

ÚZPI

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

ROSTLINNÁ VÝROBA

Plant Production

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

5

VOLUME 42 (LXIX)
PRAHA
KVĚTEN 1996
CS ISSN 0370-663X

Mezinárodní vědecký časopis vydávaný z pověření České akademie zemědělských věd a s podporou Ministerstva zemědělství České republiky

An international journal published by the Czech Academy of Agricultural Sciences and with the promotion of the Ministry of Agriculture of the Czech Republic

Redakční rada – Editorial Board

Předseda – Chairman

Doc. Ing. Josef Šimon, CSc. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, ČR)

Členové – Members

Doc. Ing. Pavol Bajči, CSc. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra, SR)
 Prof. Dr. Márta Birkás (Agrártudományi Egyetem, Gödöllő, Hungária)
 Doc. Ing. Jozef Ciglar, CSc. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra, SR)
 Ing. Helena Donátová, CSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)
 Prof. Ing. Václav Fric, DrSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)
 Ing. Norbert Gáborčík, CSc. (Výzkumný ústav travních porostů a horského poľnohospodárstva, Banská Bystrica, SR)
 Ing. Bohdan Juráni, CSc. (Univerzita Komenského, Bratislava, SR)
 Prof. Dr. Günter Kahnt (Institut für Pflanzenbau und Grünland, Universität Hohenheim, Stuttgart, BRD)
 Prof. Ing. Josef Kozák, DrSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)
 Ing. Ladislav Lorenčík, DrSc. (Oblastný výskumný ústav agroekológie, Michalovce, SR)
 Prof. Ing. Lubomír Minx, DrSc. (Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, ČR)
 Ing. Timotej Miština, CSc. (Výzkumný ústav rastlinnej výroby, Piešťany, SR)
 Dr. Peter Newbould (The Macaulay Land Use Research Institute, Aberdeen, Scotland, UK)
 Ir. Cees van Ouwewerker (Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren Gm, Nederland)
 Ing. Jaromír Procházka, CSc. (Výzkumný ústav pícninářský, Troubsko u Brna, ČR)
 Prof. Ing. Stanislav Procházka, DrSc. (Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, ČR)
 Doc. Ing. Vlastimil Rasocha, CSc. (Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod, ČR)
 Prof. Dr. Heinrich W. Scherer (Agrikulturchemisches Institut der Rheinischen Friedrich Wilhelms-Universität, Bonn, BRD)
 Doc. Ing. Ladislav Slavík, DrSc. (Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, ČR)
 Doc. Ing. Miron Suškevič, DrSc. (Odborné poradenství a konzultace, Troubsko u Brna, ČR)
 Prof. Ing. Václav Vaněk, CSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)
 Ing. Marie Váňová, CSc. (Zemědělský výzkumný ústav, Kroměříž, ČR)
 Prof. Ing. Karel Voříšek, CSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)
 Doc. Ing. František Vrkoč, DrSc. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, ČR)
 Prof. Dr. hab. Kazimiera Zawislak (Akademia Rolniczo-Techniczna, Olsztyn, Polska)

Vedoucí redaktorka – Editor-in-Chief

RNDr. Eva Stříbrná

Cíl a odborná náplň: Časopis publikuje původní vědecké práce, výsledky výzkumu a studie z oborů rostlinná výroba, půdoznalství, meliorace a z navazujících disciplín.

Časopis je citován v bibliografickém časopise Current Contents – Agriculture, Biology and Environmental Sciences. Abstrakty z časopisu jsou zahrnuty v těchto databázích: Agricola, Agris, CAB Abstracts, Current Contents on Diskette – Agriculture, Biology and Environmental Sciences, Czech Agricultural Bibliography, Toxline Plus, WLAS.

Periodicita: Časopis vychází měsíčně (12x ročně), ročník 42 vychází v roce 1996.

Přijímání rukopisů: Rukopisy ve dvou vyhotoveních je třeba zaslat na adresu redakce: RNDr. Eva Stříbrná, vedoucí redakce, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/25 25 41, fax: 02/25 70 90, e-mail: braun@uzpi.agrec.cz. Den doručení rukopisu do redakce je publikován jako datum přijetí k publikaci.

Informace o předplatně: Objednávky na předplatně jsou přijímány pouze na celý rok (leden–prosinec) a měly by být zaslány na adresu: Ústav zemědělských a potravinářských informací, vydavatelské oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Cena předplatného pro rok 1996 je 588 Kč.

Aims and scope: The journal publishes scientific papers, results of research and studies of the branches plant production, pedology, amelioration and related disciplines.

The journal is cited in the bibliographical journal Current Contents – Agriculture, Biology and Environmental Sciences. Abstracts from the journal are comprised in the databases: Agricola, Agris, CAB Abstracts, Current Contents on Diskette – Agriculture, Biology and Environmental Sciences, Czech Agricultural Bibliography, Toxline Plus, WLAS.

Periodicity: The journal is published monthly (12 issues per year), Volume 42 appearing in 1996.

Acceptance of manuscripts: Two copies of manuscript should be addressed to: RNDr. Eva Stříbrná, editor-in-chief, Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/25 25 41, fax: 02/25 70 90, e-mail: braun@uzpi.agrec.cz. The day the manuscript reaches the editor for the first time is given upon publication as the date of reception.

Subscription information: Subscription orders can be entered only by calendar year (January–December) and should be sent to: Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Subscription price for 1996 is 148 USD (Europe), 154 USD (overseas).

DĚLKA KOŘENŮ OZIMÉ PŠENICE A OBSAH PŘÍSTUPNÉHO DUSÍKU V PŮDNÍM PROFILU

ROOT LENGTH OF WINTER WHEAT AND THE CONTENT OF MINERAL NITROGEN IN SOIL PROFILE

J. Haberle, P. Svoboda, P. Růžek

Research Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně, Czech Republic

ABSTRACT: Winter wheat (cv. Regina) root length (RL) distribution and the content of mineral N (N_{anorg} , $\text{NO}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$) in soil profile during spring were determined in two year field experiment on sandy loam soil (Eutric Cambisol) in Pernolec (elev. 530 m, precipitation per year 624 mm, average temperature 6.4 °C). The soil was sampled every 10 cm with steel cylinder (8.5 cm diam.), on a row and between rows; roots were washed on sieves. Two treatments, unfertilized with N (N0) and fertilized with 40 kg N/ha in early spring (N1). The content of N_{anorg} in the soil was determined in layers 0–30 cm, 30–60 cm and 60–90 cm following standard sampling scheme and analytical procedure. Total root length at the start of tillering (early spring), at the end of tillering and at heading reached on average 0.47 km.m⁻², 4.9 km.m⁻², 7.8 km.m⁻², resp., in 1993, and 0.3 km.m⁻², 5.4 km.m⁻² and 14.9 km.m⁻², resp., in 1994. The difference of the total root length in heading between 1993 and 1994 might be the result of impaired wheat growth in 1993 due to extremely cold and dry winter and spring. The grain yield reached 1.8 t.ha⁻¹ (N0) and 3.04 t.ha⁻¹ (N1) in 1993, and 4.13 t.ha⁻¹ (N0) and 6.41 t.ha⁻¹ (N1) in 1994. These inter-year differences were reflected in depletion of N_{anorg} between tillering and heading (Figs 1B and 1C). Root length density decreased exponentially from surface layers to subsoil (Figs 1A to 1C). We observed lower root density between rows in surface layer in comparison with rows. There was a tendency to higher root density in surface layer in N-fertilized treatment (N1). At the time of plant regeneration (early spring), rooting depth and density gave no access to supply of mineral N under depth of 20–25 cm, where only scarce unbranched primary roots could be observed. Wheat plants reached only the start of tillering stage in the time. In the course of tillering and stem elongation the rooted volume of soil and thus the potentially available supply of N increased with increased root depth and density in subarable layers. However, even in the period of heading, the substantial amount of N washed to layers under 60–80 cm depth, was not readily available for wheat crop. Root density in the layer 50–60 cm reached 0.05 cm.cm⁻³ and 0.15 cm.cm⁻³, in 1993 and 1994, resp. Sporadic unbranched root axes penetrating to deeper layer were mostly concentrated in biopores without tight contact with soil particles.

root length; N_{anorg} ; $\text{NO}_3\text{-N}$; $\text{NH}_4\text{-N}$; N fertilization; soil profile; winter wheat

ABSTRAKT: Délka kořenů ozimé pšenice v různé hloubce půdního profilu v jarním období byla porovnána s údaji o obsahu přístupného N, N_{anorg} ($\text{NO}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$). Pokusy proběhly v Pernolci u Tachova, v bramborářském výrobním typu. Celková délka kořenů ve fázi metání dosáhla 7,8 km.m⁻² v roce 1993 a 15,9 km.m⁻² v roce 1994. Délka kořenů v jednotlivých vrstvách půdy (hustota kořenů) se v obou letech pokusu snižovala exponenciálně s hloubkou. Malá hustota a hloubka proniknutí kořenů v časně jarním období neumožňovaly příjem N z podorniční vrstvy. V dalším období plného odnožování a sloupkování se rychle zvyšovala hustota kořenů a objem prokořeněné půdy a s tím i celkové množství N dostupné rostlinám pšenice. Do fáze sloupkování až metání však byl N v hlubších vrstvách podorničí pod 60–80 cm pro porost pšenice obtížně dostupný v důsledku malé hustoty kořenů (méně než 0,1 cm.cm⁻³).

délka kořenů; N_{anorg} ; $\text{NO}_3\text{-N}$; $\text{NH}_4\text{-N}$; hnojení N; půdní profil; ozimá pšenice

ÚVOD

Většina živin je rostlinami přijímána kořenovým systémem z půdy. Délka kořenů v jednotlivých vrstvách půdního profilu (hustota kořenů) se mění s postupem růstu a v závislosti na podmínkách růstu (Russell, 1977 aj.). V průběhu vegetačního období v půdě také dochází ke změnám množství přístupných živin, především N. Tyto změny ovlivňuje agrotechnika, pově-

trnostní podmínky a odběr živin kořeny z jednotlivých vrstev ornice a podorničí. Hloubka prokořenění, hustota a morfologie kořenů spolu s vlhkostí půdy, obsahem a formou živin podmiňují, jaká část zásoby živin v půdě je pro rostliny v dané fázi růstu dostupná (např. Willigen, Noordwijk, 1987).

Vzhledem k různým půdně-klimatickým podmínkám ČR jsou pro rozhodování o hnojařských opatřeních potřebné spolehlivé informace o odběru živin kořeny

z ornice a podorníči, o hloubce prokořenění, resp. o vlivu hnojení minerálními a organickými hnojivy na růst a příjmovou schopnost kořenů. Tyto údaje lze využít pro omezení úniku živin z dosahu kořenů. Toto riziko je velké především v oblastech s promyvným režimem a na lehčích půdách.

Cílem práce bylo určit délku kořenů ozimé pšenice v ornici a podorníči a porovnat rozdělení kořenů s údaji o rozdělení N_{anorg} v půdním profilu v průběhu jarního období.

MATERIÁL A METODA

V polním pokusu byl sledován rozvoj kořenů ozimé pšenice, odrůdy Regina v období od začátku odnožování do metání. Pokus probíhal na stanici VÚRV v Pernolci u Tachova (hlinitopísčité půda, 530 m n. m., 624 mm srážek, 6,4 °C, promyvný režim). Průměrné agrochemické údaje ve vrstvách 0–30 cm a 30–60 cm: C_{ox} 1,4 % a 0,2 %, pH (KCl) 6,1 a 5,8, celkový N 0,15 % a 0,06 %, P (Mehlich II) na 1 kg půdy 240 mg a 16 mg, K 180 mg a 210 mg, Ca 1 300 mg a 1 500 mg, Mg 60 mg a 100 mg. Předplodinou ozimé pšenice byl jeřel. Byly sledovány tyto varianty: nehnojená kontrola (N0) a pšenice hnojená na jaře regenerační dávkou 40 kg N.ha⁻¹ (N1) a produkční dávkou 40 kg N.ha⁻¹ (1993) a 53 kg N.ha⁻¹ (1994) na začátku sloupkování. Byl sledován nárůst hmotnosti a koncentrace N v nadzemních částech rostlin.

Vzorky prokořeněné půdy se odebíraly kovovým válcem o průměru 8,5 cm, po vrstvách 10 cm, z hlubších vrstev (pod 40 cm) se půda odebírala sondýrkou o průměru 3,5 cm. Z každé varianty se realizovala čtyři opakování na řádce (označeno R) a dvě mezi řádky (označeno M). Z odpovídajícího úseku řádku byl určen počet rostlin a odnoží, růstová fáze a byla stanovena čerstvost a suchá hmotnost rostlin. Kořeny byly separovány vodou na sítěch. Vyplavené kořeny byly uchovávány v mrazicím boxu. Po dočištění byla měřena délka kořenů publikovanou metodou (Tennant, 1975). Průměr kořenů byl měřen mikroskopem s okulárovým měřítkem.

Vzorky půdy pro stanovení obsahu N_{anorg} (NO_3-N + NH_4-N) v profilu byly odebírány sondovací tyčí. Obsah NO_3-N a NH_4-N ve vzorcích půdy byl stanoven kolorimetricky na autoanalýzátoru FIA v extraktu zeminy 1 % K_2SO_4 (Růžek, 1993). Pro srovnání jsou v tomto příspěvku prezentovány i údaje o obsahu

N_{anorg} na variantě hnojené dusíkem na podzim (varianta N2, kořeny nebyly sledovány).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Rozdělení délky kořenů v půdním profilu

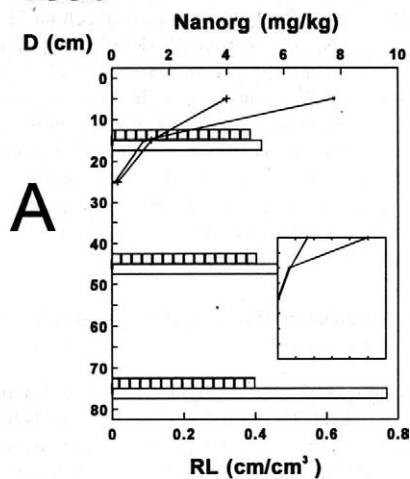
Délka kořenů (RL) v objemu půdy (hustota kořenů) v jednotlivých vrstvách půdy v roce 1993 a 1994 je znázorněna na obr. 1A až 1C. Celková délka kořenů na plochu půdy byla v roce 1993 0,47 km.m⁻² na počátku jarní regenerace rostlin (29–03), 4,9 km.m⁻² na konci odnožování (26–04) a 7,8 km.m⁻² ve fázi metání (31–05). V roce 1994 to bylo 0,3 km.m⁻² (03–03), 5,4 km.m⁻² (19–04) a 14,9 km.m⁻² (01–06) na počátku metání. Získané experimentální výsledky jsou první publikované údaje o délce kořenů pšenice v různé hloubce půdního profilu v ČR. Neexistují ani domácí údaje pro ostatní obilniny či jiné plodiny. Porovnání s větším počtem zahraničních prací ukázalo u našich výsledků, zvláště v roce 1993, spíše nižší hustotu kořenů. Nesledovali jsme však hustotu kořenů po metání. Ve srovnání s publikovanými výsledky v zahraničí jsme také zaznamenali poněkud nižší hodnoty specifické délky kořenů (nedoloženo) a větší průměr kořenů (Haberle, Svoboda, 1996). Je třeba uvést, že publikované zahraniční údaje o parametrech kořenového systému v polních podmínkách se mezi sebou značně liší, neboť pocházejí z rozdílných půdních a klimatických podmínek.

Zahraníční publikované údaje o délce kořenů výkonných porostů ozimé pšenice v období maximálního rozvoje, ve fázi kvetení, se pohybují většinou okolo 16 až 20 km.m⁻² (např. Seward et al., 1990) i více (Barracough, Leigh, 1984). Srovnání výsledků několika pokusů v Anglii (Barracough, Leigh, 1984) naznačuje, že existuje pozitivní vztah mezi produkcí nadzemní biomasy, případně výnosu zrna, a celkovou délkou kořenů; porosty pšenice s výnosem nad 4 až 6 t.ha⁻¹ měly ve fázi kvetení hustotu kořenů 15 km.m⁻² a více. Výnos zrna pšenice dosáhl v Pernolci v roce 1993 pouze 1,8 t.ha⁻¹ (N0) a 3,04 t.ha⁻¹ (N1), zatímco v roce 1994 dosáhly výnosy 4,13 t.ha⁻¹ (N0) a 6,41 t.ha⁻¹ (N1). V roce 1994 jsme také zaznamenali velký pokles obsahu N_{anorg} v hloubce do 60 cm, zatímco v roce 1993 se obsah N_{anorg} téměř nezměnil (obr. 1B a 1C). Důvodem téměř poloviční hustoty kořenů v roce 1993 oproti roku 1994 byla pravděpodobně

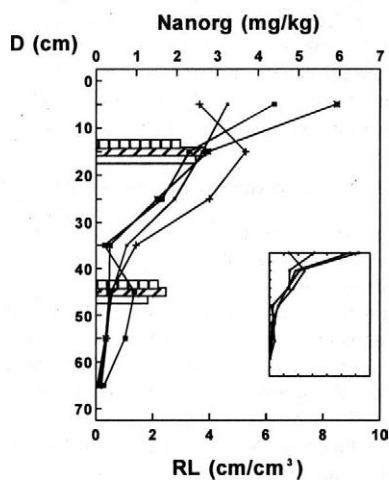
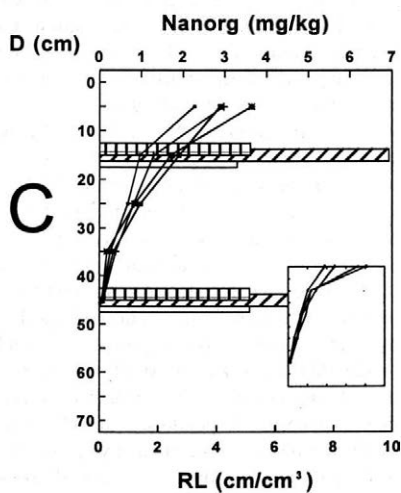
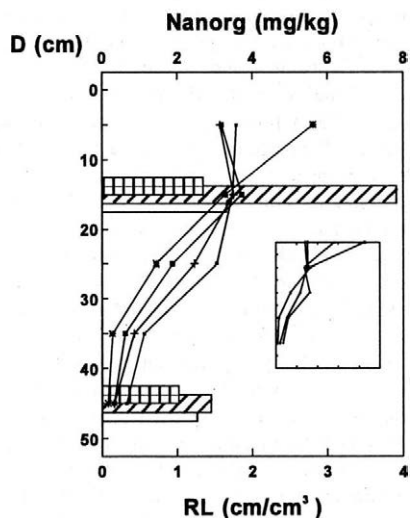
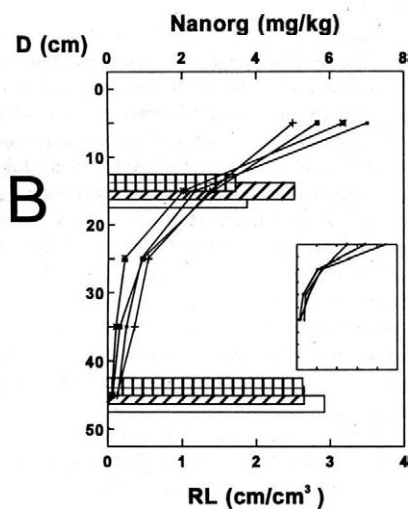
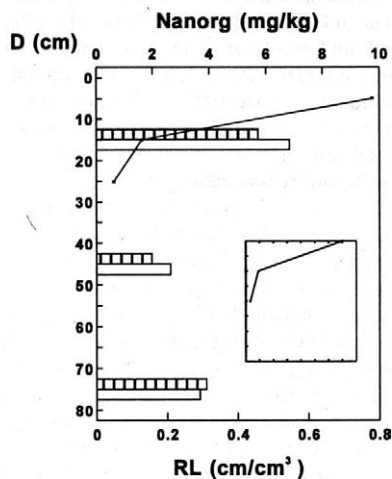
1. Délka kořenů ozimé pšenice (RL) a obsah přístupného N (N_{anorg} , sloupkový graf) v půdním profilu v období jarní regenerace rostlin (A), konce odnožování (B) a metání (C); Pernolec 1993 a 1994; D – hloubka (cm), R a M – délka kořenů na řádku a v meziradí; N0 – nehnojeno N, N1 – jarní regenerační dávka 40 kg N.ha⁻¹, N2 – hnojeno N na podzim (kořeny nesledovány); vložený obrázek: distribuce hmotnosti kořenů v profilu, osa y – hloubka – Root length density of winter wheat (RL) and the distribution of available N (N_{anorg} , columns) in soil profile at early spring (A), at the end of tillering (B) and in heading (C); Pernolec 1993 and 1994; D – depth (cm); R and M denotes sampling on a row and interrow; N0 – not fertilized with N, N1 – early spring N fertilization 40 kg N.ha⁻¹, N2 – autumn N fertilization at sowing (roots were not studied); inset figures: the distribution of root dry mass in soil profile, y axis – depth

—○— R/N0 —+— M/N0 —*— R/N1 —□— M/N1
 ■■ N0 ■■ N1 □ N2

1993



1994



suchá a chladná zima a jaro roku 1993 (92 mm srážek od ledna do května) oproti teplejšímu roku 1994, s rovnoměrně rozloženým srážkami (223 mm) a v důsledku toho menší počet rostlin, stébel a nižší produkce nadzemní biomasy v roce 1993. Barraclough (1984) zaznamenal 30% meziročníkový rozdíl v hustotě kořenů na stejném stanovišti, který však připisuje rozdílům v intenzitě slunečního záření.

Délka kořenů klesala přibližně exponenciálně s hloubkou (obr. 1B a 1C). Index determinace (R^2) tohoto modelu distribuce kořenů byl vysoce průkazný a přesahoval většinou hodnotu 0,9. Stejný průběh poklesu hustoty kořenů do hloubky zaznamenala řada autorů v různých půdně-ekologických podmínkách (Barraclough, 1984 aj.). Tomu obecně odpovídá i rozdělení odběru N z profilu (Gregory et al., 1979; Kuhlman et al., 1989 aj.). Tento exponenciální tvar rozdělení kořenů v profilu je deformován až výraznými změnami fyzikálně-chemických vlastností některých vrstev půdy (vyschnutí povrchových vrstev ornice, utužení, vysoká hladina spodní vody, zasolení apod.). Jak se potvrdilo i v tomto pokusu (obr. 1A až 1C, vložené obr.) vzhledem k těsné korelaci mezi hmotností a délkou kořenů ($R^2 = 0,85$ až $0,96$), lze tento charakter rozdělení kořenů v profilu pozorovat i u hmotnosti kořenů pšenice (Barraclough, Leigh, 1984; Haberle, 1989 aj.).

Zvýšená koncentrace N_{anorg} v povrchových vrstvách ornice jako výsledek hnojení N většinou mírně snižovala podíl délky a hmotnosti kořenů v hlubších vrstvách ornice a podorničí (obr. 1B a 1C). Analýza rozptylu prokázala průkazný vliv hnojení N na celkovou hmotnost či délku kořenů pouze ve fázi metání roku 1993, v některých případech byl na hranici průkaznosti (95 %) vliv hnojení N v interakci s hloubkou (nedoloženo). Zda tato změna rozložení kořenového systému v půdním profilu ovlivňuje využití proplaveného minerálního N v hlubokých vrstvách, je předmětem výzkumu (Dressel, Jung, 1987; Kuhlman et al., 1989 aj.). V povrchové vrstvě jsme zaznamenali menší hustotu kořenů ve vzorcích půdy odebíraných v meziřadí ve srovnání se vzorky na řádcích. Analýza rozptylu prokázala průkazný vliv místa odběru na hustotu jen při analýze po jednotlivých vrstvách; při hodnocení celého profilu byl tento vliv neprůkazný, s výjimkou posledního odběrového termínu v roce 1994.

Obsah anorganického N v půdním profilu

Celkový obsah N_{anorg} ($\text{NO}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$) ve vrstvách půdního profilu po 30 cm v roce 1993 a 1994 je znázorněn na obr. 1A až 1C. V roce 1993 bylo v Pernolci v období jarní regenerace rostlin (před regeneračním hnojením) ve vrstvě 0–30 cm 19 kg přístupného N (N_{anorg}) na 1 ha a celkem 40 kg N.ha^{-1} ve vrstvě 30–90 cm. U varianty hnojení N před setím na podzim (N_2) bylo ve vrstvě 60–90 cm 38 kg N.ha^{-1} . V dalším období množství N_{anorg} na variantě nehnojení N (N_0) pokleslo na 15 kg N.ha^{-1} v orniční vrstvě a na 6 kg

N.ha^{-1} ve vrstvě 30–60 cm. U varianty hnojení na jaře (N_1) poklesla zásoba N_{anorg} v těchto vrstvách na 11 kg N.ha^{-1} a 7 kg N.ha^{-1} . V roce 1994 bylo na počátku vegetace množství N_{anorg} v ornici vyšší než v roce 1993 (23 kg N.ha^{-1}), v podorničních vrstvách naopak nižší (8 až 15 kg N.ha^{-1}). Mezi obdobím sloupkování a metáním došlo v roce 1994 k výraznějšímu poklesu obsahu N_{anorg} v ornici i podorničí než v roce 1993, až na 8 kg N.ha^{-1} ve vrstvě 0–30 cm a 6 kg N.ha^{-1} ve vrstvě 30–60 cm u varianty N_0 a 11 kg N.ha^{-1} a 7 kg N.ha^{-1} na variantě N_1 .

Odběr N z půdního profilu ve vztahu k rozložení kořenů

Na začátku jarní vegetace byla v obou letech v prokořeněné vrstvě do 20–25 cm zásoba okolo 15 kg N.ha^{-1} . Do hlubších vrstev ojediněle prorůstaly jen nejdelší, největvené primární kořeny, které měly vzhledem k výsledné nepatrné hustotě zanedbatelný podíl na celkovém příjmu N.

Pro rostliny pšenice je okamžitě přístupná jen část z celkové zásoby přístupného N v prokořeněné vrstvě. Existuje určitá minimální koncentrace iontů v půdě (půdním roztoku), kterou již kořeny nejsou schopny využít. Greenwood et al. (1986) uvádějí hodnotu 15 kg N.ha^{-1} v ornici. Jiní autoři odhadují na základě pokusů v živných roztocích tuto koncentraci na 3,5 až 6 kg N.ha^{-1} za podmínek dostatečné vlhkosti půdy a vysoké hustoty prokoření (Burns, 1980; Robinson et al., 1991). Využitelnost zásoby N v půdě porostem na počátku jarní vegetace snižuje i nerovnoměrné prokoření, dané mezerovitostí porostu, nižší hustotou kořenů v meziřadí a heterogenitou půdního prostředí (Willigen, Noorwijk, 1987), případně i mrazová poškození kořenového systému, nízká teplota hlubších vrstev půdy a zamokření. K těmto faktorům je třeba přihlídnout při odhadu množství přístupného N pro porost ozimé pšenice v jarním období.

V dalším období, ve fázi konce odnožování a sloupkování, se zvyšovala hustota kořenů a objem prokořeněné půdy, a s tím i celkové množství N dostupné rostlinám pšenice. Současně však v tomto období v důsledku intenzivnější evapotranspirace většinou klesala vlhkost ornice, což snižovalo rychlost difuze iontů ke kořenům, a tím i přístupnost N z těchto vysušených vrstev (Burns, 1980; Gregory et al., 1979 aj.). Ve fázi metání byla hustota kořenů ve vrstvě 50–60 cm jen 0,05 cm.cm^{-3} (1993) a 0,15 cm.cm^{-3} (1994). Do hlubších vrstev zasahovaly pouze jednotlivé kořenové osy, často využívající biopórů, kde pak bylo nahloučeno i několik kořenů bez dostatečného kontaktu s půdou. Zásoba N z hlubších vrstev podorničí (pod 60–80 cm) tak byla i v tomto období pro porost pšenice obtížněji využitelná. Tato skutečnost ukazuje na riziko ztráty části N mimo dosah kořenů zvláště na variantě N_2 (hnojené na podzim). V pozdějších fázích růstu se však uplatňují kompenzační mechanismy, které za určitých podmínek mohou zvyšovat relativní podíl příjmu

ze slabě prokořeněných hlubokých vrstev s dosud nevyčerpanou zásobou vody a živin (Burns, 1980; Kuhlman et al., 1989; Robinson et al., 1994).

Projekt byl financován z grantu MZe ČR: A 093 95 0183.

LITERATURA

BARRACLOUGH, P. B. – LEIGH, R. A.: The growth and activity of winter wheat roots in the field: the effect of sowing date and soil type on root growth of high-yielding crops. *J. Agric. Sci. (Camb.)*, 103, 1984: 59–74.

BARRACLOUGH, P. B.: The growth and activity of winter wheat roots in the field: root growth of high-yielding crops in relation to shoot growth. *J. Agric. Sci. (Camb.)*, 103, 1984 (2): 439–442.

BURNS, I. G.: Influence of the spatial distribution of nitrate on the uptake of N by plants: A review and a model for rooting depth. *J. Soil Sci.*, 31, 1980: 155–174.

DRESSEL, J. – JUNG, J.: Modellversuche zur Aufnahme von Boden- und Dünger-Stickstoff aus verschiedenen Tiefen durch Sommerweizen. *J. Agron. Crop Sci.*, 159, 1987 (3): 149–156.

GREGORY, P. J. – CRAWFORD, D. W. – MCGOWAN, M.: Nutrient relations of winter wheat. 2. Movement of nutrients to the root and their uptake. *J. Agric. Sci. (Camb.)*, 92, 1979: 495–504.

GREENWOOD, F. J. – NEETESON, J. J. – DRAYCOTT, A.: Quantitative relationships for the dependence of growth

rate of arable crops on their nitrogen content, dry weight and aerial environment. *Pl. Soil*, 91, 1986: 281–301.

HABERLE, J.: Cereal root biomass distribution in the soil profile. In: DVOŘÁK, M. – ČERNOHORSKÁ, J. (eds): *Plant and Soil. Proc. Symp. Dynamics of processes in the soil and plant nutrition*, September 1986, Praha, 1989: 145–155.

HABERLE, J. – SVOBODA, P.: Root length, surface and diameter of winter wheat along soil profile. *Acta Agric. Bohem.*, 27, 1996 (v tisku).

KUHLMAN, H. – BARRACLOUGH, P. B. – WEIR, A. H.: Utilization of mineral nitrogen in the subsoil by winter wheat. *Z. Pfl.-Ernähr. Bodenkd.*, 152, 1989: 291–295.

ROBINSON, D. – LINEHAN, D. J. – CAUL, S.: What limits nitrate uptake from soil? *Pl. Cell Envir.*, 14, 1991: 77–85.

ROBINSON, D. – LINEHAN, D. J. – GORDON, D. C.: Capture of nitrate from soil by wheat in relation to root length, nitrogen inflow and availability. *New Phytol.*, 128, 1994: 297–305.

RUSSELL, R. S.: *Plant root systems: Their function and interaction with the soil*. London, McGraw-Hill 1977. 298 s.

RŮŽEK, P.: Vliv různých způsobů hnojení dusíkem na nitrifikační schopnost půdy. *Rostl. Vyr.*, 39, 1993 (9): 805–816.

SEWARD, P. – BARRACLOUGH, P. B. – GREGORY, P. J.: Modelling potassium uptake by wheat (*Triticum aestivum*) crops. *Pl. Soil*, 124, 1990: 303–307.

TENNANT, D.: A test of a modified line intersect method of estimating root length. *J. Ecol.*, 63, 1975: 995–1001.

WILLIGEN, P. DE – NOORDWIJK, M. VAN: *Roots, plant production and nutrient use efficiency*. Wageningen PhD Thesis. Agric. Univ. 1987. 282 s.

Došlo 21. 9. 1995

Kontaktní adresa:

Ing. Jan Haberle, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6-Ruzyně, Česká republika, tel.: 02/36 08 51, fax: 02/36 52 28

Upozornění pro autory vědeckých časopisů

Z důvodu rychlejšího a kvalitnějšího zpracování grafických příloh (grafů, schémat apod.) příspěvků zasílaných do redakce Vás žádáme o jejich dodání kromě tištěné formy i na disketách.

Týká se to samozřejmě těch grafických příloh, které byly vytvořeny v nějakém programu PC (např. CorelCHART, Quatro Pro, Lotus 1-2-3, MS Excel). Vzhledem k tomu, že nejsme schopni upravit a použít pro tisk všechny typy (formáty) grafických souborů, žádáme Vás, abyste nám také kromě originálních souborů (např. z MS Excel typ *.XLS) zasílali grafické předlohy vyexportované jako bodovou grafiku v jednom z těchto formátů:

Bitmap	*.BMP
Encapsulated Postscript	*.EPS
Graphic Interchange Format	*.GIF
Mac paint	*.MAC
MS Paint	*.MSP
Adobe Photoshop	*.PSD
Scitex	*.SCT
Targa	*.TGA
Tag Image File Format	*.TIF

Redakce časopisu

SCHOPNOST METOD CHARAKTERIZOVAT FOSFÁTOVÝ REŽIM PŮD

ABILITY OF METHODS TO CHARACTERIZE PHOSPHATE REGIME OF SOILS

V. Macháček

Research Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně, Czech Republic

ABSTRACT: Averages of the results of six-year crop rotation of long-term polyfactorial trial were used to evaluate reaction methods (Egner, Mehlich II, Olsen and CaCl_2) to P-fertilization on fertile soils. The dependence in the whole range of doses is 10 to 80 kg P.ha⁻¹ is not linear in all methods and, while it is linear in the range of 0 to 50 kg P.ha⁻¹. P uptake by plant does not share with changes in P content after fertilization; pH and sorption affect sensitivity of reaction of water-soluble component P_v , and thus, methods which preferentially release this component of available P on fertile soils: CaCl_2 method and Olsen method. Mehlich II method releases more uniformly water-soluble P_v component from soil and mobile P_k component and Egner method considerably releases mobile P_k component. It follows from the total evaluation of fertile soils that Mehlich II and Egner methods have a similar reaction to P-fertilization but in division into different great soil groups CaCl_2 and Mehlich II methods react most sensitively. Reaction of Olsen and Mehlich II methods depends on the type of component which prevails in soil when P-fertilizer was applied.

available phosphorus; analytical methods; fertilizers; great soil groups

ABSTRAKT: Průměry výsledků za šestiletého osevního sledu dlouhodobého polyfaktoriálního pokusu byly použity pro hodnocení reakce metod (Egner, Mehlich II, Olsen a CaCl_2) na P-hnojení na úrodných půdách. Závislost v celém rozsahu dávek je 10 až 80 kg P.ha⁻¹, u všech metod není lineární, v rozsahu 0 až 50 kg P.ha⁻¹ je lineární. Odběr P rostlinou se nepodílí na změnách v obsahu P po hnojení; pH a sorpce ovlivňují citlivost reakce vodorozpustné složky P_v , a tím metod, které na úrodných půdách přednostně uvolňují tuto složku přístupného P: metoda CaCl_2 a Olsenova metoda. Mehlichova metoda II rovnoměrněji uvolňuje z půdy vodorozpustnou složku P_v a pohyblivou složku P_k a Egnerova metoda značně uvolňuje pohyblivou složku P_k . Ze souhrnného hodnocení úrodných půd vyplývá, že Mehlichova metoda II a Egnerova metoda mají podobnou reakci na P-hnojení, ale při rozdělení na jednotlivé půdní typy nejcitlivěji reaguje metoda CaCl_2 a Mehlichova metoda II. Reakce Olsenovy a Mehlichovy metody II závisí na druhu složky, která převažuje v půdě po aplikaci P-hnojiva.

přístupný fosfor; analytické metody; hnojení; půdní typy

ÚVOD

Ekonomický tlak, zvláště u P-hnojení, nás nutí zamýšlet se nad novými směry či novelizací zavedených způsobů určování dávek P-hnojiv, které by mělo vycházet ze sledování a vyhodnocování mnoha faktorů, jež mají vliv na různé varianty hnojení: intenzivní, úsporné a minimální hnojení. Tyto varianty hnojení, i s původním názvem, mohou být různé, a to i podle výrobních oblastí (Komberec, 1995).

Jedním z kritérií určujících vliv P-hnojení na půdu je hodnocení podle obsahu tzv. přístupného P. Vzniká otázka, jak správně a přesně tento obsah zjistit. V roce 1990, kdy se přešlo na novou metodu (Mehlich II) pro stanovení přístupného P, byla z hlediska výživy rostlin fosforem porušena návaznost na starší výsledky, o čemž svědčí i to, že během dvou let se dvakrát změnila kritéria pro tuto metodu. Všeobecně je známo, že Egnerova

a Mehlichova metoda II se liší složením extrakčního činidla, a tím i uvolňováním přístupného P z půdy, zvláště pak na úrodných půdách (Macháček, 1995).

Předmětem příspěvku je hodnocení metod používaných pro stanovení jak přístupného P, tak i jeho složek podle stupňovaného hnojení různých půdních typů a druhů z pokusných stanic VÚRV, Praha-Ruzyně, které jsou situovány v úrodných oblastech. Tato práce navazuje na předcházející publikace, které se velmi podrobně zabírají jednotlivými typy, subtypy a druhy půd (Macháček, 1993a, 1994, 1995).

MATERIÁL A METODA

Uvedená problematika byla studována analýzou průměrných vzorků a byly využity průměry ze šestiletého rotačního cyklu dlouhodobého polyfaktoriálního poku-

su, který byl založen na různých pokusných stanicích VÚRV, Praha-Ruzyně v roce 1979. Výsledky jsou zpracovány za období 1982 až 1987. Pokusné stanice představují úrodné půdy s předpokládanou intenzivní rostlinnou výrobou: Pohořelice, Hněvčeves a Kostelec nad Orlicí. Přehled plodin a hnojení u pokusu I uvádí Macháček (1993a, 1994). Základní charakteristika pokusných oblastí a stanovišť je uvedena v tab. I. Při konstantních dávkách K, N, hnoje a vápnění bylo použito stupňované hnojení P v dávkách 0, 40 a 80 kg P.ha⁻¹ a obsah P při dávce 20 a 40 kg P.ha⁻¹ byl doložen metodou klouzavých křivek (Pavel et al., 1985).

Ke sledování fosforečného režimu byly použity tyto ukazatele:

1. přístupný fosfor (Egner et al., 1938; Olsen et al., 1954; Mehlich et al., 1978 – úprava ÚKZÚZ, Brno, metoda CaCl₂ – Aslyng, 1954, dříve nazývaná intenzita nebo faktor intenzity);
2. katexová metoda – obsah P celkově přístupného (P_k + P_v), pohyblivého (P_k) a vodorozpustného (P_v) (Macháček, 1986);
3. sorpční index (SI) – námi upravená původní metoda (Bache, Williams, 1971), a to změna sytícího roztoku z 2,5 na 1,0 μmol P.g⁻¹ půdy;
4. odběr P rostlinami – analýza rostlin po sklizni, přepočteno z pokusné parcelky na 1 ha.

VÝSLEDKY

V tab. II je uveden přehled regresních a korelačních koeficientů polynomu 2. řádu, které vyjadřují vztah mezi stanoveným obsahem P v půdě a jednotlivými dávkami P-hnojiva. Z hodnot koeficientů (*b*, *r*) vyplývají tyto závěry, a to nezávisle na výchozím obsahu fosforu (*a*):

- všechny vztahy jsou průkazné a vysoce průkazné;
- ve všech případech je nejvyšší citlivost metod na uvolňování přístupného P a jeho složek u ČMi (Pohořelice), pak následuje HMg (Kostelec nad Orlicí) a HMi (Hněvčeves), kromě P_v hodnoty (ČMi, HMi, HMg);

- u sledovaných půd je klesající pořadí citlivosti metod na uvolňování P:

ČMi – CaCl₂, Mehlich II, Olsen, Egner, P_v, P_k;
HMi – CaCl₂, Mehlich II, P_v, P_k, Egner, Olsen;
HMg – CaCl₂, Mehlich II, Egner, P_k, Olsen, P_v.

V tab. III je uveden přehled průměrných obsahů P v půdě, sorpčního indexu a odběru P za sledované období, z kterého vyplývá:

- u všech metod je vždy nejvyšší uvolněný obsah P na ČMi;
- Egnerova metoda má shodné pořadí půd jako P_k složka;
- Mehlich II, Olsen, CaCl₂, P_k + P_v mají shodné pořadí půd jako P_v složka;
- hodnoty sorpčního indexu nejsou v souladu s obsahem P a s odběrem P rostlinou;
- výše odběru je více ovlivňována P_v složkou než P_k složkou.

V tab. IV jsou uvedeny korelační koeficienty vztahů mezi regresními koeficienty závislosti sledovaných parametrů na dávce P-hnojiva, z kterých lze určit z hlediska citlivosti na dávky P-hnojiva jejich vzájemný vztah:

- odběr P má neprůkazný vztah mezi všemi parametry;
- Egnerova metoda má vysoce průkazný vztah s Mehlichovou metodou II a pohyblivou složkou P_k, ostatní vztahy jsou neprůkazné;
- Mehlichova metoda II má vysoce průkazný vztah s Egnerovou metodou, průkazný vztah s Olsenovou metodou, sorpčním indexem a pohyblivou složkou P_k, ostatní vztahy jsou neprůkazné;
- Olsenova metoda má vysoce průkazný vztah pouze s vodorozpustnou složkou P_v, průkazný vztah se sorpčním indexem a ostatní vztahy jsou neprůkazné;
- CaCl₂ metoda má průkazný vztah pouze s vodorozpustnou složkou P_v, ostatní vztahy jsou neprůkazné;
- vodorozpustná složka P_v více ovlivňuje citlivost reakce Olsenovy metody než metody CaCl₂, citlivost ostatních parametrů neovlivňuje;

I. Charakteristika pokusných oblastí a stanovišť – The characteristics of experimental regions and sites

Stanoviště ¹	Půdní typ ²	Půdní druh ⁶	Klimatický region ⁹	Matečný substrát ¹³	Výrobní oblast ¹⁶
Pohořelice	ČMi ³	střední ⁷	VT ¹⁰	spraš ¹⁴	kukuřičná ¹⁷
Hněvčeves	HMi ⁴	těžký ⁸	T3 ¹¹	spraš	řepařská ¹⁸
Kostelec nad Orlicí	HMg ⁵	střední	MT2 ¹²	spraš hlinitá ¹⁵	řepařská
přístupný ¹⁹					
	P	K	Mg	pH	
Pohořelice	70–85	220–250	78–97	6,7–7,2	
Hněvčeves	63–72	118–138	89–106	6,0–6,7	
Kostelec nad Orlicí	59–70	105–127	79–93	5,4–6,4	

P – Egner, K, Mg – Schachtschabel (mg.kg⁻¹)

¹site, ²great soil type, ³illimerized chernozem, ⁴illimerized luvisol, ⁵stagnogleyic luvisol, ⁶texture, ⁷medium ⁸hard, ⁹climatic region, ¹⁰very warm-arid, ¹¹warm-humid, ¹²mildly warm and humid, ¹³parent material, ¹⁴loess, ¹⁵loess loam, ¹⁶production region, ¹⁷maize, ¹⁸beet, ¹⁹available

II. Přehled regresních a korelačních koeficientů polynomu 2. řádu závislosti výsledků metod na dávce P – The survey of regression and correlation coefficients of the polynomial of the 2nd order of dependence of results methods on P dose

Stanoviště ¹	a	b	c.10 ⁻³	r	a	b	c.10 ⁻³	r
	Egner				Mehlich II			
Pohofelice	110	0,442	1,7	0,997	73	0,636	2,7	0,966
Hněvčeves	54,9	0,065	4,67	0,890	59,9	0,143	4,0	0,983
Kostelec nad Orlicí	51	0,285	12,9	0,925	69	0,376	5,19	0,977
	Olsen				CaCl ₂			
Pohofelice	41	0,597	3,9	0,957	137	4,894	38,6	0,935
Hněvčeves	35,9	0,065	2,48	0,996	219	2,25	34,3	0,964
Kostelec nad Orlicí	40	0,078	5,29	0,999	181	2,651	48,2	0,920
	P _v				P _k			
Pohofelice	21	0,337	-1,9	0,972	198	0,194	17,2	0,999
Hněvčeves	23,9	0,091	1,53	0,980	73,1	0,078	6,27	0,996
Kostelec nad Orlicí	23	0,052	3,11	0,962	61	0,169	6,82	0,996

0,878 – průkazný vztah – significant relationship

0,959 – vysoce průkazný vztah – highly significant relationship

rovnice – equation $y = a + bx + cx^2$

r – korelační koeficient – correlation coefficient

¹ site

III. Přehled průměrných obsahů P v půdě, sorpčního indexu a odběru P – The survey of average P contents in the soil, sorption index and P uptake

Stanoviště ¹	Egner	Mehlich II	Olsen	CaCl ₂	P _k + P _v	P _v	P _k	SI	Odběr ² P
Pohofelice	120	88	56	234	260	32	228	2,40	25,3
Hněvčeves	68	72	45	411	111	29	82	0,76	25,4
Kostelec nad Orlicí	68	95	56	437	113	31	82	1,03	26,6

jednotky – units: Egner, Mehlich II, Olsen, P_k + P_v, P_v, P_k (mg P.kg⁻¹); CaCl₂ (μg P.1000 ml⁻¹); odběr P – P uptake (kg.ha⁻¹); SI – bezrozměrný – dimensionless

¹ site, ² uptake

IV. Přehled korelačních koeficientů vztahů polynomu 1. řádu mezi regresními koeficienty (b) metod, sorpčním indexem (SI), odběrem P rostlinou, pH, vodorozpustným (P_v) a pohyblivým (P_k) P – The survey of correlation coefficients of relationship of the 1st order among regression coefficients (b) of methods, sorption index (SI), P uptake by plant, pH, water-soluble (P_v) and mobile (P_k) P

	Mehlich II	Olsen	CaCl ₂	SI	Odběr P	pH	P _v	P _k
Egner	0,989	0,853	0,832	0,795	0,380	0,476	0,786	0,978
P _k	0,936	0,773	0,799	0,656	0,533	0,292	0,668	
P _v	0,834	0,983	0,902	0,826	0,142	0,888		
pH	0,581	0,865	0,620	0,826	0,142			
Odběr ¹ P	0,247	0,080	0,556					
SI	0,878	0,908	0,595					
CaCl ₂	0,813	0,862						
Olsen	0,904							

0,878 – průkazný vztah – significant relationship

0,959 – vysoce průkazný vztah – highly significant relationship

¹ uptake

– pohyblivá složka P_k více ovlivňuje citlivost reakce Egnerovy metody než Mehlichovy metody II, citlivost ostatních parametrů neovlivňuje;

– pH ovlivňuje citlivost reakce pouze u vodorozpustné složky P_v a neovlivňuje reakci pohyblivé složky P_k;

- sorpční index ovlivňuje citlivost reakce Olsenovy a Mehlichovy metody II.

DISKUSE

Při studiu reakce metod na P-hnojení na úrodných půdách se musí vycházet ze současných znalostí P-režimu (Macháček, 1993a, 1994). Úrodné půdy jsou charakteristické tím, že mají převážně reverzibilní adsorpci a vhodnou pufrací kapacitu (Macháček, 1993b). Převažují sloučeniny Ca-P nad sloučeninami Fe-P a Al-P, pH těchto půd potlačuje chemisorpci a uvolňování P je řízeno převážně výměnným způsobem. Všeobecně je však známo, že karbonátové půdy v úrodných oblastech mají specifický P-režim a z tohoto důvodu reakce metod na P-hnojení bude odlišná než na klasických úrodných půdách (černozemě a hnědozemě).

Nejcitlivěji na změny obsahu P v půdě reaguje extrakce CaCl_2 a Mehlichova metoda II. Reakce Olsenovy a Egnerovy metody závisí na druhu rozpustné složky přístupného P, která vznikne po aplikaci hnojiva. Na půdě, kde převažuje vodorozpustná labilní složka nad pohyblivou složkou, Olsenova metoda reaguje citlivěji než Egnerova metoda (ČMí) nebo naopak (HMg).

Na úrodných půdách uvolňuje Egnerova metoda z půdy převážně pohyblivý P (P_k), který je vázán na povrchu pevné fáze a je do určitého stupně uvolnitelný rostlinám až po vyčerpání labilních forem přístupného P a z tohoto důvodu v některých případech může nastat i nadhodnocení obsahu přístupného P. Naopak Mehlichova metoda II uvolňuje z půdy převážně labilní formy, které jsou dobře přístupné rostlinám, a tím neohroží nadhodnocení výsledků. V některých případech může být výsledek podhodnocen, protože není stanoven obsah P, z kterého se doplňují odčerpané labilní formy rostlinami, což vede ke snižování hodnot kategorií zásobenosti půd P při zvyšování hodnot pH půdy (Sen-Tran et al., 1990; Macháček, 1995).

S klesající hodnotou pH půdy se zvyšuje v komplexu přístupného P ($P_k + P_v$) podíl vodorozpustné složky P_v na úkor pohyblivé složky P_k a naopak. Sorpční schopnost ovlivňuje pouze citlivost reakce Olsenovy a Mehlichovy metody II a vodorozpustné složky P_v než pohyblivé složky P_k a neovlivňuje Egnerovu metodu. Manó, Hague (1991) se dopracovali k obdobným závěrům přes formy přístupného P, které jsou dány poměrem $\text{Ca-P} : \text{Al-P} : \text{Fe-P}$, který určuje přístupnost P rostlinám. V předcházejících pracích (Macháček, 1993a, 1994) bylo zjištěno, že v rozsahu dávek P_2O_5 uvedených v metodice výživy rostlin (Neuberg, 1990, 1995) je tato závislost téměř lineární. Pomocí regresních rovnic polynomu 1. řádu bylo vypočteno, jaké relativní zvýšení obsahu příslušného P lze očekávat po dávce $10 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$ na každé půdě (tab. V, část A) při jeho průměrném obsahu a průměrném odběru P rostlinou (tab. III) a kolik $\text{kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$ je nutné použít, aby za uvedených průměrných hodnot nastalo zvýšení o 10 jednotek (tab. V, část B). Z tohoto přehledu je zřejmé, že obecné pravidlo vyvozené na základě výsledků Egnerovy metody, že půdy s vyšší úrodností nereagují pružně na P-hnojení, nemusí platit při použití jiných metod, zvláště pak při rozdělení komplexu přístupný P na složky podle rozpustnosti. Mehlichova metoda II lépe diferencuje jednotlivé půdní typy a druhy úrodných půd než Egnerova metoda, což může být hledisko jak pozitivní, tak i negativní.

Indiati, Izza (1987, 1988), Fardeau et al. (1988) aj. dospěli k názoru, že rozdíly mezi metodami jsou závislé na typu půdy a jejich fyzikálních vlastnostech a nelze vyvodit obecná pravidla vztahů, což je zvláště důležité při návaznosti dlouholetých výsledků a závěrů získaných pomocí Egnerovy metody, která měla jednotnou kategorii zásobenosti pro všechny výrobní oblasti, typy a druhy půd, na nově zavedenou Mehlichovu metodu II, která je s ohledem na komplexní uvolňování živin z půdy při kontrole půdní úrodnosti ekonomicky výhodnější než dřívější individuální metody, ale její agronomická interpretace není ještě dokonale zvládnuta.

V. Relativní zvýšení obsahu P v půdě na dávce $10 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$ (část A) a množství P ($\text{kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$) na zvýšení o 10 jednotek (část B) – The relative increase of P content in the soil after dose of $10 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$ (part A) and the P amount ($\text{kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$) on the increase about 10 units (part B)

	Egner	Mehlich II	Olsen	CaCl_2	$P_k + P_v$	P_v	P_k
A							
Pohořelice	4,88	5,90	5,38	36,9	8,46	3,59	4,87
Hněvčeves	3,85	3,59	1,79	44,6	3,59	1,79	2,05
Kostelec nad Orlicí	4,36	6,92	3,08	62,1	7,18	2,31	4,87
B							
Pohořelice	25,53	16,96	20,53	2,71	11,82	27,86	20,53
Hněvčeves	26,00	27,86	55,71	2,24	27,86	55,71	48,75
Kostelec nad Orlicí	22,94	14,44	32,50	1,61	13,93	43,33	20,53

LITERATURA

- ASLYNG, H. C.: The lime and phosphate potential of soils, the solubility and availability of phosphates. Roy. Veter. Agric. Col. (Copenhagen), 1954.
- BACHE, B. W. – WILLIAMS, E. G.: A phosphate sorption index for soils. J. Soil Sci., 22, 1971: 289–301.
- EGNER, H. et al.: Die Laktatmethode zur Bestimmung leichtlöslicher Phosphorsäure in Ackerböden. K. Lantbr.-Högsk. Ann., 6, 1938.
- FARDEAU, J. C. – MOREL, C. – BONIFACE, R.: Why should the Olsen method be used to estimate available soil phosphorus? Agronomie, 8, 1988 (7): 577–584.
- INDIATI, R. – IZZA, C.: Inorganic forms of phosphorus after fractionation and their correlation with available P. Ann. Sper. Nutr. Del. Pian. (Rome, Italy), 14, 1987–1988 (6): 1–13.
- KOMBEREC, S.: Integrovaná výživa a ochrana rostlin. Příloha Agrospoj, březen 1995.
- MACHÁČEK, V.: Stanovení uvolnitelné zásoby fosforu z půdy. AO 247–522, 1986.
- MACHÁČEK, V.: Využití forem půdního fosforu pro charakteristiku výživného stavu černozemě. Rostl. Výr., 39, 1993a (9): 835–843.
- MACHÁČEK, V.: Využití sorpční-desorpčních přímků pro charakterizaci fosforu v hlavních typech půd ČR. Rostl. Výr., 39, 1993b (1): 1–12.
- MACHÁČEK, V.: Hodnocení fosforečného režimu hnědozemě ze dvou lokalit. Rost. Výr., 40, 1994 (2): 143–153.
- MACHÁČEK, V.: Návaznost metody podle Mehlicha II na Egnerovu metodu. Úroda, 1995 (7): 28–29.
- MANO, T. – HAGUE, I.: Forms and distribution of inorganic phosphates and their relation to available phosphorus. Trop. Agric., 68, 1991 (1): 2–8.
- MEHLICH, A. et al.: New extractant for soil test evaluation of phosphorus potassium, magnesium, calcium, sodium, manganese and zinc. Commun. Soil Sci. Pl. Ann., 9, 1978 (6): 477–492.
- NEUBERG, J. et al.: Komplexní metodika výživy rostlin. Praha, ÚVTIZ 1990. 325 s.
- NEUBERG, J. et al.: Výživa a hnojení plodin. Praha, ÚZPI 1995. 64 s.
- OLSEN, S. R. et al.: Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U. S. Dep. Agric. Stat., 1954. 39 s.
- PAVEL, L. et al.: Transport of solute with soil solution. Praha, VŠZ 1985. 247 s.
- SEN-TRAN, T. – GIROUX, M. – GUILBEAULT, J. – AUDUS, P.: Evaluation of Mehlich III extractant to estimate the available P in Quebec soils. Com. Soil Sci. Pl. Anal., 21, 1990 (1/2): 1–28.

Došlo 28. 4. 1995

Kontaktní adresa:

RNDr. Václav Macháček, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6-Ruzyně, Česká republika, tel.: 02/36 08 51, fax: 02/36 52 28

INZERCE

Redakce časopisu nabízí tuzemským i zahraničním firmám možnost inzerce na stránkách časopisu ROSTLINNÁ VÝROBA. Prostřednictvím inzerátů uveřejňovaných v našem časopise budou o vašich výrobcích informováni pracovníci z výzkumu a provozu u nás i v zahraničí.

Bližší informace získáte na adrese:

Redakce časopisu ROSTLINNÁ VÝROBA
k rukám RNDr. E. Stříbrné
Ústav zemědělských a potravinářských informací
Slezská 7
120 56 P r a h a 2

ADVERTISEMENT

The Editors of the journal offer to the Czech as well as foreign firms the possibility of advertising on pages of the ROSTLINNÁ VÝROBA (Plant Production) journal. Through your adverts published in our journal, the specialists both from the field of research and production will be informed about your products.

For more detailed information, please contact:

ROSTLINNÁ VÝROBA
attn. RNDr. E. Stříbrná
Ústav zemědělských a potravinářských informací
Slezská 7
120 56 P r a h a 2

BIELKOVINOVÉ FRAKCIE VO VZŤAHU K VYBRANÝM UKAZOVATEĽOM KVALITY OZIMNEJ PŠENICE

PROTEIN FRACTIONS IN RELATION TO SELECTED QUALITY TRAITS OF WINTER WHEAT

T. Bojňanská

University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT: Plant material – wheat grown on the experimental base of the Faculty of Agronomy, Agricultural University in Nitra was evaluated in the experiments conducted in the years 1988 to 1991; 12 cultivars were investigated within the four years' period. The collection consisted of genotypes of different baking value, high quality cultivars to inferior quality cultivars. Relations between proteinic fractions (albumins and globulins, gliadins, glutenins and insoluble residues) obtained by means of gradual extractions in different extractive substances (10% NaCl, 70% ethanol, 0.2% NaOH) and characteristics of technological quality (total flour yield, crude protein content, wet gluten content, extensibility and swelling of gluten, rheological characteristics, baking experiments – bread volume, bread weight, bread porosity, starch content, sedimentation test) were investigated using linear and non-linear correlations. It was found out that correlations between albumin and globulin fraction contents and gluten swelling, sedimentation test value, valorigraphic value and bread porousness were significant or highly significant, all those correlations were negative. This fraction influences negatively greatest number of evaluated characteristics. Gliadin content was negatively correlated to starch content and positively correlated to water absorbing ability of flour and to crude protein content, and glutenin content was positively correlated to starch content as well as to sedimentation test value. Residues influenced bread porousness significantly positively, sum of gluten-forming proteins affected sedimentation test value positively and crude protein content, and their ratio influenced starch content and sedimentation test value negatively. There was confirmed that non-linear functions were more suitable to describe biological processes. Non-linear functions can be expressed by means of regression curves and per cent characterizing given function convenience for evaluated relation. The value of investigated quality characteristic increased (or decreased) with increasing percentage of proteinic fraction only to a certain level, and decrease (increase) followed afterwards or function course was expressed by a curve.

winter wheat; protein fractions; technological quality; linear function; non-linear function; correlation

ABSTRAKT: Pomocou lineárnej a nelineárnej regresie sme hľadali vzťahy medzi bielkovinovými frakciami ozimnej pšenice a niektorými ukazovateľmi jej technologickej kvality. Frakcia, ktorá ovplyvňovala najviac sledovaných ukazovateľov (všetky negatívne), boli albumíny a globulíny. Zistili sme preukazné, resp. vysokopreukazné korelácie aj medzi ďalšími frakciami a ukazovateľmi kvality: gliadínmi – škrobom, väznosťou múky a obsahom hrubého proteínu (pozitívne), glutenínmi – škrobom a sedimentačným testom (pozitívne), nerozpustnými zvyškami – pórovitosťou chleba (pozitívne), sumou lepkotvorných bielkovín – sedimentačným testom (negatívne). Potvrdili sme predpoklad, že vzťahy budú vzhľadom na to, že ide o závislosti pri biologických procesoch, významnejšie pri vyjadrení pomocou nelineárneho regresného modelu. Percento vhodnosti priebehu nelineárnej funkcie (paraboly tretieho stupňa) bolo vo všetkých prípadoch vyššie. So zvyšujúcim sa percentuálnym podielom bielkovinovej frakcie sa hodnota sledovaného ukazovateľa kvality zvyšovala (resp. klesala) len po určitú úroveň a potom nasledoval pokles (vzostup), prípadne mal priebeh funkcie tvar S krivky.

ozimná pšenica; bielkovinové frakcie; technologická kvalita; lineárna závislosť; nelineárna závislosť; korelácie

ÚVOD

Z hľadiska výživy je najdôležitejšou obilninou pšenica, ktorej veľmi dôležitou zložkou sú bielkoviny. Bielkovinový komplex pšeničného zrna má niektoré funkčné vlastnosti, napr. frakčné zloženie a podiel jed-

notlivých frakcií, rozdielne aminokyselinové zloženie jednotlivých frakcií aj častí zrna a schopnosť vytvárať lepok, vďaka ktorému možno získať pšeničné výrobky s veľkým objemom a dobrou kvalitou ako hodnotné potraviny v ľudskej výžive.

Frakčné zloženie bielkovín ovplyvňuje predovšetkým odroda, vplyv klimatických podmienok a hnojenia

je menej výrazný a značne závislý od sledovanej frakcie (Božňanská, 1993, 1995).

Zo štyroch hodnotených bielkovinových frakcií (albumíny a globulíny, gliadíny, gluteníny a nerozpustné zvyšky) majú na technologickú kvalitu vplyv predovšetkým zásobné bielkoviny, ktoré pri zamiesení cesta agregujú a tvoria zložitý štruktúrny komplex (lepok), ktorý má kľúčovú úlohu v procese formovania pšeničného cesta a určuje jeho pekársku vlastnosť.

Funkčné vlastnosti lepku závisia od pomeru gliadínov a glutenínov (Graveland, 1988), podľa všeobecného názoru sú globulárne gliadíny zodpovedné za viskozitu cesta a fibrilárne vysokomolekulárne gluteníny za elasticitu cesta (Nierle, 1990). Dôležité pri formovaní bielkovín sú predovšetkým gluteníny (Dudaš et al., 1981).

Ako markery kvality múky, mrazuvzdornosti, odolnosti proti hrdzi trávovej, ako aj homozygotnosti a heterozygotnosti hybridných generácií sa využívajú gliadínové bloky (Sozinov, Popereľja, 1978).

Vysokovýznamné korelácie medzi merným objemom pečiva a bielkovinovou frakciou rozpustnou v 70% etanole zistili v našich podmienkach Kratochvíl, Dědková (1989). Autori naznačujú, že obsah bielkovín v zvolenej frakcii by po zjednodušení izolácie postupu a dôkladnom overení mohol slúžiť ako nepriamy ukazovateľ pekárskej kvality pšenice. Boli zaznamenané aj údaje o existencii väzieb medzi elektroforetickým spektrom bielkovín, resp. medzi veľkosťou plôch píkov pri HPLC a ukazovateľmi kvality pšenice (Marchylo, 1987; Zairov, 1987; Michalík et al., 1994).

MATERIÁL A METÓDA

Hodnotili sme rastlinný materiál dopestovaný v podmienkach poľných pokusov KRV VŠP v Nitre na pokusnej báze AF po predplodine hrach na semeno vo vegetačných ročníkoch 1987/1988, 1988/1989, 1989/1990 a 1990/1991. Za celé štvorročné obdobie bolo sledovaných 12 odrôd, resp. novošľachtencov (nšl.), v rokoch 1988 až 1990 to bolo po šesť, v roku 1991 päť, čo je spolu 23 údajov ($n = 23$). Do pokusov boli zaradené genotypy s rozdielnou pekárskou hodnotou, od odrôd vysokokvalitných až po odrody podradnej kvality.

Po pozberovom dozretí zrna boli v upravených (vytriedených, vyčistených a vysušených) vzorkách vykonané rozbery, ktoré umožňujú posúdiť jeho technologickú hodnotu v oboch jej zložkách – mlynárskej aj pekárskej: celková výťažnosť múk (pokusný mlynársky zámel na mlyne Quadrumat Senior firmy Brabender), stanovenie hrubého proteínu (Kjeldahlova metóda, %N.5,7), mokrého lepku (ručným vypieraním, STN 46 1011), vlastností lepku (ťažnosť, napučíavanie – podľa Berlinera), reologických vlastností (Valorigraf QA firmy Labor MIN), pekárske pokusy (z 250 g múky podľa metodiky upravenej pracoviskom), stanovenie množstva škrobu (Ewersovou metódou), sedimentačné-

ho testu I (podľa Pumpjanského – cit. Muchová, Frančáková, 1992, za použitia kyseliny octovej), sedimentačného testu II (v modifikácii s SDS).

Jednotlivé bielkovinové frakcie boli získané postupnou extrakciou: albumíny a globulíny v 10% NaCl, gliadíny v 70% etanole, gluteníny v 0,2% NaOH. Štvrtú frakciu tvoril nerozpustný zvyšok. Vo vyextrahovaných frakciách sme stanovili N Kjeldahlovou metódou a vyjadrili ich percentuálny podiel.

Pre matematicko-štatistické vyhodnotenie dosiahnutých výsledkov bol použitý PC 386 a software Statgraphics.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Cieľom prezentovanej práce bolo zistiť vzťahy medzi frakčným zložením, t.j. percentuálnym podielom sledovaných bielkovinových frakcií, a vybranými ukazovateľmi technologickej kvality. Vypočítali sme korelačné koeficienty, ktorých hodnoty sú uvedené v tab. I.

Na základe vypočítaných korelácií možno konštatovať, že frakciou, ktorá preukazuje ovplyvňuje najviac zo sledovaných ukazovateľov technologickej kvality, sú albumíny a globulíny – v sumárnom hodnotení všetky negatívne. To súhlasí aj so závermi iných autorov, ktorí pripisujú tejto frakcii negatívny vplyv na technologickú kvalitu (Peťovský, 1986; Payne, 1988; Bushuk, MacRitchie, 1989). Samozrejme, že tieto bielkoviny vzhľadom na vyvážené aminokyselinové zloženie ovplyvňujú pozitívne nutričnú hodnotu pšenice.

Frakcii gliadínov, jednej z lepkotvorných frakcií, sa vzhľadom na nevyvážené aminokyselinové zloženie pripisuje negatívny dopad na nutričnú hodnotu. Vzťah medzi ukazovateľmi technologickej kvality a jej percentuálnym zastúpením je pri väčšine ukazovateľov negatívny, preukazné je to však len vo vzťahu k množstvu škrobu (negatívnom), k väznosti múky a obsahu hrubého proteínu (pozitívnom).

Všeobecne je známe, že medzi množstvom škrobu a bielkovín je negatívna korelácia, na základe uvádzaných výsledkov bolo zistené, že s obsahom škrobu nie sú v negatívnej závislosti všetky bielkovinové frakcie, ale iba albumíny a globulíny a gliadíny (preukazne). Dve ďalšie, t.j. gluteníny a zvyšky, sú v pozitívnom vzťahu, gluteníny v štatisticky vysokopreukaznom. So zvyšujúcim sa podielom škrobu teda stúpa aj podiel bielkovín typu glutenínov a nerozpustných bielkovín, ktoré tvoria so škrobom tzv. škrobovo-bielkovinový komplex, ktorý je veľmi dôležitý pre kvalitu potravinárskych výrobkov. Potvrdili sme aj negatívny vzťah medzi gliadínmi a glutenínmi – čím viac je gliadínov, tým menej je glutenínov a naopak.

Suma lepkotvorných bielkovín ovplyvňovala kladne (vysokopreukazne) hodnotu sedimentačného testu I, väznosť múky a obsah hrubého proteínu. Pomer gliadínov ku glutenínom bol v preukaznej negatívnej korelácii k obsahu škrobu a hodnote sediestu I.

I. Hodnoty korelačných koeficientov charakterizujúcich závislosť frakcií a ich vzájomných vzťahov a ukazovateľov technologickej kvality za sledované štvorročné obdobie – Values of correlation coefficients characterizing correlation of the fractions and that of their mutual relations and technological quality traits within investigated four years' period

Sledované ukazovatele ¹	A + G	GLD	GLU	ZV	GLD + GLU	GLD/GLU
Obsah škrobu ²	-0,338	-0,442+	0,533++	0,403	0,037	-0,514+
Obsah mokrého lepku ³	0,024	0,043	0,081	-0,242	0,159	-0,040
Napučiavanie lepku ⁴	-0,474+	-0,024	0,339	0,197	0,373	-0,198
Ťažnosť lepku ⁵	0,078	0,091	-0,102	-0,113	0,001	0,141
Seditest ⁶ I	-0,412	-0,249	0,720++	-0,155	0,543++	-0,515+
Seditest II	-0,470+	-0,172	0,501+	0,192	0,369	-0,372
Kopetzovo číslo ⁷	-0,132	-0,227	0,293	0,137	0,044	-0,293
Valorigrafická hodnota ⁸	-0,473+	-0,085	0,282	0,386	0,224	-0,214
Váznosť múky ⁹	-0,340	0,498+	-0,168	-0,125	0,477+	0,352
Objem chleba ¹⁰	0,058	0,198	-0,114	-0,253	0,133	0,160
Pórovitosť chleba ¹¹	-0,513+	-0,075	0,198	0,565++	0,124	-0,144
Hmotnosť chleba ¹²	0,172	0,226	-0,168	-0,384	0,106	0,209
Obsah hrubého proteínu ¹³	-0,328	0,565++	-0,171	0,137	0,564++	-0,328
Výťažnosť 1. múky ¹⁴	0,252	0,035	0,082	-0,544++	0,148	-0,052
Celková výťažnosť múk ¹⁵	0,111	-0,114	0,276	-0,382	0,177	-0,232
Úroda ¹⁶	-0,153	-0,046	-0,092	0,445+	-0,176	0,023

A + G – albumíny + globulíny – albumins + globulins

GLD – gliadíny – gliadins

GLU – gluteníny – glutenins

ZV – nerozpustný zvyšok – insoluble residue

¹quality traits, ²starch content, ³wet gluten content, ⁴swelling of gluten, ⁵extensibility of gluten, ⁶sedimentation test value, ⁷Kopetz number, ⁸rheological characteristics, ⁹water-absorbing capacity of flour, ¹⁰bread volume, ¹¹bread porosity, ¹²bread weight, ¹³crude protein content, ¹⁴yield of the first flour, ¹⁵total yield of flours, ¹⁶yield

Predpokladali sme, že hodnotené vzťahy sú zložené a ich priebeh nie vždy vyhovuje požiadavkám lineárneho regresného modelu. Na vyjadrenie priebehu závislosti pri biologických procesoch sú často vhodnejšie nelineárne funkcie, ktoré možno charakterizovať regresnými rovnicami a vyjadriť graficky pomocou regresných kriviek. Existuje viac foriem závislostí, z ktorých sme skúšali hyperbolu 1. stupňa, parabolu 2. a 3. stupňa, logaritmickú funkciu a ako najvhodnejšia sa ukázala parabola 3. stupňa, keď percento jej vhodnosti bolo najvyššie vo väčšine sledovaných závislostí.

Na obr. 1 uvádzame niektoré závislosti, ktoré dokumentujú hodnotené vzťahy. Dôležité sú percentá uvedené pri grafoch, ktoré charakterizujú vhodnosť danej funkcie pre popisovaný vzťah (preukazné sú s hodnotou nad 17 %). Ako príklad dokumentujeme vzťah medzi gliadínmi a ťažnosťou lepku. Ako vyplýva z grafu, lineárna závislosť nevyhovuje, jej vhodnosť je len 0,83 % a hodnota korelačného koeficientu je 0,091. Priebehu tohto vzťahu je najbližšie krivka – kubická parabola – jej vhodnosť je 23,05 %. Vyplýva z nej, že gliadíny ovplyvňujú kladne ťažnosť lepku až nad asi 35% podiel z pšeničných bielkovín. Až nad túto hodnotu so stúpajúcim podielom gliadínov stúpa aj ťažnosť lepku.

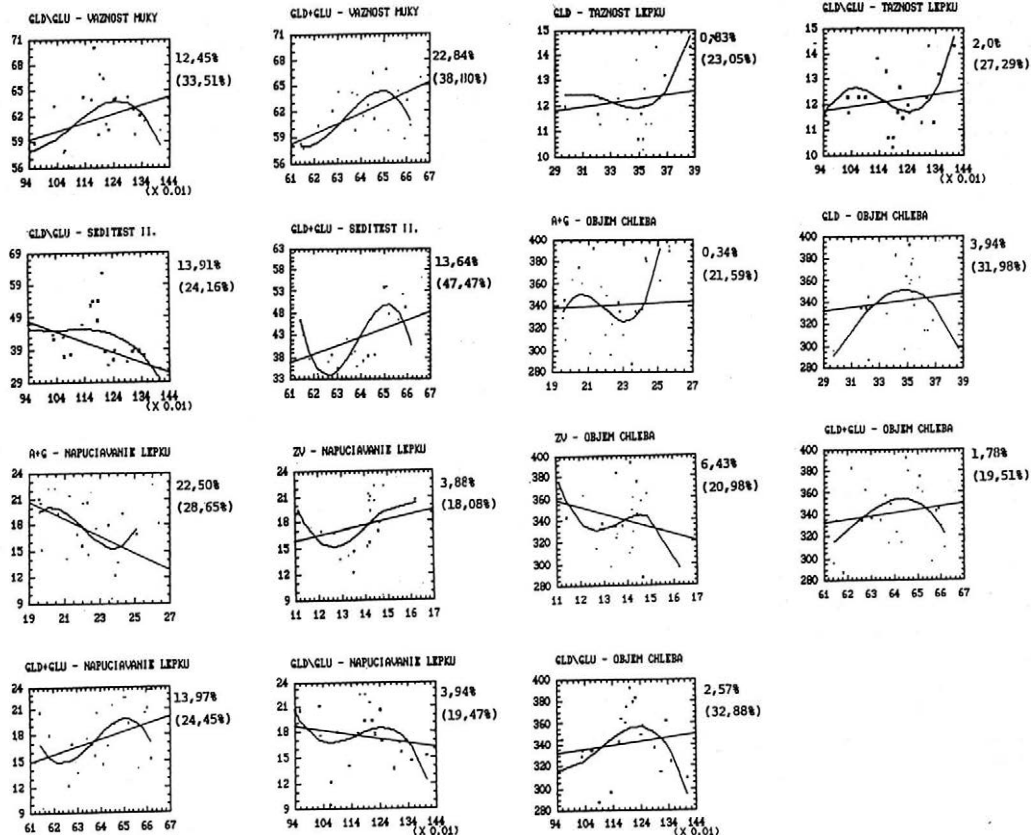
Zaujímavé sú aj ostatné uvedené vzťahy, napr. lepkotvorných bielkovín (GLD + GLU, GLD/GLU),

k váznosti múky. Jej hodnota stúpa so stúpajúcim podielom (aj hodnotou pomeru) týchto bielkovín asi do úrovne 65 %, potom prudko klesá.

Dôležitým kritériom pekárskej pšenice je vysoký obsah N-látok a zároveň vysoká kvalita bielkovinového podielu schopného napučiať (Riedl et al., 1988). Predovšetkým objem chleba je v priamom vzťahu k obsahu bielkovín. Citovaný autor zistil, že množstvo rozpustného glutenínu bolo v zápornej korelácii s objemom chleba a množstvo nerozpustných bielkovín súviselo s objemom chleba kladne. V nami hodnotených pokusoch bol objem chleba vo významných, ale nelineárnych vzťahoch s nerozpustnými bielkovinami, albumínmi a globulínmi, gliadínmi a lepkotvornými bielkovinami (GLD + GLU, GLD/GLU), ako to dokumentuje obr. 1, z ktorého ďalej vyplýva, že frakcie a ich vzťahy ovplyvňujú aj hodnotu sedimentačného testu a napučievania lepku.

ZÁVER

Na základe hodnotenia 23 vzoriek ozimnej pšenice (12 odrôd) pestovanej v priebehu štyroch rokov sme vypočítali korelačné koeficienty charakterizujúce vzťahy medzi bielkovinovými frakciami a vybranými ukazovateľmi technologickej kvality. Zistili sme, že preukazné,



1. Grafické zobrazenie vzťahov (lineárnych a nelineárnych) medzi bielkovinovými frakciami a ukazovateľmi technologickej kvality (vysvetlivky viď tab. I) – Graphic expression of linear and non-linear relations between protein fractions and quality traits (for explanations see Tab. I)

os x: percentuálny podiel bielkovinovej frakcie – x axis: percentage of protein fraction

os y: hodnota ukazovateľa kvality – y axis: quality trait

% – vhodnosť lineárnej funkcie – suitability of a linear function

(%) – vhodnosť nelineárnej funkcie – suitability of a non-linear function

resp. vysokopreukazné korelačné vzťahy sú medzi frakciou albumínov a globulínov a napučívaním lepku, hodnotou sedimentačného testu (SDS), valorigrafickou hodnotou a pórovitosťou chleba – všetky negatívne. Táto frakcia negatívne ovplyvňuje najviac z hodnotených ukazovateľov.

Gliadínový boli v negatívnom vzťahu k obsahu škrobu a v pozitívnom k väznosti múky a obsahu hrubého proteínu a gluteníny boli v pozitívnom vzťahu k obsahu škrobu a hodnote sedimentačného testu (Pumpjansky).

Zvyšky ovplyvňovali preukazne kladne pórovitosť chleba, suma lepkotvorných bielkovín hodnotu sedimentačného testu (Pumpjansky) a obsah hrubého proteínu a ich vzájomný pomer záporne ovplyvňoval obsah škrobu a hodnotu sedimentačného testu (Pumpjansky).

Na základe uvedených výsledkov môžeme potvrdiť špecifický vplyv bielkovinových frakcií, vyjadrený lineárnym regresným modelom, na kvalitu pšenice, charakterizovanú sledovanými ukazovateľmi. Oveľa vý-

známejšie, ako to dokumentujú grafy a výpočty, sú tieto vzťahy popísané pomocou nelineárnej funkcie, konkrétne paraboly 3. stupňa. Potvrdili sme, že pre priebeh závislostí pri biologických procesoch sú vhodnejšie nelineárne funkcie, ktoré možno vyjadriť pomocou regresných kriviek a percent charakterizujúcich vhodnosť danej funkcie pre hodnotený vzťah.

LITERATÚRA

- BOJŇANSKÁ, T.: Zmeny v obsahu bielkovinových frakcií rôznych odrôd ozimnej pšenice v závislosti od hnojenia. Rostl. Vyr., 39, 1993 (8): 701-711.
- BOJŇANSKÁ, T.: Kvalita ozimnej pšenice a frakčné zloženie bielkovín v závislosti od genotypu a podmienok pestovania. [Kandidátska dizertácia.] Nitra, 1995, 176 s. – VŠP.
- BUSHUK, W. – MacRITCHIE, F.: Wheat proteins: Aspects of structure that determine breadmaking quality. Protein

- quality and the effects of processing. New York and Basel, Marcel Dekker, INC. 1989a: 345–369.
- DUDÁŠ, F. a kol.: Skladování a zpracování rostlinných výrobků. Praha, SZN; Bratislava, Příroda 1981. 383 s.
- GRAVELAND, M.: Struktur und funktionelle Eigenschaften von Gluteninen. Getreide, Mehl u. Brot, 42, 1988 (2): 35–38.
- KRATOCHVÍL, J. – DĚDKOVÁ, M.: Vztah mezi bílkovinnými frakcemi a pekařskou kvalitou pšenice. In: Sbor. Kvalita zrna pšenice, Nitra, 1989: 105–107.
- MARCHYLO, B. A.: Identification of Canadian and American wheat cultivars by SDS gradient PAGE analysis of gliadin and glutenin subunits. Can. J. Pl. Sci., 67, 1987: 945–952.
- NIERLE, W.: Extraktionsverhalten von Weizenproteinen. Getreide, Mehl u. Brot, 44, 1990 (10): 294–299.
- MICHALÍK, I. – HOLEČKOVÁ, J. – URMINSKÁ, D. – BOJŇANSKÁ, T.: Interakčné vzťahy medzi skladbou bielkovín a kvalitou úrody ozimnej pšenice. Poľnohospodárstvo, 40, 1994 (1): 16–33.
- MUCHOVÁ, Z. – FRANČÁKOVÁ, H.: Hodnotenie a využitie rastlinných produktov. [Návody na cvičenia.] Nitra, VŠP 1992. 163 s.
- PAYNE, P. J.: Genetics of wheat storage proteins and effect of allelic variation on bread – making quality. Ann. Rev. Pl. Physiol., 38, 1988: 141–153.
- PEŤOVSKÝ, P.: Dynamika biosyntézy gluténových bielkovín v zrne ozimnej pšenice. [Kandidátska dizertácia.] Nitra, 1986. – VŠP.
- RIEDL, G. – FIETZE, R. – THELENAM, W.: Erfolgreiche Kooperation bei der Nahrungsweizenqualität nach Rohproteingehalt und Sedimentationswert. Getreidewirtschaft, 22, 1988 (7): 160–161.
- SOZINOV, A. A. – POPERELJA, F. O.: Metodika vertikalnogo elektroforeza v krachmalnom gele i genetičeskij princip. Odessa, VSGI 1978.
- ZAİROV, S. Z.: Nakoplenie i obmen belkov v zerne pšenicy. Alma-Ata, Nauka 1987.
- ČSN 46 1011. Zkoušení obilovin, luštěnin a olejnin. 1988.

Došlo 16. 10. 1995

Kontaktná adresa:

Ing. Tatiana Bojňanská, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 087/601, fax: 087/41 14 51

Oznamujeme čtenářům a autorům našeho časopisu,

že v návaznosti na časopis *Scientia agriculturae bohemoslovaca*, který až do roku 1992 vycházel v Ústavu vědeckotechnických informací Praha, vydává od roku 1994

Česká zemědělská univerzita v Praze

časopis

SCIENTIA AGRICULTURAE BOHEMICA

Časopis si zachovává původní koncepci reprezentace naší vědy (zemědělství, lesnictví, potravinářství) v zahraničí a jeho obsahem budou původní vědecké práce uveřejňované v angličtině s rozšířenými souhrny v češtině.

Časopis je otevřen nejširší vědecké veřejnosti a redakční rada nabízí možnost publikace pracovníkům vysokých škol, výzkumných ústavů a dalších institucí vědecké základny.

Příspěvky do časopisu (v angličtině, popř. v češtině či slovenštině) posílejte na adresu:

Česká zemědělská univerzita v Praze

Redakce časopisu *Scientia agriculturae bohemica*

165 21 Praha 6-Suchbát

CYKLUS MEDZIROČNÝCH ODCHÝLIEK ÚROD KUKURICE V RADE PRODUKČNÝCH HLADÍN

CYCLE OF YEAR-TO-YEAR DEVIATIONS OF MAIZE YIELDS IN A SERIES OF PRODUCTION LEVELS

M. Mazúr

ZEAINVENT, Trnava, Slovak Republic

ABSTRACT: Some knowledge from analysis of results of experiments from agricultural practices carried out in the past decade showed in some groups of experimental treatments a regular occurrence of disproportionate distribution of deviation from yield fluctuation as the years rolled on. Consequently, three general methods of determination of the degree of such asymmetry variability of the so-called quality of deviation distribution were defined. It concerns a coefficient of yield stability (Mazúr, 1986, 1987), modified stability index (Mazúr, 1992) and determination of the so-called quality of deviation distribution indirectly by a trend (Mazúr, 1993). Accumulation of knowledge and experience from these problems expanded the sphere of concern from asymmetry of year fluctuation as isolated symptom of fertility to its determination in a wider context – as a dynamic incidental component of the yield development. For this purpose, this contribution presents the results synthesized from evaluation of asymmetry of year variability of three four-year periods over the years 1981 to 1993. The details chosen from the principle of dynamic conception of asymmetry of yield variability are in Fig. 1 and Tab. I. This principle is relatively complexly demonstrated in diagram in Fig. 2 which represents one of potential theoretical ideas of variability of the yield development of maize between two yield-different and qualitatively variation stabilized (with regular fluctuation) production levels. There can be several variation stabilized production levels within the range of yields from absolute minimum to actual production upper limit. Therefore, the above pattern of asymmetry evolution of yield variability can be repeated in cycles in the given production interval. Mutual connection of the yields development and incidental evolution, above all asymmetry, their year-to-year fluctuation predetermines this qualitative component of variability to its utilization for analysis to determine approximate value of average yield of the given treatment (cultivation practice) with respect to two nearest, variation stabilized production levels. This analysis is based upon the prerequisite of independence of the basic structure of a cycle of asymmetry of the year variability on different values of different production limits. The experience from the mentioned methods of asymmetry evaluation of maize yields from the point of view of limits of their utilization led to the proposal of new evaluation method, the so-called qualitative aspect of variability – to the complement of variation coefficient (*ADV*) to determine deviation distribution of average value from analyzed series of values. *ADV* (asymmetric complement of variation coefficient) is based on the calculation of the value $\pm d_n^2$, where $\pm d_n^2 = (x_n - \bar{x}) \cdot (x_n - \bar{x})$. Symbol x_n is quantitative display of the *n*-value of the measured symbol x , $\bar{x}$ is a value of average of the given *n*-values of symbol and $\pm d_n^2$ is a polarized square power of the deviation d_n of x_n -value from mean $\bar{x}$. Further calculation is analogous to that at standard deviation and variation coefficient. Asymmetry, i.e. the so-called quality of deviation distribution is expressed in this contribution by a coupled pair of variation coefficients $v_{\%1}$ and $v_{\%2}$, where $v_{\%1} = v_{\%} + 0.5 \cdot ADV$ and $v_{\%2} = v_{\%} - 0.5 \cdot ADV$; the quantity of variability is represented by original variation coefficient $v_{\%}$. Extreme of maximum is defined by inequality $v_{\%1} > v_{\%2}$, while extreme of minimum is defined by inequality $v_{\%1} < v_{\%2}$. Evenness of year fluctuation of yields is characterized by equality $v_{\%1} = v_{\%2}$ or by their insignificant difference, resp. An application range *ADV* corresponds to the range of variation coefficient. Therefore, *ADV* is more universal in defining the variability asymmetry compared with the previous methods and simultaneously is more sensitive or more expressive.

maize; yield development; cycle of year-to-year deviations; complement of variation coefficient

ABSTRAKT: Čiastkové poznatky z analýzy výsledkov agrotechnických pokusov poukázali pri niektorých skupinách variantov na pravidelný výskyt nerovnomerného rozdelenia medzироčnej variability úrod ako v podstate izolovaného príznaku stavu úrodnosti. Neskôr nahromadenie poznatkov z tejto oblasti viedlo k širšiemu náhľadu na túto tzv. kvalitatívnu stránku variability – asymetriu rozloženia odchýliek okolo priemernej hodnoty – ako na dynamickú a cyklickú sprievodnú zložku vývoja úrod. V príspevku je prezentovaná teoretická predstava o ucelenom cykle medzироčných odchýliek úrodového vývoja medzi dvoma produkčne rozdielnymi a kvalitatívne variačne stabilizovanými (s pravidelným kolísaním) úrovňami. Vzájomná spätosť vývoja úrod a sprievodnej evolúcie najmä asymetrie medzироčného kolísania predurčuje túto zložku variability k jej využitiu na analýzu pre stanovenie približnej polohy priemernej úrody daného variantu (techniky pestovania) vzhľadom na dve najbližšie, variačne stabilizované produkčné hladiny. Na základe doterajších skúseností s hodnotením miery nerovnomernosti

ročníkového kolísania pomocou niektorých vlastných jednoduchých matematických spôsobov s ich viac alebo menej limitovaným použitím vzhľadom na obor funkcie bol v tomto prípade použitý spôsob nový – doplnok variačného koeficienta (*ADV*) pre stanovenie rozdelenia odchýliek okolo priemernej hodnoty. *ADV* vzhľadom na jeho príbuznosť s variačným koeficientom je použiteľný v takom definičnom obore hodnôt ako uvedený koeficient. Konkretizácia relatívnej hodnoty *ADV* na jej formu absolútnu vedie k tzv. zdanlivej odchýlke asymetrie variability s_d (s možnosťou jej polarizácie v zmysle vektoru), analogickej do určitej miery so známou (skalárnou) smerodajnou odchýlkou s .

kukurica; úrodový vývoj; cyklus medziročných odchýliek; doplnok variačného koeficienta

ÚVOD

Produkcia plodín je pre pestovateľov v súčasnosti zaujímavá ani nie tak z hľadiska jej možných maxim ako skôr pre efektívnosť dosahovania úrod a ich medziročnú stabilitu. Pôvodné výsledky už dokázali, že medzi medziročnou variabilitou úrod a ich výškou môže byť výrazná spätosť (Glen, Daynard, 1974; Šanta, Zápotočný, 1985; Derieux et al., 1987), zvlášť pri nižších pestovateľských vstupoch, vedúcich najmä v suchých podmienkach k zvýšeniu uvedenej variability (Debaeke et al., 1993), prípadne sa zníženou medziročnou stabilitou platí za dosahované najvyššie úrody ozimnej pšenice, pestovanej po ozimnej repke s tým, že uvedenú stabilitu výrazne ovplyvnil aj termín sejby pšenice (Stratil, 1992). Ďalšie pôvodné výsledky (Truksa et al., 1985) viedli k úvahe o extrémnych hodnotách medziročných úrodových odchýliek nielen vzhľadom na priemernú úrodu, ale aj o ich využití ako indikátora príčinnej súvislosti nestability úrod, po ktorej nasledovalo definovanie spôsobu detekcie týchto extrémnych odchýliek pomocou koeficienta stability úrod (Mazúr, 1986) a návrh aplikácie takéhoto hodnotenia variability úrod na nerovnomernosť rozloženia odchýliek úrod vo forme diagnostickej metódy (Mazúr, 1987) – popri už existujúcich iných metódach na stanovenie nerovnomernosti rozdelenia vo variačných súboroch (Bakytová et al., 1975; Jílek et al., 1976). V ďalších prácach sa dokazuje, že i celé významné časti súborov hodnôt príslušných znakov, napr. úrod z rôznych poľných pokusov, mali výrazné tendencie k pravidelnému výskytu buď kvantitatívneho excusu, alebo depresie (Mazúr, 1988; Križan, Mazúr, 1989; Mazúr et al., 1989; Mazúr, 1992 a i.).

Predkladaný príspevok predstavuje výsledky štúdie, analyzujúcej efekt asymetrie v rozložení medziročnej variability úrod nielen ako izolovanej jednotlivé extrémnej zmeny s vplyvom na úrodový priemer, ale aj v širšom kontexte – v rámci úrodového vývoja.

MATERIÁL A METÓDA

Na rozdiel od viac-menej limitovaného použitia predchádzajúcich spôsobov vyjadrovania asymetrie rozloženia variability, akými sú koeficient stability – *KST* (Mazúr, 1987), modifikovaný index stability – *MIS* (Mazúr, 1992) a nepriame hodnotenie pomocou tren-

du – *TND* (Mazúr, 1993), bol v tomto prípade k uvedenému účelu použitý tzv. doplnok variačného koeficienta (*ADV*), resp. asymetrický doplnok (Mazúr, Feranec, 1994). Jeho základom je výpočet polarizovaných druhých mocnín odchýliek d od priemernej hodnoty $\bar{x}$:

$$\pm d_n^2 = (x_n - \bar{x}) \cdot |x_n - \bar{x}|$$

Tým je obor použitia *ADV* porovnateľný s variačným koeficientom $v_{\%}$, čiže *ADV* je univerzálnejší než pôvodné tri spôsoby vyjadrovania asymetrie variability. Potom:

$$ADV = \bar{x}^{-1} \cdot \sqrt{2} \cdot 10^2 \cdot \frac{\sum |\Sigma|}{|\Sigma|}$$

kde *ADV* je doplnok variačného koeficienta pre vyjadrenie rozloženia odchýliek okolo priemeru, resp. tzv. asymetrický doplnok, $N = n$ (pre základný súbor) alebo

$$N = n - 1 \text{ (pre súbor výberový), } \sum = \sum_{i=1}^n \pm d_n^2. \text{ Tým } ADV$$

nadobúda buď kladné (extrém maxima variability), alebo záporné (extrém minima variability) hodnoty. V absolútnom zmysle sa tieto hodnoty pohybujú od nuly (rovnorné kolísanie párneho počtu hodnôt okolo hodnoty priemeru) až po limitné hodnoty – maximá. Maximá sú definované na základe krajnej asymetrie rozloženia odchýliek, t.j. keď $n - 1$ rovnakých odchýliek tej istej polarizácie je kompenzovaných jedinou (extrémnou) odchýlkou polarizácie opačnej. Veľkosť týchto maxim (extrém maxima a minima) potom závisí priamo úmerne a nelineárne už len od počtu N analyzovaných hodnôt: ak $n \rightarrow \infty$, tak $|ADV| \rightarrow v_{\%}$, inak vždy je $|ADV| < v_{\%}$ (napr. pri $N = 10$ a krajnej asymetrii rozloženia odchýliek dosahuje hodnota $|ADV|$ takmer 9/10 hodnoty odpovedajúceho variačného koeficienta).

V príspevku sme potom mieru asymetrie v rozložení odchýliek okolo priemernej hodnoty (t.j. tzv. kvalitu rozloženia odchýliek) analyzovali pomocou viazanej dvojice variačných koeficientov $v_{\%1} \leq v_{\%2}$, keďže $v_{\%1,2} = v_{\%} \pm 0,5$. *ADV*; pritom samotný pôvodný variačný koeficient $v_{\%}$ tu predstavuje tzv. kvantitu variability. Ak $v_{\%1} < v_{\%2}$, ide o extrémnu depresiu kvantitatívneho znaku (určitej hodnoty v posudzovanom rade hodnôt, napr. úrod), teda o extrém minima. Opačná nerovnosť $v_{\%1} > v_{\%2}$ predstavuje extrém maxima. Skutočné potvrdenie uvedených nerovností či extrémov mínim a maxim sme dokladali po príslušnom štatis-

tíkom testovaní, a to *t*-testom, pretože rozdelenie početností rozdielov (priemerných) hodnôt $v_{\%1}$ a $v_{\%2}$ sa, ako sme zistili, podobá krivke normálneho rozdelenia. Pre ďalšie doplnujúce testovania sme použili aj *F*-test, dvojvýberový *t*-test a Welchov test.

ADV je asi 1,5x citlivejší (expresívnejší) než *MIS* a 6x až 7x citlivejší než *KST* a *TND*. Príbuzná podstata výpočtu *ADV* s výpočtom $v_{\%}$ vedie k niekoľkým zaujímavým dôsledkom, najmä však k možnosti konkretizácie relatívnej hodnoty *ADV* na jej absolútnu formu tzv. zdanlivej odchýlky asymetrie s_a (analogickej v istom zmysle so smerodajnou odchýlkou s), kde $s_a = (ADV : 100) \cdot \bar{x}$. Táto s_a sa na rozdiel od skalárnej s týka kvantitatívnej miery nerovnomernosti rozdelenia variability s možnosťou jej dodatočnej polarizácie podľa *ADV*. Polarizácia v tomto prípade znamená kvantitatívnu orientáciu s_a vzhľadom na úroveň priemernej hodnoty, teda s_a v istom zmysle tým nadobúda vlastnosti vektoru (dve možnosti smeru extrémnej variability). Obdobne ako pri *ADV*, aj v tomto prípade $|s_a| \leq s$.

Vzťah medzi výškou priemernej úrody a kvalitou i kvantitou medziročného kolísania úrod sme potom analyzovali vo vybraných súboroch – skupinách variantov z rôznych agrotechnických pokusov s kukuricou na zrno v rámci troch štvorročných období: 1981 až 1984, 1985 až 1988 a 1990 až 1993. Uvedené skupiny zahŕňovali 12 a 18 podľa výšky priemernej úrody zoradených variantov združovaných podľa hlavných kategórií pestovateľských zásahov so známym kontrastným efektom. Vzťah medzi vývojom priemernej úrodovej hladiny (priemerná úroda za štyri roky) v rade variantov a sprievodnou kvalitou rozloženia odchýliek úrod bol potom analyzovaný detailne – porovnaním medzi skupinami ako celkami, a to pri použití vyššie uvedených testovacích štatistických metód.

VÝSLEDKY

K analýze bolo použitých na úrovni priemernej úrody za štyri roky 11 skupín variantov po 12 variantov a 17 skupín variantov po 18 variantov, celkovo 28 skupín variantov so 438 variantmi (438 priemerných úrod), resp. 1 752 všetkých úrod z jednotlivých rokov z troch uvedených štvorročných období. Z hľadiska globálneho hodnotenia v takmer 4/5 zúčastnených skupín variantov všeobecný nárast priemerných úrod medzi príslušnými skupinami zodpovedajúcich kategórií pestovateľských zásahov (napr. medzi plečkováním a kontrolou – neskyprenou pôdou v medzihradkách) v priemere o vyše 10 % bol kopírovaný zostupnou tendenciou medziročnej variability úrod – jej znížením o takmer 1/3. V rámci (vnútri) jednotlivých súborov variantov nárast priemerných úrod od prvého po posledný variant v súbore v priemere o 1/4 bol viac-menej dokonale kopírovaný zostupnou tendenciou medziročnej variability úrod – znížením kvantity variability o cca 70 %.

Tieto nepriamo úmerné a globálne vyjadrené vzťahy v prípade skupín variantov s herbicídnym a medziriad-

kovým mechanickým ošetrovaním porastu kukurice proti burinám dosahovali priam lineárny charakter. Vo viacerých iných prípadoch však nárast úrod buď len slabo, alebo vôbec nekorešpondoval s vývojom ich medziročnej variability (pokusy s termínom a hĺbkou sejby kalibrovaného osiva skorého hybridu kukurice). Dokonca sa vyskytli i významné priamoúmerné vzťahy medzi vývojom úrod a ich variabilitou, znamenajúce zvýšenie úrody za cenu ich medziročnej destabilizácie (pokusy v doplnkovej vegetačnej závlaha s bránením a valcovaním pôdy v predsejbovej príprave pôdy s následným medziriadkovým kyprením).

Čo sa týka tzv. kvality rozloženia odchýliek ($v_{\%1} \leq v_{\%2}$) ako hlavného objektu tejto práce vo vzťahu k úrodnosti, rozbor z porovnania medzi príslušnými odpovedajúcimi skupinami variantov viedol k zisteniu 10 významných skupín prípadov regulácie vzťahu priemernej výšky a medziročnej variability úrod príslušnými technologickejšími vstupmi. Tak napr. doplnková vegetačná závlaha v porovnaní s prirodzeným vodným režimom zdvihla výšku priemernej úrody o 10 % a výrazne stabilizovala medziročnú variabilitu úrod ako znížením jej kvantity, tak zlepšením jej tzv. kvality – z výrazného extrém minima na rovnomerné kolísanie z roka na rok. V porovnaní so skorou sejbou neskorá sejba stredne skorého hybridu kukurice na zrno nielen znížila úrodu kukurice o 14 %, ale zvýšila kvantitu medziročnej variability 2x a medziročné kolísanie úrod typu nevýrazný extrém maxima zmenila na nerovnomerné kolísanie s extrémom minima. Príprava sejbového lôžka dvojnásobným prechodom kombinátora v porovnaní s prechodom jediným v prirodzenom vodnom režime síce nezmenila priemernú úrodu ani kvantitu medziročnej variability, avšak destabilizovala túto variabilitu z pohľadu jej kvality – z nevýrazného na výrazný extrém maxima. Valcovanie po sejbě v porovnaní s nepovalcovanou pôdou tiež nezmenilo výšku priemernej úrody ani rovnomerný charakter medziročnej variability, avšak zvýšilo kvantitu tejto variability.

Analytickejší pohľad do vnútra hodnotených skupín variantov ukázal, že v priemere na postupnosti priemerných úrod 39 % prípadov predstavovalo varianty (techniky pestovania) s medziročne kvalitatívne stabilizovanou – vyváženou produkciou (rovnomerné kolísanie), 36 % variantov, t.j. priemerných úrod, malo štvorročný úrodový vývoj destabilizovaný v zmysle extrémnych úrodových poklesov (jednotlivý úrodový prepad – extrém minima) a 25 % variantov malo produkciu medziročne nevyváženú v zmysle extrémne vysokých jednotlivých úrod (jednotlivý úrodový exces – extrém maxima).

Rozloženie uvedených troch kategórií kvality medziročnej variability úrod na priebehu postupnosti úrod v jednotlivých skupinách variantov závisí potom od druhu či charakteru zúčastnených technologickejších zásahov i pestovateľských podmienok chápaných v širšom kontexte, v ktorých sa účinky uvedených zásahov prejavujú (interakcia s agroekologickým prostredím). Zastúpenie medziročného kolísania úrod symetrického

Skupiny variantov podľa hlavného faktora ¹	n	Kvalita variability ¹⁰			Poznámka ¹¹
		$v_{\%1} = v_{\%2}$	$v_{\%1} > v_{\%2}$	$v_{\%1} < v_{\%2}$	
Prirodzený vodný režim ²	12	25	25	50	jesenné a jarné smykovanie pôdy, predsejbová príprava a medziriadková kultivácia pôdy ¹²
Vegetačná doplnková závlaha ³	12	58	9	< 33	
Prirodzený vodný režim	18	47	44	9	valcovanie po sejbe, bránenie po sejbe a vzdílení, medziriadková kultivácia pôdy ¹³
Vegetačná doplnková závlaha	18	36	22	< 42	
Preemergentné herbicidy ⁴	18	22	17	<< 61	valcovanie po sejbe, medziriadková kultivácia pôdy ¹⁴
Postemergentné herbicidy ⁵	18	49	17	< 34	
Skorý termín sejby ⁶	18	26	33	< 41	kalibrované osivo a hĺbka sejby ¹⁵
Neskorý termín sejby ⁷	18	61	1	± 18	
Skorý hybrid ⁸	18	15	39	± 46	
Neskorý hybrid ⁹	18	41	15	< 44	kalibrované osivo a hĺbka sejby

n – počet variantov v analyzovanej skupine, ktorých podstata je uvedená v poznámke – number of treatments in analyzed group whose principle is presented in the note

$v_{\%1} = v_{\%2}$ – symetria medziročnej variability úrod – symmetry of year-to-year variability of yields

$v_{\%1} > v_{\%2}$ – asymetria variability – extrém maxima úrod – asymmetry of variability – extreme of yield maximum

$v_{\%1} < v_{\%2}$ – asymetria variability – extrém minima úrod – asymmetry of variability – extreme of yield minimum

¹groups of treatments according to main factor; ²natural water regime; ³vegetation supplementary irrigation; ⁴preemergent herbicides; ⁵postemergent herbicides; ⁶early date of sowing; ⁷late date of sowing; ⁸early hybrid; ⁹late hybrid; ¹⁰variability quality; ¹¹note; ¹²autumn and spring dragging of soil, presowing preparation and inter-row soil cultivation; ¹³rolling after sowing, harrowing after sowing and emergence, inter-row soil cultivation; ¹⁴rolling after sowing, inter-row soil cultivation; ¹⁵calibrated seed and depth of sowing

a asymetrického dokumentuje v tab. I čiastočne generalizujúci prehľad 10 príkladov z celkovo 28 spomenutých hodnotených skupín technologických variantov rôznej povahy. Na obr. 1 je príklad jednej skupiny 18 variantov (18 priemerných úrod) so znázornením ich postupnosti od najnižšej po najvyššiu za sprievodného vyznačenia typu medziročnej variability úrod z hľadiska rozloženia odchýliek úrod.

DISKUSIA

Priamo i sprostredkovane demonštrované výsledky hodnotenia poukázali v zhode s niektorými autormi (Glen, Daynard, 1974; Šanta, Zápotočný, 1985 a i.) na možnú spätosť zmeny úrody so zmenou jej medziročnej variability. Z pohľadu tejto väzby možno vyčleniť tri prípady:

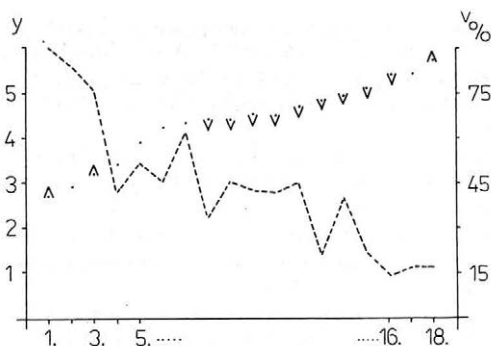
- a) zmenila sa ako kvantita variability (variačný koeficient), tak aj kvalita rozloženia odchýliek okolo priemeru;
- b) zmenila sa len kvantita variability;
- c) zmenila sa len kvalita rozloženia odchýliek.

Každý variant (technika pestovania), t.j. jedno ohnisko v postupnosti variantov (podľa kvantifikovanej postupnosti 12 alebo 18 priemerných úrod), v danej analyzovanej skupine variantov je charakterizovaný priemernou produkčnou úrovňou a mierou rizika v medziročnom vývoji tejto produkcie. Zo štúdia najmä postupnosti priemerných úrod vnútri skúmaných súborov variantov vyplynulo, že zmena priemernej úrodovej hladiny bola sprevádzaná úsekmi s viac-menej oscilu-

júcim priebehom extrémov minima a maxima úrodovej medziročnej variability (jednotlivých úrod v štvorročnom období). Tie boli menej alebo výraznejšie od seba v postupnosti priemerných úrod jednotlivých variantov oddelené variabilitou rovnomernou, t.j. symetrickou. Miera ucelenosti na príklade demonštrovaného vývoja medziročnej variability podľa vývoja priemernej úrodovej hladiny bola zrejme závislá aj od úrovne kompletnosti zúčastnených technologických zásahov, ich kombinácií a tiež od rozsahu realizácie kvantít ich pôsobenia. To potom viac alebo menej podmieňovalo úroveň demonštrácie spätosti vývoja veľkosti priemernej úrody a jej medziročnej variability. Preto sa na niektorých analyzovaných skupinách variantov vývoj priemerných úrod a ich medziročnej variability javil zdanlivo ako nespojitý či nesúvislý.

Zvlášť príznačné z hľadiska demonštrácie tušeného a hľadaného princípu väzby priemernej výšky úrody a jej medziročnej variability boli prípady, kde v rade variantov pred a po úseku výraznej zmeny priemernej úrodovej hladiny dochádzalo v týchto susediacich úsekoch len k zmenám v kvalite rozdelenia odchýliek úrod variantov bez podstatnej zmeny výšky priemernej úrody. Extrémny maxim a minim odchýliek teda vlastne indikovali začiatok a koniec zmeny priemernej úrodovej hladiny medzi dvoma sice úrodovo rozdielnymi, ale v podstate varične stabilizovanými produkčnými úrovňami. To podporuje postrehy niektorých autorov (Truksa et al., 1985) a tiež opodstatnenosť detekcie týchto extrémov (Mazúr, 1986).

Syntéza poznatkov o vzájomných vzťahoch kvality a kvantít medziročného kolísania úrod kukurice s vý-



1. Kvantita medziročnej variability úrod a tzv. kvalita rozdelenia odchýliek úrod od priemernej úrody 18 variantov herbicídneho a medziřadkového mechanického ošetrovania porastu kukurice proti burinám – Quantity of year-to-year variability of yields and the so-called quality of deviation distribution from average yield of 18 treatments of herbicide and inter-row mechanical treatment of the maize stand against weeds

y – priemerné úrody za štyri roky v t.ha⁻¹ (udávané polohami bodov) – average yields over four years in t.ha⁻¹ (expressed by position of points)

v% – variáciový koeficient v % (čiarkovane) – variation coefficient in % (dashed line)

Tzv. kvalita rozdelenia odchýliek úrod, znázorňovaná v úrovni priemerných úrod jednotlivých variantov – The so-called quality of deviation distribution of yields expressed by the level of average yields of different treatments:

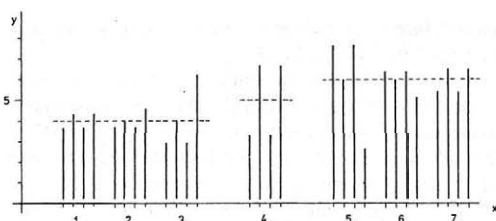
Δ – extrém maxima (výrazná odchýlka nad priemer) – extreme of maximum (significant deviation above average)

▽ – extrém minima (výrazná odchýlka pod priemer) – extreme of minimum (significant deviation below average)

... – len bodkovane, bez uvedených značiek asymetrie variability – rovnomené medziročné kolísanie úrod okolo priemernej úrody – only dotted line without symbols of asymmetry of variability – even year-to-year fluctuation of yields around average yield

1 až 18 – poradie variantov v prezentovanej skupine podľa narastajúcej úrody – 1 to 18 – sequence of treatments in presented group according to increasing yield

vom priemernej úrodovej hladiny viedla k predstave o relatívne úplnej schéme medziročného variačného prejavu (plynulej) zmeny priemernej produkčnej úrovne medzi dvoma variačne stabilizovanými priemernými hladinami úrod. Predstava je znázornená na obr. 2. Úrodová medziročná variabilita na priebehu prvých troch štvoríc úrod demonštruje úrodový rozkmit – destabilizáciu v smere úrodového maxima ako predzvesť možnej zmeny priemernej úrodovej hladiny pri pokračujúcom zlepšovaní technológie pestovania v naturálnom zmysle. Zmena sa realizuje relatívne plynule cez tzv. produkčnú veľmi nestabilnú medziřadlinu (štvorica úrod č. 4), ktorej extrémny úrodových +, – rozkmitov zasahujú pomerne rovnomerne do oboch premostovaných úrodových hladín. Štvorica úrod č. 5 predstavuje realizovanú produkčnú zmenu, avšak ešte so zbytkom vlastností predchádzajúcich menej výkonných techník pestovania – indikovaných medziročnou variabilitou



2. Zjednodušený teoretický príklad symptomaticky odchýliek úrodového vývoja kukurice na zrno – Simplified theoretical example of symptomatics of deviations of grain maize yield development

y – úrody v t.ha⁻¹ – yields in t.ha⁻¹
 ---- priemerné úrodové hladiny – average yield levels

1 až 7 – štvorice úrod zo štvorročných období charakterizujúcej jednotlivé prípady úrodovej variability – 1 to 7 – tetrad of yields from four-year periods characterizing individual examples of yield variability

1. nižšia variačne stabilizovaná produkčná úroveň – lower variation stabilized production level

2. mierne asymetrické narušenie variability nižšej produkčnej úrovne typu extrém maxima – slightly asymmetric distortion of variability of lower production level of extreme maximum type

3. silné asymetrické narušenie variability nižšej produkčnej úrovne typu extrém maxima – strongly asymmetric distortion of variability of lower production level of extreme maximum type

4. prechodná úrodová hladina so silnou variabilitou – temporary yield level with strong variability

5. silné asymetrické narušenie variability vyššej produkčnej úrovne typu extrém minima – strongly asymmetric distortion of variability of higher production level of extreme minimum type

6. mierne asymetrické narušenie variability vyššej produkčnej úrovne typu extrém minima – slightly asymmetric distortion of variability of higher production level of extreme maximum type

7. vyššia variačne stabilizovaná produkčná úroveň – higher variation stabilized production level

s extrémom minima. Štvorice úrod č. 6 a 7 znázorňujú postupnú medziročnú stabilizáciu vo vyššej produkčnej úrovni ďalším zdokonaľovaním techniky pestovania.

Uvedená grafická predstava vlastne znázorňuje príklad symptomaticky odchýliek úrodového vývoja kukurice na zrno medzi dvoma produkčne stabilizovanými hladinami úrod. Je zároveň funkčne obojsmerná – ako v zmysle nárastu, tak aj v zmysle poklesu. Pritom nie je podmienkou, aby bola nutne chápaná len v zmysle časovom.

Charakteristické prejavy medziročnej variability úrod kukurice v jednotlivých etapách priebehu zmeny úrod medzi dvoma produkčne stabilizovanými hladinami tvoria súbor príznakov, umožňujúcich ich využitie na stanovenie úrovne pestovania plodiny používanou technológiou, teda v zmysle diagnostikom (Mazúr, 1987).

Vzhľadom na existujúci i možný súbor všetkých technických prostriedkov použiteľných pri pestovaní kukurice, ale i iných plodín, je možné predstaviť si aj úrodový vývoj s viacnásobne sa opakujúcim uvedeným relatívne úplným súborom priebehu medziročnej variability úrod ako súborom príznakov – štandardnou variačnou symptomatickou medzi viacerými, po sebe

nasledujúcimi produkčnými úrovňami so stabilizovanou medzročnou variabilitou.

Použitý spôsob hodnotenia tzv. kvality rozloženia odchýliek – doplnok variačného koeficienta pre stanovenie rozloženia odchýliek okolo priemeru (*ADV*) je vzhľadom na jeho podstatu použiteľný v takom rozsahu ako variačný koeficient. V porovnaní s predchádzajúcimi tromi spôsobmi (*KST*, *MIS*, *TND*) je tým univerzálnejší a je citlivejší.

LITERATÚRA

- BAKYTOVÁ, H. a kol.: Základy štatistiky. Bratislava, ALFA 1975. 390 s.
- DEBAKE, P. – HILLAIRES, A. – LEVRAULT, F.: Evaluation of low-input cropping systems in southwestern France: Some aspects of production variability. In: Zbor. Integrated arable farming systems, Nitra, DT ZS VTS, 1993: 73–80.
- DERIEUX, M. – DARRIGRAND, M. – GALLAIS, A. – BARRIERE, Y. – BLOCK, D. – MONTALANT, Y.: Estimation du progres génétique réalisé chez le maïs grain en France entre 1950 et 1985. *Agronomie*, 7, 1987 (1): 1–11.
- GLEN, F. B. – DAYNARD, T. B.: Effects of genotype, planting pattern, and plant density on plant-to plant variability and grain yield of corn. *Can. J. Pl. Sci.*, 54, 1974: 323–330.
- JÍLEK, J. – MRÁZ, J. – DUBSKÝ, S.: Příručka statistiky pro hospodářské pracovníky. Praha, SNTL, ALFA 1976. 472 s.
- KRIŽAN, J. – MAZÚR, M.: Optimalizácia jesennej prípravy pôdy pre kukuricu na zrno. [Záverečná správa.] Trnava, Zeainvent 1989. 48 s.

- MAZÚR, M.: Optimalizácia technológie pestovania kukurice cestou predvegetačnej a vegetačnej kultivácie. [Kandidátska dizertácia.] Trnava, 1986. 150 s. – Zeainvent.
- MAZÚR, M.: Koeficient stability úrod. *Věst. ČSAZ*, 34, 1987 (9): 564–566.
- MAZÚR, M.: Posúdenie stability úrod kukurice a pšenice vektorovou formou koeficienta stability. *Rostl. Výr.*, 34, 1988 (12): 1291–1304.
- MAZÚR, M.: Testovanie ukazovateľov vybraných vlastností osiva kukurice modifikovaným indexom stability. *Rostl. Výr.*, 38, 1992 (11): 935–942.
- MAZÚR, M.: Úrodová variabilita medziriadkovej kultivácie v štandardnom a alternatívnom pestovaní zrnovej kukurice. *Rostl. Výr.*, 39, 1993 (6): 499–510.
- MAZÚR, M. – FERANEC, P.: Vplyv kalibrácie osiva na výkonnosť produkčného porastu. [Záverečná správa.] Trnava, Zeainvent 1994. 74 s.
- MAZÚR, M. – HÁJIK, P. – VIDA, M.: Predsejbové a vegetačné spracovanie pôdy pri pestovaní zrnovej kukurice. [Záverečná správa.] Trnava, Zeainvent 1989. 47 s.
- STRATIL, J.: Stabilita výnosů ozimé pšenice. *Úroda*, 40, 1992 (2): 63–65.
- ŠANTA, M. – ZÁPOTOČNÝ, V.: Vplyv hĺbky zavlažovania, hnojenia a rytmu kosieb na stabilitu úrod lucerny sietej. *Ved. Práce VÚZH (Bratislava)*, 1985 (17): 179–190.
- TRUKSA, J. – LONGAUER, Š. – MAZÚR, M.: Zvyšovanie a stabilizácia úrod kukurice v rôznych podmienkach. [Záverečná správa.] Trnava, Zeainvent 1985. 58 s.

Došlo 27. 3. 1995

Kontaktná adresa:

Ing. Marián Mazúr, CSc., Zeainvent, a. s., Trstínska 1, 917 52 Trnava, Slovenská republika, tel.: 0805/230 51, fax: 0805/230 54

HODNOTENIE HYBRIDNÝCH KOMBINÁCIÍ ZEMIAKOV V PROSTREDÍ HYDROPÓNIE

EVALUATION OF POTATO HYBRID COMBINATIONS IN HYDROPONICS

F. Debre

Research Institute of Plant Production, Piešťany, Slovak Republic

ABSTRACT: In 1989 and 1990 the suitability of using six hybrid combinations of potato in breeding, in conditions of substrate-free hydroponics, was tested. Maternal variety A 7156/152, resistant to PVY and PVA viruses with vegetation period medium late, has been crossed with two very early paternal components (Glória, Klára), two early (Ausónia, Britta), and two medium early (Rema, 62.184/130). Combinations 1, 3, 5, and 6 with paternal varieties Ausónia, Glória, Rema, and 62.184/130 seemed to be suitable for breeding. Hybrid seed has been produced in Potato Research and Breeding Institute Veľká Lomnica (G. Lesová et al.). During the whole experiment the seed from hybridization carried out in 1988 was used. Experiments were performed in the Department of Genetics and Breeding, Agricultural University, Nitra. Correlation coefficients of linear dependence between evaluated characters of potato seedlings grown in hydroponics during two experimental years reveal a high positive effect of plant length on root length and plant weight in all combinations. This trend is also between the root length and plant weight and root weight. Plant length did not affect the number of tubers, with the exception of combination No. 6 in 1989, when a highly significant negative effect was found in this combination. Between the number of tubers and root weight there was a different correlation depending on combination and years. In 1989, except combination No. 3, a positive dependence was recorded in all other combinations. In 1990, a high positive significance between these two characters has been found in combination No. 6, and no dependence has been found in other combinations. Based on this study, the following conclusions can be drawn: Substrate-free hydroponics is suitable for seedling testing in determination of combining capacity from the view of tubers production and assimilates distribution within the plant. In the experiment, combinations No. 1, 3, 5, and 6 formed from genotypes A 7156/152, Ausónia, Glória, Rema, and 62.184/130 seemed to be suitable for breeding. Potato growing in hydroponics can be recommended for the purposes of genotypes hybridization with difficulties in berry and seed development. For the study of growth changes in root system in experiments a staining effect of potassium permanganate or another more suitable staining medium can be used.

potato; breeding; seedling; testing; hydroponics

ABSTRAKT: Využitie hydroponie pri zemiakoch je známe z literatúry, v práci bola snaha prehliť tieto poznatky v smere možnosti jej univerzálnejšieho použitia. V dvojročných pokusoch bola overená možnosť testovania šľachtiteľskej vhodnosti šiestich hybridných kombinácií zemiakov v podmienkach bezsubstrátovej hydroponie. Materská odroda, rezistentná na vírusy, s vegetačnou dobou stredne neskorou, bola nakrižaná s dvoma veľmi skorými otcovskými komponentami (Glória, Klára), dvoma skorými (Ausónia, Britta) a dvoma stredne skorými (Rema, 62.184/130). Ako vhodné pre šľachtiteľskú prácu sa ukázali kombinácie 1, 3, 5 a 6 s otcovskými odrodami Ausónia, Glória, Rema a 62.184/130. Hybridné osivo bolo vytvorené vo VŠÚZ Veľká Lomnica (G. Lesová a kol.). Počas celého pokusu bolo použité osivo z hybridizácie uskutočnenej v roku 1988. Pokusy sa realizovali na Katedre genetiky a šľachtenia VŠP v Nitre. Ako neplánovaný výsledok v tejto práci (dezinfekcia živného roztoku) sa ukázala možnosť perspektívne využiť farbiaci účinok manganistanu draselného, alebo iného vhodnejšieho farbiva pre sledovanie rastových zmien na koreňovej sústave. Hydroponický spôsob pestovania zemiakov možno odporučiť pre účely hybridizácie genotypov s problémami pri vývoji bobúľ a semien.

zemiaky; šľachtenie; semenáče; testovanie; hydroponia

ÚVOD

Zemiaky sú dôležitou poľnohospodárskou plodinou v našom hospodárstve. Táto dôležitosť sa prejavila aj v tom, že Slovensko sa venuje novošľachteniu tejto plodiny. Základom úspechu každého nového šľachtenia

rastlín je výber dobrého východiskového materiálu pre tvorbu nových genotypov. Vysoký stupeň heterozygotnosti zemiaka sťažuje zistenie jeho schopnosti odovzdať genetickú informáciu na potomstvo pre formovanie znakov a vlastností. Žiada sa preto pred samotným procesom hybridizácie robiť testovanie vhodnosti a výber

východiskových partnerov hybridizácie. Predložená práca sa zaoberá touto dôležitou úlohou šľachtiteľského procesu v netradičnom prostredí – v hydroponii.

Princíp hydroponie je známy dávno a vytvorila ho sama príroda. Rastliny žijúce vo vodnom prostredí a niektoré druhy plávajúce na vode sú ukážkou hydroponie samovoľne vytvorenej počas evolúcie. Duchoň, Hampel (1959) poukazujú, že zásluhou Sachsa a Knopa boli do výskumu výživy rastlín od roku 1858 zavedené vodné kultúry. Pribyl (1977) odporúča z priemyselne vyrábaných prípravkov použiť Herbapon, Hydroponix, Floran, Vegaflor, Herbasyn. Koncentrácia by sa mala pohybovať na úrovni 0,1 až 0,2 %.

Na Katedre genetiky a šľachtenia rastlín VŠP v Nitre sa venujú niekoľko rokov experimentálnemu využívaniu hydroponických techník pri pestovaní a štúdiu kultúrnych rastlín. Praktické využitie hydroponie zaznamenávame, ako uvádza Boháč (1976) vo svojom vynáleze (AO č. 174 050), už v roku 1972, keď bola hydroponia použitá pri zonálnej analýze. Dynamiku tvorby biomasy semenáčových rastlín zemiakov hodnotili logistickou funkciou Brindza et al. (1988). Podarilo sa určiť rozdiely medzi genotypmi. Citovaní autori získali v hydroponickom prostredí z jednej rastliny v priemere od 4,3 do 19,3 hlúz, pričom priemerná hmotnosť hlúz z jednej rastliny bola od 6,9 do 36,5 g. Pozoruhodné bolo, že niektoré rastliny poskytli i viac ako 50 hlúz. Steffen, Hladová (1987) dokázali, že aj v hydroponickom, bezsubstrátovom prostredí je možné získať zo semien vypestovaných rastlín reprodukcie schopné vegetatívne potomstvo.

Krauss (1978) svojimi pokusmi dokázal, že tuberizácia zemiakov nie je vyvolaná len dĺžkou svetelného dňa a teplotou, ale tiež N výživou. Experimenty uskutočnené v živných roztokoch s konštantnou N výživou inhibujú alebo oneskorujú tuberizáciu. Vo svojej ďalšej práci (Krauss, 1985) podrobne opísal vplyv N výživy na tuberizáciu, pričom významná funkcia v tomto procese sa pripisuje fytohormónom. Využíval hydroponickú techniku kontinuálnej a diskontinuálnej N výživy. Diskontinuálna N výživa ovplyvňuje tvorbu hlúz, kontinuálna foliárna N výživa (močovina so súčasným prerušením koreňovej N výživy) neinhibuje, alebo neodďaľuje tuberizáciu. Ward et al. (1992) použili úspešne hydroponiu pri pestovaní divých haploidných a partenogeneticky odvodených dihaploidov zemiakov za účelom hybridizácie. Hydroponické techniky je možné použiť aj pri pestovaní rastlín získaných technológiou *in vitro*, ako to overil Šimko (1993). Zlepšuje sa prežívanie merirastlín. Rozsiahle pokusy s overovaním rôznych druhov substrátov urobil Griess (1976). V priebehu deviatich rokov skúšal v skleníku 33 substrátov v nádobových hydrokultúrach. Zistil, že zemiaky potrebujú elastické substráty, ktoré rastúcim zemiakom nekladú veľký odpor. Zároveň poukazuje na minimálne riziko rozširovania vírusových a hubových chorôb. Griess (1985) konštatuje, že *in vitro* kultúry nachádzajú uplatnenie v novošľachtení a v udržiavaní šľachtení zemiakov. Veľmi zaují-

mavú prácu s hydrokultúrami urobil Matejovič (1991). Izotachoreticky separoval katióny (NH_4^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}) a anióny (NO_3^- , SO_4^{2-} , $(\text{NO}_2)^-$, H_2PO_4^- a Cl^-) s aplikáciou na kinetiku absorpcie iónov koreňmi zo živného roztoku.

MATERIÁL A METÓDA

Experimenty sa uskutočnili v nadväznosti na prácu urobenú v tejto oblasti na Katedre genetiky a šľachtenia rastlín VŠP v Nitre (Steffen, Hladová 1987; Brindza et al., 1989). Pokus sa realizoval v skleníku Katedry genetiky a šľachtenia rastlín VŠP v Nitre v rokoch 1989 až 1990. Hydroponické zariadenie – vynález č. 174 050 (Boháč, 1976) – sme modifikovali. Rastliny boli upevnené v polystyrénových platniach 600 x 600 mm s 36 rovnomerne vyvŕtanými otvormi. Po uložení zemiakových rastlín v platniach sme tieto umiestnili v nádržiac (0,5 m³) s hydroponiou. Platne voľne plávali na živnom roztoku. Korene sa voľne vznášali v roztoku. Celý pokus sa realizoval v dvoch hydroponických nádržiac.

Biologický materiál zemiakov predstavovalo potomstvo siedmich genotypov (päť odrôd, dva rezistentné hybridy) zo šiestich kombinácií.

Číslo kombinácie	Rodičovskí partneri
1	A 7156/152 x Ausónia
2	A 7156/152 x Britta
3	A 7156/152 x Glória
4	A 7156/152 x Klára
5	A 7156/152 x Rema
6	A 7156/152 x 62.184/130

Charakteristika genotypov: Materská odroda A 7156/152, rezistentná proti vírusom PVY a PVA, s vegetačnou dobou stredne neskorou, bola nakřížená s dvoma veľmi skorými otcovskými komponentami (Glória, Klára), dvoma skorými (Ausónia, Britta) a dvoma stredne skorými (Rema, 62.184/130). Hybridné osivo bolo vytvorené vo VŠÚZ Veľká Lomnica (G. Lesová a kol.). Počas celého pokusu bolo použité osivo z hybridizácie uskutočnenej v roku 1988.

Pracovný postup v roku 1989: Pokus bol založený 29. 8. a ukončený 11. 12. Obdobie od výsevu po uloženie v hydroponii trvalo 34 dní, v hydroponii boli zemiaky 70 dní, N výživa bola prerušená od 13. 11. do 17. 11., celkové pokusy trval 104 dní. Živný roztok bol pripravený z Herbasynu 2 v koncentrácii 0,1 %. Teplota živného roztoku, resp. vody kolísala v rozmedzí od 15 do 22 °C, pH sme udržiavali na úrovni 6,0 až 6,4. Počas dňa bol roztok prevzdušňovaný trikrát po 0,5 h pomocou kompresora. Doplnková dezinfekcia živného roztoku a vody bola robená manganistanom draselným, podľa potreby, s pracovnou koncentráciou 0,0002 %. Základná dezinfekcia nádrží a náradia pred pokusom bola zabezpečená 0,1% roztokom Chloramínu B. Chemická ochrana bola robená podľa metodík ochrany rast-

I. Základná charakteristika šiestich kombinácií semenáčov zemiakov pestovaných v hydroponii v roku 1989 na VŠP, Nitra – Basic characteristics of six combinations of potato seedlings grown in hydroponics in 1989 at Agricultural University, Nitra

Štatistický ukazovateľ ¹	Kombinácia ² č. 1 A 7156/152 x Ausónia						Kombinácia č. 2 A 7156/152 x Britta						Kombinácia č. 3 A 7156/152 x Glória					
	dĺžka		hmotnosť		počet		dĺžka		hmotnosť		počet		dĺžka		hmotnosť		počet	
	rastliny ³ (m)	koreňa ⁴ (m)	rastliny ⁵ (g)	koreňa ⁶ (g)	hlúz ⁷ (g)	hlúz ⁸ (ks ¹²)	rastliny (m)	koreňa (m)	rastliny (g)	koreňa (g)	hlúz (g)	hlúz (ks)	rastliny (m)	koreňa (m)	rastliny (g)	koreňa (g)	hlúz (g)	hlúz (ks)
Minimum	0,13	0,03	0,30	0,20	0,00	0	0,00	0,06	0,00	0,70	0,00	0	0,00	0,04	0,00	0,50	0,00	0
Maximum	0,90	0,33	47,90	35,60	6,9	22	0,94	0,27	24,30	10,30	5,0	20	0,94	0,43	32,3	26,00	7,20	26
Priemer ⁹	0,55	0,18	9,88	6,27	1,51	4,13	0,53	0,14	7,03	3,51	0,80	2,78	0,48	0,16	8,19	6,49	1,63	5,13
Smerodajná odchýlka ¹⁰	0,197	0,075	8,710	5,682	1,867	4,634	0,220	0,048	5,702	2,204	1,217	4,365	0,209	0,078	6,390	4,783	1,777	5,331
Variačný koeficient ¹¹	35,54	42,10	88,14	90,60	123,41	112,11	41,44	35,66	81,07	62,90	152,21	156,83	43,15	48,33	78,04	73,72	108,93	103,86
Štatistický ukazovateľ	kombinácia č. 4 A 7156/152 x Klára						kombinácia č. 5 A 7156/152 X Rema						kombinácia č. 6 A 7156/152 x 62.184/130					
	dĺžka		hmotnosť		počet		dĺžka		hmotnosť		počet		dĺžka		hmotnosť		počet	
	rastliny (m)	koreňa (m)	rastliny (g)	koreňa (g)	hlúz (g)	hlúz (ks)	rastliny (m)	koreňa (m)	rastliny (g)	koreňa (g)	hlúz (g)	hlúz (ks)	rastliny (m)	koreňa (m)	rastliny (g)	koreňa (g)	hlúz (g)	hlúz (ks)
Minimum	0,21	0,03	0,80	0,40	0,00	0	0,10	0,00	0,40	0,00	0,00	0	0,27	0,02	2,10	0,90	0,00	0
Maximum	0,91	0,43	26,70	19,50	3,0	20	0,84	0,36	32,00	21,60	6,3	16	0,85	0,27	33,30	18,50	7,6	31
Priemer	0,58	0,18	9,46	5,65	0,29	2,90	0,42	0,16	5,88	5,22	0,99	4,93	0,55	0,14	9,23	5,58	1,25	7,45
Smerodajná odchýlka	0,153	0,076	5,671	3,805	0,641	5,138	0,154	0,068	5,477	4,190	1,353	4,506	0,135	0,051	5,655	3,652	1,769	8,001
Variačný koeficient	26,53	42,66	59,94	67,30	219,00	177,16	36,41	43,12	93,20	80,33	136,17	91,33	24,60	35,80	61,28	65,43	141,98	107,39

¹ statistical index, ² combination, ³ plant length, ⁴ root length, ⁵ plant weight, ⁶ root weight, ⁷ tubers weight, ⁸ tubers number, ⁹ average, ¹⁰ standard deviation, ¹¹ variation coefficient, ¹² pieces

II. Základná charakteristika šiestich kombinácií semenáčov zemiakov pestovaných v hydroponii v roku 1990 na VŠP, Nitra – Basic characteristics of six combinations of potato seedlings grown in hydroponics in 1990 at Agricultural University, Nitra

Štatistický ukazovateľ ¹	Kombinácia ² č. 1 A 7156/152 x Ausónia						Kombinácia č. 2 A 7156/152 x Britta						Kombinácia č. 3 A 7156/152 x Glória					
	dĺžka		hmotnosť		počet		dĺžka		hmotnosť		počet		dĺžka		hmotnosť		počet	
	rastliny ³ (m)	koreňa ⁴ (m)	rastliny ⁵ (g)	koreňa ⁶ (g)	hlúz ⁷ (g)	hlúz ⁸ (ks ¹²)	rastliny (m)	koreňa (m)	rastliny ⁹ (g)	koreňa (g)	hlúz (g)	hlúz (ks)	rastliny (m)	koreňa (m)	rastliny (g)	koreňa (g)	hlúz (g)	hlúz (ks)
Minimum	0,19	0,13	4,00	1,10	0,00	0	0,20	0,09	3,00	0,70	0,00	0	0,28	0,13	4,00	1,10	0,00	0
Maximum	0,73	0,60	53,00	17,00	27,00	23	0,77	0,50	73,00	24,60	27,60	34	0,82	0,63	73,00	21,00	41,30	45
Priemer ⁹	0,39	0,27	17,48	4,69	4,62	5,10	0,50	0,27	26,21	6,49	3,91	4,84	0,49	0,31	25,18	6,41	8,61	7,32
Smerodajná odchýlka ¹⁰	0,104	0,098	9,970	2,963	5,445	4,936	0,113	0,096	17,258	5,307	5,084	5,946	0,118	0,105	14,235	4,155	8,134	7,170
Variačný koeficient ¹¹	26,38	35,89	57,04	63,15	117,79	96,78	22,5	36,04	65,84	81,84	130,17	122,59	24,30	34,24	56,52	64,87	94,48	97,99
Štatistický ukazovateľ	kombinácia č. 4 A 7156/152 x Klára						kombinácia č. 5 A 7156/152 X Rema						kombinácia č. 6 A 7156/152 x 62.184/130					
	dĺžka		hmotnosť		počet		dĺžka		hmotnosť		počet		dĺžka		hmotnosť		počet	
	rastliny (m)	koreňa (m)	rastliny (g)	koreňa (g)	hlúz (g)	hlúz (ks)	rastliny (m)	koreňa (m)	rastliny (g)	koreňa (g)	hlúz (g)	hlúz (ks)	rastliny (m)	koreňa (m)	rastliny (g)	koreňa (g)	hlúz (g)	hlúz (ks)
Minimum	0,15	0,11	1,00	0,10	0,00	0	0,11	0,09	2,00	1,00	0,00	0	0,16	0,09	2,50	0,50	0,00	0
Maximum	0,91	0,44	48,00	25,00	17,50	23	0,63	0,46	36,00	20,30	16,20	13	0,55	0,50	71,00	73,00	13,20	17
Priemer	0,38	0,24	13,10	5,84	3,41	5,05	0,27	0,22	10,48	5,23	3,07	3,32	0,32	0,24	14,97	7,39	2,39	2,42
Smerodajná odchýlka	0,141	0,077	8,205	3,844	3,730	4,841	0,103	0,076	8,333	4,068	3,782	3,392	0,094	0,081	10,352	9,395	3,311	3,441
Variačný koeficient	37,45	32,64	62,64	65,88	109,33	95,87	37,86	35,38	79,54	77,75	123,19	102,28	29,11	33,41	69,17	127,22	138,54	142,39

For 1–12 see Tab. I

lín a podľa skúseností získaných pri pestovaní zemiakov v hydroponii.

Pracovný postup v roku 1990: Pokus prebiehal podľa obdobného postupu ako v roku 1989. Obdobie od výsevu (7. 3.) po uloženie v hydroponii trvalo 29 dní, v hydroponii boli zemiaky 74 dní, N výživa bola prerušená od 5. 6. do 12. 6., celkovo pokus trval 103 dní, do 18. 6. Biologický materiál bol pestovaný v obidvoch sledovaných rokoch (semenáče hybridných kombinácií) v hydroponii po 60 rastlín.

Po skončení pestovania rastlín boli zistené tieto údaje: dĺžka rastliny, dĺžka koreňa, hmotnosť rastliny, hmotnosť koreňa, počet hlúz, hmotnosť hlúz. Namerytým hodnotám boli programom Statgraphics ver 6.0 (Manugistic, Inc., Rockville, MD) vypočítané základné štatistické údaje a boli zistené korelácie.

VÝSLEDKY

Pokus uskutočnený v prvom sledovanom roku 1989 v nepriaznivých svetelných podmienkach v septembri až decembri, kedy bola dĺžka svetelného dňa od 12,5 do 8 h, a druhý pokus realizovaný v roku 1990 pre zemiaky v priaznivých svetelných podmienkach od marca

do júna s dĺžkou svetelného dňa od 12 do 16 h, kedy zemiaky prešli kritickou fotoperiódou, boli zamerané na rozdielnu schopnosť šiestich hybridných kombinácií v tvorbe reprodukcie schopných hlúzkov. Tvorba hlúzkov bola vyprovokovaná diskontinuálnou N výživou.

Základná charakteristika prvého pokusu je vyjadrená v tab. I, druhého pokusu v tab. II. Priemerné hodnoty sú vypočítané na celkové množstvo hodnotených rastlín, ktoré bolo v hydroponickom pokuse jednotné a predstavovalo 60 kusov.

V roku 1989 maximálny počet hlúz bol od 16 (kombinácia 5) do 31 (kombinácia 6), priemerný počet hlúz kombinácie č. 6 bol 7,45 (najviac), kombinácie č. 2 potom 2,78 (najmenej). V roku 1990 najvyšší počet hlúz bol zaznamenaný pri kombinácii č. 3 (45 kusov), najnižší počet mala kombinácia č. 5 (13 kusov). V hydroponických pokusoch boli rastliny tvoriace hluzu podľa kombinácií od 48,4 do 98,3 %.

V priemernej hmotnosti hlúz na rastlinu v roku 1989 sa stretávame s rozpätím od 0,29 g (len 48,4 % rastlín malo hlúžky a variačný koeficient dosiahol hodnotu 219 %) pri kombinácii č. 4 do 1,63 g pri kombinácii č. 3 s variačným koeficientom 109 %.

Závislosť sledovaných znakov vyjadrujú tab. III a IV. Pokus v hydroponii v roku 1989, v porovnaní s pokusom v roku 1990, bol zhodný v kladnej korelácii

III. Korelačné koeficienty lineárnej závislosti medzi hodnotenými znakmi semenáčov zemiakov pestovaných v hydroponii v roku 1989 – Correlation coefficients of linear dependence between evaluated characters of potato seedlings grown in hydroponics in 1989

Hybridné kombinácie ¹	Kombinácia ² č. 1		Kombinácia č. 2		Kombinácia č. 3		Kombinácia č. 4		Kombinácia č. 5		Kombinácia č. 6	
Porovnávané znaky ³	r	F	r	F	r	F	r	F	r	F	r	F
1. Dĺžka rastliny ⁴ (m)												
– dĺžka koreňa ⁵ (m)	0,53	++	0,51	++	0,34	++	0,26	+	0,34	++	0,34	++
– hmotnosť rastliny ⁶ (g)	0,61	++	0,77	++	0,62	++	0,60	++	0,74	++	0,66	++
– hmotnosť koreňa ⁷ (g)	0,41	++	0,25		0,25		0,50	++	0,56	++	-0,10	
– počet hlúz ⁸ (ks ¹⁰)	0,06		-0,30	+	-0,23		0,04		-0,02		-0,45	++
– hmotnosť hlúz ⁹ (g)	-0,01		-0,50	++	-0,36	++	0,06		-0,27	+	-0,47	++
2. Dĺžka koreňa (m)												
– hmotnosť rastliny (g)	0,59	++	0,56	++	0,70	++	0,62	++	0,49	++	0,45	++
– hmotnosť koreňa (g)	0,60	++	0,43	++	0,61	++	0,44	++	0,35	++	0,23	
– počet hlúz (ks)	0,26	+	-0,18		-0,05		0,03		-0,19		-0,11	
– hmotnosť hlúz (g)	0,18		-0,14		-0,20		0,32	+	-0,18		-0,06	
3. Hmotnosť rastliny (g)												
– hmotnosť koreňa (g)	0,82	++	0,55	++	0,78	++	0,90	++	0,76	++	0,47	++
– počet hlúz (ks)	0,25		-0,21		-0,10		0,13		-0,05		-0,15	
– hmotnosť hlúz (g)	0,26	+	-0,35	++	-0,11		0,24		-0,18		-0,13	
4. Hmotnosť koreňa (g)												
– počet hlúz (ks)	0,51	++	0,34	++	0,21		0,26	+	0,31	++	0,53	++
– hmotnosť hlúz (g)	0,53	++	0,41	++	0,31	+	0,18		0,17		0,60	++
5. Počet hlúz (ks)												
– hmotnosť hlúz (g)	0,58	++	0,60	++	0,64	++	0,55	++	0,70	++	0,77	++

¹hybrid combinations, ²combination, ³compared characters, ⁴plant length, ⁵root length, ⁶plant weight, ⁷root weight, ⁸tubers number, ⁹tubers weight, ¹⁰pieces

medzi dĺžkou rastliny, dĺžkou koreňa a hmotnosťou rastliny vo všetkých kombináciách. Takýto vzťah je aj medzi hmotnosťou rastliny a hmotnosťou koreňa, s výnimkou kombinácie č. 6 v roku 1990. V obidvoch rokoch sa pri všetkých kombináciách potvrdil kladný vysokopreukazný vzťah medzi počtom hlúz a hmotnosťou hlúz. Medzi dĺžkou koreňa a hmotnosťou rastliny bol kladný vzťah vo všetkých kombináciách v roku 1989, v roku 1990 sa tento vzťah potvrdil len pri kombináciách č. 1 a 6. Dĺžka koreňa nemala preukazný vplyv na počet hlúz a hmotnosť hlúz ani v jednom sledovanom roku, s výnimkou kombinácie č. 1 a 4 v roku 1989. Negatívny vzťah v roku 1989 sa ukázal medzi dĺžkou rastliny a hmotnosťou hlúz v kombináciách č. 2, 3, 5 a 6.

Pri hmotnosti rastlín a hlúz sú v roku 1990 výrazne vyššie hodnoty, aj keď medzi kombináciami v jednotlivých rokoch nie je zachovaná proporционаlita, tendencia stúpania je vo všetkých. V hmotnosti rastliny sú v roku 1990 kombinácie č. 2 a 3 (otcovské odrody Brita a Glória) relatívne lepšie. V hmotnosti hlúz je lepšia kombinácia č. 3. Zaujímavé je porovnanie hmotnosti koreňa, keď kombinácie č. 3, 4 a 5 dosiahli v obidvoch rokoch podobné výsledky a len kombinácie č. 2 a 6 boli v roku 1990 lepšie a kombinácia č. 1 mala dokonca v roku 1989 vyššiu priemernú hmotnosť koreňov, keď mala v svetelne nepriaznivom období tendenciu intenzívnej tvorby stolónov formou plazov.

Úrodu hlúzkov z pokusu v roku 1989 sme premožili, v pôdnom prostredí, v areáli ŠS VŠP Nitra, čím sme potvrdili, že je možné v hydroponii, v netypickom prostredí pre zemiaky, vypestovať reprodukcie schopné hlúzkové potomstvo. Z celkového hodnotenia vhodnosti vybraných šiestich hybridných kombinácií sa ukázali ako vhodné pre šľachtiteľskú prácu kombinácie č. 1, 3, 5 a 6 s otcovskými odrodami Ausónia, Glória, Rema a 62.184/130. Ako neplánovaný výsledok v tejto práci (dezinfekcia živného roztoku) sa ukázala možnosť perspektívne pre sledovanie rastových zmien na koreňovej sústave využiť farbiaci účinok manganistanu draselného alebo iného vhodnejšieho farbiaceho média.

DISKUSIA

Výsledky dosiahnuté pri hydroponickom pestovaní zemiakov v našej práci v porovnaní s výsledkami, ktoré dosiahli viacerí autori (Pfeffer, Griess, 1976; Griess, 1985; Brindza et al., 1989), sú v niektorých ukazovateľoch na porovnateľnej úrovni, v niektorých o niečo horšie. Priemerný počet hlúz na semenáč 2,42 až 5,1 ks korešponduje s väčšinou autorov. V ukazovateli hmotnosť hlúz na semenáč 2,39 až 8,61 g sme dosiahli horšie výsledky, keď u citovaných autorov je tento parameter 11 až 44 g. Nami realizovaný pokus je

IV. Korelačné koeficienty lineárnej závislosti medzi hodnotenými znakmi semenáčov zemiakov pestovaných v hydroponii v roku 1990 – Correlation coefficients of linear dependence between evaluated characters of potato seedlings grown in hydroponics in 1990

Hybridné kombinácie ¹	Kombinácia ² č. 1		Kombinácia č. 2		Kombinácia č. 3		Kombinácia č. 4		Kombinácia č. 5		Kombinácia č. 6	
	r	F	r	F	r	F	r	F	r	F	r	F
1. Dĺžka rastliny ⁴ (m ⁴)												
– dĺžka koreňa ⁵ (m)	0,54	++	0,45	++	0,42	++	0,48	++	0,53	++	0,33	++
– hmotnosť rastliny ⁶ (g)	0,75	++	0,64	++	0,63	++	0,61	++	0,81	++	0,39	++
– hmotnosť koreňa ⁷ (g)	0,57	++	0,52	++	0,37	++	0,46	++	0,61	++	0,32	+
– počet hlúz ⁸ (ks ¹⁰)	-0,02		-0,13		-0,11		-0,06		-0,16		-0,07	
– hmotnosť hlúz ⁹ (g)	-0,08		-0,22		-0,03		0,03		-0,08		-0,13	
2. Dĺžka koreňa (m)												
– hmotnosť rastliny (g)	0,71	++	0,64	++	0,46	++	0,70	++	0,64	++	0,38	++
– hmotnosť koreňa (g)	0,63	++	0,64	++	0,47	++	0,65	++	0,63	++	0,41	++
– počet hlúz (ks)	-0,08		-0,23		-0,12		0,05		-0,23		-0,01	
– hmotnosť hlúz (g)	0,02		-0,20		-0,06		0,20		-0,17		-0,02	
3. Hmotnosť rastliny (g)												
– hmotnosť koreňa (g)	0,84	++	0,78	++	0,69	++	0,75	++	0,84	++	0,25	
– počet hlúz (ks)	0,09		-0,13		-0,06		0,10		-0,15		-0,10	
– hmotnosť hlúz (g)	0,08		-0,05		0,11		0,24		-0,02		-0,11	
4. Hmotnosť koreňa (g)												
– počet hlúz (ks)	0,12		-0,11		0,06		0,21		-0,09		0,44	++
– hmotnosť hlúz (g)	0,04		-0,06		0,04		0,41	++	-0,03		0,15	
5. Počet hlúz (ks)												
– hmotnosť hlúz (g)	0,65	++	0,75	++	0,73	++	0,74	++	0,69	++	0,64	++

For 1–10 see Tab. III

však odlišný v tom, že ostatní autori použili substrátovú techniku. Pre zemiaky je zrejme vhodnejší spôsob substrátovej hydroponie, čo je pre ne prirodzenejšie prostredie, keď aspoň časť koreňovej sústavy je mimo sústavného ponoru do roztoku.

Náhodne použiteľný poznatok s farbiacim účinkom manganistanu draselného pri zistení nárastu koreňov je zaujímavý pri sledovaní špecifických zmien a ich účinkov na rastlinu. Pri hydroponickom pestovaní bolo pozorované intenzívne kvitnutie semenáčov, a preto by bolo možné súhlasiť s výsledkami, ku ktorým dospeli Ward et al. (1992), a použiť hydroponiu pri hybridizácii, najmä zle kvitnúcich genotypov.

Krauss (1985) precíznymi pokusmi dokázal, že N výživa ovplyvňuje fytohormóny v rastline, čo sa dá využiť na indukciu hluzotvorby. Zo známych poznatkov, že giberelíny (GA) inhibujú tvorbu hlúz a kyselina abscisová (ABA) blokuje účinok GA, sa snažil nájsť súvislosť medzi ich koncentráciou v rastline a N výživou. Zistil, že pri kontinuálnej N výžive je hladina koncentrácie ABA takmer stála a koncentrácia GA má mierny pokles v čerstvej hmote rastlín zemiakov pestovaných v hydroponii (na 30. až 36. deň). Pri diskontinuálnej N výžive počas hladovania koncentrácia GA poklesla takmer o 1/3, zatiaľ čo koncentrácia ABA stúpla asi o 1/3. Odozvou na tento fytohormonálny stav rastliny bola tvorba hlúz. Vyprovokovanie tvorby hlúz sa nám podarilo dosiahnuť modifikovaním publikovanej metódy, ale bez fytohormonálnej kontroly rastlín. Bolo by zaujímavé v budúcnosti pokus zopakovať so sledovaním fytohormonálnej odozvy tohto postupu a overiť reakciu biologického materiálu vypestovaného v hydroponickom prostredí v poľných podmienkach, a tak zistiť, či sa vlastnosť detekovaná v hydroponii zachová aj v ďalších generáciách. Vytvára sa tak priestor pre ďalšie výskumné aktivity.

Poďakovanie

Ďakujem kolegom, ktorí prispeli k úspešnému urobeniu tejto práce, Ing. G. Lesovej z Výskumného šľachtiteľského ústavu zemiakárskeho z Veľkej Lomnice a doc. Ing. J. Brindzovi, Ing. M. Mikovi, K. Ordódyovej a J. Madovi z Vysokej školy poľnohospodárskej v Nitre.

LITERATÚRA

- BOHÁČ, J.: Detekcia produktivity odrôd. Genet. a Šlecht., 12, 1976 (12): 259–265.
- BRINDZA, J. – BALOGH, Z. – ZIMMEROVÁ, J. – ČERMÍN, L.: Hodnotenie dynamiky tvorby biomasy semenáčových rastlín zemiakov logistickou funkciou. In: Sbor. Ref. IV. mezin. věd. Symp. Biometricko-genetické metody ve šlechtění rostlin, Brno, Lednice, 1988: 376–383.
- BRINDZA, J. – KAČMAREKOVÁ, A. – STEFFEN, E. – DEBRE, F.: Testovanie semenáčov hybridných populácií F_1 generácie zemiakov na tvorbu biomasy. Acta fytotechn. Univ. agric. (Nitra), XLV, 1989: 397–423.
- DUCHON, F. – HAMPL, J.: Agrochemie. 1. vyd., Praha, ČSAZV, SZN 1959. 423 s.
- GRIESS, H.: Zum Einsatz künstlicher Substrate im Gefäßversuch mit Kartoffeln. Arch. Zücht.-Forsch. (Berlin), 6, 1976 (1): 77–90.
- GRIESS, H.: Einigung verschiedener Substrate für Gefäßversuche im Hydrokultur mit Kartoffeln. Arch. Acker- Pfl.-Bau Bodenkd. (Berlin), 29, 1985 (10): 641–649.
- KRAUSS, A.: Tuberization and abscisic acid content in *Solanum tuberosum* as affected by nitrogen nutrition. Potato Res., 21, 1978: 183–193.
- KRAUSS, A.: Interaction of nitrogen nutrition, phytohormones, and tuberization. In: Potato Physiology, Stuttgart, Acad. Press 1985: 209–229.
- MATEJOVIČ, I.: Simultaneously study of NH_4^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , NO_3^- , SO_4^{2-} , $(NO_2)^-$, $H_2PO_4^-$ and Cl^- uptake by intact winter wheat seedlings in a single depletion experiment. Biol. Plant. (Praha), 33, 1991 (5): 366–376.
- PFEFFER, CH. – GRIESS, H.: Eine neue Technologie der Sämlingsanzucht von Kartoffeln: Die Hydrostaukultur mit Harnstoff-Formaldehyd-Schaumstoff. Arch. Zücht.-Forsch. (Berlin), 6, 1976 (3): 233–246.
- PŘIBYL, J.: Hydroponie pro každého. Praha, SZN 1977. 214 s.
- STEFFEN, E. – HLADOVÁ, A.: Testovanie hybridných kombinácií zemiakov na tvorbu biomasy. [Vedecká práca.] Nitra, VŠP 1987. 26 s.
- ŠIMKO, I.: Množenia zemiakov (*Solanum tuberosum* L.) v podmienkach *in vitro* nodálnymi rezkami a mikrotuberizáciou. [Autoreferát kandidátskej dizertácie.] Nitra, VŠP 1993. 27 s.
- WARD, A. C. W. et al.: An improved method involving hydroponic culture for the production of sexual hybrids between dihaploid *Solanum tuberosum* and diploid *S. microdonum*. J. Exp. Bot., 43, 1992 (10): 1333–1338.

Došlo 21. 9. 1995

Kontaktná adresa:

Ing. František Debre, CSc., Výskumný ústav rastlinnej výroby, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, Slovenská republika, tel.: 0838/223 11, fax: 0838/263 06

ÚSTŘEDNÍ ZEMĚDĚLSKÁ A LESNICKÁ KNIHOVNA, PRAHA 2, SLEZSKÁ 7

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna v Praze (dále jen ÚZLK), která je jednou z největších zemědělských knihoven na světě, byla založena v roce 1926. Již od počátku šlo o knihovnu veřejnou. Knihovna v současné době obsahuje více než jeden milion svazků knih, cestovních zpráv, dizertací, literatury FAO, svázaných ročníků časopisů z oblasti zemědělství, lesnictví, veterinární medicíny, ekologie a dalších oborů. Knihovna odebírá 750 titulů domácích a zahraničních časopisů. Informační prameny získané do fondu jsou v ÚZLK zpracovávány do systému katalogů – je budován jmenný katalog a předmětový katalog jako základní katalogy knihovny a dále různé speciální katalogy a kartotéky. Počátkem roku 1994 přistoupila ÚZLK k automatizovanému zpracování knihovního fondu v systému CDS/ISIS.

Pro informaci uživatelů o nových informačních pramenech ve fondech ÚZLK zpracovává a vydává knihovna následující publikace: Přehled novinek ve fondu ÚZLK, Seznam časopisů objednaných ÚZLK, Přehled rešerší a tematických bibliografií z oboru zemědělství, lesnictví a potravinářství, AGROFIRM – zpravodaj o přírůstcích firemní literatury (je distribuován na disketách), AGROVIDEO – katalog videokazet ÚZLK.

V oblasti mezinárodní výměny publikací knihovna spolupracuje s 800 partnery ze 45 zemí světa. Knihovna je členem IAALD – mezinárodní asociace zemědělských knihovníků. Od září 1991 je členem mezinárodní sítě zemědělských knihoven AGLINET a od 1. 1. 1994 je depozitní knihovnou materiálů FAO pro Českou republiku.

Knihovna poskytuje svým uživatelům následující služby:

Výpůjční služby

Výpůjční služby jsou poskytovány všem uživatelům po zaplacení ročního registračního poplatku. Mimopražští uživatelé mohou využít možnosti meziknihovní výpůjční služby. Vzácné publikace a časopisy se však půjčují pouze prezenčně.

Reprografické služby

Knihovna zabezpečuje pro své uživatele zhotovování kopií obsahů časopisů a následné kopie vybraných článků. Na počkání jsou zhotovovány kopie na přání uživatelů. Pro pražské a mimopražské uživatele jsou zabezpečovány tzv. individuální reproslužby.

Služby z automatizovaného systému firemní literatury

Jsou poskytovány z databáze firemní literatury, která obsahuje téměř 13 000 záznamů 1 700 firem.

Referenční služby

Knihovna poskytuje referenční služby vlastních databází knižních novinek, odebíraných časopisů, rešerší a tematických bibliografií, vědeckotechnických akcí, firemní literatury, videotéky, dále z databází převzatých – Celostátní evidence zahraničních časopisů, bibliografických databází CAB a Current Contents. Cílem je podat informace nejen o informačních pramenech ve fondech ÚZLK, ale i jiné informace zajímavé zemědělskou veřejností.

Půjčování videokazet

V AGROVIDEO ÚZLK jsou k dispozici videokazety s tematikou zemědělství, ochrany životního prostředí a příbuzných oborů. Videokazety zasílá AGROVIDEO mimopražským zájemcům poštou.

Uživatelům knihovny slouží dvě studovny – všeobecná studovna a studovna časopisů. Obě studovny jsou vybaveny příručkovou literaturou. Čtenáři zde mají volný přístup k novinkám přírůstků knihovního fondu ÚZLK.

Adresa knihovny:

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna
Slezská 7
120 56 Praha 2

Výpůjční doba:

pondělí, úterý, čtvrtek:	9.00–16.30
středa	9.00–18.00
pátek	9.00–13.00

Telefonické informace:

vedoucí:	25 23 92, e-mail: IHOCH@uzpi.agrec.cz
referenční služby:	25 90 96, 25 75 41/linka 520
časopisy:	25 32 25
výpůjční služby:	25 75 41/linka 415
meziknihovní výpůjční služby:	25 75 41/linka 304
Fax:	25 70 90
E-mail:	e-mail: ÚZLK@uzpi.agrec.cz

VPLYV VYBRANÝCH PARAMETROV KOREŇOVEJ HMOTY PODSEVU V KUKURICI NA ÚRODU KRMU LUCERNY

EFFECT OF SELECTED PARAMETERS OF ROOT BIOMASS OF UNDERSOWING IN MAIZE ON ALFALFA FORAGE YIELD

P. Jamriška

Research Institute of Plant Production, Piešťany, Slovak Republic

ABSTRACT: In field experiments the effect of undersowing of four alfalfa varieties into the three maize hybrids on selected parameters of alfalfa root biomass (Tab. I) and the effect of these parameters on forage yield in the first cutting of alfalfa in following year have been studied. Experimental site, 170 m elevation, was on clay degraded chernozem with average temperature of 9.2 °C and annual precipitation 625 mm, in vegetation period 15.73 °C and 352 mm. Out of the parameters analyzed, alfalfa varieties influenced stand density, root weight, and average root thickness 250 mm in the soil. Maize hybrids influenced average root thickness under the root crown and 250 mm in the soil as well, and also the length of alfalfa tillering zone (Tab. I). Weight of maize roots, its yield, and alfalfa stand density were characterized by the highest variability. On the contrary, the lowest variability was found in average root thickness, tillering zone length, and alfalfa yield (Tab. II.). On the average of the analyzed set, maize yield and maize root weight correlated highly significantly negatively and alfalfa stand density and alfalfa root weight positively with alfalfa yield (Tab. III). Stand density had the greatest effect on the yield, 90% of this effect was exerted directly. Other factors, on the other hand, had especially indirect effect and were exerted through their influence on stand density (Tab. IV). Negative residual effect of maize was exerted more through its above-ground biomass than through its root biomass. It is remarkable that the difference in effects of studied factors on the yield between the stands from undersowings and from sowings without a cover crop consisted only in a negative effect of average root thickness on the yield of stands without a cover crop (Tab. V). It can result from the advance in development of plant root biomass sown without a cover crop and also from greater intraspecific competition among plant organs in these stands. Medium late hybrid TO-MV 335 and late hybrid TO-MV 460 had evidently more adverse effect on the studied parameters of undersowing than very early hybrid CE-185. While above-ground and under-ground biomass CE-185 affected negatively only stand density, in undersowing of two other hybrids not only stand density was reduced but also root weight, tillering zone was shortened (only TO-MV 335), and average root thickness under the root collar was lowered (only TO-MV 460). Positive correlations between root weight and alfalfa stand density, between alfalfa yield and alfalfa root weight, and correlation between maize yield and maize root weight were, besides relation between alfalfa stand density and its yield, the most stable and strong relations. Significant differences in correlations of the parameters studied can be related probably to a different degree of inter- and intraspecific competition. For example, a negative relation between alfalfa root weight on one side and average thickness of its root and tillering zone length on the other side in the stands without a cover crop belongs here. Similarly, also a positive correlation between average root and tillering zone length of alfalfa in undersowing CE-185 falls here.

alfalfa; varieties; undersowing in maize; hybrids; effect on parameters of alfalfa root biomass; analysis of their influence on alfalfa yields

ABSTRAKT: V poľných pokusoch s podsevom štyroch odrôd lucerny do troch hybridov kukurice sa skúmal účinok na vybrané parametre koreňovej hmoty lucerny a potom vplyv týchto parametrov na úrodu krmu lucerny v prvej kosbe v nasledujúcom roku. Odrody lucerny ovplyvňovali hustotu porastu, hmotnosť koreňov a priemernú hrúbku koreňov 250 mm v pôde. Hybridy kukurice zas pôsobili na priemernú hrúbku koreňov hneď pod kľčikom i 250 mm v pôde a na dĺžku odnožovacej zóny lucerny. V priemere skúmaného súboru pôsobila najsilnejšie na úrodu hustota porastu, jej účinok sa uplatňoval priamo. Ostatné ukazovatele sa uplatňovali nepriamo, najmä prostredníctvom hustoty porastu. Negatívne pôsobenie kukurice na lucernu sa uplatňovalo viac prostredníctvom nadzemnej biomasy ako cez korene.

lucerna; odrody; podsev do kukurice; hybridy; vplyv na parametre koreňovej hmoty lucerny; analýza ich vplyvu na úrodu lucerny

Dobré a stabilné úrody krmu sú nemysliteľné bez nálezitého koreňového systému. Podsev však môže výrazne ovplyvniť rozvoj koreňovej hmoty lucerny. Intenzita tohto účinku závisí okrem druhu, poprípade odrody krycej plodiny i od časti alebo ukazovateľa koreňovej hmoty (Jamriška, 1992). V našich pokusoch sme z tohto hľadiska skúmali vplyv podsevu štyroch odrôd lucerny do troch hybridov kukurice na vybrané parametre koreňovej hmoty lucerny. Nadväzne sme pritom skúmali vplyv týchto parametrov na úrodu krmu v prvej kosbe druhého roku vegetácie. Prezentované výsledky sme získali pri riešení subetapy výskumnej úlohy (Jamriška, 1993).

MATERIÁL A METÓDA

Poľné pokusy sme zakladali tri roky po sebe v kukuričnej výrobní oblasti na hlinitej degradovanej černozi 170 m n. m. Dlhodobý priemer teplôt stanovišťa predstavuje 9,21 °C za rok a 15,73 °C za vegetačné obdobie, v priemere tu za rok naprší 625 mm, z toho vo vegetačnom období 352 mm. Spôsob založenia pokusov je popísaný v predchádzajúcej práci (Jamriška, 1995a).

Hmotnosť koreňov lucerny i kukurice sme zisťovali na jeseň v roku sejby vykopaním koreňov z hĺbky 250 mm a dĺžky 1 m z jedného riadku z troch opakovaní. Po vysušení na 105 °C bol zistená hmotnosť koreňov prepočítaná na 1 m². Vykazované parametre, hrúbku koreňa hneď pod krčikom i 250 mm pod ním a dĺžku odnožovacej zóny lucerny, sme merali po vysušení na vzduchu na každej vykopanej rastline lucerny.

Prvú kosbu v druhom roku vegetácie sme zberali na začiatku butonizácie lucerny maloparcelkovým zberačom. Vážili sme všetku nadzemnú hmotu z parcielky.

Zistené hodnoty hustoty porastu, hmotnosti koreňov, hrúbky koreňa hneď pod krčikom i 250 mm pod ním a dĺžky odnožovacej zóny sme spracovali analýzou rozptylu a rozdiely vyhodnotili *t*-testom. Úsekovou analýzou sme potom stanovili reziduálny vplyv skúmaných faktorov vrátane úrody kukurice i hmotnosti jej koreňov na úrodu prvej kosby v druhom roku vegetácie lucerny.

VÝSLEDKY

Na hustotu porastu lucerny mali vplyv len odroda lucerny a roky (tab. I). Nitranka mala významne redší porast ako Rod D. Hmotnosť koreňov bola tiež ovplyvnená odrodou lucerny a rokmi a navyše vplyv odrody bol modifikovaný ročníkom. Odrody Rod D a Regia vytvorili preukazne viac koreňovej hmoty ako Nitranka. Na hrúbku koreňa pod krčikom pôsobil spôsob založenia porastu, roky a interakcia týchto faktorov. Korene porastov vysiatych bez krycej plodiny boli hrubšie

ako korene z podsevu. Hrúbku koreňa 250 mm v pôde ovplyvňovali odrody lucerny, hybridy kukurice a ich interakcia s rokmi. Účinok rokov však bol nepreukazný. Nitranka tu mala hrubší koreň ako Rod D alebo Regia, korene porastov vysiatych bez krycej plodiny a z podsevu v hybride TO-MV 335 boli zas hrubšie ako korene z podsevu v hybride TO-MV 460. Na dĺžku odnožovacej zóny pôsobili hybridy kukurice, roky a interakcia týchto faktorov. Rastliny z porastov založených bez krycej plodiny a z podsevu v hybride CE-185 mali významne dlhšie odnožovacie zóny ako rastliny z podsevu v hybride TO-MV 335.

Zo základných štatistických charakteristík (tab. II) okrem už analyzovaných faktorov si treba všimnúť relácie v úrodách kukurice, v hmotnosti jej koreňov a v úrodách prvej kosby lucerny. Veľmi skorý hybrid CE-185 poskytol nižšiu úrodu ako ostatné dva hybridy. Koreňovej hmoty najviac vytvoril neskorý hybrid TO-MV 460 a najmenej veľmi skorý CE-185. V reziduálnom pôsobení na úrodu lucerny neboli rozdiely medzi skúmanými hybridmi. Najväčší rozptyl vykazovali hodnoty hustoty porastu lucerny a hmotnosti koreňov kukurice i lucerny, naopak hrúbka koreňa a dĺžka odnožovacej zóny mali relatívne najmenší rozptyl. Najväčšou premenlivosťou sa vyznačovali hmotnosť koreňov kukurice, jej úroda a hustota porastu lucerny. Naopak najnižšiu variabilitu mali hrúbka koreňa, dĺžka odnožovacej zóny a úroda lucerny.

V priemere analyzovaného súboru úroda kukurice i hmotnosť jej koreňov negatívne korelovali s úrodou lucerny v prvej kosbe (tab. III). Hmotnosť koreňov i hustota porastu lucerny naopak vysokopreukazne pozitívne ovplyvňovali úrodu. Úroda kukurice a jej koreňová hmota mali nepriaznivý účinok na všetky analyzované parametre úrody lucerny v nasledujúcom roku. Hmotnosť koreňov lucerny bola vo vysokovýznamnej pozitívnej relácii s hustotou jej porastu. Pod hustým porastom lucerny boli tenšie korene, hrubšie korene mali zas dlhšiu zónu odnožovania.

Reziduálny účinok úrody kukurice sa na tvorbe úrody prvej kosby uplatňoval najmä nepriamo (56 %) prostredníctvom negatívneho pôsobenia cez hustotu porastu (tab. IV). Prakticky úplne nepriamo sa uplatňovala na tvorbe úrody hmotnosť koreňov kukurice a lucerny, v prvom prípade negatívnym účinkom cez hustotu porastu lucerny a cez úrodu kukurice. Koreňová hmota lucerny sa uplatňovala zase takmer výlučne prostredníctvom hustoty jej porastu. Vyložene priamy účinok na úrodu (90 %) mala zo skúmaných ukazovateľov len hustota porastu.

Z úsekových analýz podľa hybridov kukurice prakticky nevyplývali rozdiely v účinku skúmaných faktorov na úrodu (tab. V). Porasty bez krycej plodiny sa odlišovali od podsevu najmä preukaznou negatívnou koreláciou medzi úrodou krmu a priemernou hrúbkou koreňa. Úroda kukurice bola pri všetkých hybridoch v pozitívnej korelácii s jej koreňovou hmotou a v negatívnej korelácii s hustotou lucerny. Vyššia úroda kukurice navyše pri TO-MV 335 skracovala odnožováciu

I. Vplyv hybridu kukurice a odrody lucerny na vybrané parametre koreňovej hmoty lucerny v roku sejby – The influence of maize hybrid and alfalfa variety on selected parameters of alfalfa root biomass in the year of seeding

Ukazovateľ ¹	Odroda lucerny ²	CE-185	TO-MV 335	TO-MV 460	Bez krycej plodiny ³	Priemer ⁴
Hustota porastu ⁵ (počet rastlín.m ⁻²) ¹⁰	1	365	349	346	330	348ab
	2	297	272	316	280	292b
	3	402	412	351	361	381a
	4	351	375	393	335	363ab
	$\bar{x}$	354	352	352	327	346
Hmotnosť koreňov ⁶ (g.m ⁻²)	1	521	529	498	552	525ab
	2	452	412	437	522	456b
	3	575	507	500	577	540a
	4	505	544	536	538	531a
	$\bar{x}$	513	498	492	547	513
Hrúbka hlavného koreňa pod krčikom ⁷ (mm)	1	3,53	3,72	3,53	4,12	3,73
	2	3,66	3,76	3,35	4,38	3,79
	3	3,42	3,39	3,41	3,89	3,53
	4	3,62	3,53	3,08	3,99	3,56
	$\bar{x}$	3,56b	3,60b	3,34b	4,09a	3,65
Hrúbka hlavného koreňa 250 mm od krčika ⁸	1	1,65	1,59	1,51	1,70	1,62ab
	2	1,68	1,97	1,46	2,01	1,78a
	3	1,56	1,48	1,42	1,60	1,52b
	4	1,61	1,59	1,31	1,77	1,56b
	$\bar{x}$	1,62ab	1,66a	1,42b	1,77a	1,62
Dĺžka odnožovacej zóny ⁹ (mm)	1	5,86	6,14	6,29	7,27	6,39
	2	7,46	5,77	5,72	7,43	6,58
	3	6,46	5,16	6,28	6,36	6,06
	4	7,54	5,29	6,26	7,29	6,60
	$\bar{x}$	6,83a	5,59b	6,14ab	7,09a	6,41

1 – Palava, 2 – Nitranka, 3 – Rod D, 4 – Regia, a, b, c – odlišné písmeno znamená preukazný rozdiel¹¹ $p=0,05$

¹indicator, ²alfalfa variety, ³without cover crop, ⁴average, ⁵stand density, ⁶root weight, ⁷root thickness below crown, ⁸root thickness 250 mm in soil, ⁹length tillering zone, ¹⁰number of plants.m⁻², ¹¹different letter marked of significant difference

zónu a pri TO-MV 460 znižovala hmotnosť koreňov lucerny. Hmotnosť koreňov kukurice všeobecne znižovala hmotu koreňov lucerny. V podseve TO-MV 335 navyše vyššia hmotnosť koreňov kukurice skracovala odnožovaciu zónu a v podseve TO-MV 460 znižovala priemernú hrúbku koreňa lucerny. Hmotnosť koreňov lucerny bola všade v pozitívnej relácii s hustotou porastu, na porastoch vysiatych bez krycej plodiny bola navyše v negatívnej korelácii s hrúbkou koreňa a s dĺžkou odnožovacej zóny. Priemerná hrúbka koreňa porastov z podsevu v CE-185 bola v pozitívnom vzťahu s dĺžkou odnožovacej zóny, na porastoch bez krycej plodiny zas v negatívnom vzťahu s hustotou porastu lucerny.

DISKUSIA

Z agronomického hľadiska je dôležité, že kukurica nepôsobila negatívne na hmotnosť koreňov v roku sej-

by a na hustotu porastu i úrodu lucerny v nasledujúcom roku. Tieto ukazovatele boli podmienené odrodou lucerny a Nitranka ich mala najhoršie (Jamriška, 1995b). Priemernú hrúbku koreňov lucerny pod krčikom už podsev do kukurice ovplyvnil negatívne. Absolútne hodnoty tohto parametra však dobre spĺňajú kritériá na vývoj koreňov lucerny v podseve (Štráfelda et al., 1986). Z odlišností v priemernej hrúbke koreňov lucerny 250 mm v ornici možno do určitej miery usudzovať na hĺbku zakorenenia. Na tento ukazovateľ ako jediný nemali vplyv roky, najmä poveternostné podmienky. Možno to pripísať zrejme na vrub podorničia (spraše) výhodného pre lucernu. Je pozoruhodné, že podsevy z neskorého hybridu mali tenšie korene ako porasty bez krycej plodiny alebo rastliny z podsevu v stredne neskorom hybridu. Hrubsie korene odrody Nitranka v porovnaní s odrodou Regia alebo Rod D možno vysvetliť nižšou hustotou porastu (i hlavných koreňov) tejto odrody. Z rozdielov v dĺžke odnožovacej zóny možno zas dedukovať, že v podseve TO-MV 335

Ukazovateľ ¹	Hybrid kukrice ²	$\bar{x}$	Rozptyl ³	Smerodajná odchýlka ⁴	Variačný koeficient ⁵ (%)
Úroda kukurice ⁶ (t.ha ⁻¹)	CE-185	9,07	9,91	3,15	34,69
	TO-MV 335	10,44	20,16	4,49	43,0
	TO-MV 460	10,46	18,08	4,25	40,64
	bez krycej plodiny ¹³	—	—	—	—
	$\bar{x}$	7,50	31,04	5,57	
Hmotnosť koreňov kukurice ⁷ (g.m ⁻²)	CE-185	62,93	348,46	18,67	29,66
	TO-MV 335	85,57	1 215,65	34,87	40,75
	TO-MV 460	131,10	3 841,70	61,98	47,28
	bez krycej plodiny	—	—	—	—
	$\bar{x}$	69,90	3 582,61	59,85	
Hmotnosť koreňov lucerny ⁸ (g.m ⁻²)	CE-185	513,22	14 743,46	121,42	23,66
	TO-MV 335	497,89	30 808,31	175,52	35,2
	TO-MV 460	492,47	19 708,44	140,39	28,5
	bez krycej plodiny	547,44	14 062,71	118,59	21,66
	$\bar{x}$	512,76	20 289,72	142,44	27,78
Hustota porastu lucerny ⁹ (počet rastlín.m ⁻²) ¹⁴	CE-185	354	17 285,19	131,47	37,15
	TO-MV 335	352	26 505,67	162,81	46,25
	TO-MV 460	352	14 542,92	120,59	34,31
	bez krycej plodiny	327	11 245,07	106,04	32,47
	$\bar{x}$	346,0	17 521,43	132,37	38,26
Hrúbka koreňa lucerny pod kŕčikom ¹⁰ (mm)	CE-185	3,56	0,05	0,22	6,11
	TO-MV 335	3,60	0,19	0,43	12,06
	TO-MV 460	3,34	0,09	0,31	9,18
	bez krycej plodiny	4,09	0,35	0,59	14,36
	$\bar{x}$	3,65	0,243	0,493	13,5
Dĺžka odnožovacej zóny ¹¹ (mm)	CE-185	6,83	0,77	0,88	12,85
	TO-MV 335	5,59	1,36	1,17	20,18
	TO-MV 460	6,14	0,41	0,64	10,38
	bez krycej plodiny	7,09	1,78	1,33	18,81
	$\bar{x}$	6,41	1,42	1,19	18,61
Úroda lucerny v prvej kosbe druhého roku ¹² (t.ha ⁻¹)	CE-185	6,04	1,30	1,14	18,84
	TO-MV 335	5,90	1,06	1,03	17,46
	TO-MV 460	5,93	1,36	1,17	19,70
	bez krycej plodiny	6,02	1,14	1,07	17,72
	$\bar{x}$	5,97	1,22	1,10	18,48

¹indicator, ²maize hybrid, ³dispersion, ⁴standard deviation, ⁵variation coefficient, ⁶maize yield, ⁷maize root weight, ⁸alfalfa root weight, ⁹alfalfa stand density, ¹⁰root thickness below crown, ¹¹length tillering zone, ¹²alfalfa dry matter yield in the first cut of the following year, ¹³without cover crop, ¹⁴number of plants.m⁻²

bola lucerna viac vystavená konkurencii kukurice ako v podseve veľmi skorého hybridu. Významné skrátenie odnožovacej zóny lucerny sme zistili aj v podseve jačmeňa na zrnó (J a m r i š k a, 1992). Skrátenie odnožovacej zóny spôsobuje, že stonky odnoží rastú pod ostrším uhlom s pôdou, čo môže indikovať obrannú reakciu proti konkurencii krycej plodiny. Tvorba stoniek je vôbec považovaná za významný prostriedok uplatňovaný v konkurencii medzi rastlinami (C a m p b e l l et al., 1992).

Zaujímavé je, že ani v jednom prípade zo sledovaných ukazovateľov uvedených v tab. I nedosiahli štatistickú významnosť účinkov interakcie odrody lucerny x hybridy kukurice.

Z analyzovaného súboru ukazovateľov mala všeobecne najsilnejší vplyv na úrodu prvej kosby hustota porastu lucerny. Prostredníctvom nej sa uplatňoval negatívny účinok nadzemnej (úroda) a podzemnej (korene) biomasy kukurice i pozitívny účinok hmotnosti koreňov lucerny. Samotná hustota porastu lucerny

III. Korelačné matice úsekovkej analýzy vplyvu skúmaných faktorov na úrodu krmu v prvej kosbe – Correlation matrices of the path analysis of the effect of factor under study on the forage yield in the first cut

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
x_1	1					
x_2	0,851 ⁺⁺	1				
x_3	-0,415 ⁺⁺	-0,417 ⁺⁺	1			
x_4	-0,392 ⁺⁺	-0,488 ⁺⁺	0,033	1		
x_5	-0,374 ⁺⁺	-0,297 ⁺	0,858 ⁺⁺	-0,283 ⁺	1	
x_6	-0,393 ⁺⁺	-0,372 ⁺⁺	-0,018	0,290 ⁺	-0,016	1
y	-0,468 ⁺⁺	-0,374 ⁺⁺	0,776 ⁺⁺	-0,184	0,890 ⁺⁺	0,005

$y = 4346533 - 0,039784x_1 + 0,000206x_2 - 0,000082x_3 - 0,010348x_4 - 0,006878x_5 - 0,060616x_6$; preukazný determinančný koeficient¹: $B_1 = 0,093943^+$, $B_5 = 0,733704^{++}$; celkový príspevok² x_1-x_6 k určeniu³ y , $R = 0,816432^{++}$; $n = 23$, Hd^4 : $p-0,05^{+-}$, $-0,23$; $p-0,01^{++}$, $-0,35$

¹significant determination coefficient, ²total contribution, ³to determination, ⁴significant difference

IV. Úseková analýza účinku skúmaných faktorov na úrodu krmu – Path analysis of the effect of factor under study on the forage yield

Faktor účinku ¹	Priamy účinok ²	Nepriamy účinok prostredníctvom ³						Korelačný koeficient ⁴
		úroda kukurice ⁵	hmotnosti koreňov kukurice ⁶	hmotnosti koreňov lucerny ⁷	hrúbky koreňa lucerny pod kŕčikom ⁸	hustoty porastu lucerny ⁹	dĺžky odnožovacej zóny lucerny ¹⁰	
Úroda kukurice ⁵ x_1 (%)	-0,2008 36	-	0,0095 2	0,0044 1	0,0018 0	-0,3086 56	0,0258 5	-0,4679 ⁺⁺
Hmotnosť koreňov kukurice ⁶ x_2 (%)	0,0112 2	-0,1708 37	-	0,0044 1	0,0023 1	-0,2453 54	0,0244 5	-0,3738 ⁺⁺
Hmotnosť koreňov lucerny ⁷ x_3 (%)	-0,0106 1	0,0834 10	-0,0047 1	-	-0,0002 -	0,7073 88	0,0012 0	0,7764 ⁺⁺
Hrúbka koreňa lucerny pod kŕčikom ⁸ x_4 (%)	-0,0046 1	0,0786 23	-0,0054 2	-0,003 0	-	-0,2334 68	-0,0190 6	-0,1842
Hustota porastu lucerny ⁹ x_5 (%)	0,8246 90	0,0751 8	-0,0033 0	-0,0091 1	0,0013 0	-	0,0010 0	0,8897 ⁺⁺
Dĺžka odnožovacej zóny lucerny ¹⁰ x_6 (%)	-0,0655 40	0,0790 48	-0,0042 3	0,0002 0	-0,0013 1	-0,0132 8	-	-0,0051

¹factor of effect, ²direct effect, ³indirect effect by means of, ⁴variation coefficient, ⁵maize yield, ⁶maize root weight, ⁷alfalfa root weight, ⁸root thickness below crown, ⁹stand density, ¹⁰length tillering zone

pôsobila vyložene priamo (90 % z celkového jej vplyvu). Z agronomického hľadiska je významné, že negatívny vplyv kukurice na lucernu sa uplatňoval viac cez jej úrodu ako cez koreňovú hmotu. Výrazne k tomu prispela aj skutočnosť, že negatívny účinok koreňovej hmoty kukurice sa viac ako jednou tretinou uplatňoval prostredníctvom jej úrody, t.j. nadzemnou biomasou.

Je pozoruhodné, že rozdiel v pôsobení skúmaných faktorov na úrodu medzi porastami z podsevom a z výsevom bez krycej plodiny spočíval len v negatívnom účinku priemernej hrúbky koreňa porastov bez krycej plodiny. Môže to vyplývať z predstihu rozvoja koreňovej hmoty rastlín vysiatych bez krycej plodiny i z vy-

ostrenejšej intrašpecifckej konkurencie medzi orgánmi rastlín v týchto porastoch.

Neskorý i stredne neskorý hybrid kukurice pôsobil na skúmané ukazovatele podsevu evidentne nepriaznivejšie ako veľmi skorý hybrid. Okrem hustoty porastu pôsobili nepriaznivo aj na hmotnosť koreňov lucerny. Uvedené relácie naznačujú potrebu zvažovania výberu hybridu (Lesák, Svěráková, 1990) alebo dokonca typu hybridu (Lütke, 1989; Ammon, 1993) pri podseve ďatelinovín do kukurice.

Pozitívne korelácie medzi hmotnosťou koreňov a hustotou porastu lucerny i vzťah medzi úrodou a hmotnosťou koreňov kukurice boli okrem relácie me-

V. Korelačné matice úsekovkej analýzy vplyvu skúmaných faktorov na úrodu krmu lucerny v prvej kosbe v druhom roku vegetácie – Correlation matrices of the path analysis of the effect of factor under study on the alfalfa forage yield in the first cut in the year after the year of seeding

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
CE-185						
x_1	1					
x_2	0,813 ⁺⁺	1				
x_3	-0,318	-0,437	1			
x_4	0,168	-0,357	0,220	1		
x_5	-0,717 ⁺⁺	-0,697 ⁺⁺	0,872 ⁺⁺	0,050	1	
x_6	0,423	0,158	-0,117	0,698 ⁺⁺	-0,302	1
y	-0,715 ⁺⁺	-0,761 ⁺⁺	0,790 ⁺⁺	0,166	0,946 ⁺⁺	-0,194
Preukazný determiničný koeficient ¹ : $B_5 = 1,304778^{++}$; celkový príspevok ² x_1-x_6 k určeniu ³ y, $R = 0,929875^{++}$; $n = 12$, Hd^4 : $p=0,05^+-0,53$; $p=0,01^{++}-0,66$						
TO-MV 335						
x_1	1					
x_2	0,899 ⁺⁺	1				
x_3	-0,527	-0,584 ⁺	1			
x_4	0,384	0,317	0,304	1		
x_5	-0,812 ⁺⁺	-0,797 ⁺⁺	0,872 ⁺⁺	-0,138	1	
x_6	-0,684 ⁺⁺	-0,573 ⁺	0,256	-0,268	0,432	1
y	-0,886 ⁺⁺	-0,780 ⁺⁺	0,739 ⁺⁺	-0,174	0,936 ⁺⁺	0,518
Preukazný determiničný koeficient: $B_5 = 1,219337^{++}$; celkový príspevok x_1-x_6 k určeniu y, $R = 0,959299^{++}$; $n = 12$, Hd : $p=0,05^+-0,53$; $p=0,01^{++}-0,66$						
TO-MV 460						
x_1	1					
x_2	0,783 ⁺⁺	1				
x_3	-0,701 ⁺⁺	-0,663 ⁺⁺	1			
x_4	-0,495	-0,582 ⁺	0,146	1		
x_5	-0,791 ⁺⁺	-0,659 ⁺	0,949 ⁺⁺	0,069	1	
x_6	-0,152	-0,147	-0,097	0,310	0,061	1
y	-0,854 ⁺⁺	-0,645 ⁺	0,852 ⁺⁺	0,252	0,916 ⁺⁺	0,208
Preukazný determiničný koeficient: $B_5 = 0,957184^{++}$; celkový príspevok x_1-x_6 k určeniu y, $R = 0,912513^+$; $n = 12$, Hd : $p=0,05^+-0,53$; $p=0,01^{++}-0,66$						
Bez krycej plodiny ⁵						
x_3			1			
x_4			-0,691 ⁺⁺	1		
x_5			0,847 ⁺⁺	-0,914 ⁺⁺	1	
x_6			-0,647 ⁺	0,300	-0,324	1
y			0,807 ⁺⁺	-0,780 ⁺⁺	0,828 ⁺⁺	-0,524
Celkový príspevok x_1-x_6 k určeniu y, $R = 0,762675$; $n = 12$, Hd : $p=0,05^+-0,53$; $p=0,01^{++}-0,66$						

For 1-4 see Tab. III, ⁵without cover crop

dzi hustotou porastu a úrodou lucerny najstálejšími i najsilnejšími vzťahmi. Ostatné rozdiely vo vzájomných reláciách skúmaných ukazovateľov medzi skúšanými hybridami a porastmi bez krycej plodiny možno zrejme pripísať na vrub odlišnej úrovne inter- a intrašpecifckej konkurencie. Ide najmä o negatívny vzťah medzi hmotnosťou koreňov lucerny na jednej strane

a hrúbkou jej koreňa i dĺžkou odnožovacej zóny na strane druhej v porastoch bez krycej plodiny. Podobne ide o pozitívnu reláciu medzi hrúbkou koreňa a dĺžkou odnožovacej zóny lucerny v podseve veľmi skorého hybridu CE-185 i o negatívny vzťah medzi hustotou porastu lucerny a priemernou hrúbkou koreňov rastlín vysiatych bez krycej plodiny.

LITERATÚRA

- AMMON, H. U.: Von der Unkrautbekämpfung zur Regulation der Grünbedeckung im Mais. Landwirtsch. Schweiz, 6, 1993 (11–12): 649–660.
- CAMPBELL, B. D. – GRIME, J. P. – MACKEY, J. M. L.: Shoot thrust and its role in plant competition. J. Ecol., 80, 1992: 633–641.
- JAMRIŠKA, P.: Reakcia vybraných odrôd lucerny na spôsob založenia porastu. Rostl. Výr., 38, 1992 (1): 63–72.
- JAMRIŠKA, P.: Výskum využitia kukurice na siláž a zeleno ako krycej plodiny ďatelínovín. [Záverečná správa.] Piešťany, VÚRV 1993.
- JAMRIŠKA, P.: Účinok hybridu silážnej kukurice na podsev lucerny. Rostl. Výr., 41, 1995a (6): 275–282.
- JAMRIŠKA, P.: Vplyv podsevu do silážnej kukurice na úrodu krmu lucerny v rokoch vegetácie. Poľnohospodárstvo, 41, 1995b (8).
- LESÁK, J. – SVĚŘÁKOVÁ, J.: Zakládání porostů jetele lučního s kukuřicí po ozimých meziplodinách. Úroda, 38, 1990 (4): 163–164.
- LÜTKE, E. N.: Maisanbau mit Untersaaten. Mais, 17, 1989 (2): 14–17.
- ŠTRÁFELDA, J. – VELICH, J. – JAMRIŠKA, P.: Zakládání porostů víceletých pícnin. Met. Závád. Výsl. Výzk. Praxe, 1986 (2): 30.

Došlo 21. 9. 1995

Kontaktná adresa:

Ing. Pavel Jamriška, CSc., Výskumný ústav rastlinnej výroby, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, Slovenská republika, tel.: 0838/223 11, fax: 0838/263 06

**Nejčerstvější informace o časopiseckých článcích
poskytuje automatizovaný systém**

Current Contents

na disketách

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna odebírá časopis „**Current Contents**“ řadu „**Agriculture, Biology and Environmental Sciences**“ a řadu „**Life Sciences**“ na disketách. Řada „**Agriculture, Biology and Environmental Sciences**“ je od roku 1994 k dispozici i s abstrakty. Obě tyto řady vycházejí 52krát ročně a zahrnují všechny významné časopisy a pokračovací sborníky z uvedených oborů.

Uložení informací z **Current Contents** na disketách umožňuje nejrozmanitější referenční služby z prakticky nejčerstvějších literárních pramenů, neboť báze dat je **doplňována každý týden** a neprodleně expedována odběratelům. V systému si lze nejen prohlížet jednotlivá čísla **Current Contents**, ale po přesném nadefinování sledovaného profilu je možné adresně vyhledávat informace, tisknout je nebo kopírovat na disketu s možností dalšího zpracování na vlastním počítači. Systém umožňuje i tisk žadanek o separát apod. Kumulované vyhledávání v šesti číslech **Current Contents** najednou velice urychluje rešeršní práci.

Přístup k informacím Current Contents je umožněn dvojím způsobem:

- 1) Zakázkový přístup** – po vyplnění příslušného zakázkového listu (objednávky) je vhodný především pro mimopražské zájemce.

Finanční podmínky: – použití PC – 15 Kč za každou započatou půlhodinu

- odborná obsluha – 10 Kč za 10 minut práce
- vytištění rešerše – 1 Kč za 1 stranu A4
- žadanky o separát – 1 Kč za 1 kus
- poštovné + režijní poplatek 15 %

- 2) „Self-service“** – samoobslužná práce na osobním počítači v ÚZLK.

Finanční podmínky jsou obdobné. Vzhledem k tomu, že si uživatel zpracovává rešerši sám, je to maximálně úsporné. (Do kalkulace cen nezapočítáváme cenu programu a databáze **Current Contents**.)

V případě Vašeho zájmu o tyto služby se obraťte na adresu:

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna

Dr. Bartošová

Slezská 7

120 56 Praha 2

Tel.: 02/25 75 41, l. 520, fax: 02/25 70 90

Na této adrese obdržíte bližší informace a získáte formuláře pro objednávku zakázkové služby. V případě „self-servisu“ je vhodné se předem telefonicky objednat. V případě zájmu je možné si objednat i průběžné sledování profilu (cena se podle složitosti zadání pohybuje čtvrtletně kolem 100 až 150 Kč).

VIROID INFECTION OF HOP (*HUMULUS LUPULUS* L.) MEDIATED BY *AGROBACTERIUM TUMEFACIENS* AND CONDITIONS FOR HOP TRANSFORMATION

VIROIDNÍ INFEKCE CHMELU OTÁČIVÉHO (*HUMULUS LUPULUS* L.) POMOCÍ BAKTERIÍ DRUHU *AGROBACTERIUM TUMEFACIENS* A PODMÍNKY PRO TRANSFORMACI CHMELU

P. Oriniaková, J. Matoušek

*Institute of Plant Molecular Biology, Academy of Sciences of the Czech Republic, České
Budějovice, Czech Republic*

ABSTRACT: Different steps of interaction of *Agrobacterium tumefaciens* with hop explants were investigated. An attachment of disarmed *A. tumefaciens* strain to hop tissue was demonstrated by means of scanning electron microscope. The sensitive method of agroinfection by means of *A. tumefaciens* harboring infectious vector containing dimeric cDNA of hop latent viroid (HLVd) was used to assay T-DNA delivery into hop cells. Six weeks after *Agrobacterium* application was found 70% HLVd infected hop plants, suggesting specific interaction of *A. tumefaciens* with hop cells. For hop transformation plant expression vector containing gene for kanamycin resistance (NptII) and β -glucuronidase reporter gene (GUS) fused with viroid antisense RNA was used. The GUS-specific insert was amplified by PCR from hop genomic DNA and analyzed by electrophoresis and molecular hybridization. Our results suggested that some of transformed plants were of chimeric nature. The differences observed in the lengths of PCR products amplified from hop genomic DNA in comparison with control (plasmid) DNA extracted from *A. tumefaciens* suggested some T-DNA instability or/and variability in T-DNA integration. New tissue culture conditions were proposed for *A. tumefaciens*-mediated hop transformation, with included regeneration on medium containing MS, 40 g/l glucose, vitamins, 2.03 mg/l IBA, 2.25 mg/l BAP, 0.35 mg/l GA3, 25 mg/l kanamycin and 500 mg/l augmentin. A replacement of ticarpen, widely used as an antimicrobial antibiotic, by augmentin (clavulanate-potentiated amoxicillin) enabled us to increase significantly the yield of hop regenerants rooting on medium containing kanamycin.

Humulus lupulus L.; hop transformation; hop agroinfection; hop tissue culture

ABSTRAKT: Byly sledovány jednotlivé fáze interakce bakterií druhu *Agrobacterium tumefaciens* s explantáty chmelu. Pomocí rastrovacího elektronového mikroskopu bylo analyzováno připojení *A. tumefaciens* ke chmelovým buňkám a pletivům. Přenos T-DNA do chmelových buněk byl detekován pomocí citlivé metody viroidní agroinfekce. Šest týdnů po agroinfekci byla zjištěna infekce HLVd u 70 % rostlin, což naznačuje specifickou interakci *A. tumefaciens* s buňkami chmelu. Pro transformaci chmelu byl použit kmen *A. tumefaciens* nesoucí expresní vektor s genem pro rezistenci ke kanamycinu a genem pro β -glukuronidázu (GUS) fúzaným na 3' konci s antisenzem RNA viroidní molekuly. Z genomové DNA transformovaného chmelu byl pomocí PCR amplifikován inzert specifický pro GUS, který byl analyzován pomocí elektroforézy a molekulární hybridizace. Zjištěné rozdíly mezi délkou produktu po PCR chmelové genomové DNA a vektoru *A. tumefaciens* naznačují nestabilitu T-DNA nebo nepravdivost při integraci T-DNA do chmelového genomu. Zároveň byla zjištěna chimerická povaha vybraných linií transformovaných rostlin kořenících na kanamycinu. Bylo navrženo nové regenerační médium pro transformaci chmelu, které obsahuje soli MS, 40 g/l glukózy, vitaminy, 2,03 mg/l IBA, 2,25 mg/l BAP, 0,35 mg/l GA3, 25 mg/l kanamycinu a 500 mg/l augmentinu. Tento nový regenerační a selekční systém využívá místo široce aplikovaného tikarcilinu jako antimikrobiálního antibiotika augmentin (amoxicilin potencionovaný klavulanátem) a umožňuje dosáhnout až 20% frekvence kořenících regenerantů chmelu.

Humulus lupulus L.; transformace chmelu; agroinfekce chmelu; tkáňová kultura chmelu

INTRODUCTION

The *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation system, which is now widely used, utilizes a naturally occurring interkingdom DNA transfer from

bacteria to the plant genome (for review see e.g. Hooykaas, Schilperoort, 1992; Zambryski, 1992; Zupan, Zambryski, 1995). More than fifty transgenic plants were already released for field experiments (Dale et al., 1993). Although the contact

of *A. tumefaciens* with hop plant occurs naturally (Rybáček, 1980; Cleene, Ley, 1976). *A. tumefaciens*-mediated transformation system of hop has not been described. The main prerequisite of such system is the development of hop tissue culture and regeneration methods. For instance, various tissue and meristem culture conditions are used for *in vitro* propagation and virus eradication from hop (e.g. Vine, Jones, 1969; Adams, 1975; Popov, 1985; Svoboda, 1991, 1992). However, no general methodical background dealing with regeneration from differentiated hop plant tissues (petioles, internodia, leaves or roots) is available. This was probably the main obstacle for initiation of targeted hop transformation. Direct organogenesis of hop described recently by Rakouský, Matoušek (1994) has become the base for our hop transformation experiments.

In the present work electron microscopy was used to observe the *A. tumefaciens* interaction with hop on the cellular level. To observe the next steps of this interaction, we used an agroinfection (e.g. Grimley et al., 1986) of hop by hop latent viroid (HLVd). An agroinfection can serve as a sensitive assay of *Agrobacterium*-mediated transfer of viroid c-DNA into hop cells. An autonomous pathway of viroid replication and processing, which is promoted after the T-DNA delivery event, results in systemic plant infection. Viroid infection was detected in our experiments by the methods of molecular hybridization.

The first results suggesting *Agrobacterium tumefaciens*-mediated hop transformation with reporter genes are presented and a new selection-regeneration system for hop transformation is proposed.

MATERIAL AND METHODS

Hop tissue culture and cultivation media

In vitro cultures derived from Osvald's clone 72 of Žatec semi-early red-bine hop were used for electron microscopy, agroinfection and hop transformation. Viroid-free mericlones were established and selected as described by Matoušek et al. (1994a) and grown on MSH medium (half-strength MS medium supplemented with vitamins, 100 mg/l inositol, 20 g/l glucose, solidified with 0.8% agar). The cultivation was carried out at a temperature of 25 ± 2 °C and irradiation $100 \mu\text{mol (PAR).m}^{-2}.\text{s}^{-1}$.

For electron microscopy we used petioles and internodia exclusively from these *in vitro* grown hop plants. For agroinfection we used nodal segments without leaves. After agroinfection these explants were placed on HR medium, suggested previously by Rakouský, Matoušek (1994) [MSH supplemented with 0.5 mg/l 6-benzylaminopurine (BAP) (Sigma) and T-carpen (Beecham) or Augmentin (Beecham) 500 mg/l] to grow shoots. Shoots were rooted on MSH medium with ticarpen or augmentin. For hop transformation we

used petioles and internodia. Transgenic plants analyzed in our experiments were obtained by the following procedure: After co-cultivation with *Agrobacterium* the explants were transferred on HT1 medium (HR medium supplemented with 25 mg/l kanamycin monosulfate (Sigma) and 500 mg/l ticarpen) and regenerated shoots were rooted on selection HS medium (basic MSH medium with 100 mg/l kanamycin monosulfate and 500 mg/l ticarpen) and passed several months on this medium. Subsequently, the regenerants were grown on HS media without ticarpen. In order to improve further hop regeneration on the selection media, we chose an alternative basic medium (HT2) as described by Svoboda (1991). This medium is MS medium containing 40 g/l glucose, vitamins, inositol, indole-3-butyric acid (Sigma) 2.03 mg/l, 6-benzylaminopurine (Sigma) 2.25 mg/l, gibberellic acid (Sigma) 0.35 mg/l, kanamycin monosulfate 25 mg/l and is supplemented with antibiotics for *Agrobacterium* elimination. HT2 medium enabled multi-shoot regeneration after co-cultivation with *Agrobacterium* and regenerated shoots were able to root on MSH medium with kanamycin. To explore an effect of antibiotics on regeneration, hop explants were grown after co-cultivation with *A. tumefaciens* on HT2 medium supplemented either with ticarpen 500 mg/l or augmentin 500 mg/l).

Electron microscopy

After co-cultivation with *Agrobacterium* the explants were fixed in 2.5% solution of glutaraldehyde in 0.1M phosphate buffer for 12 hours. Dehydration was carried out in increasing concentration of acetone (30, 50, 70, 80, 90, 95, 100% for 15 min each) and final drying by critical point method. Dried samples were plating by gold sputtering and observed by scanning electron microscopy (JOEL-JSM 6300). For photos we used normal speed FOMAPAN 100 professional negative film.

Agroinfection and viroid detection

Nodal segments were co-cultivated in 20 ml of liquid half-strength MS medium over one or two nights with $100 \mu\text{l}$ of night *A. tumefaciens* culture. After co-cultivation the explants were transferred on HR medium and rooted on MSH medium with antibacterial antibiotic. For agroinfection we used disarmed *A. tumefaciens* C58 strain GV3101 harbouring infectious vector HLVdb++ in pKYLX7. Hop plants were analyzed for HLVd six weeks post co-cultivation by dot-blot hybridization described by Matoušek et al. (1994a).

Hop transformation vector and transgene detection by PCR and molecular hybridization

For hop transformation we used disarmed *A. tumefaciens* LBA 4404 strain with plant expression vector

designated as GUS+VR- in pKYLX7. This vector based on plasmid pKYLX7 (Schardl et al., 1987) is bearing gene for β -glucuronidase (GUS), which is fused in its 3' end with the right half of viroid molecule (VR-) (Matoušek et al., 1994b). GUS+VR- attached to terminator from nopalinsynthase gene is inserted into KpnI, HindIII sites between 35S CaMV promoter and rbcS polyadenylation signal. NptII integrated into the expression cassette enabled pre-selection of transformed plants on media containing kanamycin. The kanamycin resistance gene was transcribed from the NOS promoter.

For PCR and other analyses, we extracted genomic DNA from youth shoots after the method of Masino et al. (1984). We used PCR primers designated as Lxa (5'CCAGTCTCTCTCTCAAGCTT3') and Lxb (5'ATCAATTCGAGCTCGGTACC3') specific for pKYLX7 corresponding to the polylinker region surrounding the GUS+VR- insert. PCR was performed using the GeneAmp kit from Perkin Elmer. In the first step of the standard PCR protocol we performed denaturation at 94 °C for 3 min. The second step involved 35 cycles including denaturation at 94 °C for 60 s, annealing at 54 °C for 100 s and product synthesis at 72 °C for 120 s. PCR reactions were terminated by cooling the samples to 4 °C after the final step of continuous synthesis at 72 °C for 10 min. We used Thermal Cycler TECHNE THERMOGENE. After electrophoresis in 0.7% agarose, PCR products were transferred on Nylon membrane (0.2 μ m, Sigma) by Southern blot and hybridized to (α -32P) UTP labelled GUS- specific riboprobe transcribed by T7 polymerase from pBluescript SK-. The riboprobe sequence corresponded to an approximately 600bp long fragment which has been cleaved out from the commercially available GUS gene containing plasmid pBI121 (CLONTECH Laboratories, Inc.) by BamHI and EcoRV. We used hybridisation in 50% formamide at 55 °C according to the procedure, which has been previously described for viroid RNA analysis in detail (Matoušek et al., 1994a). The membranes were washed in 2 x SSC, 0.1% SDS at room temperature for 10 min, in 1 x SSC, 0.1% SDS at 55 °C for 10 min, 1 x SSC, 0.1% SDS at 60 °C for 5 min, 0.1 x SSC, 0.1% SDS at 65 °C for 10 min.

RESULTS

To explore direct plant-bacteria interaction, we co-cultivated hop petioles and internodia with *A. tumefaciens* collecting samples for fixation in one hour intervals. It is seen in Fig. 1 that bacteria are attached to plant tissues after one hour of co-cultivation. While at the beginning of the co-cultivation the bacteria were predominantly attached to wounded plant surface areas (Fig. 1a), later the bacterial cells were bound to the whole surface of the explant (Fig. 1c). In the late phases of interaction we observed bacterial clumps joined by bacterial fibrils forming a net (Fig. 1b).

These results were the direct evidence of physical contact of *A. tumefaciens* with hop cells and supported the possibility of hop transformation with this *A. tumefaciens* strain.

To prove the *Agrobacterium*-mediated transfer of T-DNA, we co-cultivated bacteria bearing the infectious vector (Fig. 2a) harboring a dimeric HLVD cDNA with hop nodal segments. We analyzed HLVD replication six weeks post co-cultivation using dot-blot hybridization. We analyzed 50 agroinoculated shoots and HLVD infection was detected in 70% of plants confirming the possibility of efficient hop transformation by *A. tumefaciens*.

Hop transformation using vector GUS+VR- in pKYLX7 (Fig. 2b) resulted in 50 hop regenerants rooting on HS medium. We selected three plant lines No. 8, 15 and 27 vigorously rooting on selection HS medium for further analysis of DNA. The GUS+VR- specific transgene was detected using PCR and molecular hybridization in all free analyzed samples. The typical spectrum of PCR products is shown in Fig. 3a. We observed clear difference in electrophoretic mobility of main PCR products from hop genomic DNA in comparison with PCR product from original expression vector, which showed predominantly the expected length of 2021 bp. All these products, hybridized with the riboprobe specific for GUS reporter gene (Fig. 3a), suggesting, that the difference was not due to non-specific PCR, but rather due to some irregular T-DNA integration or instability. In our experiments we observed too low hybridization signals using classical Southern blot analysis, suggesting possible chimerism of hop regenerants. In order to prove this possibility, we chose plant line No. 8 giving intermediate hybridization signal to analyze DNA from individual branches. Specific insert was indeed detected only in two branches out of three analyzed (Fig. 3b). We included approximately 2000 explants in the transformation experiments. In these experiments hop shoots were regenerated from primary calluses on HT1 medium. Besides green shoots we observed some abnormalities in hop regeneration after co-cultivation with *Agrobacterium*:

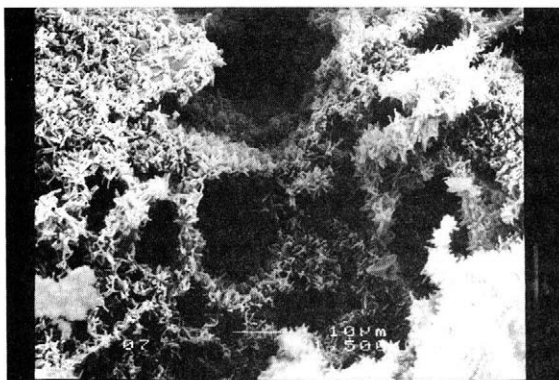
1. Regenerated shoots were not able to root on HS medium even without selection pressure (without kanamycine) and turned yellow. This non-rooting shoots we observed only on HT1 medium.
2. Necrotic explants and brown calluses growing without shoot regeneration.

Brown calluses were observed in 40% frequency also on the HT2 medium in presence of ticarpen (Tab. I). On this medium only 0.8% of explants showed regeneration of plant shoots. Moreover, according to our experiments, ticarpen is not strong enough to eradicate efficiently *Agrobacterium*, from most of *in vitro* hop cultures. For this reason we were looking for other media to improve hop transformation system. On HT2 medium supplemented by augmentin only 20% brown calluses (Tab. I) were observed and shoots regenerated

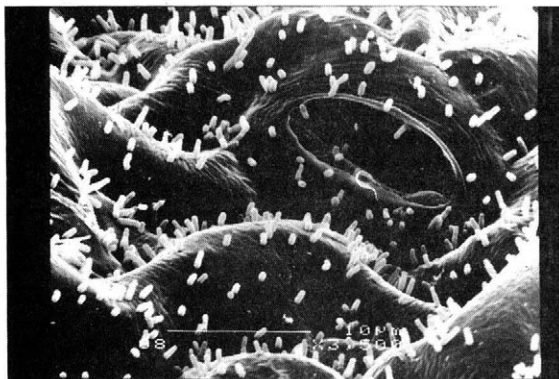
A



B



C



1. Electron microscopy analysis of *A. tumefaciens* interaction with hop cells. A: Adhesion of *Agrobacterium* to hop explant one hour post co-cultivation (amplification 1100x); B: bacterial clumps and fibrils formed during the late phase of interaction (amplification 1500x); C: Adhesion to the whole explant twelve hours post co-cultivation (amplification 3500x). The abscissae represent length of 10 μ m.

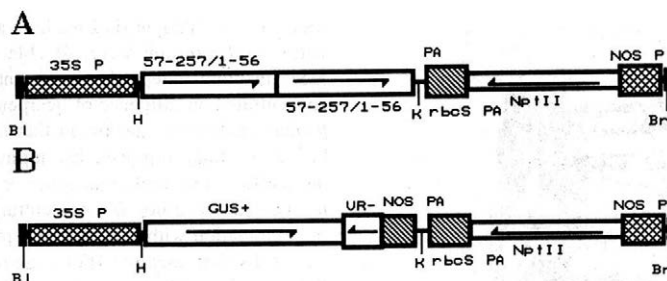
on 20% of explants (Fig. 4). These shoots were able to root on HS medium. On HT2 medium we did not observe any necrotic explants, which were frequent on HT1 medium.

DISCUSSION

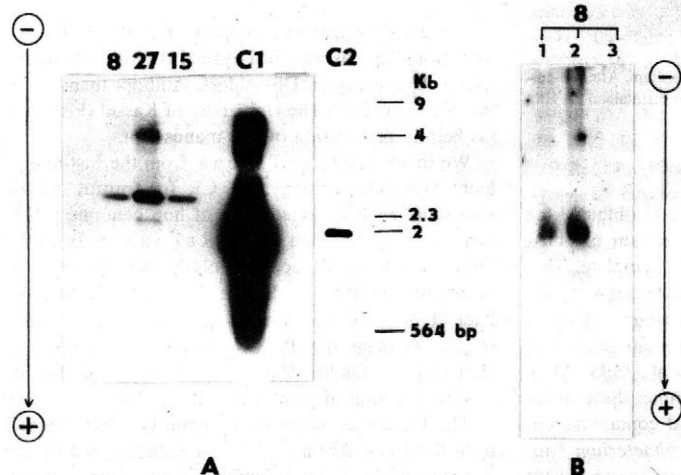
An electron microscopy enabled us to prove direct tight contact of *Agrobacterium* with hop explants. In

the first step *A. tumefaciens* was bound to wounded surfaces and then bacterial clumps connected together by bacterial fibrils were found. This observation is in agreement with results of similar studies in other plant species (e.g. Matthyse, 1983; Pu, Goodman, 1993; Martinelli, Mandolino, 1994). However, these results cannot exclude a nonspecific bacterial adhesion without transformation event.

To detect the next step in the series of events leading to hop transformation- and T-DNA transfer into hop



2. The expression cassettes used for hop agroinfection and transformation. A: A tandem dimer of HLVd cDNA (BamHI insert, corresponding to viroid plus dimeric RNA at positions, as designated by the numbers) integrated between the unique HindIII and KpnI sites of expression vector pKYLX7. B: GUS+VR- sequence attached to signal for polyadenylation from Nopalinsynthase gene (NOS PA) inserted between HindIII and KpnI unique sites of pKYLX7. 35S P and NOS P, promoters from CaMV and Nopalinsynthase gene, respectively; rbcS PA polyadenylation signal from Rubisco small subunit; NptII, kanamycin resistance gene; B1 and Br, left and right T-DNA border, respectively. The arrows indicate orientation of individual genes. The constructs are not drawn in the scale.



3. Analysis of GUS+VR- transgene by PCR. A: PCR products from different hop lines (8, 15, 27); electrophoretic spectra of GUS+VR- PCR products from control plasmid at long (C1) or at short (C2) exposure. No hybridization signal was observed for control (untransformed) sample. By numbers on the side are approximate positions of molecular mass standards designated. B: Southern blot analysis of PCR products from different branches (8/1, 8/2, 8/3) of hop line No. 8.

cells, we selected agroinfection assay with infectious expression vector containing dimeric cDNA of HLVd. The big advantage of this system consists in the fact that by agroinoculation of nodal segments containing buds, it passes by the problematic step of plant regeneration. Because the systemic infection can, in principle, result from the infection of few cells, this assay is very sensitive. Similar system has been used, for instance, to investigate *Agrobacterium* interactions in *Graminae* (Boulton et al., 1989) or to study viroid host range

(e.g. Matoušek et al., 1993). In our experiments a high level of agroinfection was achieved. Although the T-DNA transfer was detected in them, the agroinfection does not provide any information about the efficiency of the transformation.

For hop transformation with the reporter genes we used hop petioles, internodia and leaves, obviously without additive buds. Plant regenerants rooting on HS medium (MSH with 100 mg/l kanamycin) were analyzed for specific insert by PCR and molecular hybridization.

1. Effect of media composition on hop regeneration medium HT2 supplemented by

	Augmentin (500 mg/l)	Ticarpen (500 mg/l)
Number of explants	99 (100%)	130 (100%)
Arrested in the stage of brown callus	30 (30%)	75 (58%)
Viable green calluses and buds	47 (47%)	54 (41%)
Shoots	22 (22%)	1 (≤1%)



4. Rooting hop regenerants on selection HS2 medium. After co-cultivation with *Agrobacterium* the explants were maintained on HS2 medium containing augmentin and kanamycin.

We found that spectrum of PCR products obtained for the control plasmid differed from spectrum obtained when hop genomic DNA was used as template. This difference could be caused by an integration of the transgene as tandem dimer and/or by some instability in hop genome. T-DNA instability in plant genome is described very often (e.g. Hobbs et al., 1993; Matoušek et al., 1991). At the same time, these differences argue against possible bacterial contamination, which can be detected by PCR. *Agrobacterium* contamination can be also excluded as no bacteria were observed in the long-term *in vitro* cultures of transgenic lines without ticarpen or augmentin.

Analysis of different branches from individual plant suggested that this transgenic plant was of chimeric nature, probably owing to the type of regeneration process – direct organogenesis after the stage of primary callus formation. Although we did not calculate number of chimeras in our experiments, according to our unpublished results such plants can be expected in high frequency. Chimeric transgenic plants were analyzed also in other species (e.g. Schmulling, Schell et al., 1993). In some cases such plants can be excluded by supplementary analysis (Berthomieu et al., 1994).

We observed some differences in plant regeneration on selection HT1 media in comparison with the control on HR media. On HT1 medium we often observed necrotic explants, brown vigorously growing calluses and shoots, which turned yellow and were not able to root on MSH medium. Non-rooting yellowish shoots occurred only on HT1 medium independently on antibiotics used for bacteria eradication. On the other hand,

shoots regenerated on HT2 medium after co-cultivation with *Agrobacterium* were all able to form roots on MSH medium independently on antibiotics used. We concentrated on influence of ticarpen used for *A. tumefaciens* eradication and found that this compound can be successfully replaced by augmentin, which was more efficacious antibiotic, better preventing *Agrobacterium* growth in hop *in vitro* cultures. This antibiotic in combination with HT2 medium provided much better results than medium HT1 suggested previously by Rakouský, Matoušek (1994) and, therefore, we recommend HT2 medium supplemented with augmentin 500 mg/l and kanamycin 25 mg/l as a selection-regeneration medium for *Agrobacterium*-mediated hop transformation system.

Acknowledgements

We greatly appreciate support of Prof. D. Riesner from The Institute of Physical Biology, Heinrich-Heine University in Düsseldorf. Authors thank Prof. W. Nellen from The University of Kassel (FRG) for his help in preparation of this manuscript.

We thank RNDr. L. Trněná from the Institute of Plant Molecular Biology, AS CR for fruitful discussions and her help in isolation of hop genomic DNA; Mrs. A. Šedivá and Dr. S. Rakouský from the Institute of Plant Molecular Biology, AS CR for technical help and Mgr. M. Motejl from the Institute of Parasitology AS CR for his help in electron microscopy. We thank Ing. P. Svoboda, Ph. D. from the Hop Institute GmbH, Žatec (Czech Republic) for his help in selection of plant material.

The work was supported by grant GA 503/95/1583 from the Grant Agency of Czech Republic and by the Agreement about the Scientific Cooperation between Institute of Plant Molecular Biology Academy of Sciences of the Czech Republic and Hop Institute GmbH, Žatec.

REFERENCES

- ADAMS, A. N.: Elimination of viruses of the hop (*Humulus lupulus*) by heat therapy and meristem culture. J. Hort. Sci., 58, 1975: 151–160.
- AMASINO, R. M. – POWELL, A. L. T. – GORDON, M. P.: Changes in T-DNA methylation and expression are associated with phenotypic variation and plant regeneration in crown gall tissue. Mol. Gen. Genet., 197, 1984: 437–446.
- BERTHOMIEU, P. – BECLIN, C. – CHARLOT, F. – DORE, C. – JOUANIN, L.: Routine transformation of rapid cycling cabbage (*Brassica oleracea*) – molecular evidence for regeneration of chimeras. Pl. Sci., 96, 1994: 223–235.
- BOULTON, M. I. – BUCHHOLZ, W. G. – MARKS, M. S. – MARKHAM, P. G. – DAVIS, J. W.: Specificity of *Agrobacterium*-mediate delivery of maize streak virus DNA to members of the Graminae. Pl. Mol. Biol., 12, 1989: 31–40.

- CLEENE, M. DE – LEY, J. DE: The host range of crown gall. Bot. Rev., 42, 1976: 389–466.
- DALE, J. P. – IRWIN, J. A. – SCHEFFLER, J. A.: The experimental and commercial release of transgenic crop plants. Pl. Breed., 11, 1993: 1–22.
- GRIMSLEY, N. – HOHN, B. – HOHN, T. – WALDEN, R. M.: Agroinfection, an alternative route for plant virus infection by using Ti plasmid. Proc. Nat. Acad. Sci (USA), 83, 1986: 3282–3286.
- HOBBS, S. L. A. – WARKENTIN, T. D. – DE LONG, C. M. O.: Transgene copy number can be positively or negatively associated with transgene expression. Pl. Mol. Biol., 21, 1993: 17–26.
- HOYKAAS, P. J. J. – SCHILPEROORT, R. A.: *Agrobacterium* and plant genetic engineering. Pl. Mol. Biol., 19, 1992: 15–38.
- KOHNO-MURASE, J. – MURASE, M. – ICHIKAWA, H. – IMAMURA, J.: Effects of an antisense napin gene on seed storage compounds in transgenic *Brassica napus* seeds. Pl. Mol. Biol., 26, 1994: 1115–1124.
- MARTINELLI, L. – MANDOLINO, G.: Genetic transformation and regeneration of transgenic plants in grapevine (*Vitis rupestris*). Theor. Appl. Genet., 88, 1994: 621–628.
- MATTHEYSE, A. G.: Role of bacterial cellulose fibrils in *Agrobacterium tumefaciens* infection. J. Bact., 154, 1983 (2): 906–915.
- MATOUŠEK, J. – RAKOUSKÝ, S. – TRNĚNÁ, L. – RIESNER, D.: PSTV infection in tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) transformed with PSTV cDNA. Biol. Plant., 36, 1993 (1): 131–135.
- MATOUŠEK, J. – SCHUBERT, J. – TRNĚNÁ, L. – DĚDIČ, P.: Instable expression of PSTVd cDNA in transformed potato (*Solanum tuberosum* L.). Arch. Phytopath. Pfl.-Schutz, 27, 1991: 167–173.
- MATOUŠEK, J. – TRNĚNÁ, L. – RAKOUSKÝ, S. – RIESNER, D.: Inhibition of potato spindle tuber viroid (PSTVd) infectivity with antisense RNA transcripts. J. Phytopath., 140, 1994b: 10–24.
- MATOUŠEK, J. – TRNĚNÁ, L. – SVOBODA, P. – RŮŽKOVÁ, P.: Analysis of hop latent viroid (HLVd) in commercial hop clones in Czech Republic. Rostl. Vyr., 40, 1994a (10): 973–983.
- PU, X. – GOODMAN, R. N.: Attachment of *Agrobacterium* to grape cells. Appl. Envir. Microbiol., 59, 1993 (6): 2527–2577.
- POPOV, V. I. – VYSOTSKII, V. A. – TUKTAGALOV, I. M.: Conditions of cultivation of isolated hop apices for clonal micropropagation. Sov. Pl. Physiol., 32, 1985: 1191–1195. (in Russ.).
- RYBÁČEK, V. et al.: Chmelářství. Praha, SZN 1980. 200 s.
- RAKOUSKÝ, S. – MATOUŠEK, J.: Direct organogenesis in hop – a prerequisite for an application of *A. tumefaciens*-mediated transformation. Biol. Plant., 36, 1994 (2): 191–200.
- SCHARDL, C. L. – BYRD, A. D. – BENZION, G. – ALTSCHULER, M. A. – HILDEBRAND, D. F. – HUNT, A. G.: Design and construction of a versatile system for expression of foreign genes in plants. Gene, 61, 1987: 1–11.
- SCHMULLING, T. – SCHELL, J.: Transgenic tobacco plants from leaf disks can be periclinal chimeras. Pl. Mol. Biol., 21, 1993: 705–708.
- SVOBODA, P.: Klonové množení chmele *in vitro*. Rostl. Vyr., 37, 1991 (8): 643–648.
- SVOBODA, P.: Explantátové kultury chmele. Rostl. Vyr., 38, 1992 (1): 107–112.
- VINE, S. J. – JONES, O. P.: The culture of shoot tips of hop (*Humulus lupulus* L.) to eliminate viruses. J. Hort. Sci., 44, 1969: 181–284.
- WILSON, T. M. A.: Strategies to protect crop plants against viruses: pathogen-derived resistance blossoms. Proc. Nat. Acad. Sci (USA), 90, 1993: 3134–3141.
- ZAMBRYSKI, P. C.: Chronicles from the *Agrobacterium*-plant cell DNA transfer story. Ann. Rev. Pl. Physiol. Pl. Mol. Biol., 43, 1992: 465–490.
- ZUPAN, J. R. – ZAMBRYSKI, P.: Transfer of T-DNA from *Agrobacterium* to the plant cell. Pl. Physiol., 107, 1995: 1041–1047.

Received on January 17, 1996

Contact Address:

RNDr. Jaroslav Matoušek, CSc., Ústav molekulární biologie rostlin AV ČR, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice, Česká republika, tel: 038/437 48, fax: 038/414 75

INSTITUTE OF AGRICULTURAL AND FOOD INFORMATION
Slezská 7, 120 56 Praha 2, Czech Republic
Fax: (00422) 25 70 90

In this institute scientific journals dealing with the problems of agriculture and related sciences are published on behalf of the Czech Academy of Agricultural Sciences. The periodicals are published in the Czech or Slovak languages with long summaries in English or in English language with summaries in Czech or Slovak.

Subscription to these journals should be sent to the above-mentioned address.

Periodical	Number of issues per year
Rostlinná výroba (Plant Production)	12
Živočišná výroba (Animal Production)	12
Veterinární medicína (Veterinary Medicine – Czech)	12
Zemědělská ekonomika (Agricultural Economics)	12
Lesnictví – Forestry	12
Zemědělská technika (Agricultural Engineering)	4
Ochrana rostlin (Plant Protection)	4
Genetika a šlechtění (Genetics and Plant Breeding)	4
Zahradnictví (Horticultural Science)	4
Potravinářské vědy (Food Sciences)	6

POKYNY PRO AUTORY

Časopis uveřejňuje původní vědecké práce, krátká sdělení a výběrově i přehledné referáty, tzn. práce, jejichž podkladem je studium literatury a které shrnují nejnovější poznatky v dané oblasti. Práce jsou uveřejňovány v češtině, slovenštině nebo angličtině. Rukopisy musí být doplněny krátkým a rozšířeným souhrnem (včetně klíčových slov).

Autor je plně odpovědný za původnost práce a za její věcnou i formální správnost. K práci musí být přiloženo prohlášení autora o tom, že práce nebyla publikována jinde.

O uveřejnění práce rozhoduje redakční rada časopisu, a to se zřetelem k lektorským posudkům, vědeckému významu a přínosu a kvalitě práce.

Rozsah vědeckých prací nemá přesáhnout 15 stran psaných na stroji včetně tabulek, obrázků a grafů. V práci je nutné používat jednotky odpovídající soustavě měrových jednotek SI (ČSN 01 1300).

Vlastní úprava rukopisu má odpovídat státní normě ČSN 88 0220 (formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhůz na řádku, mezi řádky dvojitě mezery), k rukopisu je vhodné přiložit disketu s prací pořízenou na PC v některém textovém editoru, nejlépe v T602, a s grafickou dokumentací. Tabulky, grafy a fotografie se dodávají zvlášť, nepodlepují se. Na všechny přílohy musí být odkazy v textu.

Pokud autor používá v práci zkratky jakéhokoliv druhu, je nutné, aby byly alespoň jednou vysvětleny (vypsány), aby se předešlo omylům. V názvu práce a v souhrnu je vhodné zkratky nepoužívat.

Název práce (titul) nemá přesáhnout 85 úhůz. Jsou vyloučeny podtitulky článků.

Krátký souhrn (Abstrakt) je informačním výběrem obsahu a závěru článku, nikoliv však jeho pouhým popisem. Musí vyjádřit všechno podstatné, co je obsaženo ve vědecké práci, a má obsahovat základní číselné údaje včetně statistických hodnot. Musí obsahovat klíčová slova. Nemá překročit rozsah 170 slov. Je třeba, aby byl napsán celými větami, nikoliv heslovitě. Je uveřejňován a měl by být dodán ve stejném jazyce jako vědecká práce.

Rozšířený souhrn (Abstract) je uveřejňován v angličtině, měly by v něm být v rozsahu cca 1–2 strojopisných stran komentovány výsledky práce a uvedeny odkazy na tabulky a obrázky, popř. na nejdůležitější literární citace. Je vhodné jej (včetně názvu práce a klíčových slov) dodat v angličtině, popř. v češtině či slovenštině jako podklad pro překlad do angličtiny.

Úvod má obsahovat hlavní důvody, proč byla práce realizována a velmi stručnou formou má být popsán stav studované otázky.

Literární přehled má být krátký, je třeba uvádět pouze citace mající úzký vztah k problému.

Metoda se popisuje pouze tehdy, je-li původní, jinak postačuje citovat autora metody a uvádět jen případné odchylky. Ve stejné kapitole se popisuje také pokusný materiál.

Výsledky – při jejich popisu se k vyjádření kvantitativních hodnot dává přednost grafům před tabulkami. V tabulkách je třeba shrnout statistické hodnocení naměřených hodnot. Tato část by neměla obsahovat teoretické závěry ani dedukce, ale pouze faktické nálezy.

Diskuse obsahuje zhodnocení práce, diskutuje se o možných nedostacích a práce se konfrontuje s výsledky dříve publikovanými (požaduje se citovat jen ty autory, jejichž práce mají k publikované práci bližší vztah). Je přípustné spojení v jednu kapitolu spolu s výsledky.

Literatura musí odpovídat státní normě ČSN 01 0197. Citace se řadí abecedně podle jména prvních autorů. Odkazy na literaturu v textu uvádějí jméno autora a rok vydání. Do seznamu se zařadí jen práce citované v textu. Na práce v seznamu literatury musí být odkaz v textu.

Na zvláštním listě uvádí autor plné jméno (i spoluautorů), akademické, vědecké a pedagogické tituly a podrobnou adresu pracoviště s PSČ, číslo telefonu a faxu, popř. e-mail.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Original scientific papers, short communications, and selectively reviews, that means papers based on the study of technical literature and reviewing recent knowledge in the given field, are published in this journal. Published papers are in Czech, Slovak or English. Each manuscript must contain a short and a longer summary (including the key words).

The author is fully responsible for the originality of his paper, for its subject and formal correctness. The author shall make a written declaration that his paper has not been published in any other information source.

The board of editors of this journal will decide on paper publication, with respect to expert opinions, scientific importance, contribution and quality of the paper.

The paper extent shall not exceed 15 typescript pages, including tables, figures and graphs.

Manuscript layout shall correspond to the State Standard ČSN 88 0220 (quarto, 30 lines per page, 60 strokes per line, double-spaced typescript). A PC diskette should be provided with the paper, written in an editor program, preferably T602, and with graphical documentation. Tables, figures and photos shall be enclosed separately. The text must contain references to all these annexes.

The title of the paper shall not exceed 85 strokes. Subtitles of the papers are not allowed either.

Abstract is an information selection of the contents and conclusions of the paper, it is not a mere description of the paper. It must present all substantial information contained in the paper. It shall not exceed 170 words. It shall be written in full sentences, not in form of keynotes, and comprise base numerical data including statistical data. It must contain key words. It should be submitted in English and if possible also in Czech or Slovak.

Introduction has to present the main reasons why the study was conducted, and the circumstances of the studied problems should be described in a very brief form.

Review of literature should be a short section, containing only literary citations with close relation to the treated problem.

Only original method shall be described, in other cases it is sufficient enough to cite the author of the used method and to mention modifications of this method. This section shall also contain a description of experimental material.

In the section **Results** figures and graphs should be used rather than tables for presentation of quantitative values. A statistical analysis of recorded values should be summarized in tables. This section should not contain either theoretical conclusions or deductions, but only factual data should be presented here.

Discussion contains an evaluation of the study, potential shortcomings are discussed, and the results of the study are confronted with previously published results (only those authors whose studies are in closer relation with the published paper should be cited). The sections Results and Discussion may be presented as one section only.

The citations are arranged alphabetically according to the surname of the first author. References in the text to these citations comprise the author's name and year of publication. Only the papers cited in the text of the study shall be included in the list of references. All citations shall be referred to in the text of the paper.

If any abbreviation is used in the paper, it is necessary to mention its full form at least once to avoid misunderstanding. The abbreviations should not be used in the title of the paper nor in the summary.

The author shall give his full name (and the names of other collaborators), academic, scientific and pedagogic titles, full address of his workplace and postal code, telephone and fax number or e-mail.

OBSAH – CONTENTS

Haberle J., Svoboda P., Růžek P.: Délka kořenů ozimé pšenice a obsah přístupného dusíku v půdním profilu – Root length of winter wheat and the content of mineral nitrogen in soil profile	193
Macháček V.: Schopnost metod charakterizovat fosfátový režim půd – Ability of methods to characterize phosphate regime of soils	199
Bojňanská T.: Bílkovinné frakce ve vztahu k vybraným ukazovatelům kvality ozimé pšenice – Protein fractions in relation to selected quality traits of winter wheat	205
Mazúr M.: Cyklus meziročních odchýlek úrod kukurice v řadě produkčních hladin – Cycle of year-to-year deviations of maize yields in a series of production levels	211
Debre F.: Hodnotenie hybridných kombinácií zemiakov v prostredí hydroponie – Evaluation of potato hybrid combinations in hydroponics	217
Jamříška P.: Vplyv vybraných parametrov koreňovej hmoty podsevu v kukurici na úrodu krmu lucerny – Effect of selected parameters of root biomass of undersowing in maize on alfalfa forage yield	225
Orniaková P., Matoušek J.: Viroid infection of hop (<i>Humulus lupulus</i> L.) mediated by <i>Agrobacterium tumefaciens</i> and conditions for hop transformation – Viroidní infekce chmelu otáčivého (<i>Humulus lupulus</i> L.) pomocí bakterií druhu <i>Agrobacterium tumefaciens</i> a podmínky pro transformaci chmelu	233