfologických znaků natě a hlíz byla používána devítibodová bonitační stupnice s klasifikačními kritérii, která uvádějí Vidner et al. (1987). Listový index byl určen jako průměrná hodnota poměru mezi délkou a šířkou čepele terminálního lístku (Zadina, Kulcová, 1974) u deseti plně vyvinutých lístů pěti rostlin klonu. Fertilita pylu byla zjišťována barvením pylových zrn v barvicí směsi obsahující 1% roztok jódu v 1% roztoku jodidu draselného (Frček, 1988). Od každého klonu bylo takto hodnoceno 100 pylových zrn. Škrobnatost byla stanovována u 1kg vzorků hlíz na Polikeitově váze (Zadina, Jermoljev, 1976).

Extrémní intolerance k viru svinutky (PLRV) byla zjišťována roubováním hlíz regenerovaných klonů infekčními rouby z hlíz odrůdy Jizera napadených svinutkou. Roubované hlízy byly vysazovány po pěti na testovaný klon. Hodnocení symptomů extrémní intolerance probíhalo podle devítibodové stupnice podle kritérií, která uvádějí Zadina, Novák (1983).

Kvantitativní morfologické znaky a výnosové charakteristiky byly statisticky hodnoceny *t*-testem.

VÝSLEDKY

Regenerace výhonů v primárních kalusech explantátového původu

Regenerace výhonů bylo dosaženo u všech tří sledovaných dihaploidů (tab. I). DH 160 vykazoval jen podprůměrnou regenerační reakci; bylo od něj odvozeno 49 regenerantů, a to pouze při kultivaci podle postupu B. Dihaploidy DH 165 a DH 169 regenerovaly výhony rovnoměrně v obou kultivačních postupech a bylo od nich získáno celkem 159, resp. 281 regenerantů. Počet výhonů v přepočtu na výchozí explantát kolísal od 0 do 2,88. U všech tří výchozích genotypů byla vyšší regenerační aktivita zaznamenána u stonkových explantátů než u explantátů listového původu.

I. Regenerace výhonů v primárních kalusech dihaploidů a podíl zdvojených regenerantů - Regeneration of offshoots in primary calluses of dihaploids and proportion of double regenerants

Výchozí dihaploidní genotyp ¹	Kultivační postup ²	Výchozí explantát ³	Počet výhonů ⁷		Zdvojených regenerantů ¹⁰ (%)
			celkem ⁸	na explantát ⁹	
DH 160	B	stonek ⁴	25	0,63	52,0
	B	čepel ⁵	2	0,05	50,0
	B	řapík ⁶	22	0,55	36,4
DH 165	A	stonek	91	2,27	61,5
	A	čepel	0		
	A	řapík	2	0,05	50,0
	B	stonek	57	1,43	59,7
	B	čepel	0		
	B	řapík	9	0,23	77,8
DH 169	A	stonek	77	1,93	81,8
	A	čepel	19	0,48	21,1
	A	řapík	38	0,95	34,2
	B	stonek	115	2,88	61,7
	B	čepel	32	0,80	25,0
	B	řapík	0		

¹initial dihaploid genotype, ²cultivation procedure, ³initial explant, ⁴stem, ⁵blade, ⁶petiole, ⁷number of offshoots, ⁸total, ⁹per explant, ¹⁰double regenerants

Úroveň ploidie regenerovaných klonů

Konečná úroveň ploidie regenerovaného klonu byla stanovena na základě srovnání výsledků všech tří nepřímých diagnostických metod, případně až po přímém stanovení počtu chromozómů v kořenových špičkách. Vyhodnocení použitých metod včetně posouzení možnosti předběžné diagnózy ploidie v prostředí *in vitro* je předmětem jiné publikace (K o s t ř i c a , D o m k á ř o v á , 1993).

Podíl zdvojených regenerantů s tetraploidní úrovní ploidie se v jednotlivých kultivačních variantách pohyboval od 21,1 % do 81,8 % (tab. I). Zřetelně nižší procento zdvojených regenerantů bylo zjištěno u explantátů čepelového původu. Zbylé klony zahrnovaly především nezdvojené dihaploidní regeneranty, výskyt přechodných typů (triploidy, oktoploidy, mixoploidy aj.) byl dosti vzácný (0 až 1,8 %).

Srovnání vybraných vlastností a znaků v souborech nezdvojených a zdvojených klonů

Výchozí dihaploidní genotypy DH 160 a DH 169 se vyznačovaly vitálním habitem rostlin, DH 165 představoval typ subvitální. Nezdvojené i zdvojené regeneranty DH 165 dorůstaly pouze do výšky 15 až 20 cm, byly opožděné ve vývoji a značně náchylné k virózám a plísní bramborové. Z těchto důvodů musela být většina klonů DH 165 vyloučena již za vegetace a úplné hodnocení vlastností regenerovaných klonů se omezilo pouze na DH 160 a DH 169 (tab. II).

Dihaploidní klony těchto genotypů se vyznačovaly stonkovým typem trsu, bohatým kvetením a listy s úzkými světle zelenými lístky. Průměrná hodnota listového indexu činila u DH 160: 2,51 a u DH 169: 2,76. Zdvojené tetraploidní klony byly uniformního vzhledu. Byl pro ně typický stonkový až listový typ trsu, který byl svým větvením, vzrůstem a intenzitou kvetení srovnatelný s příslušnými dihaploidy. Nápadně odlišné však byly sytě zelené listy s širšími čepelemi terminálních i laterálních lístků. Průměrné hodnoty listového indexu (DH 160 - 1,87; DH 169 - 2,06) byly vzhledem k příslušným hodnotám souborů dihaploidních regenerantů statisticky průkazně rozdílné.

Dihaploidní i tetraploidní klony obou výchozích genotypů bohatě kvetly. Rozdíly v době kvetení, ve tvaru, velikosti ani zbarvení květů nebyly zjištěny. Jako statisticky průkazné se však ukázaly nižší počty květů v květenstvích u zdvojených klonů DH 169. Fertilita pylu byla u výchozích dihaploidních materiálů na nízké úrovni. U zdvojených klonů DH 160 zůstávala tato úroveň nezměněná, statisticky průkazná byla vyšší hodnota fertility pylu u tetraploidů DH 169.

Při hodnocení hlízové morfologie nebyly zaznamenány mezi dihaploidními a tetraploidními klony žádné významné rozdíly ve tvaru hlíz, hloubce oček, barvě slupky a dužniny hlíz (obr. 1). Hlízy byly kulovito-oválného tvaru s hlubokými očky, žlutohnědou slupkou a světle žlutou dužninou. Pro větší hlízy tetraploidních klonů DH 169 byl na slupce typický výskyt příčného proužku korkového pletiva (obr. 2).

Při sledování výnosových charakteristik tetraploidních klonů obou genotypů byl zjištěn o 36,4 %, resp. o 12,5 % vyšší hmotnostní výnos hlíz spojený s celkově nižším počtem hlíz a jejich vyšší průměrnou hmotností. Tyto ukazatele byly ve srovnání s dihaploidními klony vždy statisticky průkazné s výjimkou počtu hlíz u DH 160 (tab. II). Zjišťovaná škrobnatost hlíz regenerovaných klonů nabývala ve shodě

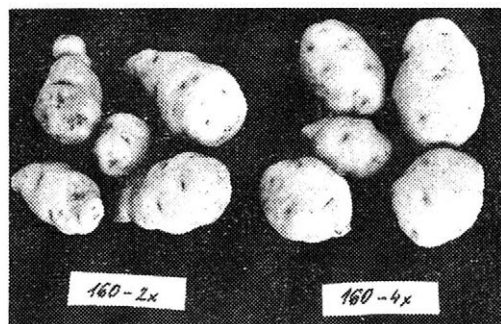
II. Vlastnosti výchozích dihaploidních genotypů (K) a souborů regenerovaných klonů - Properties of initial dihaploid genotypes (K) and sets of regenerated clones

Vlastnost ¹	Klony ¹⁰ DH 160	Počet klonů ¹¹ (n)	Průměrná hodnota v souboru klonů ¹² (%)	Klony DH 169	Počet klonů (n)	Průměrná hodnota v souboru klonů (%)
Fertilita pylu ² (%)	K 2x 4x	3 10 10	6,3 6,6 (100,0) 5,7 (86,4)	K 2x 4x	3 10 10	12,0 12,2 (100,0) 28,6 ^{xx} (234,4)
Počet květů v květenství ³	K 2x 4x	3 11 10	23,5 26,3 (100,0) 29,7 (112,9)	K 2x 4x	3 70 94	12,7 13,2 (100,0) 11,0 ^{xx} (83,3)
Listový index ⁴	K 2x 4x	3 20 15	2,41 2,51 (100,0) 1,87 ^{xx} (74,5)	K 2x 4x	3 39 86	2,67 2,76 (100,0) 2,06 ^{xx} (74,6)
Výnos na trs ⁵ (g)	K 2x 4x	3 11 9	410,0 430,8 (100,0) 587,8 ^x (136,4)	K 2x 4x	3 45 69	618,2 609,7 (100,0) 686,0 ^{xx} (112,5)
Počet hlíz na trs ⁶	K 2x 4x	3 12 9	14,8 16,5 (100,0) 15,3 (92,7)	K 2x 4x	3 44 69	22,0 23,0 (100,0) 20,5 ^{xx} (89,1)
Průměrná hmotnost hlízy ⁷ (g)	K 2x 4x	3 12 9	26,7 25,9 (100,0) 39,2 ^{xx} (151,4)	K 2x 4x	3 48 69	26,8 28,2 (100,0) 34,2 ^{xx} (121,3)
Škrobnatost hlíz ⁸ (%)	K 2x 4x	3 12 9	15,4 15,0 (100,0) 15,1 (100,7)	K 2x 4x	3 49 71	16,5 16,7 (100,0) 15,8 ^{xx} (94,6)
Extrémní intolerance k PLRV ⁹	K 2x 4x	3 5 5	6,0 5,8 3,9	K 2x 4x	3 5 5	6,7 5,4 6,3

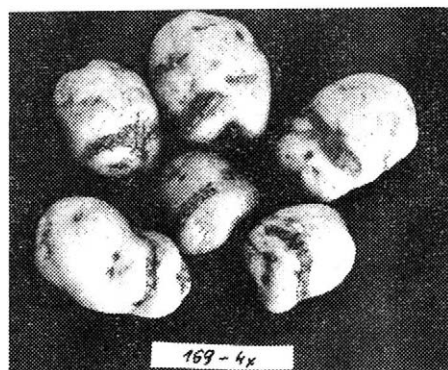
^x statistická průkaznost při hladině významnosti¹³ $P = 0,05$

^{xx} statistická průkaznost při hladině významnosti $P = 0,01$

¹property, ²pollen fertility, ³number of flowers per inflorescence, ⁴leaf index, ⁵yield per cluster, ⁶number of tubers per cluster, ⁷average tuber weight, ⁸starch content of tubers, ⁹extreme intolerance to PLRV, ¹⁰clones, ¹¹number of clones, ¹²average value in set of clones, ¹³statistical significance at significance level



1. Morfologie hlíz u dihaploidního a zdvojeného klonu DH 160 - Morphology of tubers in dihaploid and double clone DH 160



2. Proužek korkového pletiva na slupce hlíz zdvojeného klonu DH 169 - Strip of cork tissue on the peel of tubers of double clone DH 169

s kontrolou středních hodnot. Pokles škrobnatosti u tetraploidních klonů DH 169 byl však statisticky průkazný.

Bonitace extrémní intolerance k viru svinutky potvrdila přenos této rezistence do zdvojených klonů obou sledovaných výchozích genotypů.

DISKUSE

Regenerace výhonů v primárních kalusech bramboru je rutinní technikou využívanou k navození somaklonální variability u tetraploidních genotypů (E v a n s et al., 1986; K o s t ě i c a et al., 1988). Předložené výsledky ukazují, že tuto metodu lze využít i k regeneracím v explantátech genotypů dihaploidních. Vyšší podíl regenerujících explantátů stonkového původu je logický u postupu A, který byl vyvinut pro systém stonkových internodií *in vitro* (O p a t r n ý, M ü l l e r o v á, 1986), překvapuje však u postupu B, vypracovaného původně pro listové explantáty (W e b b et al., 1983). Explantáty dvou primárních dihaploidů vykazovaly ve shodě s údaji z literatury (P e t t, T i e m a n n, 1987) lepší regenerační schopnost než explantáty interdiaploida DH 160. Počet regenerujících výhonů vztažený na výchozí explantát byl srovnatelný s údaji pro jiné diploidní a dihaploidní genotypy (H e r m s e n et al., 1981; C a r d i et al., 1990; R o u s s e l l e et al., 1990) a pro regenerace v explantátech výchozí odrůdy Apta (K o s t ě i c a, 1991).

Polyploidizace v explantátových kalusech *in vitro* umožňuje sériové získávání zdvojených klonů při zanedbatelném výskytu chimérických genotypů (Jacobsen, 1977; Hermesen et al., 1981). Uváděný podíl takto zdvojených klonů dihaploidů je udáván v závislosti na genotypu a kultivačním postupu od 17,0 do 84,7 % (Hermesen et al., 1981; Karp et al., 1984; Chandra et al., 1985; Rouselle et al., 1990), což je v relaci s námi pozorovanými frekvencemi zdvojení. Ještě vyššího podílu zdvojených regenerantů bylo dosaženo při regeneraci výhonů z protoplastů dihaploidů (Sree-Ramulu et al., 1989) a z listových kalusů monoploidních genotypů (Karp et al., 1984).

Soubory regenerovaných dihaploidních a tetraploidních klonů byly ve svých morfologických znacích dosti uniformní. Základním morfologickým kritériem pro rozlišení zdvojených klonů byla větší šířka lístků složeného listu vyjádřená kvantitativně formou listového indexu. Tento znak nabývá charakteristických hodnot nejen při manipulacích s dihaploidy *S. tuberosum* (Zadina, Kulcová, 1974; Šubová, Michalidesová, 1990), ale i při polyploidizaci mezdruhových hybridů a planých druhů rodu *Solanum* (Magoon et al., 1958; Hermesen et al., 1981). Rozdíly ve výšce trsů, v počtu a větvení stonků byly v našem případě nevýznamné.

U zdvojených klonů byly ve shodě s našimi výsledky již dříve pozorovány tmavěji zbarvené listy (Magoon et al., 1958; Kawakami, Matsubaya-shi, 1966). Intenzita fotosyntézy těchto genotypů na jednotku listové plochy se však od výchozích dihaploidů výrazně neliší a zůstává zpravidla silně pod úrovní původní odrůdy (Maine, 1984).

Při hodnocení květních poměrů mitoticky zdvojených klonů zaznamenávala většina autorů určitý pokles fertility pylu (Magoon et al., 1958; Frandsen, 1967; Rowe, 1967; Langton, 1973), případně ztrátu schopnosti kvetení (Suchtelen, 1966; Kostřica et al., 1990). Naše výsledky však nevylučují, stejně jako údaje, které publikovali Langton, Ross (1982), i možnost zvýšení procenta fertilního pylu. U zdvojených klonů DH 169 bylo toto zvýšení fertility pozorováno spolu s nižším počtem květů v květenstvích.

Výnosové charakteristiky zjišťované v souborech nezdojených klonů obou dihaploidních genotypů jsou blízké údajům, které pro dihaploidy odrůdy Apta uvádějí Zadina, Kulcová (1974). Zvýšení podílu větších hlíz u zdvojených klonů potvrdilo starší literární údaje (Rowe, 1967). Významným poznatkem zůstává, že zdvojení nezměnilo negativní morfologické vlastnosti hlíz dihaploidů. Zjišťované drobné odchylky v hloubce oček, zbarvení slupky v jejich okolí, případně v barvě dužniny hlíz lze přičíst spíše fyziologické heterogenitě než somaklonální variabilitě klonů.

Co se týká celkového výnosu, překonávaly zdvojené klony výchozí dihaploidní materiály zhruba o 10 až 30 %. Z technických důvodů však nemohly být srovnány tyto výnosy s výchozí odrůdou Apta. Výnosová deprese popisovaná u mitoticky zdvojených materiálů (Rowe, 1967; Maine, 1984) může souviset s volbou nevhodného výchozího dihaploidního genotypu. Také delší vegetační doba zdvojených klonů (Magoon et al., 1958; Maine, 1984) by mohla vést k předčasné sklizni nedozrálých hlíz a ke zkrácení úrovně výnosu. Vysoká výnosová variabilita

existující v souborech klasicky získávaných dihaploidních klonů (Z a d i n a , K u l c o v á , 1974) je však zárukou možného výběru výnosově výkonných výchozích dihaploidů pro mitotické zdvojování. Výsledky rozsáhlé šlechtitelské práce (T i e m a n n , 1989 - os. sdělení) svědčí o možnosti získání mitoticky zdvojených genotypů s výnosem překonávajícím výchozí mateřskou odrůdu o 20 až 30 %.

Potvrzení přenosu monogenně založené extrémní intolerance ke svinutce do zdvojených klonů je cenným poznatkem umožňujícím zapojení získaných materiálů do rezistentního šlechtění. Přetrvání extrémní intolerance ke svinutce bylo pozorováno rovněž u morfologicky odlišných kalusových klonů odrůdy Apta (K o s t ř i c a , 1991). Stanovení intenzity projevu této rezistence u zdvojených klonů by však vyžadovalo další studium, zejména po nejednoznačných výsledcích při hodnocení úrovně rezistence zdvojených klonů proti hádátku bramborovému (L a n g t o n , 1973; L a n g t o n , R o s s , 1982).

L i t e r a t u r a

CARDI, T. - CAPPUTO, D. - FRUSCIANTE, L.: *In vitro* chromosome doubling in shoots regenerated from leaf segments of three potato clones. Abstr. 11th Trien. EAPR Conf. Edinburgh, 1990, s. 357-358.

CHANDRA, R. - UPADHYA, M. D. - JHA, K. K.: Regeneration of plants from rachis tissue of the potato *in vitro*. J. Indian Potato Assoc., 12, 1985, s. 88-91.

EVANS, N. E. et al.: Somaclonal variation in explant-derived potato clones over three tuber generations. Euphytica, 35, 1986, s. 353-361.

FRANSEN, N. O.: Chromosomenverdoppelung und Chimärenbildung nach Colchicinbehandlung haploider Kartoffelsamen. Eur. Potato J., 10, 1967, s. 1-15.

FRČEK, J.: Nepřímá metoda pro stanovení fertility pylu odrůd bramboru *Solanum tuberosum* L. Genet. a Šlecht., 24, 1988, s. 85-86.

FRČEK, J.: Polyploidizace výchozích materiálů *in vivo*. [Závěrečná zpráva.] Havlíčkův Brod, VŠÚB 1989.

HERMSEN, J. G. T. - RAMANA, M. S. - ROEST, S.: Chromosome doubling through adventitious shoot formation on *in vitro* cultivated leaf explants from diploid interspecific potato hybrids. Euphytica, 30, 1981, s. 239-241.

JACOBSEN, E.: Doubling dihaploid potato clones via leaf tissue culture. Z. Pfl.-Zücht., 80, 1977, s. 80-82.

KARP, A. - RISIOTT, R. - JONES, M. G. K.: Chromosome doubling in monohaploid and dihaploid potatoes by regeneration from cultured leaf explants. Pl. Cell Tissue Organ Cult., 3, 1984, s. 363-373.

KAWAKAMI, K. - MATSUBAYASHI, M.: Chromosome doubling in dihaploid potatoes induced by tuber treatment with colchicine. Eur. Potato J., 9, 1966, s. 129-136.

KOSTŘICA, P.: Využití somaklonální variability a indukované mutagenese *in vitro* ve šlechtění bramboru. [Kandidátská disertace.] Praha, 1991. - ÚEB ČSAV.

KOSTŘICA, P. - DOMKÁŘOVÁ, J.: Možnosti nepřímého určení úrovně ploidie u regenerantů bramboru *in vitro*. Rostl. Vyr., 39, 1993, č. 2, s. 139-148.

KOSTŘICA, P. et al.: Somaclonal variation of callus-derived potato regenerants. Genet. a Šlecht., 24, 1988, s. 245-256.

KOSTŘICA, P. et al.: Tvorba nových genotypů metodami *in vitro* u brambor. [Závěrečná zpráva.] Havlíčkův Brod, VŠÚB 1990.

LANGTON, F. A.: Investigations with 2x and vegetatively doubled 4x potato clones. Potato Res., 16, 1973, s. 323-324.

- LANGTON, F. A.: A re-evaluation of the Dionne method of vegetatively doubling the chromosome number in potato. *Potato Res.*, 17, 1974, s. 296-306.
- LANGTON, F. A. - ROOS, H.: The effects of colchicine doubling of potato dihaploid x wild species hybrids on eelworm resistance and pollen stainability. *Potato Res.*, 25, 1982, s. 257-264.
- MAGOON, M. L. - COOPER, D. C. - HOUHAS, R. W.: Induced polyploids of *Solanum* and their crossability with *S. tuberosum*. *Bot. Gaz.*, 119, 1958, s. 224-231.
- MAINE, M. J. De: Comparisons of rate of photosynthesis and tuber yield of a dihaploid, its chromosome-doubled derivatives and parent. *Potato Res.*, 27, 1984, s. 251-260.
- MAINE, M. J. De - JERVIS, L.: The use of dihaploids in increasing the homozygosity of tetraploid potatoes. *Euphytica*, 44, 1989, s. 37-44.
- MURASHIGE, T. - SKOOG, F.: A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.*, 15, 1962, s. 473-497.
- OPATRŇ, Z. - MÜLLEROVÁ, E.: Anatomical analysis of the organogenesis in potato (*Solanum tuberosum* L.) stem internode section system. *Genet. i Selek.*, 5, 1986, s. 455-457.
- PELOQUIN, S. J. - JANSKY, S. H. - YERK, G. L.: Potato cytogenetics and germplasm utilization. *Amer. Potato J.*, 66, 1989, s. 629-638.
- PETT, B. - TIEMANN, H.: Untersuchungen zur Sprossregeneration an dihaploiden Kartoffeln (*Solanum tuberosum* L.). *Kartoffelforsch. aktuell*, IfK, Gross Lüsewitz, 1987, s. 18-30.
- PIJNACKER, L. P. et al.: Flow cytometric and karyological analysis of polysomaty and polyploidization during callus formation from leaf segments of various potato genotypes. *Theor. appl. Genet.*, 77, 1989, s. 102-110.
- ROOS, H.: Work on haploids in progress at the Max Planck Institute in Cologne. *Potato Res.*, 16, 1973, s. 319-320.
- ROUSSELLE, F. - ROUSSELLE, P. - FRANCOIS, J.: Use of *in vitro* culture for doubling chromosome number of diploid potato. *Abstr. 11th Trien. EAPR Conf. Edinburgh*, 1990, s. 433-434.
- ROWE, P. R.: Performance and variability of diploid and tetraploid potato families. *Amer. Potato J.*, 14, 1967, s. 263-271.
- SREE-RAMULU, K. - DIJKHUIS, P. - ROEST, S.: Patterns of phenotypic and chromosome variation in plants derived from protoplast cultures of monohaploid, dihaploid and diploid genotypes and somatic hybrids of potato. *Pl. Sci.*, 60, 1989, s. 101-110.
- SUCHTELEN, N. J. Van: Investigation of dihaploid potatoes in the Netherlands. *Eur. Potato J.*, 9, 1966, s. 64-68.
- ŠUBOVÁ, D.: Využití dihaploidů v šlechtění zemiakov. *Genet. a Šlecht.*, 23, 1987, s. 63-70.
- ŠUBOVÁ, D. - MICHALIDESOVÁ, I.: Nepriame a priame metódy detekcie ploidity a ploidity v rôznych typoch hybridizácie u zemiakov. *Genet. a Šlecht.*, 26, 1990, s. 63-72.
- VIDNER, J. et al.: Klasifikátor - genus *Solanum*. Praha, VÚRV 1987.
- WEEB, K. J. - OSIFO, E. O. - HENSHAW, G. G.: Shoot regeneration from leaflet disc of six cultivars of potato (*Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum*). *Pl. Sci. Lett.*, 30, 1983, s. 1-8.
- ZADINA, J.: Možnosti využití meiotické polyploidizace k začlenění dihaploidů pro šlechtění brambor. *Genet. a Šlecht.*, 23, 1987, s. 1-10.
- ZADINA, J. - HORÁČKOVÁ, V.: Efektivnost detekce dihaploidů brambor nepřímými metodami. *Věd. Práce Výzk. Šlecht. Úst. bramb. Havlíčkův Brod*, 6, 1977, s. 19-27.
- ZADINA, J. - JERMOLJEV, E.: Šlechtění bramboru. Praha, Academia 1976.
- ZADINA, J. - KULCOVÁ, N.: Úroveň některých vlastností a znaků u dihaploidů brambor. *Genet. a Šlecht.*, 10, 1974, s. 227-238.
- ZADINA, J. - NOVÁK, F.: Dědičnost extrémní intolerance brambor k viru svinutky (PLRV). *Genet. a Šlecht.*, 19, 1983, s. 189-194.

Došlo 9. 11. 1992

KOSTŘICA, P. - ZAŠKODOVÁ, J. - KRATOCHVÍLOVÁ, D. (Potato Research Institute, Havlíčkův Brod):

Possibilities of the use of mitotic polyploidization *in vitro* in potato dihaploids.

Rostl. Výr., 39, 1993 (6) : 551-560.

Internodal and leaf explants were cultivated from plants of three dihaploids, the Apta variety, with a view to induction of calogenesis and organogenesis of offshoots. 489 offshoots in total were obtained, while in all three initial genotypes a higher regeneration activity in stem explants was recorded. An average number of regenerated offshoots per initial explant was fluctuating from 0 to 2.88, portion of double clones was 21.1 to 81.8 % (Tab. I).

After propagation in the screen-house, regenerants were planted in the field trial in which morphological and economic properties of dihaploid and double (tetraploid) clones were evaluated (Tab. II).

Dihaploid clones were marked by stem type of the cluster and the leaves with narrow, light green leaflets. Double clones were of uniform appearance. Stem to leaf type of cluster was typical for them, though they were conspicuously differing by dark green leaves with wider blades of terminal and lateral leaflets. Average values of leaf index were statistically significantly different with regard to the respective values of sets of dihaploid regenerants.

Dihaploid and tetraploid clones as well had abundant blossoms. The differences neither in time of floescence, in shape nor the colour of flowers were found. Pollen fertility was in dihaploid materials on a low level, this being in double clones practically without essential changes.

There were not significant differences among dihaploid and tetraploid clones in the shape of tubers, depth of eyes, colour of peel and pulp (Fig. 1) in evaluation of tuber morphology. Tubers were of globular-oval shape with deep eyes, yellow-brown peel and light yellow pulp. In greater tubers of tetraploid clones there was a typical occurrence of crosswise strip of cork tissue (Fig. 2) on the peel. Higher weight yield by 36.4 % or by 12.5 %, resp. was found in studying the yield characteristics of tetraploid clones. This is associated with total lower number of tubers and their higher average weight. These indicators were statistically significant (Tab. II) compared with dihaploid clones. Starch content of tubers of regenerated clones achieved medium values in congruency with the control. An evaluation of extreme intolerance to the virus of potato leafroll confirmed the transfer of this resistance into double clones in two initial genotypes.

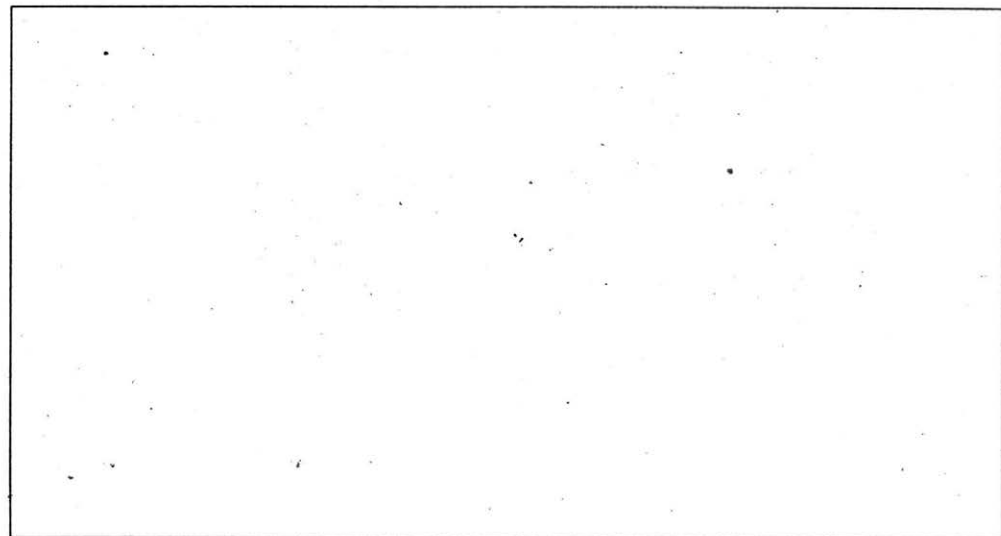
It can be presupposed on the basis of the results found that mitotic polyploidy, taking place spontaneously in explant culture of dihaploids, may become a means how to obtain valuable breeding tetraploid materials, directly introducible into breeding of potato varieties.

Kontaktní adresa:

RNDr. Petr K o s t ř i c a, CSc., Výzkumný ústav bramborářský, 580 03 Havlíčkův Brod

OBSAH — CONTENTS

V o p ě n k a L.: Vztah mezi nevýměnným a výměnným draslíkem v půdě — The relations between unexchangeable and exchangeable potassium in soil	465
L i š ě a n s k á J.: Přeměna dusíku kapalného hnojiva N-sol v půdě v modelových laboratorních pokusech — The transformation of nitrogen of liquid fertilizer N-sol in soil in model laboratory experiments	471
K a n d e r a M.: Účinek hnojení dusíkem na úrody zrna jarného jačmeňa a jeho kvalitu — The effect of nitrogen fertilization on grain yields and quality in spring barley	481
P e t r J., H r a d e c k á D.: Tvorba a distribuce sušiny nadzemní biomasy u tritikale — Dry matter production and distribution in triticale cultivars	491
M a z ú r M.: Úrodová variabilita medziriadkovej kultivácie v štandardnom a alternatívnom pestovaní kukurice — Yield variability of interrow tillage in the standard and alternative maize cultures	499
J a m r i š k a P.: Účinek výsevu a kompletnosti porastu na úrodu krmu lucerney — The effect of seeding rate and stand completeness on the forage yield of lucerne	511
V o l o š i n J., K r a j č o v i č V.: Uplatnenie trávnych porastov v teplej a suchej oblasti Slovenska — Grassland utilization in warm arid regions of Slovakia	521
M i n x L.: The effect of row spacing on the productive utilization of distances between plants by the sugar-beet stand — Vliv rozteče řádků na produkční využívání vzdáleností rostlin v řádku porostem cukrovky	531
Š v a c h u l a V.: Vliv závlahy na výnosy a jakost cukrovky — The effect of irrigation on the sugar beet yield.	543
K o s t ť i c a P., Z á š k o d o v á J., K r a t o c h v í l o v á D.: Možnosti využití mitotické polyploidizace <i>in vitro</i> u dihaploidů bramboru — Possibilities of the use of mitotic polyploidization <i>in vitro</i> in potato dihaploids.	551



Vědecký časopis ROSTLINNÁ VÝROBA ● Vydává Česká akademie zemědělských věd a Slovenská akadémia pôdohospodárskych vied - Ústav zemědělských a potravinářských informací ● Vychází měsíčně ● Redaktorka: RNDr. Eva Stříbrná ● Redakce: Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/257541 ● Sazba: Studio DOMINO - ing. Jakub Černý, Popovice 144, 267 01 Králův Dvůr, tel.: 0311/22959 ● Tisk: ÚZPI Praha ● © Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha 1993

Rozšiřuje PNS a. s. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, doručovatel tisku a Administrace centralizovaného tisku, Hvoždanská 5-7, 149 00 Praha 4-Roztyly.