



ROSTLINNÁ VÝROBA

KUKUŘICE

12

ČÍSLO 25 (LII)
PRAHA
PROSINEC 1979
CENA 18 Kčs
VOYAM 25(9)
100 — 1292
CS ISSN 0035 — 8371

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚĚLSTVÍ

Rídí redakční rada

Prof. ing. František Hron, CSc. (předseda), ing. Jiří Apltauer, CSc., ing. Ivo Bareš, CSc., doc. ing. Mikuláš Derco, CSc., dr. ing. Zbyněk Facek, CSc., ing. Jozef Habovštiak, CSc., ing. Josef Hlaváček, CSc., prof. dr. ing. Ladislav Hruška, DrSc., prof. ing. Antonín Klesnil, CSc., ing. Josef Kopřiva, CSc., prof. ing. Anton Kováčik, DrSc., ing. Jaroslav Lekeš, DrSc., ing. František Mráz, CSc., doc. ing. Jaroslav Prugar, CSc., prof. ing. Václav Rybáček, CSc., doc. ing. Vladimír Segeta, CSc., ing. Luboš Schmid, CSc., ing. Josef Slepíčka, CSc., ing. Miron Suškevič, CSc., doc. ing. Ján Švihra, CSc., ing. Juraj Uhliar, CSc., doc. ing. František Vlček, CSc., ing. Jaroslav Voškeruša, CSc.

Za vedení časopisu odpovídá prof. ing. František Hron, CSc.

Redaktorka RNDr. Eva Stříbrná

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1979

Vědecký časopis ROSTLINNÁ VÝROBA uveřejňuje studie, rozborů a vědecká pojednání o vyřešených úkolech výzkumu z oboru rostlinné výroby. Vydává Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství. Vychází měsíčně. Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7. Telefon 257541-9. Celoroční předplatné Kčs 216,-.

Научный журнал ROSTLINNÁ VÝROBA публикует обзоры, анализы и научные статьи о решенных заданиях по научному исследованию в области растениеводства. Издает Институт научно-технической информации по сельскому хозяйству. Выход в свет ежемесячно. Редакция 120 56 Прага 2, Слезска 7.

The scientific journal ROSTLINNÁ VÝROBA publishes studies, analyses and scientific treatises about the solved research tasks in the line of the plant production. Published by the Institute of Scientific and Technical Information for Agriculture. Issued monthly. Editorial office 120 56 Prague 2, Slezská 7.

Die wissenschaftliche Zeitschrift ROSTLINNÁ VÝROBA veröffentlicht Studien, Analysen und wissenschaftliche Abhandlungen über die gelösten Forschungsaufgaben auf dem Gebiete der pflanzlichen Produktion. Herausgegeben von Institut für wissenschaftlich-technische Information der Landwirtschaft. Erscheint monatlich. Redaktion 120 56 Praha 2, Slezská 7.

Le journal scientifique ROSTLINNÁ VÝROBA publie les études, analyses et traités scientifiques concernant les tâches de recherches résous dans le domaine de production végétale. Publié par l'Institut des Informations Scientifiques et Techniques pour l'agriculture. Publié chaque mois. Rédaction 120 56 Prague 2, Slezská 7.

Systémy racionálnejšieho pestovania a využitia kukurice v ČSSR

V roku 1976 bol schválený ÚV KSC a Federálnou vládou ČSSR kukuričný program s cieľom zefektívniť a skvalitniť pestovanie kukurice v našich podmienkach v nadväznosti na vytvorenie priestoru pre zabezpečenie sebestačnosti výroby zrna kukurice. Tento program doplnilo 13. zasadnutie Pléna ÚV KSC z roku 1979 s cieľom vytvorenia sebestačnosti výroby objemových krmovín, kde významné miesto zaujíma kukurica na siláž a zelené kŕmenie.

Vytýčené ciele na úseku vedy a výskumu za prvé tri roky šiestej päťročnice sa darilo úspešne splniť. V oblasti genetiky sa študoval rozsiahly biologický materiál zahraničných zdrojov a vytvorili sa nové samoopelované línie, ktoré sa budú v ďalšej päťročnici využívať pri tvorbe nových hybridov kukurice. Výskum technológie a techniky doriešil niektoré otázky týkajúce sa agrotechniky, výživy a ochrany kukurice. Tým sa skompletizoval pestovateľský program kukurice pre výrobnú prax. Na úseku ekonomického výskumu sa hľadali nové formy a metódy pre zefektívnenie a zvýšenie rentability pestovania kukurice pre rôzne smery využitia.

V roku 1977 sa vytvorili vedeckovýrobné združenia pre šľachtenie a semenárstvo. Výskumný ústav kukurice v Trnave bol začlenený do VJH Slovosivo. Touto integráciou došlo aj k zmene v činnosti ústavu a pracovná náplň sa rozšírila o šľachtenie a semenársky výskum. Už predtým organizovaná úspešná spolupráca so šľachtiteľskými stanicami Čejč u Hodonína a Topolníky, okres Dunajská Streda, prináša v súčasnosti prvé výsledky. Boli vyšľachtené a povolené výkonné hybridy kukurice s potenciálom úrodnosti, ktorý sa vyrovná najlepším zahraničným hybridom. Významne sa zlepšila situácia v sklade a v množstve hybridov. Zatiaľ čo v roku 1976 bolo povolených iba 12 hybridov kukurice, v tomto roku sa ich počet zvýšil na 20. Podarilo sa vyriešiť predovšetkým šľachtenie v tvorbe veľmi skorých a skorých hybridov dvoj a trojlíniového typu s vysokými parametrami úrodnosti a významnými hospodárskymi znakmi a vlastnosťami. V súčasnosti máme k dispozícii veľmi dobrý základný biologický materiál, čo je predpokladom úspešného šľachtenia hybridov kukurice aj v budúcnosti. Pozitívne výsledky sa dosiahli aj v šľachtení hybridov kukurice na kvalitu. V roku 1978 bola priznaná originalita hybridu TA 480 L, ktorý sa pri zachovaní vysokého potenciálu úrodnosti vyznačuje stabilným obsahom lyzínu v zrne 4,7 g na 100 g bielkovín. Okrem toho naši fyziológovia, genetici a šľachtitelia finalizujú tvorbu nového genotypu kukurice, ktorého potenciál úrodnosti zrna je 13,0 až 15,0 t ha⁻¹. Tento genotyp sa od klasických typov odlišuje morfológicky so zmenenou architektúrou rastliny. Je erektofilného typu, s výškou 1200 až 1400 mm, čo umožňuje priblížiť organizáciu porastu až na úroveň úzkosiatych plodín pri počte jedincov 140 až 150 tisíc na hektár. O tento typ kukurice, ktorý má nízky podiel vegetatívnej hmoty k zrnu, majú záujem šľachtitelia u nás i v zahraničí. Predpokladáme jeho úspešné pestovanie v poľnohospodárskej praxi v ôsmej päťročnici hlavne v závlahových podmienkach.

Praktické skúsenosti z minulých rokov ukazujú, že veľké rezervy máme v oblasti finalizácie biologického materiálu, to znamená v semenárstve kukurice. Ak porovnáваме biologickú hodnotu osiva kukurice zahraničných hybridov s našimi musíme konštatovať, že v tejto oblasti sa žiada aj výskumom overiť niektoré pestovateľské technologické parametre, aby naše semenárstvo reprezentovalo vysokou kvalitou osiva nielen doma, ale aj v zahraničí. V materiálno-technickom vybavení semenárstva oproti minulosti nastal veľký pokrok. V SSR boli dobudované dva semenárske závody s kapacitou 550 ton a pred dokončením je spracovateľský závod osiva kukurice v Bzenci. Súčasná kapacita pre plánovanú výrobu osiva kukurice nie je však dostatočná. Bude ju potrebné urýchlene dobudovať nielen pre našu potrebu, ale aj pre export veľmi skorých a skorých hybridov do NDR a PLR.

Na rozdiel od výskumnej časti kukuričného programu, plnenie v praxi bolo v predchádzajúcich rokoch silne ovplyvňované nepriaznivými poveternostnými podmienkami a v niektorých pestovateľských areáloch nekompletnosťou technologických línií pestovania vrátane závlah, zberu a pozbierového spracovania zrna. Túto situáciu umocňoval aj nedostatok kvalitných vysokovýkonných hybridov hlavne skupiny FAO veľmi skorých a skorých typov. Vysoká rozdielnosť v hektárových úrodách v poľnohospodárskych podnikoch poukazuje aj na agrotechnické nedostatky, ktoré v systéme pestovateľských pokynov neboli bezozvyšku dodržiavané. Realizačné výstupy z výskumných úloh, ktoré zabezpečujeme vo vybraných poľnohospodárskych podnikoch ukazujú, že programovaním sa dali úrody aj za nepriaznivých poveternostných podmienok.

nostných podmienok stabilizovať na úroveň 6,0 až 8,2 tony zrna z hektára. Ako príklady možno uviesť v prevádzkových podmienkach dosiahnuté úrody v JRD „Vítazný február“ Šoporňa, JRD Tešedíkovo, okres Galanta ap. Stabilizácia vysokých úrod kukurice sa dosiahla efektívnym využívaním závlahovej techniky. O význame vody pri stabilizácii vysokých úrod hovoria aj výsledky z prechodnej kukurično-repárskej oblasti v poľnohospodárskych podnikoch JRD Ostrov, Trebatice, Hraničná ap., kde sa úrody zrna kukurice v bezzávlahových podmienkach stabilizovali na úrovni 6,5 až 7,3 t ha⁻¹. V overovacích prevádzkach dosiahli dobré výsledky aj poľnohospodárske podniky v CSR, a to SS Klíčany, okres Praha-východ, Velké Pavlovice, okres Břeclav a ďalšie.

Úrody zrna kukurice nepriaznivo ovplyvňovala okrem spomínaných činiteľov aj poľnohospodárske podniky v CSR, a to SS Klíčany, okres Praha-východ, JRD trebné v kukuričnej výrobnnej oblasti orientovať sa na pestovanie skorých a stredne skorých hybridov, ktorých zastúpenie by malo byť najmenej 75 %. V repnej výrobnnej oblasti je potrebné vytypovať lokality, kde teplotné a pôdne pomery dovoľujú úspešne pestovať veľmi skoré a skoré hybridy kukurice na zrnó. Ich zastúpenie by malo byť 100 % na celej pestovateľskej výmere. Splnením týchto požiadaviek by sa vytvoril priestor pre stabilizáciu vysokých úrod kukurice. V kukuričnej výrobnnej oblasti, kde trvale prevláda aridná klíma, je vhodnejšie pestovať poľnohospodárske plodiny, ktoré využívajú predovšetkým zásobu zimnej vlhky a technickú zrelosť dosahujú v mesiacoch máj a jún. Úspešné šľachtenie československých veľmi skorých a skorých hybridov kukurice a predpoklad doriešenia semenárstva v ČSSR vytvárajú priestor pre rozšírenie pestovania kukurice na zrnó v oblasti Polabia, centrálnej zóny Hanej, Ponitria, Východoslovenskej nížiny a ďalších areálov s vlhkejšími poveternostnými podmienkami a dostatočnou sumou denných teplôt pre úspešný vývoj a rast týchto skupín hybridov.

Smery racionálnejšieho využitia kukurice upriamujú pozornosť nielen na poľnohospodárstvo, ale aj na potravinársky priemysel. Inovácia výrobkov poľnohospodársko-potravinárskeho komplexu predpokladá zvýšiť v šľachtiteľskom procese kvalitatívnu hodnotu škrobu, tuku a bielkovín. Využitie komponentov kukuričného zrna vo výžive dieťaťa a v diéte diabetikov priam núka tento významný zdroj. Podobne vysokovýživná hodnota a skladba kukuričného oleja je pre tukový priemysel (cez odklíčkovanie merkantilnej kukurice) významným zdrojom pre zlepšenie kvality rastlinných olejov z vlastných zdrojov. Perspektívne by sa malo uvažovať, podobne ako v MLR, s výstavbou glukózo-škrobárenského kombinátu s cieľom výroby izomerázy glukózy ako významného komponenta racionálnej výživy obyvateľstva.

Problematika analyzovaná v tomto monotematickom čísle dáva priestor našej vedeckovýskumnej základni, šľachtiteľskej a poľnohospodárskej praxi pre ďalšiu racionalizáciu v oblasti problematiky kukurice a sme presvedčení, že prispeje ku komplexnosti riešenia kukuričného programu v ČSSR.

Ing. Robert Ševčovič, CSc.,
riadiateľ Výskumného ústavu kukurice, Trnava

METÓDA DIAGRAMOVÉHO SPÔSOBU PROGRAMOVANIA RAJONIZÁCIE HYBRIDOV KUKURICE NA SILÁŽ PRE JEDNOTLIVÉ VÝROBNÉ OBLASTI

R. Ševčovič

ŠEVČOVIČ, R. (Výskumný ústav kukurice Trnava): *Metóda diagramového spôsobu programovania rajonizácie hybridov kukurice na siláž pre jednotlivé výrobné oblasti*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (12) : 1205-1213.

Na základe exaktných pokusov s kukuricou na siláž v jednotlivých výrobných oblastiach a na základe sledovania kvantitatívnych a kvalitatívnych prvkov úrodnosti bola vypracovaná metóda diagramového spôsobu rajonizácie hybridov. Porovnávala sa škrobová hodnota, podiel hmotnosti šúlkov k celkovej hmotnosti nadzemných častí rastlín, obsah hrubej vlákniny a relatívna produktivnosť vypočítaná zo vzťahu hmotnosť sušiny k obsahu hrubej vlákniny. Z výsledkov vyplýva, že optimálne 'FAO' skupiny pestovaných hybridov kukurice na siláž pre kukuričnú výrobnú oblasť sú 'FAO 430' pre repársku výrobnú oblasť 'FAO 340' a pre zemiakársku výrobnú oblasť 'FAO 180'.

kukurica na siláž; program rajonizácie hybridov; škrobová hodnota; podiel šúlkov; obsah hrubej vlákniny; relatívna produktivnosť

V popredných štátoch sveta, ktoré sú známe vysokou úrovňou poľnohospodárskej výroby, sa programovanie úrod poľnohospodárskych plodín stalo súčasťou vedeckého riadenia biologických, technologických a ekonomických procesov. ČSSR nemá zatiaľ v tejto oblasti dlhodobú tradíciu. Pred niekoľkými rokmi sa programovanie začalo využívať pri úzkosiatach obilnínach s pozitívnymi výsledkami vo výskume a úspešným uplatňovaním v poľnohospodárskej praxi.

Programovanie úrod poľnohospodárskych plodín je proces veľmi zložitý. Jeho neoddeliteľnou súčasťou je programovanie rajonizácie biologického materiálu v nadväznosti na variabilnosť agroekologických podmienok. Vyžaduje si analyzovať početný súbor ukazovateľov kvantitatívneho a kvalitatívneho charakteru rôznych vedných disciplín. S. A. Rinskij, N. S. v Sovietskom zväze už pred 40 rokmi rozpracoval štruktúru programovania úrod hlavných poľnohospodárskych plodín. Pri jej použití v poľnohospodárskej praxi v roku 1938 bola pri ozimnej pšenici dosiahnutá primeraná úroda zrna 9,98 t ha⁻¹ s programom 10,0 t zrna na ha. Približne v tom istom období bola Volgogradským poľnohospodárskym ústavom pri kukurici na siláž dosiahnutá priemerná úroda zelenej hmoty 12,5 t ha⁻¹ s programom 12,0 t ha⁻¹.

Pri programovaní úrod kukurice na siláž v podmienkach ČSSR zohráva podstatnú úlohu biologický materiál (Ševčovič, 1978). Popri dĺžke vegetačnej doby hybridu sú dôležité aj hospodárske znaky a vlastnosti, ktoré sa významne podieľajú na tvorbe sušiny nadzemných orgánov a rozhodujú o tolerancii prípadne reaktivnosti hybridu na or-

ganizáciu porastu. Z týchto dôvodov sa v praxi osvedčili predovšetkým štvorlíniové hybridy, ktoré sú najadaptabilnejšie na zmeny poveternostných podmienok a na rozdielnú úroveň agrotechniky. V súčasnosti máme pre kukuričnú výrobnú oblasť dostatočné množstvo hybridov so stabilnými hektárovými úrodami silážnej hmoty z jednotky plochy (Valterová a Javorek, 1976). Pre túto oblasť sa využívajú hybridy kukurice, ktoré sú zaradené do skupiny 'FAO 300' až '550'. Pri ich výbere a rajonizácii sa zohľadňovali predovšetkým ich kvantitatívne vlastnosti s cieľom dosiahnutia maximálnych úrod zelenej hmoty a sušiny (Ševčovič, 1975). Pestovanie kukurice na siláž je v repárskej výrobní oblasti zabezpečované prevažne hybridmi československého šľachtenia 'FAO' skupiny '200' až '400'. Podľa dlhoročných výsledkov sa v tejto výrobní oblasti dosahujú najstabilnejšie úrody silážnej hmoty (Kopecký, 1970). V zemiakárskej výrobní oblasti možno označiť (v podmienkach ČSSR) pestovanie kukurice na siláž za najzložitejšie. V agrotechnickom termíne zberu obsahujú rastliny nízke percento sušiny na úrovni 18 až 20 %, čo je z hľadiska požadovanej kvality siláže pre diétu polygastričných zvierat menej vhodné (Podolák, 1964).

Programovanie úrod kukurice na siláž zohľadňuje požadované kvalitatívne parametre silážnej hmoty. V Sovietskom zväze bol navrhnutý spôsob hodnotenia silážnej kukurice podľa tzv. relatívnej produktivity, ktorú možno vypočítať zo vzťahu:

$$\frac{\text{úroda sušiny v kg ha}^{-1}}{\text{obsah hrubej vlákniny v \%}}$$

Porovnávanie týchto veličín je významné z tých dôvodov, že kukurica dozrievaním zvyšuje stráviteľnosť organickej hmoty relatívnym znížením obsahu menej stráviteľných a nestráviteľných živín.

MATERIÁL A METÓDY

V rokoch 1971 až 1973 sa v kukuričnej, repárskej a zemiakárskej výrobní oblasti zisťovali v období zberovej zrelosti kukurice na siláž základné prvky úrod-

I. Dĺžka vegetačnej doby hybridov kukurice podľa skupín FAO — The length of the growing season of maize hybrids according to FAO

Dĺžka vegetačnej doby v dňoch	Skupina FAO	Stupnica hodnotenia
do 120	do 200	1 — veľmi skoré
120,1 — 127	nad 200	2 — skoré
127,1 — 134	nad 300	3 — stredne skoré
134,1 — 141	nad 400	4 — stredne neskoré
141,1 — 148	nad 500	5 — neskoré
148,1 — 155	nad 600	6 — veľmi neskoré

FAO (Food and Agriculture Organization) stupnica je medzinárodná stupnica pre číselné označenie skorosti hybridov kukurice. Číselné označenie skorosti hybridu vyjadruje porovnanie dĺžky rastového obdobia so svetovým štandardom — hybridom pre danú skupinu skorosti.

nosti a kvality. Do experimentu v poľných pokusoch bol zaradený jeden perspektívny hybrid československého šľachtenia 'CE 42/70' a tri povolené hybridy 'CE 270', 'CE 380' a 'Topoľnícky neskorý'. Pre absolútnu porovnateľnosť na všetky pokusné stanovišťa bol zaradený hybrid 'CE 380'. Hybridy kukurice reprezentujú škálu hybridov skupiny 'FAO 200' do 'FAO 550'. (Bližšie vysvetlenie číselných hodnôt 'FAO' je v tab. I). Odbery rastlín kukurice sa robili v agrotechnických termínoch zberu pre jednotlivé výrobné oblasti z jednotlivých nadzemných častí rastlín — stebiel, listov, obalových listenov, odlistených šúlkov a obsah základných živín — dusíkatých a bezdusíkatých látok, dusíkatých látok nebielkovinových, hrubého tuku a hrubej vlákniny. Zistené údaje slúžili pre výpočet škrobovej hodnoty, produkcie škrobových jednotiek a relatívnej produktivity. Ďalej sa porovnávali grafickým spôsobom, čo tvorilo základný podklad pre metódu diagramového spôsobu rajonizácie hybridov kukurice na siláž.

VÝSLEDKY

Obsah sušiny rastlín kukurice zberaných v agrotechnických termínoch bol závislý v prevažnej miere od priebehu poveternostných podmienok pestovateľského roka. Významný podiel na obsahu sušiny mali aj morfológicko-biologické vlastnosti hybridu včítane dĺžky vegetačnej doby. Na tvorbe sušiny sa v najväčšej miere podieľali odlistené šúľky a listy. V odlistených šúľkoch bol obsah sušiny 29,31 až 46,38 % a v listoch od 31,42 do 41,70 % v závislosti od typu a vegetačnej doby hybridu kukurice. Pri hybride 'CE 380' v repárskej výrobnéj oblasti poklesol obsah sušiny v odlistených šúľkoch a listoch oproti obsahu sušiny v kukuričnej výrobnéj oblasti o 22,25 až 32,00 %. V zemiakárskej výrobnéj oblasti sa zaznamenal značne nižší obsah sušiny v odlistených šúľkoch nielen u hybridu 'CE 380', ale aj u skorého hybridu 'CE 42/70', ktorý je reprezentantom 'FAO' skupiny '200'. Obsah sušiny listov bol približne na úrovni hybridov pestovaných v repárskej výrobnéj oblasti a pohyboval sa v rozpätí od 25,00 do 26,00 %.

V kukuričnej výrobnéj oblasti bol priemerný obsah sušiny rastlín za sledované pokusné roky a hybridy 29,61 %, pričom u stredne neskorého hybridu 'CE 380' oproti neskorému typu hybridu 'Topoľnícky neskorý' bol vyšší o 30,44 %. Intenzívnejší rast 'CE 380' bol v generatívnych fázach ontogenézy vo fenofáze mliečno-voskovej a voskovej zrelosti.

V repárskej výrobnéj oblasti bol priemerný obsah sušiny rastlín pri zbere 24,96 %. Medzi hybridmi skorej a strednej skupiny, zaradených na tomto stanovišti, boli minimálne rozdiely. Nízke rozdiely v obsahu sušiny nadzemných častí rastlín sa zistili aj v zemiakárskej výrobnéj oblasti. Obsah sušiny sa pohyboval medzi 18,31 až 19,11 %.

Úroveň ďalšieho kvalitatívneho ukazovateľa — škrobovej hodnoty — ovplyvňovali ekologické podmienky pokusného stanovišťa a pestovateľské roky. Napríklad v nadzemných častiach hybridu 'CE 380' boli zistené najvyššie hodnoty v kukuričnej výrobnéj oblasti. Ak túto hodnotu porovnáme indexovou metódou, tak v repárskej výrobnéj oblasti bol index 68,16 % a v zemiakárskej výrobnéj oblasti 46,53 % oproti hodnotám zisteným v kukuričnej výrobnéj oblasti. Rozdiel v škrobových hodnotách rastlín stredne neskorých a neskorých hybridov v kukuričnej výrobnéj oblasti je taktiež značný. Upozorňuje to na skutočnosť, že neskoré hybridy nedosahujú ani v kukuričnej výrobnéj oblasti také kvalitatívne hodnoty ako hybridy stredne neskoré.

Jedným z významných ukazovateľov úrodnosti, ktorý sa zisťoval na základe produkcie zelenej hmoty a obsahu základných živín v nadzemných častiach rastlín, sú škrobové jednotky. Ich produkcia na jednotke plochy bola závislá od obsahu sušiny v nadzemných častiach rastlín a od počtu vyvinutých šúľkov na rastlinách. Dokazuje to vysoká korelačná lineárna závislosť pri prevažnej väčšine hybridov. Napríklad v repárskej výrobnnej oblasti mal hybrid 'CE 270' korelačnú závislosť $ryx_2 0,388^+$ a pri hybride 'CE 380' $ryx_2 0,975^{++}$. Regresné koeficienty u prvého hybridu boli $byx_2 44,28$ a $bx_2y 340,3 \cdot 10^{-1}$. U druhého hybridu 'CE 380' bolo $byx_2 201,00$ a $bx_2y 476,1 \cdot 10^{-1}$ (y = sušina, x = počet šúľkov). Preukaznosť rozdielov medzi hybridmi sa javí v tom, že fenofázy rastu hybridov kukurice pri zbere boli odlišné z hľadiska rozdielnej dĺžky vegetačnej doby. Produkcia škrobových jednotiek v kukuričnej a repárskej výrobnnej oblasti sa pohybovala od 7,38 do 9,40 t ha⁻¹. Menšia produkcia na jednotku plochy bola v priebehu všetkých pokusných rokov v zemiakárskej výrobnnej oblasti v rozpätí od 4,74 do 5,74 t. Podobnú závislosť sme zistili aj pri hodnotení produktivity porastu podľa ďalšieho kvantitatívneho ukazovateľa relatívnej produktivity ($\bar{x} = 5,06$ t ha⁻¹). Pretože tento ukazovateľ je závislý aj od obsahu hrubej vlákniny, zmienime sa, do akej miery ovplyvňovali agroekologické podmienky výrobných oblastí a poveternostné pomery pokusných rokov hromadenie vlákniny v nadzemných častiach rastlín. Hybrid 'CE 380' obsahoval 19,79 % hrubej vlákniny v absolútnej sušine. Najvyšší obsah bol zistený v listoch (27,53 % absolútnej sušiny a najnižší v odlistených šúľkoch 6,21 % absolútnej sušiny). Zvyšovaním podielnosti šúľkov obsah hrubej vlákniny v nadzemných častiach rastlín klesal. Pokusné stanovišťa majú pritom na obsah hrubej vlákniny nepatrný vplyv. V zemiakárskej výrobnnej oblasti bol v odlistených šúľkoch podstatne vyšší obsah hrubej vlákniny.

II. Ukazovatele úrodnosti a kvality kukurice na siláž použité pre metódy diagramového určenia rajonizácie hybridov podľa výrobných oblastí — The indices of the yield and quality of silage maize used for the method of the diagrammatic determination of the regionalization of hybrids according to the regions of production

Výrobná oblasť	Typ hybridov	Obsah sušiny v rastlinách pri zbere v %	Podiel Wš/W v %	Obsah hr- bej vlákniny v %	Škrobová hodnota	Produkcia škrobo- vých jednotiek		Relatívna produktív- nosť v t ha ⁻¹
						t v ha ⁻¹	preukaznosť $\frac{P_{III}}{P_{III}}$	
Kukurická	SN	34,92	48,72	19,79	23,10	9,40	1,00	6,33
	N	24,29	32,67	19,97	15,29	8,20	1,52	5,88
Repárska	S	25,44	42,65	19,61	16,48	7,38	0,46	5,39
	SN	24,48	41,83	20,88	15,19	7,44	0,70	5,11
Zemiakárska	S	19,24	30,73	22,52	11,71	5,74	0,25	3,95
	SN	18,74	26,50	24,57	11,18	4,74	0,38	3,71

hybridy — S = skorý

SN = stredne neskorý

N = neskorý

Wš = hmotnosť sušiny odlistených šúľkov

W = celková hmotnosť nadzemných častí rastlín

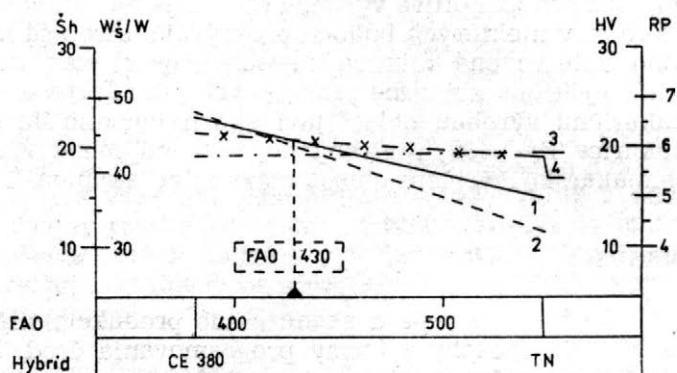
niny z dôvodov vyššieho podielu vretena k zrnu. V spomínanej výrobní oblasti sa však zistil nižší obsah hrubej vlákniny v stebľách a listoch.

Posledným ukazovateľom, ktorý bol zaradený do metódy diagramového spôsobu programovania rajonizácie hybridov je podiel hmotnosti sušiny šúľkov k celkovej hmotnosti sušiny nadzemných častí rastlín pri zbere. Tento ukazovateľ silne ovplyvňovali agroekologické podmienky výrobných oblastí. Vo všetkých výrobných oblastiach sa zaznamenala vysoká variabilita tohoto ukazovateľa hlavne pri hybride 'CE 380'. V kukuričnej výrobní oblasti bola oproti zemiakárskej výrobní oblasti podielnosť vyššia o 89,48 % v priemere za pokusné roky.

Hodnoty ukazovateľov úrodnosti a kvality hybridov kukurice na siláž podľa výrobných oblastí v priemere za pokusné roky uvádzame v tab. II.

Z grafov na obr. 1, 2 a 3 vyplýva, že na diagramové určenie rajonizácie hybridov boli použité štyri ukazovatele, a to škrobová hodnota, podiel hmotnosti šúľkov k celkovej hmotnosti rastlín v %, percentuálny

I. Diagram programovania rajonizácie hybridov kukurice na siláž pre kukuričnú výrobnú oblasť — Diagram of the programming of silage maize hybrid regionalization for the maize-growing region



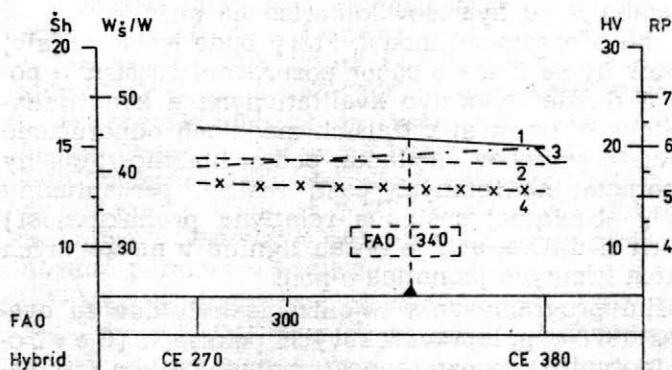
abscisa — skupina 'FAO' a názov hybridu kukurice
ordináta vľavo

— škrobová hodnota — $\bar{S}h$, označenie 1
— percentuálny podiel hmotnosti sušiny šúľkov z celkovej hmotnosti sušiny — W_s/W — označenie 2

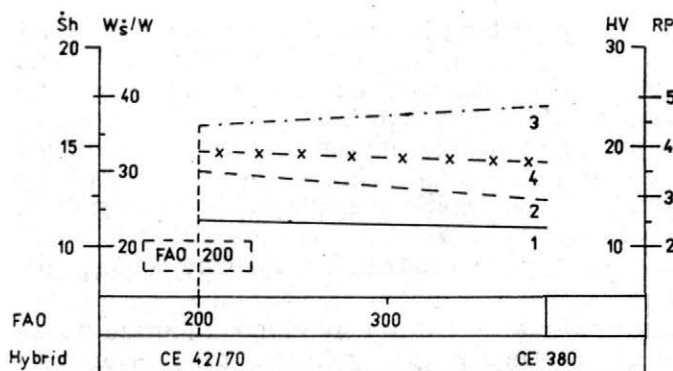
ordináta vpravo

— percentuálny obsah hrubej vlákniny v abs. sušine — HV — označenie 3

— relatívna produktivnosť — RP — označenie 4



II. Diagram programovania rajonizácie hybridov kukurice na siláž pre repársku výrobnú oblasť — Diagram of the programming of silage maize hybrid regionalization for the beet-growing region



III. Diagram programovania rajonizácie hybridov kukurice na siláž pre zemiakársku výrobnú oblasť — Diagram of the programming of silage maize hybrid regionalization for the potato-growing region

obsah hrubej vlákniny v absolútnej sušine a relatívna produktivnosť rastlín v $t\ ha^{-1}$. V tomto poradí sú aj ukazovatele s označením 1, 2, 3, 4.

Princíp metódy diagramového určenia rajonizácie hybridov kukurice na siláž pre jednotlivé výrobné oblasti je na základe smerovania priamok, ktoré sa v niektorých bodoch prekrývajú, alebo sa k sebe približujú. Z tohto bodu vedená kolmica k abscise (os x) stanovuje optimálnu skupinu 'FAO' hybridov kukurice pestovaných pre silážne účely. Podľa toho sa pre kukuričnú výrobnú oblasť javí ako najvhodnejšia skupina hybridov kukurice 'FAO 430', pre repársku výrobnú oblasť 'FAO' skupina '340' a pre zemiakársku výrobnú oblasť maximálne skupina 'FAO 200'.

DISKUSIA

Pre zefektívnenie a skvalitnenie produkcie silážnej hmoty kukurice sa hľadajú spôsoby a formy programovania úrod. Nakoľko programovanie úrod je veľmi zložitý proces, žiada sa vypracovať čiastkové programy pre stanovenie vhodnosti použitia biologického materiálu, správnej agrotechniky, zberu a pozberového zpracovania. V práci sme sa zamerali na riešenie optimalizácie voľby hybridov kukurice pre jednotlivé výrobné oblasti. Doteraz používané metódy hodnotili produktivnosť porastu kukurice najmä z hľadiska úrody zelenej hmoty a sušiny. Z ukazovateľov kvality sa sledoval iba obsah sušiny rastlín pri zbere (Podolák, 1964). Z týchto dôvodov sa hľadala cesta pre zjednodušenie hodnotenia silážnej hmoty z kukurice. Ako najvhodnejšia sa javí metóda diagramového spôsobu určenia rajonizácie hybridov kukurice na siláž.

Metódu uvádzame ako programový model, ktorý bude treba naďalej zlepšovať. Z tých dôvodov by sa žiadalo súbor pozorovaní rozšíriť o počet hybridov, prípadne o ďalšie množstvo kvalitatívnych a kvantitatívnych ukazovateľov úrodnosti. Avšak aj v ďalších modeloch odporúčame nami sledované ukazovatele (škrobová hodnota, podiel hmotnosti sušiny šúlkov k celkovej hmotnosti nadzemných častí rastlín, percentuálny obsah hrubej vlákniny v absolútnej sušine a relatívna produktivnosť) použiť a prípadne rozšíriť o ďalšie, ako je obsah lignínu v nadzemných častiach rastlín, produkcia kŕmnych jednotiek a pod.

Metóda diagramového programovania rajonizácie hybridov sa overovala v rokoch 1976 až 1978 v poloprevádzkových pokusoch (Ševčík, 1978). Výsledky potvrdili opodstatnenosť metódy s tým, že va-

riabilita v stanovení optimálnej 'FAO' skupiny hybridov kukurice na siláž bola iba 17 %. Tento rozptyl je zanedbateľný, nakoľko v poľnohospodárskej praxi je z hľadiska organizácie zberu a dozrievania hybridov kukurice potrebné pestovať najmenej tri až päť hybridov s rôznou dĺžkou

Výrobná oblasť	FAO skupiny		
	minimálne	maximálne	optimálne
Kukuričná	350	550	430
Repárska	250	400	340
Zemiakárska	—	200	180

vegetačnej doby. Na základe navrhovanej metódy programovania rajonizácie hybridov možno stanoviť aj minimálne a maximálne 'FAO' skupiny hybridov kukurice na siláž pre jednotlivé výrobné oblasti.

V kukuričnej výrobní oblasti neodporúčame pri pestovaní kukurice na siláž zaraďovať hybridy nižšej 'FAO' skupiny ako '350', lebo dochádza k znižovaniu úrod silážnej hmoty z jednotky plochy. Pri 'FAO' skupine '550' je predpoklad vysokých úrod silážnej hmoty s požadovanou kvalitou. V niektorých ročníkoch sa však nedosahuje dostatočná kvalita z dôvodov nižšieho obsahu sušiny rastlín pri zbere. Z tých dôvodov je možné porasty využiť pre sušenie celých nadzemných častí rastlín. Pri rajonizácii hybridov je potrebné orientovať sa predovšetkým na 'FAO' skupinu '430', ktorá by mala reprezentovať z celkovej plochy osevu minimálne 50 %.

V priemere za sledované pokusné roky sa na stanovištiach umiestnených v repárskej výrobní oblasti zistil obsah sušiny rastlín v agro-technickom termíne zberu 25,50 %. Pretože medzi hybridmi skupiny 'FAO' '250' až '380' bol rozdiel v obsahu sušiny zanedbateľný, avšak produkcia zelenej hmoty a sušiny bola u neskorších hybridov preukazne vyššia, odporúča sa voliť minimálna hranica vo 'FAO' skupinách '250' a maximálna '400'. Aj v tejto výrobní oblasti by bolo potrebné zamerať sa na skupiny 'FAO 340', ktoré by mali byť z celkového osevu kukurice na siláž zastúpené približne na 50 %.

Zložitá situácia v rajonizácii hybridov sa javí v zemiakárskej výrobní oblasti. V súčasnosti za vhodný hybrid pre túto oblasť možno pokladať 'CE 193 S', ktorému bola tohoto roku priznaná originalita. Hybridy 'FAO' skupiny nad '200' do zemiakárskej výrobní oblasti neodporúčame, pretože nedosahujú obsah sušiny rastlín pri zbere vyšší ako 18 %, čo má negatívny vplyv na kvalitu silážnej hmoty. V súčasnosti sú v našich šľachtiteľských staniciach rozpracované biologické materiály hybridov kukurice na siláž 'FAO' skupiny '180', ktoré bude možno v krátkej budúcnosti pestovať v poľnohospodárskej praxi, nakoľko dosahujú požadované parametre kvality.

Metódu diagramového spôsobu programovania rajonizácie hybridov kukurice na siláž pre jednotlivé výrobné oblasti by bolo možné použiť aj pri programovaní úrod iných poľnohospodárskych plodín. Žiadalo

by sa však (podľa smeru využitia týchto plodín) stanoví iné ukazovatele úrodnosti a kvality produkcie.

Literatúra

- KOPECKÝ, O.: Zásady úspěšného pěstování kukuřice na siláž. Biologizace a chemizace výživy zvířat, 3, 1970, s. 203-206.
- PODOLÁK, M.: Agrotechnika silážnej kukurice v oblasti kukuričnej, zemiakárskej a horskej. [Výskumná správa.] Trnava, VÚKu 1964.
- ŠEVČOVIČ, R.: Vplyv hybridov kukurice na kvalitu silážnej hmoty v jednotlivých výrobných oblastiach. [Výskumná správa.] Trnava, VÚKu 1975, s. 59.
- ŠEVČOVIČ, R. a kol.: Program pestovania kukurice — analýza produkčných funkcií. [Výskumná správa.] Trnava, VÚKu 1978, s. 37.
- VALTEROVÁ, L. — JAVOREK, E.: Rozbor súčasného sortimentu našich a zahraničných hybridov kukurice. Rostl. Výroba, 22, 1976, č. 10, s. 1009-1019.

Došlo dňa 25. 7. 1979

ШЕВЧОВИЧ, Р. (НИИ кукурузы, Трнава): Метод диаграммного программирования районизации гибридов кукурузы на силос по производственным областям. Ростл. Výroba, 25, 1979 (12) : 1205-1213.

Na основе экзактных опытов с кукурузой на силос в отдельных производственных областях и определения количественных и качественных элементов урожайности был разработан метод диаграммного районирования гибридов. Сравнивали крахмальные эквиваленты, долю массы початков в общей массе наземных частей растений, общее содержание клетчатки и относительную продуктивность, которую вычисляли из отношения между массой сухого вещества и содержанием грубой клетчатки как показали результаты, оптимальными 'FAO' группами для выращивания силосной кукурузы в кукурузной производственной области является 'FAO 430', для свекловичной — 'FAO 340' и для картофельной — 'FAO 180'.

кукуруза на силос; программа районизации гибридов; крахмальные эквиваленты; доля початков; содержание грубой клетчатки; относительная продуктивность

ŠEVČOVIČ, R. (Maize Research Institute, Trnava): *The Method of the Diagrammatic Programming of Silage Maize Hybrid Regionalization to Different Production Regions.* Rostl. Výroba, 25, 1979 (12) : 1205-1213.

Exact experiments were performed in different production regions and the silage maize tested in these experiments was subjected to the study of the qualitative and quantitative yield components. The results of these efforts served as a basis for working out a diagrammatic method of hybrid regionalization. The following factors were compared: starch value, proportion of the head weight in the total weight of the above-ground parts of the plants, crude fibre content, and relative productivity calculated from the relation of dry weight to crude fibre content. It follows from the results that the optimum 'FAO' groups of hybrids of maize silage to be grown in the maize-growing region are 'FAO 430', in the beet-growing region it is 'FAO 340', and for the potato-growing region 'FAO 180'.

silage maize; programme of hybrid regionalization; starch value; proportion of heads; crude fibre content; relative productivity

ŠEVČOVIČ, R. (Forschungsinstitut für Maisanbau, Trnava): *Diagrammverfahrensmethode des Programmierens von Rayonierung der Silomaishybriden für die einzelnen Produktionsgebiete.* Rostl. Výroba, 25, 1979 (12) : 1205-1213.

Auf Grundlage exakter Versuche mit dem Silomais in den einzelnen Produktionsgebieten und auf Grundlage der Untersuchung qualitativer und quantitativer Elemente der Fruchtbarkeit wurde die Methode eines Diagrammverfahrens der Rayonierung von Hybriden ausgearbeitet. Man verglich den Stärkewert, den Anteil der Kolbenmasse an der Gesamtmasse der oberirdischen Pflanzenteile, den Rohfasergehalt und die relative Produktivität, die man aus dem Zusammenhang von Masse der Trockensubstanz zum Rohfasergehalt berechnete. Aus den Ergebnissen folgt,

daß für den Produktionstyp Maisanbau die 'FAO 430' - 'FAO'-Gruppen der angebauten Silomaishybriden, für den Produktionstyp Zuckerrübenanbau die 'FAO 340' und für den Produktionstyp Kartoffelanbau die 'FAO 180' optimal sind.

Silomais; Programm der Rayonierung der Hybriden; Stärkewert; Anteil der Kolben; Rohfasergehalt; relative Produktivität

Adresa autora:

Ing. Robert Ševčovič, CSc., Výskumný ústav kukurice, Trstínska 13, 917 52 Trnava

**Výběr z nových přírůstků
Ústřední zemědělské a lesnické knihovny
z oboru rostlinné výroby**

Uvedené publikace je možno si vypůjčit osobně nebo písemně v ÚZLK, výpůjční oddělení, 120 56 Praha 2, Slezská 7. Výpůjční doba: pondělí až pátek od 9 do 18 hodin. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

C 24.545

1976 corn, cotton and soybeans. Enumerator's manual. Objective yield survey.

Washington, U. S. Depart. of agric. 219 s., tab. (Kukuřice, bavlna a soja — výnosy — výpočty — příručka / Bavlna, kukuřice a soja — výnosové ztráty — výpočty — příručka)

HAHNEL, K.

E 37.899/197

Entwicklung, Ertragsbildung und Stoffeinlagerung bei Mais in klimatischen Grenzlagen Schleswig-Holsteins und Hessens in Abhängigkeit von Boden, Witterung, Anbautechnik und Düngung. Diss. d. Justus-Liebig-Universität Giessen.

Giessen, n. vl. 1976. 162 s. 66 tab., grafy (Kukuřice — pěstování — NSR — Schleswig-Holsteinsko a Hessen — výzkum / Kukuřice — výnosy — vliv — NSR — výzkum — disertační práce)

HÜBNER, R. — WAGNER, F.

D 65.869/43

Lager- und Bruchfestigkeit von Maisstengeln in Abhängigkeit von Sorte und Standweite.

Eichhof, Hess. Lehr- u. Forschungsanstalt f. Grünlandwirtschaft u. Futterbau 1975. Nestr., 3 obr. 10 tab. Sndr. Futter, Bd. 21, H. 2., 1975. (Kukuřice — stonky — pevnost — výzkum / Kukuřice — nakládání — stonky — lámání — vliv — výzkum — NSR)

INHIBÍCIA RASTU A AKUMULÁCIA PROLÍNU V KLÍČIACICH RASTLINÁCH IMBREDNÝCH LÍNIÍ KUKURICE AKO REAKCIA NA OSMOTICKÝ STRES

M. Luxová, O. Gašparíková, T. Pšenáková, O. Polerecký

LUXOVÁ, M. — GAŠPARÍKOVÁ, O. — PŠENÁKOVÁ, T. — POLERECKÝ, O.* (Ústav experimentálnej biológie a ekológie SAV, Bratislava; *Výskumný ústav kukurice, Trnava): *Inhibícia rastu a akumulácie prolínu v klíčiach rastlinách imbredných línií kukurice ako reakcia na osmotický stres*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (12) : 1215-1224.

Cieľom práce bolo zistenie rozdielov v predlžovacom raste a v akumulácii prolínu u imbredných línií kukurice na osmotický stres, navodený polyetylén glykolom 4000. Pri vyššej koncentrácii (–10 barov) sa nepriaznivý účinok osmotického stresu na predlžovací rast prejavil jednoznačne intenzívnejšie na nadzemnej časti. Účinok nižšej koncentrácie (–5 barov) poukázal však na zložitejšie vzťahy medzi koncentráciou osmotika a inhibíciou predlžovacieho rastu nadzemných a podzemných orgánov. Stupeň inhibície predlžovacieho rastu primárneho koreňa semenáčov, vystavených osmotickému stresu, sa nemusí stotožňovať s intenzitou prejavu dospelých rastlín v poľných podmienkach za sucha (vädnutie, stáčanie listov). Poukazuje to na zmeny v odolnosti rastlín voči suchu v priebehu ich ontogenetického vývinu. U všetkých sledovaných imbredných línií sa voľný prolín hromadil intenzívnejšie v koreňoch ako v nadzemnej časti pri oboch použitých koncentráciách osmotika, aj keď akumulácia nebola veľmi výrazná. Medzi stupňom inhibície predlžovania a veľkosťou poolu voľného prolínu neboli pozorované vzájomné súvislosti. Výsledky jednoznačne ukázali, že pre semenáče kukurice je predlžovací rast citlivejším indikátorom na suchu ako hladina voľného prolínu.

kukurica; imbredné línie; testovanie na odolnosť voči suchu; osmotický stres; predlžovací rast; voľný prolín

V šľachtiteľskej praxi sa pri hodnotení odolnosti rastlín voči suchu použilo už niekoľko metód (Williams et al. 1967; Genkel et al. 1970; Genkel, 1976), celkove je však možné konštatovať, že testovanie v poľných podmienkach býva nevhodne ovplyvnené interakciou genotypu a vonkajšieho prostredia. Za základ štúdia odolnosti voči suchu sa preto považujú laboratórne metódy. Jednou z nich je použitie osmotického stresu. Predchádzajúce pokusy s účinkom osmotického stresu, navodené polyetylén glykolom 4000 na koreňový vrchol kukurice (Čiamporová a Luxová, 1976) nám poslužili ako východisko pre predloženú prácu. Jej cieľom bolo zistenie rozdielov v reakcii vybraných imbredných línií kukurice na osmotický stres.

Vodný stres indukuje charakteristické zmeny v hladine voľných aminokyselín. Najnápadnejšou z nich je enormné zvýšenie hladiny voľného prolínu (Barnett a Naylor, 1966; Stewart, 1972 a, b; Bar-Nun a Poljakof-Mayber, 1977), ktoré značne varíruje medzi rôznymi genotypmi. Mali a Mehta (1977) dokázali, že re-

zistentné variety ryže, exponované na vodný stres, akumulovali v steb-
lách viac prolínu ako susceptibilné variety. Podobné výsledky získali
aj Singh et al. (1973) u rôznych kultivarov jačmeňa a domnievajú sa,
že akumulácia prolínu môže byť použitá ako index rezistencie voči suchu.
Preto sme popri rastových zmenách sledovali aj vplyv osmotického stre-
su na akumuláciu prolínu.

MATERIÁL A METÓDY

Na základe vonkajších prejavov (stáčanie listov, vädnutie) sa zo sortimentu
Výskumného ústavu kukurice v Trnave vybrali línie reagujúce na suchu (TVA 409,
TVA 410) a línie odolné voči suchu (TVA 240, TVA 1013, TVA 1021, A 15). Zrná sa
nechali po šesťhodinovom napučaní kľíčiť 66 hodín v termostate pri teplote 25 °C
v navlhčených zvitkoch filtračného papiera. Pokus pokračoval ďalej v rastovej ko-
more Conviron E 8H nastavenej na tieto parametre: teplota 25 °C $\pm$ 1 °C, vlhkosť
60 % $\pm$ 3 %, svetelný režim 14 hodín svetlo – 10 hodín tma. Kľíčence sa po 24-ho-
dinovom prispôbení tekutému médiu v polovičnom Knopovom roztoku preniesli
do roztoku PEG 4000:

- o osmotickom potenciáli –5,065 barov, t. j. 14,7 g PEG na 100 ml živného roz-
toku (línie TVA 240, TVA 1013 a A 15),
- o osmotickom potenciáli – 10,130 barov, t. j. 21,1 g PEG na 100 ml živného roz-
toku (všetky línie),
- kontrolné rastliny pokračovali ďalej v raste v obnovenom polovičnom Knopo-
vom roztoku.

V jednotlivých kyvetách o obsahu 125 ml bolo umiestnených 20 rastlín. Po
24 hodinách sa vyhodnotili prírastky primárneho koreňa ovplyvnených a kontrol-
ných rastlín, u časti materiálu tiež prírastky nadzemnej časti (suma prírastku pr-
vého internódia, koleoptily a prípadne prírastky prvého listu). Zo získaných hodnôt
sa vypočítal priemerný prírastok, ktorý sa u kontroly považoval vždy za 100 %.
Hodnota prírastku sa u variantov, vystavených účinkom osmotického stresu, vy-
jadřila príslušným percentuálnym podielom. V jednotlivých variantoch bolo 40 až
60 rastlín, pokusy sa dva až trikrát opakovali.

Obsah voľného prolínu sa stanovil v koreňoch a v nadzemnej časti semenáčov
metódou Batesa et al. (1973) kyslým ninhydrínovým činidlom. Hodnoty uvedené
v tabuľkách sú priemerom štyroch stanovení.

VÝSLEDKY

I. V prvej fáze pokusov sa u troch líní, odolných voči suchu, sle-
dovali zmeny v predlžovacom raste primárneho koreňa a nadzemnej
časti, ako aj obsah voľného prolínu po aplikácii roztoku PEG 4000
o osmotickom potenciáli –5 barov a –10 barov.

Prírastok koreňa a nadzemnej časti nebol u kontrolných skupín
rovnaký (tab. I): u línie TVA 1013 koreň a nadzemná časť približne
rovnako rýchle, u línie TVA 240 rástol koreň značne pomalšie ako nad-
zemná časť a u línie A 15 rástol koreň rýchlejšie ako nadzemná časť.
Reakciou na osmotický stres bola inhibícia predlžovacieho rastu, pričom
intenzita inhibície bola funkciou koncentrácie. Vyššia koncentrácia in-
hibovala vo všetkých prípadoch predlžovací rast intenzívnejšie ako niž-
šia koncentrácia. Pokiaľ ide o porovnanie zmien predlžovacieho rastu
u primárneho koreňa a nadzemnej časti, bola u všetkých troch líní pri
vyššej koncentrácii prostredia nadzemná časť inhibovaná relatívne viacej
ako koreň. Pri použití roztoku PEG 4000 o nižšej koncentrácii bola však
nadzemná časť inhibovaná intenzívnejšie iba u línie TVA 1013, kým u lí-
nie TVA 240 bola inhibícia koreňa i nadzemnej časti približne rovnaká

I. Priemerné prírastky primárneho koreňa a nadzemnej časti za 24 hod. u kontroly a ovplyvnených variantov v mm a v % (prírastok kontroly sa u jednotlivých variantov rovná 100 %) — Mean increments of the primary root and above-ground part for 24 hrs in the control and test variants in mm and in % (in each variant, the increment of the control is 100 %)

Línia	Kontrola $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	PEG	
		-5 barov	-10 barov
TVA 1013			
koreň	28,46 $\pm$ 0,71	7,46 $\pm$ 0,27 (26,3%)	2,30 $\pm$ 0,22 (8,1%)
nadzemná časť	27,59 $\pm$ 0,77	4,50 $\pm$ 0,49 (16,4%)	0,32 $\pm$ 0,10 (1,1%)
TVA 240*)			
koreň	11,77 $\pm$ 0,79	4,42 $\pm$ 0,40 (37,5%)	0,82 $\pm$ 0,15 (7,0%)
nadzemná časť	23,00 $\pm$ 0,49	9,37 $\pm$ 0,79 (40,8%)	0,52 $\pm$ 0,16 (2,3%)
A 15			
koreň	29,93 $\pm$ 0,41	11,30 $\pm$ 0,33 (37,7%)	5,18 $\pm$ 0,26 (17,3%)
nadzemná časť	25,62 $\pm$ 0,38	16,08 $\pm$ 0,47 (62,8%)	2,28 $\pm$ 0,29 (8,9%)

*) použité staršie semeno ako v druhej fáze pokusov

a u A 15 bol naopak viacej inhibovaný rast koreňa. Popritom, že intenzita inhibície predlžovacieho rastu bola funkciou koncentrácie použitého osmotika, uplatnila sa u pokusných línií aj špecifická reakcia orgánov na koncentráciu. Podľa charakteru genotypu mohli zmeny koncentrácie ovplyvniť rýchlosť predlžovania rôznych častí rastliny rôzne.

II. Zmeny obsahu voľného prolínu v koreni a v nadzemnej časti vyvolané pôsobením osmotika po dobu 24 hod. (μg na 1 g čerstvej hmoty) — Changes in the content of free proline in the root and above-ground part, induced by 24-hour action of the osmotic agent (in μg per 1 g of fresh matter)

Línia	Kontrola	PEG	
		-5 barov	-10 barov
TVA 1013			
koreň	0,5	1,3	2,1
nadzemná časť	0,9	1,1	1,3
TVA 240*)			
koreň	1,3	1,7	2,3
nadzemná časť	1,1	0,6	1,7
A 15			
koreň	0,6	0,9	1,5
nadzemná časť	0,6	0,5	1,1

*) použité staršie semeno ako v druhej fáze pokusov

Zmeny v obsahu voľného prolínu, vyvolané 24-hodinovým pôsobením použitých koncentrácií osmotika, neboli veľmi výrazné (tab. II.). Osmotický potenciál -5 barov nevyvolal takmer žiadne zmeny v obsahu voľného prolínu v nadzemnej časti a len veľmi malé v koreni. Vyššia koncentrácia mala za následok vyššiu akumuláciu prolínu najmä v koreňoch. Podobne ako v prípade predlžovacieho rastu aj tu sa prejavila funkcia koncentrácie osmotika.

II. V druhej fáze pokusov sme použili iba vyššiu koncentráciu PEG 4000. Sledovali sme predlžovací rast primárneho koreňa a obsah voľného prolínu v koreňoch a v nadzemnej časti šiestich línii kukurice. Získané hodnoty sú zhrnuté v tab. III. a IV.

III. Priemerné prírastky primárneho koreňa za 24 hod. u kontroly a ovplyvneného variantu v mm a v % (prírastok kontroly sa u jednotlivých línii rovná 100 %) — Mean increments of the primary root for 24 hrs in the control and test variants in mm and % (in each variant, the increment of the control is 100 %)

Línia		Kontrola mm $\bar{x} \pm s_x$	PEG 4000 (-10 barov) mm $\bar{x} \pm s_x$		%
TVA 409	A	7,25 $\pm$ 0,53	0,24 $\pm$ 0,09		3,3
	B	15,57 $\pm$ 0,67	0,68 $\pm$ 0,13		4,4
TVA 410	A	6,40 $\pm$ 0,55	0,48 $\pm$ 0,08		7,5
	B	10,69 $\pm$ 0,85	0,52 $\pm$ 0,12		4,9
TVA 1021	A	22,62 $\pm$ 0,46	1,52 $\pm$ 0,22		6,7
	B	24,30 $\pm$ 0,85	0,93 $\pm$ 0,22		3,8
TVA 240	A	27,14 $\pm$ 0,88	3,10 $\pm$ 0,45		11,4
	B	27,05 $\pm$ 1,05	1,82 $\pm$ 0,23		6,7
TVA 1013	A	27,97 $\pm$ 0,97	0,12 $\pm$ 0,06		0,4
	B	31,23 $\pm$ 0,91	0		0
A 15	A	31,63 $\pm$ 0,54	1,74 $\pm$ 0,19		5,5
	B	33,39 $\pm$ 0,58	3,30 $\pm$ 0,24		9,9
	C	30,82 $\pm$ 0,77	2,28 $\pm$ 0,22		7,4

Z testovaných línii kukurice boli ako citlivé na sucho náhodne vybrané línie s nižším priemerným prírastkom koreňa. Nejde však o vlastnosť korelujúcu s uvedenou citlivosťou. Pokusy sa opakovali s týždenným časovým rozdielom, takže rozdielne hodnoty, ktoré sa vyskytli medzi opakovaniami u niektorých línii, neboli podmienené prípadnou zmenou kvality semena, ale menšou homogenitou materiálu.

IV. Účinok osmotického stresu na akumuláciu voľného prolínu v koreni a v nadzemnej časti rôznych línii kukurice — The action of osmotic stress on the accumulation of free proline in the roots and above-ground parts of different maize lines

Koreň					Nadzemná časť		
Línia	Kontrola	PEG (–10 bar)			Kontrola	PEG (–10,13 bar)	
μg prolínu na g čerstvej hmoty					μg prolínu na g čerstvej hmoty		
				%			%
TVA 409	A	0,50	2,60	520	0,73	2,08	285
	B	0,67	2,43	363	0,52	1,65	317
TVA 410	A	1,39	4,17	300	0,41	1,73	422
	B	1,67	4,0	239	0,71	1,96	276
TVA 1021	A	0,52	3,39	652	0,36	1,56	433
	B	0,47	3,30	702	0,58	1,69	291
TVA 240	A	0,50	1,41	282	0,63	1,21	192
	B	0,47	1,30	277	0,89	1,47	165
TVA 1013	A	0,51	1,21	237	0,39	0,41	105
	B	0,76	2,17	285	0,41	0,98	239
A 15	A	0,43	1,39	323	0,19	0,51	268
	B	0,30	0,91	303	0,7	0,65	382

Všetky línie reagovali na prostredie o vyššej koncentrácii inhibíciou predlžovacieho rastu primárneho koreňa. Intenzitou reakcie sa línie od seba odlišovali: u niektorých došlo prakticky k úplnému zastaveniu predlžovacieho rastu, u iných bol rast vzhľadom k príslušnému kontrolnému variantu, ktorého prírastok predstavoval 100 %, zredukovaný na väčší či menší percentuálny podiel. Extrémne prejavy, a to absolútna inhibícia rastu na jednej strane a najslabšia inhibícia rastu na strane druhej sa pritom vyskytli v skupine línii ohodnotených ako odolné voči suchu (prakticky absolútna inhibícia rastu u línie TVA 1013; najmenej inhibovaný rast u línie TVA 240). Stupeň inhibície predlžovacieho rastu nebol teda v korelácii so znakmi, ktoré sa použili pri výbere línii na odolnosť voči suchu.

Ako sme mohli pri pokusoch pozorovať, spolu s inhibíciou rastu bolo reakciou na osmotický stres vädnutie rastlín. Vädnutie v poľných podmienkach bolo jedným z kritérií pri výbere línii. Dá sa predpokladať, že aj v poľných podmienkach bol pritom súčasne inhibovaný predlžovací rast. Získané rozdiely v inhibícii predlžovacieho rastu primárneho koreňa štvordenných klíčencov poukázali na rôznu citlivosť línii na vodný stres v jednotlivých etapách ontogenetického vývinu. Z pokusov ďalej vyplynulo, že v rámci určitej línie sa výrazne uplatňuje individuálna reakcia rastlín na osmotický stres: zatiaľ čo jedna rastlina mohla mať predlžovací rast koreňa celkom inhibovaný, u druhej, hoci v obmedzenej miere, koreň rástol.

Podobné výsledky sa získali aj pri analýzach obsahu voľného prolínu. Ako vidieť z výsledkov sumarizovaných v tab. IV, kontrolné rastliny všetkých sledovaných línií mali približne rovnako nízky obsah prolínu v nadzemnej časti aj v koreni, až na líniu TVA 410, ktorá mala v koreni približne dvojnásobne vyššiu hladinu prolínu. Po prenesení rastlín do prostredia s nižším osmotickým potenciálom sa u všetkých línií hladina prolínu zvýšila. Rozdiely boli nielen medzi jednotlivými líniami, ale aj v reakcii nadzemnej a podzemnej časti rastlín. Pokiaľ ide o porovnanie zmien obsahu voľného prolínu v nadzemnej časti a v koreni, koreň reagoval citlivejšie na zmenu prostredia a akumuloval viac prolínu ako nadzemná časť všetkých línií, až na líniu TVA 410 s vysokým obsahom prolínu v koreni kontrolných rastlín, kde bol tento pomer obrátený.

Podobne ako v experimentoch sledujúcich rast primárneho koreňa, aj tu maximálne zvýšenie a najnižšie prírastky prolínu v oboch sledovaných častiach rastlín boli zaznamenané v skupine línií charakterizovaných ako odolné voči suchu (maximálne zvýšenie u línie TVA 1021 a minimálne u TVA 1013).

DISKUSIA

Autori, zaoberajúci sa vplyvom osmotického stresu na rastliny, použili na jeho navodenie rôzne osmoticky aktívne roztoky, obsahujúce napr. chlorid sodný, manitol, glycerol, polyetylén glykoly a rôzne iné anorganické i organické látky. V prácach, pojednávajúcich o účinku osmotického stresu, sme ako osmotikum použili (vzhľadom na jeho chemickú inertnosť) polyetylén glykol 4000. Názory o vhodnosti použitia tejto látky sme uviedli v predchádzajúcej práci (Čiamporová a Luxová, 1976).

Kukurica bola už objektom štúdia osmotického stresu v prácach viacerých autorov. Klíčeniu v roztokoch s vysokým osmotickým potenciálom sa napr. venovali Parmar a Moore (1966, 1968) a Williams et al. (1967). Poslední sledovali klíčivosť zŕn rôznych genotypov v roztoku manitolu o osmotickom potenciáli 15 atmosfér a získali u inbredných línií a ich krížencov rozdiely v percente klíčivosti. Popri počiatočných etapách ontogenézy sa pozornosť ďalších autorov (Denmead a Shaw, 1960; Moss a Downey, 1971; Dampney a Aspinall, 1976) sústredila predovšetkým na zmeny vnútorných korelácií v rastline, navodené vodným deficitom a s tým súvisiace zmeny pri formovaní samčích a samičích kvetov.

Pokiaľ ide o vplyv nižšieho osmotického potenciálu na rast, všeobecnou reakciou rastlín je inhibícia predlžovacieho rastu. Je podmienená, ako sme videli u koreňa kukurice, jednak inhibíciou predlžovania buniek, jednak inhibíciou ich delenia za súčasného pokračovania diferenciálnych procesov (Čiamporová a Luxová, 1976). Pozorovaný väčší inhibičný účinok nižšieho osmotického potenciálu ($-10,130$ barov) na rast nadzemnej časti kukurice než na koreň súhlasí s výsledkami Parmara a Moorea (1968), ktorí sa na základe toho domnievajú, že pri hodnotení simulovaného účinku sucha by mohol byť dostatočným znakom rast nadzemnej časti. Výsledky, ktoré sme získali pri použití roztoku PEG 4000 o osmotickom potenciáli $-5,065$ barov, poukazujú

však na zložitejšie vzťahy medzi koncentráciou osmotika a inhibíciou predĺžovacieho rastu jednotlivých rastlinných orgánov.

Pozorovanie stupňa inhibície predĺžovacieho rastu primárneho koreňa ukázalo, že reakcia semenáčov na vodný stres sa nemusí stotožňovať s prejavmi dospelých rastlín vyvíjajúcich sa v poľných podmienkach za sucha (vädnutie, stáčanie listov), podľa ktorých boli rozdelené ako citlivé na sucho a odolné voči suchu. Pri testovaní určitej línie na suchovzdornosť je preto potrebné zistiť jej reakciu na simulované účinky sucha v jednotlivých etapách ontogenetického vývinu.

Inhibícia rastu vyvolaná osmotickým stresom úzko súvisí s metabolickými zmenami v pletivách rastlín. Je známe, že počas vývinu vodného deficitu stagnuje syntéza bielkovín, nukleových kyselín a škrobu (Stewart et al., 1966; Dove, 1967; Genkeř et al., 1967). Zvyšuje sa obsah niektorých voľných aminokyselín, najmä amidov (Thompson et al., 1966), ale najvýraznejšie stúpa hladina voľného prolínu (Hsiao, 1973).

Akumulácia prolínu v pletivách rastlín pestovaných v podmienkach sucha sa považuje za charakteristický mechanizmus obrany rastlinných orgánov proti vädnutiu. Prolín spolu s niektorými ďalšími aminokyselinami prostredníctvom svojich aktívnych skupín zvyšuje množstvo silne viazanej vody. Okrem toho má vysokú rozpustnosť vo vode a dokonca aj v podmienkach vysokého vodného deficitu preto môže zostať v rozpustnom aktívnom stave v extrémne vysokej koncentrácii (Pálfi et al., 1974).

Vyššia koncentrácia prostredia (-5 a -10 barov) vyvolala zvýšené hromadenie voľného prolínu najmä v koreňoch, ale aj v nadzemnej časti semenáčov rôznych líní kukurice. Na rozdiel od prác, popisujúcich extrémne vysokú akumuláciu voľného prolínu v odrezaných listoch rôznych rastlín (Pálfi et al., 1973; Stewart, 1972b), nami pozorované rozdiely v intaktných rastlinách kukurice neboli také výrazné. Najvyšší prírastok bol sedemnásobný pri -11 baroch v koreňoch línie 1021, ktorá je charakterizovaná ako rezistentná voči suchu, čo sa však na raste koreňa neprejavilo. Len o málo vyššiu akumuláciu prolínu pozorovali v koreňoch kukurice Göring a Thien (1978) po navodení stresu vysokými koncentráciami solí v koreňovom prostredí.

Z výsledkov práce vyplýva, že akumulácia voľného prolínu nemôže byť použitá ako dostatočne citlivý indikátor stupňa vodného deficitu pletív, resp. ako indikátor rezistencie na vodný stres pre všetky druhy rastlín, ako na to poukázali aj Pálfi et al. (1973, 1974) a Waldreen a Teare (1974).

Podakovanie

Autori si dovoľujú čo najsrdečnejšie poďakovať dr. M. Čiamporovej, CSc., za cenné pripomienky k práci a s. B. Bartovej a Z. Vyhnánkovej za vzornú technickú spoluprácu.

Literatúra

- BARNETT, N. M. — NAYLOR, A. W.: Amino acid and protein metabolism in Bermuda grass during water stress. *Plant Physiol.*, 41, 1966, s. 1222-1230.
BAR-NUN, N. — POLJAKOFF-MAYBER, A.: Salinity stress and the content of proline in roots of *Pisum sativum* and *Tamarix tetragyna*. *Ann. Bot.*, 41, 1977, s. 173-179.

- BATES, L. S. — WALDREN, R. P. — TEARE, I. D.: Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, 39, 1973, s. 205-207.
- CIAMPOROVÁ, M. — LUXOVÁ, M.: The effect of polyethylene glycol-induced water stress on the maize root apex. *Biol. Plant.*, Praha, 18, 1976, s. 173-178.
- DAMPTEY, H. B. — ASPINALL, D.: Water deficit and inflorescence development in *Zea mays* L. *Ann. Bot.*, 40, 1976, s. 23-35.
- DENMEAD, O. T. — SHAW, R. H.: The effect of soil moisture stress at different stages of growth on the development and yield of corn. *Agron. J.*, 52, 1960, s. 272-274.
- DOVE, L. D.: Ribonuclease activity of stressed tomato leaflets. *Plant Physiol.*, 42, 1967, s. 1176-1178.
- GENKEL, P. A.: Fiziologičeskiye osnovy adaptacii rastenij k zasuche. *Fiziol. i biochim. kult. rastenij*, 8, 1976, s. 132-137.
- GENKEL, P. A. — BADANOVA, K. A. — LEVINA, V. V.: O novom laboratornom sposobe diagnostiki šaro- i zasuchoustojčivosti dlja selekcii. *Fiziol. rast.*, 17, 1970, s. 431-435.
- GENKEL, P. A. — SATAROVA, N. A. — TVORUS, E. K.: Vlijaniye zasuchi na sintez belka i sostojaniye ribosom v rastenijach. *Fiziol. rast.*, 14, 1967, s. 898-907.
- GÖRING, H. — THIEN, B. H.: Die Abhängigkeit der Prolinakkumulation vom Grad des Wasserstresses bei Wurzeln und Sprossen von Maiskeimpflanzen. *Biochem. Physiol. Pflanzen*, 172, 1978, s. 311-314.
- HSIAO, T. C.: Plant responses to water stress. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 24, 1973, s. 519-570.
- MALI, P. C. — MEHTA, S. L.: Effect of drought on enzymes and free proline in rice varieties. *Phytochem.*, 16, 1977, s. 1355-1357.
- MOSS, G. I. — DOWNEY, L. A.: Influence of drought stress on female gametophyte development in corn *Zea mays* L. and subsequent grain yield. *Crop Sci.* 11, 1971, s. 368-372.
- PÁLFI, G. — BITÓ, M. — PÁLFI, Ž.: Svobodnyj prolin i vodnyj deficit rastitel'nykh tkanej. *Fiziol. rast.*, 20, 1973, s. 233-238.
- PÁLFI, G. — KÖVES, E. — BITÓ, M. — SEBESTYÉN, R.: The role of amino acids during water-stress in species accumulating proline. *Phyton*, 32, XI — 1974, s. 121-127.
- PARMAR, M. T. — MOORE, R. P.: Carbowax 6000, mannitol, and sodium chloride for simulating drought conditions in germination studies of corn (*Zea mays* L.) of strong and weak vigor. *Agron. J.*, 60, 1968, s. 192-195.
- PARMAR, M. T. — MOORE, R. P.: Effect of simulated drought by polyethylene glycol solutions on corn (*Zea mays* L.) germination and seedling development. *Agron. J.*, 58, 1966, s. 391-392.
- SINGH, T. N. — PALEG, L. G. — ASPINALL, D.: Stress metabolism. I. Nitrogen metabolism and growth in the barley plant during water stress. *Aust. J. biol. Sci.*, 26, 1973, s. 45-56.
- STEWART, C. R.: Effect of proline and carbohydrates on metabolism of exogenous proline by excised bean leaves in the dark. *Plant Physiol.*, 50, 1972a, s. 551-555.
- STEWART, C. R.: Proline content and metabolism during rehydration of wilted excised leaves in the dark. *Plant Physiol.*, 50, 1972 b, s. 679-681.
- STEWART, C. R. — MORRIS, C. J. — THOMPSON, J. F.: Changes in amino acid content of excised leaves during incubation. II. Role of sugar in the accumulation of proline in wilted leaves. *Plant Physiol.*, 41, 1966, s. 1585-1590.
- THOMPSON, J. F. — STEWART, C. R. — MORRIS, C. J.: Changes in amino acid content of excised leaves during incubation. I. The effect of water content of leaves and atmospheric oxygen level. *Plant Physiol.*, 41, 1966, s. 1578-1584.
- WALDREN, R. P. — TEARE, I. D.: Free proline accumulation in drought-stressed plants under laboratory conditions. *Plant Soil*, 40, 1974, s. 689-692.
- WILLIAMS, T. V. — SNELL, R. S. — ELLIS, J. F.: Methods of measuring drought tolerance in corn. *Crop Sci.*, 7, 1967, s. 179-182.

Došlo dňa 2. 10. 1978

ЛУКСОВА, М. — ГАШПАРИКОВА, О. — ПШЕНАКОВА, Т. — ПОЛЕРЕЦКИ, О. (Институт экспериментальной биологии и экологии САН, Братислава; НИИ кукурузы, Трнава): Ингибция роста и аккумуляция пролина в ростках инбредных линий кукурузы как реакция на осмотическое давление. *Rostl. Výroba*, 25, 1979 (12): 1215-1224.

Цель работы состояла в определении различий в продлении роста и накоплении пролина

у инбредных линий кукурузы как реакция на осмотический стресс, вызванный с помощью полиэтиленгликоля 4000. При более высокой концентрации (-10 бар.) отрицательное влияние стресса на продолжительность роста гораздо интенсивнее затрагивает наземные части. Пониженная же концентрация (-5 бар.) показывает сложность отношений между концентрацией осмотиков и ингибцией продолжительного роста как наземных, так и подземных органов. Степень ингибции продолжительного роста первичных корней семян, подвергаемых стрессу, не всегда тождественна с интенсивностью проявлений взрослых растений в полевых условиях во время засухи (увядание, свертывание листьев). Это свидетельствует об изменении сухостойчивости растений в ходе их онтогенетического развития. У всех инбредных линий свободный пролин накапливался несколько интенсивнее в корнях, чем в наземных частях в условиях обеих концентраций осмотика. Между степенью ингибции продления и размером накопления свободного пролина взаимосвязанностей не отмечено. Как показывают результаты, для семян кукурузы продолжительный рост — более чувствительный индикатор засухи, чем уровень свободного пролина.

кукуруза; инбредные линии; тест на сухостойкость; осмотический стресс; продолжительный рост; свободный пролин

LUXOVÁ, M. — GAŠPARÍKOVÁ, O. — PŠENÁKOVÁ, T. — POLERECKÝ, O. (Institute of Experimental Biology and Ecology of the Slovak Academy of Sciences, Bratislava; Maize Research Institute, Trnava): *Growth Inhibition and Proline Accumulation in Germinating Plants of Inbred Maize Lines as a Response to Osmotic Stress*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (12) : 1215-1224.

The study was aimed at finding the differences in growth elongation and proline accumulation in inbred lines of maize under the conditions of osmotic stress induced by polyethylene glycol 4000. At a higher concentration (-10 bar) the unfavourable action of osmotic stress on growth elongation was more pronounced in the above-ground part. However, the action of a lower concentration (-5 bar) indicated that there were more complex relationships between the concentration of the osmotic agent and the inhibition of growth elongation in the above- and underground parts of the plants. The degree of inhibition of the growth elongation of the primary root of seedlings, exposed to osmotic stress, need not correspond with the intensity of the manifestation in mature plants under dry field conditions (wilting, leaf rolling). Attention is drawn to changes in plant resistance to drought during their ontogenetic development. In all the studied inbred lines, free proline was more intensively accumulated in the roots than in the tops at both concentrations of the osmotic agent, although the accumulation was not so high. No relationships were observed between the rate of inhibition of growth elongation and the size of the free proline pool. The results clearly indicate that for maize seedlings growth elongation is a more sensitive drought indicator than the level of free proline.

maize; inbred lines; testing for resistance to drought; osmotic stress; growth elongation; free proline

LUXOVÁ, M. — GAŠPARÍKOVÁ, O. — PŠENÁKOVÁ, T. — POLERECKÝ, O. (Institut für experimentelle Biologie und Ökologie der Slowakischen Akademie der Wissenschaften, Bratislava; Forschungsinstitut für Maisanbau, Trnava): *Wachstumshemmung und Akkumulation des Prolins in den keimenden Pflanzen der Maisinzuchtlinien als Reaktion auf den osmotischen Streß*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (12) : 1215-1224.

Ziel der Arbeit war die Feststellung der Unterschiede im Verlängerungswachstum und in der Akkumulation des Prolins bei den Maisinzuchtlinien als Reaktion auf den osmotischen Streß, der durch den Polyäthylenglykol 4000 hervorgerufen wurde. Bei einer höheren Konzentration (-10 bar) machte sich die ungünstige Wirkung des osmotischen Stresses auf das Verlängerungswachstum bei dem oberirdischen Pflanzenteil eindeutig intensiver bemerkbar. Die Wirkung einer niedrigeren Konzentration (-5 bar) wies jedoch auf kompliziertere Zusammenhänge zwischen der Konzentration des Osmotikums und der Inhibition des Verlängerungswachstums der primären Wurzel der Sämlinge, die dem osmotischen Streß ausgesetzt sind, braucht nicht mit der Intensität der Äußerung der Dürre bei den erwachsenen Pflanzen unter Feldbedingungen (Welkung, Blattrollen) identisch zu sein. Es wies auf die Veränderungen der Widerstandsfähigkeit der Pflanzen gegen die Dürre im Verlaufe ihrer ontogenetischen Entwicklung hin. Bei allen untersuchten Inzuchtlinien sammelte sich das

freie Prolin in den Wurzeln intensiver als im oberirdischen Teil bei beiden verwendeten Konzentrationen des Osmotikums, auch wenn die Akkumulation nicht ausgeprägt war. Zwischen dem Grad der Inhibition der Verlängerung und der Menge des freien Prolins wurden keine gegenseitigen Zusammenhänge beobachtet. Die Ergebnisse bewiesen eindeutig, daß bei den Maissämlingen das Verlängerungswachstum einen empfindlicheren Indikator der Dürre als der Spiegel des freien Prolins darstellt.

Mais; Inzuchtlinien; Testierung auf die Dürrewiderstandsfähigkeit; osmotischer Streß; Verlängerungswachstum; freies Prolin

Adresy autorov:

Dr. Mária Luxová, CSc., dr. Oľília Gašparíková, CSc., dr. Tatiana Pšenáková, CSc., Ústav experimentálnej biológie a ekológie SAV, Dúbravská cesta 26, 885 34 Bratislava

Ing. Ondrej Polerecký, CSc., Výskumný ústav kukurice, Trstínska 13, 917 01 Trnava

BIOCHEMICKÝ PREJAV GÉNU OPAQUE-2 V ŠTRUKTÚRE BIELKOVINOVÉHO KOMPLEXU ZRNA KUKURICE

Š. Ivanko, E. Ďurková, A. Javor

IVANKO, Š. — ĎURKOVÁ, E.* — JAVOR, A.* (Vysoká škola veterinárska, Košice; * Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra): *Biochemický prejav génu opaque-2 v štruktúre bielkovinového komplexu zrna kukurice*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (12) : 1225-1236.

Z rozdielov niektorých biochemických ukazovateľov medzi matným a sklovitým zrnom F₂ generácie dopestovanom na tom istom súľku kukurice vyplýva, že obsah hrubého proteínu, obsah i zastúpenie jednotlivých bielkovinových frakcií, elektroforetický obraz prolamínov a aminokyselinové zloženie sú určované v prvom rade genetickým zložením samotného zrna. Elektroforetická metóda na 7% polyakrylamidovom geli dáva možnosť získať rýchly obraz prolamínových bielkovín z časti endospermu u generácie F₂ na odlíšenie génu O₂ v homozygotnom stave od heterozygotného zrna.

bielkoviny zrna kukurice; prejav génu opaque-2; aminokyseliny; elektroforéza prolamínov

Bielkoviny kukurice sú z hľadiska nutričnej hodnoty zrna neplnohodnotné. V celom rade prác bolo dokázané, že zvýšenie alebo zníženie percenta bielkovín v zrne kukurice takmer pravidelne prebieha na úkor polamínovej frakcie (Mertz et al., 1964; Nelson et al., 1965; Pavlov, 1967; Ivanko, 1971; Kľučko, 1971; Tsai a Dalby, 1974; Kľučko a Trofimov, 1974; Ma a Nelson, 1975) obsahujúcej minimálne množstvo esenciálnej aminokyseliny lyzínu, ktorý je popri obsahu tryptofánu limitujúcim faktorom nutričnej hodnoty zrna.

Ivanko et al. (1971, 1975, 1978), Ivanko a Branyik (1972) pomocou použitia N¹⁵ sledovali formovanie proteínového komplexu a aminokyselinového zloženia zrna kukurice počas dozrievania. Autori zistili, že metabolický aparát koreňového systému v čase dozrievania poskytuje pool voľných aminokyselín vyhovujúci pre syntézu bielkovín s vysokým obsahom lyzínu. Obsah voľného lyzínu v zrne v čase syntézy zeínovej frakcie bielkovín (od voskovej do plnej zrelosti) činil 5,82 %, zatiaľ čo v čase syntézy bielkovín s vysokým zastúpením lyzínu v mladom zrne len 2,67 %. Na základe uvedeného robí Ivanko (1977) záver, že syntéza bielkovín v zrne je počas dozrievania pod prísnu genetickú kontrolu genotypu v súlade s ontogenetickým programom aktivácie príslušných štruktúrnych génov.

Vzorka		Genetické zloženie			Fenotypický prejav	Spôsob získania vzorky
číslo vzorky	označenie	embryo	endo-sperm	obalové vrstvy		
1	W64Ao ₂	O ₂ O ₂	O ₂ O ₂ O ₂	O ₂ O ₂	matné	samoopelenie línie W64Ao ₂ v r. 1974
2 3	IHO IHP	++	+++	++	sklovité	samoopelenie línií IHO a IHP v r. 1974
4 5	F ₁ W64Ao ₂ × IHO W64Ao ₂ × IHP	O ₂ +	O ₂ O ₂ +	O ₂ O ₂	sklovité	križenie: W64Ao ₂ × IHO a W64Ao ₂ × IHP v r. 1974
6 7	IHO × W64Ao ₂ F ₁ IHP × W64Ao ₂	+O ₂	++O ₂	++	sklovité	križenie: IHO × W64Ao ₂ a IHP × W64Ao ₂ v r. 1974
8 9	W64Ao ₂ × IHOM F ₂ W64Ao ₂ × IHPm	O ₂ O ₂	O ₂ O ₂ O ₂	O ₂ +	matné	v r. 1973 križenie W64Ao ₂ × IHO a W64Ao ₂ × IHP v r. 1974 samoopelenie týchto križencov, zrno šúľka štiepiaceho na matnosť a sklovitosť — roztriedené — analyzované len matné zrno
10 11	W64Ao ₂ × IHOs F ₂ W64Ao ₂ × IHPs	a) O ₂ + b) +O ₂ c) ++	O ₂ O ₂ + ++O ₂ +++	O ₂ + O ₂ + O ₂ +	sklovité	tá istá rastlina, ten istý klas ako u vzorky č. 8, 9 — analyzované len sklovité zrno
12 13	W64Ao ₂ × IHOM F ₃ W64Ao ₂ × IHPm	O ₂ O ₂	O ₂ O ₂ O ₂	O ₂ O ₂	matné	v r. 1972 križenie W64Ao ₂ × IHO a W64Ao ₂ × IHP v r. 1973 samoopelenie týchto križencov získané zrno roztriedené na matné a sklovité, v r. 1974 samoopelenie vypestovaných rastlín z matných zŕn predchádzajúcej generácie, rastliny poskytovali šúľky len s matným zrnom (potomstvo rastlín vzoriek typu 8, 9)
14 15	W64Ao ₂ × IHOs F ₃ W64Ao ₂ × IHPs	++	+++	+2	sklovité	po r. 1974 postup rovnaký ako pri vz. č. 12, 13, v r. 1974 samoopelenie rastlín vypestovaných zo sklovitých zŕn predchádzajúcej generácie — rastliny poskytovali štiepiace (potomstvo a, b) potomstvo c) — analyzované len zrno sklovitých šúľkov

m - matné, s - sklovité

Objav biochemického efektu génu opaque-2 umožnil prístup k riešeniu otázky kvality bielkovín cestou šľachtenia. Ukázala sa potreba hlbšieho štúdia biochemického prejavu génu opaque-2 na štruktúru bielkovinového komplexu a aminokyselinového zloženia zrna kukurice, ktorá by prispela k vypracovaniu teoretických základov zlepšenia aminokyselinového zloženia bielkovín zrna.

Cieľom našej práce bolo preskúmanie biochemického pôsobenia génu opaque-2 na aminokyselinové zloženie a štruktúru bielkovinového komplexu zrna kukurice na špeciálne dopestovanom materiáli, za účelom prispieť k vypracovaniu teoretických podkladov pre rýchlejšie šľachtenie kukurice s vyššou nutričnou hodnotou bielkovín.

METÓDY

Pre sledovanie vytýčeného cieľa sme za experimentálny materiál zvolili zrno kukurice O₂ analógu línie W64A, zrno s ňou krížených línií Illinois high oil (IHO) a Illinois high protein (IHP) a zrno jednotlivých filiálnych generácií po samoopelení, odlišné podľa fenotypického znaku matnosti a sklovitosti.

Spôsob získania a podrobnejšiu charakteristiku analyzovaného materiálu uvádzame v tab. I.

V skúmaných vzorkách sme sa zamerali predovšetkým na stanovenie obsahu celkového organického dusíka (cN), obsahu dusíka v jednotlivých frakciách bielkovín a — obsahu aminokyselín v kyslom hydrolyzáte zrna.

Obsah dusíka sme stanovili podľa Kjeldahla. Obsah hrubého proteínu (HP) sme vypočítali prepočtom z obsahu cN vynásobením faktorom 6,25.

Extrakcie bielkovín sme robili podľa metodík opísaných v prácach Ivanku (1971) a Ivanku a Maxianovej (1974), založených na modifikácii pôvodnej Osborneho metódy.

Obsah aminokyselín v kyslom hydrolyzáte múky zrna kukurice sme stanovili podľa metodiky uvedenej v práci Ivanku a Javora (1975).

Hodnovernosť pozorovaných rozdielov v obsahu a zastúpení jednotlivých frakcií bielkovín a aminokyselín sme overili štatisticky pomocou *t*-testu a pozorované vzájomné vzťahy výpočtom korelačných koeficientov (Hrubý a Konvička, 1954, Dubovský et al., 1969).

II. Prehľad obsahu dusíkatých zlúčenín v matných a sklovitých zrnách dopestovaných na jednom šľtku kukurice — A survey of the content of nitrogen compounds in opaque and vitreous grains produced on the same maize head

Vzorka		CN mg g ⁻¹ sušiny	N vyextrahovaných frakcií bielkovín		N zvyšku		Nebielkovinový N	
			mg g ⁻¹ sušiny	% z CN	mg g ⁻¹ sušiny	% z CN	mg g ⁻¹ sušiny	% z CN
F ₂ O ₂ × IHO	matné	22,042	13,638	61,9	2,007	9,1	6,396	29,0
	sklovité	22,860	16,254	71,1	2,020	8,8	4,586	20,1
F ₂ O ₂ × IHP	matné	25,226	15,933	63,2	2,297	9,1	6,996	27,7
	sklovité	27,670	19,273	69,7	2,969	10,7	5,428	19,6

Pre rozsiahlosť dokumentačného materiálu uvedieme výsledky postupne tak, aby nám poskytli možnosť robiť závery o bielkovinovom metabolizme zrna kukurice.

V tomto príspevku uvádzame výsledky analýz F_2 generácie získaných po samoopelení hybridov, kde materským rodičom bola línia W64AO₂. Rastliny niesli šúľky, na ktorých sa vedľa seba vyskytovali matné i sklovité zrná, t. j. matné zrná s genetickou konštitúciou: a) ambrya o_2o_2 a endospermu $o_2o_2o_2$ a sklovité zrná s genetickou konštitúciou: b) embrya o_2^+ a endospermu $o_2o_2^+$; c) embrya $^+o_2$ a endospermu $^{++}o_2$ d) embrya $^{++}$ endospermu $^{+++}$.

III. Priemerný obsah jednotlivých frakcií bielkovín (mg N g⁻¹ sušiny) v matnom a sklovitom zrne dopestovanom na jednom šúľku kukurice s vyznačením znamienok štatistickej preukaznosti rozdielov pri ich vzájomnom porovnaní — The average content of different protein fractions (mg N per g of dry matter) in opaque and vitreous grains produced on the same maize head, with marks of statistical significance of differences in their mutual comparison

Vzorka		Albumíny	Globulíny	Prolamíny I	Prolamíny II	Glutelíny
F_2	$O_2 \times IHO$ matné	1,4685 ⁺	2,3770 ⁺	3,3085 ⁻⁻	1,3055 ⁻	5,1785 ⁺
	$O_2 \times IHO$ sklovité	1,0605 ⁻	1,7510 ⁻	6,8320 ⁺⁺	2,1190 ⁺	4,4910 ⁻
	$O_2 \times IHP$ matné	1,4750 ⁺	2,0785 ⁺	4,8285 ⁻⁻	1,5500 ⁻	6,0005 ⁺
	$O_2 \times IHP$ sklovité	0,6040 ⁻	1,4945 ⁻	11,0695 ⁺⁺	1,6790 ⁺	4,4260 ⁻

IV. Priemerné zastúpenie jednotlivých frakcií bielkovín (v %) z ich celkového obsahu v matnom a sklovitom zrne dopestovanom na jednom šúľku kukurice s vyznačením znamienok štatistickej preukaznosti rozdielov pri ich vzájomnom porovnaní — The average proportions of different protein fractions (%) in their total content in opaque and vitreous grain produced on one maize head, with marks of statistical significance of differences in their mutual comparison

Vzorka		Albumíny	Globulíny	Prolamíny I	Prolamíny II	Glutelíny
F_2	$O_2 \times IHO$ matné	10,7677 ⁺⁺	17,4292 ⁺⁺	24,2594 ⁻⁻	9,5725	37,9711 ⁺⁺
	$O_2 \times IHO$ sklovité	6,5247 ⁻⁻	10,7731 ⁻⁻	42,0340 ⁺⁺	13,0372	27,6310
	$O_2 \times IHP$ matné	9,2578 ⁺	13,0457 ⁺⁺	30,3060 ⁻⁻	9,7285 ⁺	37,6620 ⁺⁺
	$O_2 \times IHP$ sklovité	3,1399 ⁻	7,7544 ⁻⁻	57,4353 ⁺⁺	8,7117 ⁻	22,9648 ⁻⁻

V. Priemerný obsah jednotlivých aminokyselín (mg AMK g⁻¹ sušiny) v matnom a sklovitom zrne dopestovanom na jednom šúľku kukurice s vyznačením znamienok štatistickej preukaznosti rozdielov pri ich vzájomnom porovnaní — The average content of different amino acids (mg AA per g of dry matter) in opaque and vitreous grain produced on one maize head, with marks of statistical significance of differences in their mutual comparison

		Lyz	His	Arg	Asp	Thr	Ser	Glu	Pro	Gly	Σ
F ₂ O ₂ × IHO	matné sklovité	5,406 ⁺⁺	4,117 ⁺	7,153 ⁺⁺	11,992 ⁺⁺	5,543 ⁻	6,159	28,112 ⁻⁻	13,243	5,603 ⁺⁺	
		4,165	3,830	6,015	10,249	6,028	6,085	32,744	14,523	5,212	
	matné sklovité	Ala	Cys	Val	Met	Ile	Leu	Tyr	Phe	NH ₃	
		9,356 ⁻⁻	2,644 ⁺⁺	6,632	1,594	4,624	14,725 ⁻⁻	4,931	6,128 ⁻⁻	1,818	
		11,180 ⁺⁺	1,305 ⁻⁻	6,909	1,881	5,354	19,395 ⁺⁺	5,652	7,105 ⁺⁺	1,835	139,780
											150,232

		Lyz	His	Arg	Asp	Thr	Ser	Glu	Pro	Gly	Σ
F ₂ O ₂ × IHP	matné sklovité	5,792 ⁺	4,563	7,784 ⁺⁺	14,527 ⁺⁺	5,795 ⁻	6,577 ⁻⁻	32,057 ⁻⁻	11,250 ⁻⁻	6,030 ⁺⁺	
		4,264 ⁻	4,494	6,139 ⁻⁻	11,829 ⁻⁻	6,426 ⁺	7,866 ⁺⁺	39,922 ⁺⁺	13,105	5,519 ⁻⁻	
	matné sklovité	Ala	Cys	Val	Met	Ile	Leu	Tyr	Phe	NH ₃	
		9,895 ⁻⁻	1,453	6,789 ⁻⁻	0,911	5,101 ⁻	16,407 ⁻⁻	5,254	6,878 ⁻⁻	1,891 ⁻⁻	
		13,845 ⁺⁺	2,067	8,130 ⁺⁺	1,266	6,362 ⁺	24,570 ⁺⁺	6,867	8,926 ⁺⁺	2,395 ⁺⁺	148,956
											173,992

VI. Priemerné zastúpenie jednotlivých aminokyselín v matnom a sklovitom zrne dopestovanom na jednom šúľku kukurice s vyznačením znamienok štatistickej preukaznosti rozdielov pri ich vzájomnom porovnaní — The average proportions of different amino acids in opaque and vitreous grain produced on one maize head, with marks of statistical significance of differences in their mutual comparison

Vzorka		Lyz	His	Arg	Asp	Thr	Ser	Glu	Pro	Gly	
F ₂ O ₂ × IHO	matné sklovité	3,867 ⁺⁺	2,945 ⁺	5,116 ⁺⁺	8,579 ⁺⁺	3,965 ⁻⁻	4,406	20,112 ⁻⁻	9,474	4,009 ⁺⁺	100 100
		2,772 ⁻⁻	2,550 ⁻	4,004 ⁻⁻	6,823 ⁻⁻	4,013 ⁺⁺	4,559	21,796 ⁺⁺	9,667	3,469 ⁻⁻	
	Ala	Cys	Val	Met	Ile	Leu	Tyr	Phe	NH ₃		
	matné sklovité	6,694 ⁻⁻	1,891 ⁺⁺	4,745	1,141	3,309	10,535 ⁻⁻	3,528	4,384 ⁻	1,300	
		7,441 ⁺⁺	0,869 ⁻⁻	4,600	1,250	3,564	12,909 ⁺⁺	3,761	4,730 ⁺	1,221	

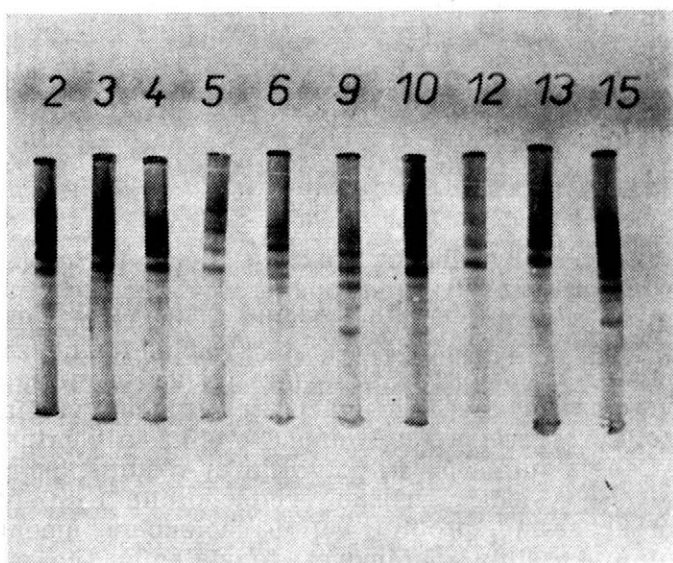
		Lyz	His	Arg	Asp	Thr	Ser	Glu	Pro	Gly	
F ₂ O ₂ × IHP	matné sklovité	3,888 ⁺⁺	3,063 ⁺	5,226 ⁺⁺	9,752 ⁺⁺	3,890 ⁺	4,416	21,521 ⁻	7,553	4,085 ⁺⁺	100 100
		2,450 ⁻⁻	2,582 ⁻	3,528 ⁻⁻	6,798 ⁻⁻	3,693 ⁻	4,522	22,946 ⁺	7,533	3,172 ⁻⁻	
	Ala	Cys	Val	Met	Ile	Leu	Tyr	Phe	NH ₃		
	matné sklovité	6,643 ⁻⁻	0,975	4,558	0,611	3,425	11,015 ⁻⁻	3,527	4,618	1,270	
		7,958 ⁺⁺	1,188	4,673	0,725	3,675	14,123 ⁺⁺	3,944	5,131	1,377	

Pri rozbere šúlkov podľa fenotypického znaku matnosti a sklovitosti sme zistili štiepny pomer približne 3:1, čo sa zhoduje s údajmi literatúry [Alexander et al., 1969, Chadžimov, 1971; Čalik a Palij, 1973].

Na jednej hybridnej rastline a na jednom šúlku boli dopestované zrná homozygotné v géne O_2 i heterozygotné v géne O_2 a zrná s pôvodným nezmutovaným génom. Takto dopestované zrná sme podrobili analýze [matné zvlášť a sklovité zrná spolu] za predpokladu, že rozdiely medzi nimi [v skúmaných parametroch] musia vyplývať len z rozdielneho genetického zloženia samotného zrna. Výsledky uvádzame v tab. II, III, IV, V, VI.

Z výsledkov vyplýva, že za prítomnosti génu O_2 v homozygotnom stave sa znižuje syntéza bielkovín [tab. II] a naopak, zvyšuje sa obsah nebielkovinového dusíka ako v absolútnom, tak aj v relatívnom množstve. Nakoľko sme zistili, že rozdiely medzi obsahom CN, resp. HP nie sú príliš veľké usudzujeme, že zmeny sa odohrávajú predovšetkým na úrovni syntézy jednotlivých frakcií a metabolizme aminokyselín. Zvýšenie hladiny voľných aminokyselín v O_2 kukurici zaznamenali Sodek a Wilson (1970, 1971), Kirtoka (1973), Misra et al., (1975), Javor a Ivanko (1976).

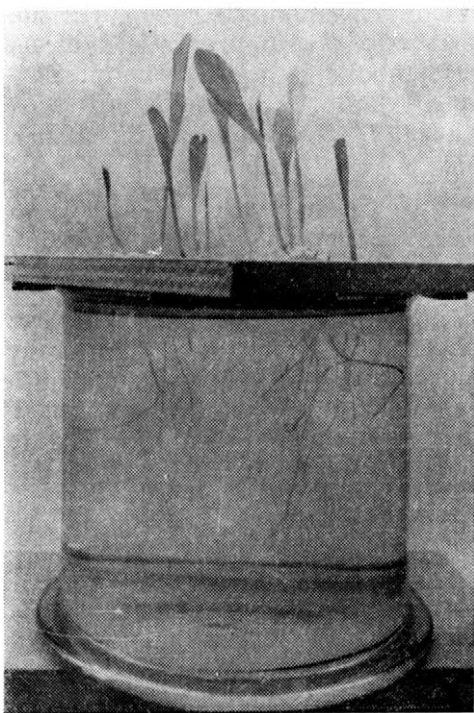
Naše výsledky potvrdili údaje literatúry [Mertz et al., 1964; Mossé et al., 1966; Paškar a Kirtoka, 1968; Musijko et al., 1969; Kovarskij et al., 1969; Ciudad et al., 1970; Tomov a Šapova, 1970; Kovacs et al., 1970; Konarev, 1970; Sysojev, 1971; Chadžimov, 1971], že efekt génu opaque-2 sa realizuje cez represiu syntézy prolamínov I a stimuláciu syntézy frakcií glutelínov a albumínov a to už v absolútnych hodnotách [tab. III], v dôsledku čoho sa mení aj ich pomer. Rozdiely v týchto ukazovateľoch v skúmaných vzorkách alternatívne sa odlišujúcich s ohľadom na chromozóm VII sme overili štatisticky, čím sa potvrdila ich skutočnosť. V súlade



1. Elektroforetické spektrum prolaminových bielkovín na 7% polyakrylamidovom geli. Označenie jednotlivých vzoriek ako u tab. I
— Electrophoretic spectrum of prolamine proteins on 7% polyacrylamide gel. Samples designated as in Table I

so Sodekom a Williamsom [1971] konštatujeme, že sme nezistili jednoznačný vplyv génu opaque-2 na obsah a zastúpenie prolaminov II získaných z jedného zrna. Elektroforéza prolaminov podľa metódy opísanej v prácach Nepomjaščaja [1975] a Catsimpoolas [1968] ukazuje (obr. 1), že všade tam, kde je gén O_2 prítomný v homozygotnom stave, je redukovaný počet zón na 4 až 5 (vzorka 5 a 12) v porovnaní s ostatnými heterozygotnými vzorkami, ktoré vykazujú 7 až 9 zón. Tento prejav génu O_2 v homozygotnom stave sa na elektroforetickom obraze prolaminov zachováva nezávisle od partnerskej línie, s ktorou sa uskutočňuje kríženie.

Pre získanie dobrého elektroforetického obrazu stačilo 40 až 50 mg múky z endospermu jedného zrna bez porušenia embrya, ktoré bolo schopné dať životaschopnú rastlinu (obr. 2).



2. Mladé rastliny kukurice dopestované zo zrna po stanovení elektroforetického obrazu prolaminov z časti endospermu (ca 40–50 mg) — Young maize plants grown from the grain after the determination of the electrophoretic prolamine picture from a part of the endosperm (ca. 40–50 mg)

Analýzy kyslého hydrolyzátu zrna kukurice (tab. V) ukazujú, že vplyvom prítomnosti génu opaque-2 v homozygotnom stave nastávajú výrazne zmeny v obsahu väčšiny aminokyselín. Tieto zmeny sa zákonite premietli na zastúpení aminokyselín. Matné zrná, kde sa gén O_2 nachádza v homozygotnom stave, v porovnaní so sklovitými, s génom O_2 v heterozygotnej kombinácii, sa vyznačujú vyšším zastúpením lyzínu, kyseliny asparágovej, glycínu, histidínu, a v prípade kombinácie $O_2 \times IHO$ i fenylalanínu, čo sa potvrdilo aj v štatistickom hodnotení.

Z výsledkov možno vyčítať určité rozdiely v efekte génu O_2 na obsah serínu, prolínu, valínu, izoleucínu, amoniaku a zastúpenia treonínu, kyseliny glutámovej, fenylalanínu, čo možno vysvetliť účinkom

génu O₂ v rozdielnych genetických prostrediach (IHO IHP), resp. účinkom génov modifikátorov. Domnievame sa, že podobne možno vysvetliť štatistickú nepreukaznosť rozdielov v obsahu alebo zastúpení niektorých aminokyselín medzi matným a sklovitým zrnom.

Celkove však možno konštatovať, že medzi matným a sklovitým zrnom dopestovaným na tom istom šľachu kukurice existujú štatisticky dokázané rozdiely v obsahu i v zastúpení jednotlivých frakcií bielkovín a aminokyselín, z čoho možno urobiť záver, že bielkovinový metabolizmus zrna kukurice je determinovaný genetickým zložením samotného zrna, nakoľko genetické zloženie rastliny je zhodné a nehrá tu žiadnu úlohu ani rozdielna výživa rastlín, pretože sa jedná len o jednu a tú istú rastlinu.

ZÁVER

1. Zlepšenie aminokyselinového zloženia zrna kukurice vyštiepeného v generácii F₂ na jednej rastline, keď je gén O₂ v homozygotnom stave realizuje sa cez represiu syntézy prolamínov I a stimuláciu syntézy glutelínov, globulínov a albumínov.
2. V generácii F₂ sa gén O₂ prejavuje v homozygotnom stave aj na elektroforetickom obraze prolamínov, kde sa v matnom zrne zistilo menej elektroforetických zón (4—5) než v sklovitom zrne (7—9) nezávisle od použitej partnerskej línie.
3. Elektroforetický obraz prolamínov z časti endospermu jedného zrna možno úspešne využiť ako rýchlu metódu v šľachtiteľskej praxi na detekciu génu O₂ s následným vypestovaním novej rastliny.
4. Rozdielne výsledky sledovaných biochemických ukazovateľov (obsah a zastúpenie hlavných frakcií bielkovín, aminokyselinové zloženie zrna F₂ generácie získaného zkrížením línií W64A s líniami IHO a IHP svedčia o tom, že významný vplyv na tieto ukazovatele majú aj gény lokalizované v iných chromozómoch, čo je potrebné zohľadniť pri výbere šľachtiteľského materiálu.

Literatúra

- ALEXANDER, D. E. — DUDLEY, Y. W. — LAMBERT, R. J.: The modification of protein quality of maize by breeding Reed at 5-th meeting of maize-sorghum section. Eucarpia Budapest, 1969.
- CATSIMPOOLAS, N. — EKENSTAN, C. — ROGERS, D. A.: Protein subunits in dormant and germinating soybean seeds. Bioch. Biophys. Acta, 168, 1968, s. 122.
- CIUDAD, C. B. — PENNACHIOTTI, M. — EENRIONE, P. U.: Efecto de la maduración en el contenido de lisina y triptofano en diferentes variedades de maíz opaco-2 (*Zea mays* L.). Agricultura técnica, 30, 1970, č. 3, s. 156.
- CALYK, T. S. — PALIJ, A. F.: Selekcija vysokolizinovoj kukuruzy v Moldaviji. In: Sborník „Biochimičeskije issledovanija v processe selekcii kukuruzy“. Kišinev, Štinica, 1973, s. 16-37.
- DUBOVSKÝ, J. a kol.: Poľné pokusy. Vydavateľstvo poľnohosp. literatúry v Bratislave, 1969.
- HRUBÝ, K. — KONVIČKA, O.: Poľní pokusy, jejich základní hodnocení. Stud. lidových útav kraje Olomouckého, Olomouc, 1954.
- CHADŽIMOV, M. I.: Napravlennija i metody selekciji na povyšennije količestva proteina, lizina i drugih aminokislot v zerne. In: Sborník „Selekcija i semenovodstvo kukuruzy“, 17, 1971, s. 32.
- CHADŽIMOV, M. I.: Problema belka i selekcija kukuruzy. „Selskaja žizn“, 4, 1971.

- IVANKO, Š.: Aktuálne problémy aminokyselinového zloženia proteínového komplexu zrna obilnín. Súbor referátov zo sympózia „O intenzifikácii rastlinnej výroby v rôznych stanovištných podmienkach“. Nitra 16.–17. IX. 1971 s. 467–478.
- IVANKO, Š.: Changeability of protein fractions and their amino acid composition during maturation of barley. *Biologia Plantarum*, 13, 1971, s. 155–164.
- IVANKO, Š.: Metabolizmus dusíka z aspektu príjmu, translokácie a formovania proteínového komplexu zrna kukurice. [Doktorská dizertačná práca.] Košice, 1977.
- IVANKO, Š. — BRANYIK, A.: Chromatografická charakteristika bielkovín zrna *Zea mays*. VI. celoštátny biochem. zjazd, Nitra, 6.–8. IX. 1972.
- IVANKO, Š. — JAVOR, A.: Sledovanie zákonitosti v obsahu a zastúpení jednotlivých aminokyselín a obsahu proteínov v zrne ozimnej pšenice. I. Zákonitosti v premenlivosti aminokyselinového zloženia zrna pšenice ('Mironovská 808'). *Poľnohospodárstvo*, 3, 1975, s. 192–203.
- IVANKO, Š. — JAVOR, A. — MAXIANOVÁ, A. — BRANYIK, A.: Štúdium zákonitosti tvorby proteínového komplexu zrna obilnín. [Záverečná správa VI-2-5/15.] 15, Nitra, 1975.
- IVANKO, Š. — MAXIANOVÁ, A.: Uptake, assimilation and transport of nitrogen by maize roots. *Biol. Práce*, 20, 1974, 5, s. 100.
- IVANKO, Š. — MAXIANOVÁ, A. — BRANYIK, A.: Štúdium zákonitosti syntézy voľných aminokyselín a tvorby bielkovinového komplexu u rastlín a zvierat pomocou stabilných a rádioaktívnych izotopov. [Záverečná správa.] Nitra, VŠP 1971.
- IVANKO, Š. — MAXIANOVÁ, A. — JAVOR, A.: Assimilácia, transport i translokácia azotu u kukuruzy. *Zemljište i biljka*, 25, 1976, č. 1–2, s. 107–122.
- IVANKO, Š. — MAXIANOVÁ, A. — JAVOR, A. — BRANYIK, A.: Formovanie proteínového komplexu v zrne obilnín počas dozrievania. *Veda, SAV Bratislava*, 1978.
- JAVOR, A. — IVANKO, Š.: Štúdium obsahu bielkovín, voľných a viazaných aminokyselín v zrne línií a hybridov kukurice. *Rostl. Výroba*, 22, 1976, č. 10, s. 1065–1071.
- KIRTOKA, I. CH.: Fiziologické a biochemické problémy vysokobielkových i vysokolizínových foriem kukuruzy. In: *Sborník Biochemické problémy vysokobielkových i vysokolizínových foriem kukuruzy*. Kišinev, Štinica, 1973, s. 122–135.
- KLUČKO, P. F.: Povyšenie soderžanija belka u kukuruzy i ulučšenie jeho frakcionogo sostava putom selekcii. In: *Sborník Selekcija i semenovodstvo kukuruzy*. 1971, s. 212–216.
- KLUČKO, P. F. — TROFIMOV, V. A.: Selekcija vysokolizínovoj kukuruzy. *Vestn. sel. choz. Nauki*, 19, II, 1974, s. 43–53.
- KONAREV, V. G.: Biochemické problémy predposylky v selekciji kukuruzy na belok. *Vest. sel. choz. Nauki*, 15, 1970, I, s. 22–31.
- KOVACS, I. — MÁRTON, H. — LÁSZLÓ, G.: Protein módosító gének hatásának vizsgálata kukuricában. *Aráttudományi közlemények*, 29, 1970, s. 309–314.
- KOVARSKIJ, A. JE. — ČALYK, T. — PAŠKAR, S. — KIRTOKA, I. — OGURCOVOVA, N. — ROTAR, A. — PALIJ, A.: Selekcionnyje i biochemické puti sozdannija vysokolizínovoj kukuruzy v uslovijach Moldaviji. *Sel'skoje chozajstvo Moldaviji*, 12, 1969.
- MA, Y. — NELSON, O. E.: Amino acid composition and storage proteins in two new high-lysine mutants in maize. *Cereal Chem.*, 52, 1975, č. 1–6, s. 413–419.
- MERTZ, E. T. — BATES, L. S. — NELSON, O. E.: Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. *Science*, 145, 1964, s. 279.
- MISRA, P. S. — MERTZ, E. T. — GLOVER, D. V.: Studies on corn proteins. VI. Endosperm protein changes in single and double endosperm mutants of maize. *Cereal Chem.*, 52, 1975, č. 1–6, s. 161–166.
- MISRA, P. S. — MERTZ, E. T. — GLOVER, D. V.: Studies on corn proteins. VII. Developmental changes in endosperm proteins of high lysine mutants. *Cereal Chem.*, 52, 1975, č. 1–6, s. 736–739.
- MOSSÉ, J. — BAUDET, J. — MOUREAUX, T. — LANDRY, J.: Étude comparée sur les proportions et les compositions en acides aminés des fractions protéiques de graines de Maïs normaux et mutants. *Com. Acad. Sci., Paris*, 263, D, 1966, s. 788.
- MUSIJKO, A. S. — KLUČKO, P. F. — SYSOJEV, A. F. — PISANSKIJ, A. — TROFIMOV, A. V.: Frakcionnyj aminokyslotnyj sostav belkov zerna obyčnych i mutantnych form kukuruzy. *Vest. sel. choz. Nauki*, 5, 1969.
- NELSON, O. E. — MERTZ, E. T. — BATES, L. S.: Second mutant gene affecting the amino acid pattern of maize endosperm proteins. — *Science*, 150, 1965, s. 1469–1470.
- NEPOMNÁŠČAJA, I.: Uskorennyj mikrometod elektroforetičeskogo rozdelenija zeina. *Kukuruz*, 13, 1973.

PAŠKAR, S. I. — KIRTOKA, I. CH. Metodika bistrogo biochemičeskogo vyjavlenija opaknyh form. Kukuruza, 1, 1968.

PAVLOV, A. N.: Nakoplenije belka v zerne pšenicy i kukuruzy. M, Nauka, 11, 1967.

SODEK, L. — WILSON, C. M.: Amino-acid Composition of Proteins Isolated from Normal, Opaque-2 and Floury corn Endosperms by Modified Osborne Procedure. J. Agric. and Food Chemistry, 19, 1971, s. 1144-1149.

SODEK, L. — WILSON, C. M.: Incorporation of Lysine-¹⁴C and leucine-¹⁴C into Protein in the Developing Endosperm of normal and opaque-2 Corn. Archives of Biochemistry and Biophysics, 140, 1970, s. 29-38.

SYSOJEV, A. F.: O rozličijach aminokislотного состава mutantov opaque-2, floury-2 i obyčnyh from kukuruzy. Selekcija i wemenovodstvo kukuruzy, 1971, s. 209-211.

TOMOV, N. — SOPOVA, K.: Proučvanija verchu prech'raneto na genite opaque-2 i Floury-2 pri obratni kr'stoski s'ssamoprašeni linii carevica. Genetika i selek., 3, 1970, s. 223-229.

TSAI, C. Y. — DALBY, A.: Comparision of the Effect of Shrunken-4, Opaque-2, Opaque-7 and Floury-2 Genes on the Zein Content of Maize During Endosperm Development. Cereal Chem., 51, II, 1974, s. 825.

Došlo dňa 17. 7. 1979

ИВАНКО, Ш. — ДЮРКОВА, Э. — ЯВОР, А. (Ветеринарный институт, Кошице; Сельскохозяйственный институт, Нитра): Биохимические проявление гена opaque-2 в структуре белого комплекса зерна кукурузы. Rostl. Výroba, 25, 1979 (12): 1225-1236.

Как показывают различия некоторых биохимических показателей между мутным и стекловатым зерном F₂-поколения, выращенного на одном кукурузном початке, содержание грубого белка, содержание и % белковых фракций, электрофоретическая картина проламинов и состав аминокислот даны, главным образом, генетическим составом самого зерна. Электрофоретический метод на 7% полиакриламидном геле позволяет получить быструю картину проламиновых белков из одной части эндосперма у поколения F₂ для различения гена O₂ в гомозиготном состоянии от гетерозиготного зерна.

белки кукурузного зерна; проявление гена opak-2; аминокислоты; электрофорез проламинов

IVANKO, Š. — ĐURKOVÁ, E. — JAVOR, A. (Veterinary University, Košice; University of Agriculture, Nitra): *The Biochemical Manifestation of the Opaque-2 Gene in the Structure of the Protein Complex of Maize Grain*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (12): 1225-1236.

The differences in some biochemical indices between the opaque and vitreous grain of the F₂ generation, produced on the same maize ear, suggest that the content of crude protein, the content and proportions of different protein fractions, the prolamine electrophoretic picture, and amino acid composition depend mainly on the genetic composition of the grain itself. The 7% polyacrylamide-gel electrophoretic method makes it possible to obtain promptly the picture of prolamine proteins from a part of endosperm in the F₂ generation for discerning gene O₂ in homozygous state from heterozygous grains.

maize grain proteins; manifestation of the opaque-2 gene; amino acids; prolamine electrophoresis

IVANKO, Š. — ĐURKOVÁ, E. — JAVOR, A. (Hochschule für Veterinärmedizin, Košice; Hochschule für Landwirtschaft, Nitra): *Biochemische Äußerung des Gens Opaque-2 in der Struktur des Eiweißkomplexes von Maiskorn*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (12): 1225-1236.

Aus den Unterschieden einiger biochemischen Keenziffern zwischen einem matten und einem glasartigen Korn der F₂-Generation (gezüchtet auf demselben Maiskolben) folgt, daß der Rohproteingehalt, die Vertretung und der Gehalt an einzelnen Proteinfractionen, das elektrophoretische Bild der Prolamine und die Aminosäurezusammensetzung in der ersten Reihe durch die genetische Zusammensetzung des Kornes selbst bestimmt sind. Die elektrophoretische Methode auf einem 7%-igen Gel bietet

die Möglichkeit, schnell ein Bild über die Prolaminproteine eines Endospermteils bei der F₂-Generation für die Unterscheidung des O₂-Gens im homozygoten Zustand vom heterozygoten Korn zu gewinnen.

Proteine des Maiskornes; Äußerung des Gens opaque-2; Aminosäuren; Elektrophorese der Prolamine

Adresy autorov:

Doc. ing. Štefan Ivanko, DrSc., Vysoká škola veterinárska, Komenského 73, 040 00 Košice

Ing. Eva Ďurková, CSc., doc. ing. Alojz Javor, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, Nábřežie mládeže, 949 01 Nitra

ŠTÚDIUM HETEROGENITY JEDNOTLIVÝCH ZLOŽIEK ZRNA KUKURICE

A. Sedlák

SEDLÁK, A. (Výskumný ústav kukurice, Trnava): *Štúdium heterogenity jednotlivých zložiek kukurice*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (12) : 1237-1246.

Študovali sme biosyntézu bielkovín zrna kukurice cestou aminokyselinového zloženia celkového hydrolyzátu ako aj jednotlivých bielkovinových frakcií u líní W 37 A02, W 64 A02 a z nich vytvoreného hybridu v súčasnej dobe uznaného pod označením TA-480 L. Ďalej sme študovali variabilitu v obsahu aminokyselín v endosperme jednotlivých zŕn a klíčky sme použili pre dopestovanie rastlín. Bola zistená variabilita v obsahu organického dusíka ako aj v obsahu jednotlivých aminokyselín, predovšetkým lyzínu. Získané poznatky poukazujú na možnosť využitia jednotlivých zŕn pre špecifickú selekciu využívaním špecifickej genetickej dispozície.

kukurica na zrno; endospermy; celkový organický dusík; bielkovinové frakcie; aminokyseliny

Podstatnú zložku ako vo výžive ľudí tak aj pri správnej výžive zvierat tvoria bielkoviny. Svetová produkcia bielkovín je z troch štvrtín krytá rastlinnou výrobou, hlavne zrnovínami (60 %), ktoré slúžia na výživu ľudí buď priamo alebo nepriamo cez živočíšne produkty. Obilniny sa však vyznačujú pomerne nízkym obsahom bielkovín, ktoré navyše vykazujú deficit niektorých dôležitých esenciálnych aminokyselín ako je lyzín, tryptofán, metionín a ďalšie. Pridávanie deficitných aminokyselín do kŕmnych zmesí v syntetickej forme naráža na problém ich homogenizácie ako aj ich optimálneho využitia v neprirodzenom koncentrátnom zastúpení. Preto pozornosť výskumných pracovníkov z oblasti biochémie, genetiky a šľachtenia je sústredená na zlepšenie nutričnej hodnoty bielkovín zrna kukurice.

Podnetom pre toto štúdium bolo objavenie biochemického efektu génu opaque-2 predovšetkým na obsah lyzínu v bielkovinách zrna kukurice. Mertz et al. (1964) ako prví spozorovali, že biochemický efekt génu opaque-2 a flourey-2 sa prejavuje potlačením syntézy zeínov v endosperme a zvýšením albumínov, globulínov a glutelínov. Takéto odlišnosti vo frakciách bielkovín zrna kukurice s génom *o2* oproti normálnej kukurici potvrdil Nelson (1968), ktorý uvádza aj názor Dr. Dalbyho, že počas vývoja nastanú zmeny vo frakcii rozpustnej v alkalickej prostredí na úkor frakcie rozpustnej v alkohole. Z toho vyplývajú aj rozdiely v zložení aminokyselín a teda aj v kvalite bielkovín rôznych genotypov kukurice. Toto potvrdzujú aj práce Musicka et al. (1969). Pívu et al. (1967), ktorí u kukurice s génom opaque-2 uvád-

zajú zvýšené percento nebielkovinného dusíka oproti kukurici normálnej.

Ucelený pohľad na procesy formovania proteínového komplexu zrna kukurice počas dozrievania podáva Ivanko et al. (1976). Ako modelovú kultúru použili hybrid CE-V. Študovali aj kvalitatívne zmeny celkového aminokyselinového zloženia zrna kukurice počas ontogenézy. Ďalej študovali jednotlivé frakcie a chromatografické subfrakcie ako aj ich aminokyselinové zloženie. Okrem iných došli k týmto poznatkom:

- a) Počas dozrievania zrna sa mení význam jednotlivých frakcií bielkovín v kvalite aminokyselinového zloženia celého bielkovinového komplexu. V prvých fázach dozrievania zrna sa viac syntetizujú albumíny a globulíny, zatiaľ čo v záverečných fázach dozrievania zrna vystupuje do popredia syntéza prolamínov.
- b) Aminokyselinové zloženie hydrolyzáta celého zrna sa počas dozrievania mení tým spôsobom, že sa znižuje zastúpenie lyzínu a zvyšuje sa zastúpenie kyseliny glutamovej a leucínu, čo je spôsobené únikom narastania prolamínovej frakcie.
- c) Aminokyselinové zloženie frakcie albumínov a globulínov sa počas dozrievania zrna mení veľmi slabo.
- d) Prolamínové frakcie sú počas dozrievania zrna charakterizované pomerne stabilným aminokyselinovým zložením.
- e) Aminokyselinové zloženie frakcie glutelínov sa počas dozrievania zrna mení znižovaním zastúpenia lyzínu zo 4,28 % na 3,9 % a zvyšovaním zastúpenia kyseliny glutamovej zo 17,29 na 20,68 %.
- f) Bielkoviny typu prolamínov (I a II) sú značne heterogénne z hľadiska zastúpenia lyzínu, kyseliny glutamovej, leucínu i niektorých ďalších aminokyselín v ich chromatografických subfrakciách.

Taktiež Ivanko, Javor et al. (1966 a, b, c) zistili, že vplyvom pestovania sa aminokyselinové zloženie zrna a percentuálne zastúpenie jednotlivých aminokyselín preukazne mení. Počet aminokyselín sa nemení. Frömberg a Pollmer (1975) pri sledovaní obsahu lyzínu v zrne kukurice odlišných genotypov zistili, že jeho obsah v jednotlivých zrnách vyselektovaného genotypu kolíše. U genotypu opaque-2 na nim vybraných a vizuálne vyselektovaných zrnách zistili až 25% rozdiely v obsahu lyzínu. Taktiež prišli k poznatku, že ani samotné zastúpenie lyzínu v endospermoch zrna kukurice nie je homogénne. Aj v tomto prípade zistili v rozličných častiach endospermov rozdiely v obsahu lyzínu.

Z uvedeného vyplýva potreba venovať sa štúdiu biochemických prejavov génu opaque-2 a hľadať možnosti kvantitatívneho a kvalitatívneho zlepšenia bielkovinového komplexu zrna kukurice.

MATERIÁL A METÓDY

Pre štúdium sme použili hybrid TA-480 L a jeho rodičovské línie W 37 A02 a W 64 A02. Tieto materiály boli získané v oddelení genetiky a šľachtenia a použili sme ich hlavne z dôvodu, že uvedený hybrid je u nás zatiaľ jediným povoleným s 02 génom. V skúmaných vzorkách sme stanovili:

- obsah organického dusíka v bielkovinových frakciách zrna kukurice,
- obsah aminokyselín v kyslom hydrolyzáte bielkovín zrna kukurice,
- obsah aminokyselín v kyslom hydrolyzáte bielkovín jednotlivých endospermov zo zŕn kukurice,
- obsah celkového dusíka ($N \times 6,25$) v jednotlivých endospermoch,
- a previedli extrakciu bielkovín.

Obsah dusíka sme stanovili na automatickom analyzátore dusíka MIKRO RAPID-N. Extrakciu bielkovín sme robili podľa metódy Sodek-Wilson (1971). Obsah aminokyselín sme stanovili na automatickom analyzátore aminokyselín. Získanie endospermov zo zrna sme robili nami zhotoveným zariadením.

VÝSLEDKY

1. Obsah dusíka v bielkovinových frakciách a endospermoch zrna kukurice

Distribúcia dusíka medzi bielkovinové frakcie je udaná v tab. I.

I. Obsah organického dusíka v bielkovinových frakciách zrna kukurice — The content of organic nitrogen in the protein fractions of maize grain

Bielkovinové frakcie	W 37 A				W 64 A				W 37 A × W 64 A			
	normál		opaque-2		normál		opaque-2		normál		opaque-2	
	mg/g	%	mg/g	%	mg/g	%	mg/g	%	mg/g	%	mg/g	%
Albumíny	1,46	10,01	1,57	13,8	1,73	12,7	1,47	13,0	1,63	11,8	1,69	12,5
Globulíny	0,98	6,8	0,82	7,2	0,89	6,5	0,80	7,1	0,74	5,4	0,91	6,7
Prolamíny I	4,57	31,6	1,52	13,4	4,53	33,2	0,86	7,6	4,89	35,5	1,71	12,6
Prolamíny II	2,10	14,5	1,42	12,5	1,88	13,8	1,75	15,5	1,96	14,2	1,87	13,8
Glutelíny	2,69	18,6	4,05	35,7	2,28	16,7	4,33	38,4	2,43	17,6	5,07	37,4
Zbytok	2,66	18,4	1,97	17,4	2,33	17,1	2,07	18,4	2,14	15,5	1,31	17,0
Spolu:	14,46	100,0	11,05	100,0	13,64	100,0	11,28	100	13,79	100	13,56	100

Zastúpenie jednotlivých frakcií je charakteristické pre dané genotypy v tom zmysle, že analógy opaque-2 majú v porovnaní s normálnymi formami obsah prolamínov a zvýšený obsah glutelínov. Aj keď prolamíny vykazujú charakteristické zastúpenie dusíka pre použité genotypy, je rozdelenie dusíka medzi prolamíny I a prolamíny II špecifické pre jednotlivé použité materiály. Z charakteristiky nízkeho obsahu dusíka v prolamínových frakciách u formy opaque-2 vyplýva možnosť jeho využitia pre hromadnú selekciu. Celkový obsah dusíka (tab. VI) v endospermoch zŕn jednotlivých genotypov je nižší u o_2 formy.

2. Aminokyselinové zloženie kyslého hydrolyzátu bielkovín zrna kukurice

Aminokyselinové zloženie kyslého hydrolyzátu (tab. II) bielkovín zrna kukurice je charakteristické pre dané genotypy. Obsah aminokyselín je modifikovaný tým, že u formy opaque-2 sa zvyšuje predovšetkým

II. Aminokyselinové zloženie celkového kyslého hydrolyzátu bielkovín zrna kukurice (g/100 g) — The amino acid composition of the total acid hydrolyzate of maize grain proteins (g/100 g)

Aminokyseliny	W 37 A		W 64 A		W 37 A × W 64 A	
	normál	opaque-2	normál	opaque-2	normál	opaque-2
Lys	2,88	4,29	2,80	3,98	3,01	4,01
His	2,66	3,01	2,50	3,25	2,60	3,15
Arg	4,25	5,92	4,12	5,46	3,88	5,22
Asp. kys.	6,22	8,84	6,05	7,55	5,92	7,82
Thr	3,01	3,22	2,55	3,31	2,70	3,00
Ser	2,40	3,00	2,47	3,22	2,52	2,66
Glu. kys.	21,30	14,56	19,65	13,27	22,35	15,01
Pto	10,05	6,65	10,40	7,20	9,91	7,35
Gly	3,00	4,25	2,96	3,66	3,31	3,98
Ala	6,55	5,15	6,10	5,00	6,00	5,35
Cys	1,00	1,22	0,92	1,10	1,11	1,12
Val	4,72	5,25	4,55	5,16	4,31	5,33
Met	0,77	1,02	0,60	1,50	0,45	1,12
Ile	3,12	2,50	2,85	2,44	3,14	2,65
Leu	11,25	7,78	10,46	7,64	11,70	8,00
Tyr	2,45	2,72	2,22	2,56	2,50	2,80
Phe	4,46	3,36	4,30	3,42	4,53	3,64
Spolu:	90,09	85,50	89,91	82,74	79,22	82,20

obsah lyzínu, histidínu, arginínu, kyseliny asparágovej, glycínu a valínu, ale znižuje sa obsah kyseliny glutamovej, alanínu, leucínu a prolínu. Z deviatich esenciálnych aminokyselín je sedem v mutante opaque-2 vo zvýšenej koncentrácii v porovnaní s normálnou formou.

3. Aminokyselinové zloženie endospermov jednotlivých zŕn

Vzhľadom na poznatky, ktoré uvádzajú Mossé et al. (1966), Frömberg a Pollmer (1975) je zrejmé, že aminokyselinové zlo-

ženie priemernej vzorky (aj keď vizuálne vyselektovanej) neposkytuje maximálne obsahy jednotlivých aminokyselín a je závislé od heterogenity jednotlivých zŕn. Z toho dôvodu sme vizuálne vyselekovali jednotlivé genotypy a z každého sme vybrali 10 zŕn, z ktorých sme odobrali endosperm na analýzu. Klíčky sme použili pre dopestovanie rastlín. Z dôvodu vysokej variability v obsahu aminokyselín predovšetkým u mutantov opaque-2 (tab. III, IV, V) a z dôvodu priestorového obmedzenia publikácie, tabuľky aminokyselinového zloženia endospermov

III. Aminokyselinové zloženie endospermu jednotlivých zŕn (% z celkového súčtu)
— The amino acid composition of the endosperm of separate grains (% of total sum)

AMK	W 64 Ao ₂									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lys	5,24	5,02	4,93	5,28	5,02	5,18	4,78	4,67	4,93	4,70
His	3,61	3,80	3,91	3,53	3,85	4,00	3,81	3,90	3,59	3,51
Arg	4,93	6,17	6,41	5,86	6,39	6,34	5,74	6,14	6,24	5,85
Asp	14,03	12,86	11,55	12,33	10,04	10,31	11,83	12,54	12,33	10,50
Thr	3,78	4,30	4,15	3,68	4,22	4,87	4,78	4,41	4,54	4,79
Ser	3,67	4,00	4,14	3,52	3,85	3,81	3,98	4,28	3,63	3,77
Glu	18,95	17,11	16,89	17,42	18,93	17,72	16,96	17,50	19,06	18,69
Pro	7,39	7,92	8,64	8,38	8,46	8,49	9,01	8,64	8,37	8,62
Gly	5,11	5,10	4,71	5,00	5,23	4,87	4,74	4,56	4,31	4,98
Ala	7,18	6,77	6,76	7,37	6,71	6,36	6,97	7,61	6,99	7,07
Cys	stopy	stopy	stopy	stopy	stopy	stopy	stopy	stopy	stopy	stopy
Val	4,95	6,17	6,25	5,85	5,67	6,25	6,56	5,95	5,66	5,28
Met	2,17	1,23	1,35	1,15	1,57	1,61	1,24	1,18	0,77	1,56
Ile	2,64	3,09	2,50	2,87	3,46	3,62	2,77	2,96	3,30	3,53
Leu	9,24	8,75	9,54	9,83	9,37	9,23	9,77	8,07	9,08	9,51
Tyr	2,71	3,26	3,33	2,88	3,09	3,00	2,61	2,95	3,42	3,11
Phe	4,40	4,44	4,93	5,05	4,15	4,25	4,45	3,81	3,80	4,54
Spolu:	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

IV. Aminokyselinové zloženie endospermu jednotlivých zŕn (‰ z celkového súčtu)
 — The amino acid composition of the endosperm of separate grains (‰ of total sum)

AMK	W 37 Ao ₂									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lys	4,16	5,02	5,18	5,36	5,82	4,76	4,80	5,88	5,45	4,45
His	4,12	3,82	3,88	3,63	4,08	3,78	3,66	4,29	4,05	4,69
Arg	6,88	7,33	6,91	6,93	7,34	7,56	7,42	7,10	6,62	6,72
Asp	10,74	10,67	10,26	10,62	10,07	10,64	9,63	9,81	10,17	10,40
Thr	4,27	4,34	4,16	4,24	4,64	4,40	4,92	5,15	4,62	4,72
Ser	3,32	3,39	3,90	3,87	3,31	3,91	3,61	3,64	3,83	3,60
Glu	17,95	17,13	17,50	17,55	17,65	17,38	17,08	17,10	17,31	16,70
Pro	9,40	8,96	8,97	9,22	8,76	8,58	8,97	9,60	9,69	8,91
Gly	5,14	4,58	4,65	5,14	5,14	4,39	5,18	4,78	4,99	5,04
Ala	6,43	5,19	6,54	6,76	5,98	6,20	6,44	5,88	5,52	6,07
Cys	1,05	1,37	1,35	1,21	1,38	1,43	1,23	0,83	1,68	1,56
Val	6,43	6,41	6,24	5,78	6,39	6,50	6,17	6,44	6,20	6,55
Met	1,60	1,73	1,32	1,56	1,40	1,30	1,23	1,52	1,58	1,66
Ile	2,29	2,49	2,20	2,45	2,65	2,77	2,82	2,38	2,11	2,59
Leu	9,64	10,36	10,64	9,73	9,38	10,05	10,32	9,45	9,59	10,04
Tyr	3,19	3,30	3,41	3,29	3,50	3,04	3,18	3,57	3,34	3,00
Phe	3,10	3,24	2,90	2,67	2,51	3,30	3,37	3,01	3,17	3,28
Spolu:	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

z normálnych materiálov neuvádzame. Rozptýl lyzínu ako jednej z dôležitých aminokyselín bol u jednotlivých genotypov takýto:

	normálna forma	opaque-2
W 37 A	3,09 — 3,35 %	3,56 — 4,65 %
W 64 A	2,93 — 3,71 %	4,67 — 5,26 %
W 37A × 64A	3,10 — 3,59 %	4,42 — 5,26 %

V. Aminokyselinové zloženie endospermu jednotlivých zŕn (% z celkového súčtu)
 – The amino acid composition of the endosperm of separate grains (% of total sum)

AMK	W 37 Ao ₂ × W 64 Ao ₂									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lys	4,58	4,96	4,42	4,99	4,44	4,55	4,79	5,14	5,46	5,05
His	3,83	3,66	4,18	4,17	3,65	3,87	3,64	3,70	4,24	3,76
Arg	6,23	6,09	6,04	6,71	7,18	6,75	6,29	6,58	6,12	6,62
Asp	10,19	9,16	9,72	8,83	8,62	9,40	9,87	9,18	8,93	9,80
Thr	2,92	2,76	3,16	3,29	2,56	2,73	2,9	3,33	3,44	2,54
Ser	2,83	3,09	3,03	2,51	2,82	2,81	2,58	2,48	2,54	2,87
Glu	17,50	18,00	18,07	17,86	17,49	17,26	17,96	18,05	17,11	19,04
Pro	7,96	8,51	8,57	7,76	7,68	8,34	8,37	8,11	8,13	7,77
Gly	4,96	5,09	5,58	5,14	5,44	4,50	4,84	4,94	5,47	4,71
Ala	7,21	6,73	6,31	7,04	7,18	7,08	6,55	6,88	6,96	6,16
Cys	1,25	1,35	1,03	1,08	1,36	1,40	0,92	1,10	0,75	1,05
Val	7,18	7,34	7,11	7,54	7,33	7,31	7,69	7,17	6,77	7,40
Met	1,16	1,24	0,95	1,08	1,35	1,22	1,43	1,42	1,23	1,07
Ile	3,62	3,38	3,21	3,21	3,71	3,57	3,41	3,26	3,59	3,04
Leu	11,23	10,77	11,18	11,13	10,83	10,22	10,54	10,81	10,81	10,67
Tyr	3,82	3,99	3,70	4,15	4,14	4,35	3,68	3,59	4,27	4,27
Phe	3,60	3,88	3,76	3,53	4,21	4,64	4,44	4,26	4,17	4,15
Spolu:	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Sú tiež odlišnosti vo fyzikálnych vlastnostiach jednotlivých zŕn pri slúchajúcich k forme opaque-2, vyznačujúcich sa vyššou hmotnosťou zrna pri zachovaní vysokého obsahu lyzínu, resp. ďalších esenciálnych aminokyselín. Vyskytujú sa tiež názory o blízkej lokalizácii génu opaque-2 s ďalším, ktorý je nositeľom škrobovej časti endospermu s následnou depresiou v úrodnosti zrna kukurice. Preto štúdium endospermov jednotlivých zŕn, za súčasného použitia klíčkov pre dopestovanie ďalšej generácie rastlín skytá možnosť špecifickej selekcie so zámerom zachovania stálosti a prenosu sledovaných znakov špecifických pre jednotlivé zrná.

VI. Obsah celkového dusíka ($N \times 6,25$) v ‰ vo vyselektovanom zrne kukurice –
The content of total nitrogen ($N \times 6,25$) in ‰ in the selected maize grains

Poradkové číslo	Genotyp	W 37 A	W 64 A	W 37 A × W 64 A
1	o ₂	10,31	10,93	10,81
	n	11,12	11,43	11,25
2	o ₂	9,93	11,06	10,81
	n	10,62	11,06	10,93
3	o ₂	10,75	10,62	10,31
	n	10,68	11,25	11,06
4	o ₂	10,50	10,50	9,81
	n	10,81	11,68	11,76
5	o ₂	10,31	10,81	10,43
	n	10,56	10,93	11,31
6	o ₂	10,43	11,06	10,93
	n	10,75	11,18	10,62
7	o ₂	10,62	10,31	10,75
	n	10,62	11,31	10,75
8	o ₂	10,79	10,81	10,31
	n	10,93	11,75	11,00
9	o ₂	10,31	10,62	11,25
	n	11,06	11,37	11,51
10	o ₂	10,00	11,00	10,93
	n	10,75	11,00	10,68
X	o ₂	10,39	10,78	10,63
	n	10,79	11,29	11,08
Nmax.	o ₂	10,79	11,06	11,25
Nmin.	n	11,12	11,75	11,76

Literatúra

- FRÖMBERG, M. N. — POLMER, W. G.: Lysine Estimation in Single Kernels of Maize. *Z. Pflanzenzüchtung*, 75, 1975, s. 333-338.
- IVANKO, Š. a kol.: *Štúdium zákonitostí tvorby proteínového komplexu zrna obilnín*. [Záverečná správa.] Nitra, VŠP 1976.
- MERTZ, E. T. a spol.: Mutant gene that lysine content of maize endosperm. *Science*, 145, 1964, s. 279-280.
- MOSSÉ, J. et al.: Etude sur les protéines du maïs. II. Comparaison entre les compositions on acides amides et les proportions mutuelles des fractions protéiques de grains normaux et mutants. *Ann. de Physiologie végétale*, 8, 1966, č. 4, s. 331-344.
- MUSÍJKO, A. S. a spol.: Frakcionnyj i aminokislótnyj sostav belkov zerna obyčnyh i mutantnyh form kukuruzy. *Vestn. sel'chz. nauki*, 5, 1969, č. 4, s. 60-65.
- NELSON, O. E.: Un gene mutant che influenza le sintesi de proteine nell endosperme del maïs. *Maydica*, 12, 1968, č. 3, s. 81-96.
- SODEK, L. — WILSON, C. M.: Amino acid composition of proteins isolated from normal, opaque-2, and floury-2 corn endosperms by a modified Osborne procedure. *J. Agric. and Food chemistry*, 1971, č. 19, s. 1144-1150.

Došlo dňa 4. 7. 1979

СЕДЛАК, А. (НИИ кукурузы, Трнава): Изучение гетерогенности отдельных компонентов кукурузного зерна. *Rostl. Výroba*, 25, 1979 (12) : 1237-1246.

Определяли биосинтез белков в кукурузном зерне путем установления состава общего гидролизата и отдельных белковых фракций у линий W 37 A02, W 64 A02, из которых создан гибрид под обозначением TA-480 L. Кроме того, определяли вариabильность содержания аминокислот в эндоспермах зерен, а ростки использовали для доращивания растений. Установлена вариabильность содержания органического азота и аминокислот, главным образом, лизина. Данные свидетельствуют о возможности использования отдельных зерен для специфической селекции с учетом их специфической генетической диспозиции.

кукуруза на зерно; эндоспермы; общее содержание органического азота; белковые фракции; аминокислоты

SEDLÁK, A. (Maize Research Institute, Trnava): *The Study of the Heterogeneity of Different Components of Maize Grain*. *Rostl. Výroba*, 25, 1979 (12) : 1237-1246.

Tests were conducted to study the biosynthesis of maize grain protein through the amino acid composition of the total hydrolyzate and different protein fractions in lines W 37 A02, W 64 A02 and in the hybrid produced from them, now certified under the designation TA-840 L. The experiment also included the study of the variability in the amino acid content in the endosperm of the grains, and the germs were used for finishing the plants. Variability was found in the content of organic nitrogen as well as in the content of different amino acids, particularly lysine. The findings indicate that it is possible to use the grains for specific selection based on utilizing their specific genetic potentials.

grain maize; endosperms; total organic nitrogen; protein fractions; amino acids

SEDLÁK, A. (Forschungsinstitut für Maisanbau, Trnava): *Studium der Heterogenität der einzelnen Komponenten des Maiskornes*. *Rostl. Výroba*, 25, 1979 (12) : 1237-1246.

Wir untersuchten die Biosynthese der Proteine beim Maiskorn anhand der Aminosäurezusammensetzung des gesamten Hydrolysats und auch der einzelnen Proteinfractionen bei den Linien W 37 A02, W 64 A02 und bei einem aus diesen Fractionen gebildeten Hybriden, der gegenwärtig unter Bezeichnung TA-480 L anerkannt wird. Weiterhin untersuchten wir die Variabilität des Aminosäuregehaltes in den Endospermen der einzelnen Körner und die Keime verwendeten wir zur Nachzüchtung der Pflanzen. Es wurde eine Variabilität beim Gehalt an organischem Stickstoff und auch beim Gehalt an einzelnen Aminosäuren, vor allem an Lysin, festgestellt. Die

gewonnenen Erkenntnisse weisen auf die Möglichkeit der Verwendung der einzelnen Körner für die spezifische Selektion anhand der Ausnutzung ihrer spezifischen genetischen Disposition hin.

Körnermais;; Endospermen; organischer Gesamt-N; Proteinfractionen; Aminosäuren

Adresa autora:

Ing. Anton Sedláč, Výskumný ústav kukurice Trnava, Trstínska 13, 917 01 Trnava

VPLYV ZMENY LISTOVÉHO UHLA A LAI NA RADIČNÝ REŽIM PORASTU A FOTOSYNTÉZU LISTOV KUKURICE

J. Vidovič

VIDOVIČ, J. (Výskumný ústav kukurice, Trnava): *Vplyv zmeny listového uhla a LAI na radičný režim porastu a fotosyntézu listov kukurice*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (12) : 1247-1256.

V podmienkach južného Slovenska sme porovnávali v rozpätí hustôt porastu 41 000 až 101 000 rastlín na hektár v niektorých ukazovateľoch radičného režimu porastu a fotosyntézy listu normálny (*n*) a izogenický single — cross kukurice so zerektivizáciou listov (*lg*). Zvýšenie listového uhla u hybridu *lg* spôsobuje zníženie hodnoty extinkčného koeficientu listového zápoja (*K*) a veľkosti zatieneného LAI (*L-s*) a zvýšenie veľkosti slnkom ožiareného LAI (*s*). So vzostupom LAI klesá „*K*“, stúpa mierne „*s*“ a výrazne stúpa „*L-s*“ a podiel „*L-s*“ v LAI. Rýchlosť fotosyntézy listov (*P_{ND}*) so vzostupom LAI klesá. Listové pletivo hybridu *lg* je v porovnaní s hybridom *n* lepšie adaptované vo fotosyntéze na vyššie hustoty fotónového toku *FAR* a hybrid *lg* má vyššiu *P_{ND}*. izogenické hybridy; hustota porastu; LAI; listový uhol; radičný režim porastu; fotosyntéza listov

V práci Vidovič a Piovarči [1976] sme predstavili niektoré výsledky experimentálneho overenia vplyvu zmeneného listového uhla v zhustujúcom sa poraste kukurice na distribúciu žiarenia v poraste a jeho produktivitu v podmienkach južného Slovenska. Porovnávali sme dva izogenické single-crossy a to so zabudovaným *lg*₁ génom [*lg*] zerektivizujúcim listy a normálne rastliny bez tohto génu (*n*). Hybrid *n* predstavoval prechod medzi planofilným a plagiofilným typom listového zápoja, hybrid *lg* prechod medzi erektofilným a sférickým typom listového zápoja. V priemere za všetky roky a varianty bol listový uhol pre *n* = 49° a pre *lg* = 64°. So vzostupom hustoty a LAI porastu percento absorbovaného žiarenia dopadajúceho na porast stúpa a je vyššie pre hybrid *n* ako pre hybrid *lg*. Hustota ožiarovania spodných a stredných listov pri vyšších hustotách porastu bola u hybridu *lg* vyššia ako u hybridu *n*. V súlade s predpoveďou matematického modelu fotosyntézy porastu [Ross a Nilson, 1963; Duncan et al., 1967; Duncan, 1971] za podmienok dostatočného zásobenia porastu vodou a živinami v hlavných kritických fázach ontogenézy a pri dostatočne vysokom LAI porastu spôsobuje zvýšenie listového uhla u hybridu *lg* zvýšenie výnosu zrna, biologického výnosu a *K_{hosp}*. V predkladanej práci chceme doplniť a prehĺbiť experimentálnu analýzu študovanej problematiky na úseku radičného režimu porastu a fotosyntézy ako dôležitých faktorov produktivity porastu. Výsledky sú z tých istých pokusov ako výsledky uvedené v práci Vidovič a Piovarči [1976].

MATERIÁL A METÓDY

Pokusné miesto, experimentálna rastlina a experimentálne varianty sú podrobne popísané v práci Vidovič a Piovarči (1976). Preto sa sústreďíme na popis jednotlivých experimentálnych meraní. Trojročný poľný pokus sme založili v Trnave (48° 23' s. š.) v rokoch 1972 až 1974. Pracovali sme s dvoma izogenickými single-crossami kukurice:

- a) so zabudovaným génom *lg1* spôsobujúcim erektivnosť listov (*lg*),
- b) a bez tohto génu s normálne priestorove orientovanými listami (*n*).

Osem experimentálnych variantov pozostávalo z kombinácie *lg* a *n* hybridu a zo štyroch hustôt porastu:

- 70 × 35 cm – 40 816 rastlín na ha – S,
- 60 × 30 cm – 55 556 rastlín na ha – S₁,
- 50 × 25 cm – 80 000 rastlín na ha – S₂,
- 45 × 22 cm – 101 010 rastlín na ha – S₃.

Každý variant mal štyri opakovania.

Experimentálne merania:

Listovú plochu a jej priestorovú distribúciu sme merali niekoľkokrát v generatívnej fáze ontogenézy metódou merania listových uhlov na poli uhlomerom a metódou merania lineárnych rozmerov listov. Distribúciu listovej plochy do horizontálnych vrstiev ako aj stanovenie listových uhlov sme robili nami adaptovanou siluetovou metódou (Vidovič, 1977).

Radiačný režim porastu sme merali v časovej nadväznosti na meranie priestorovej distribúcie listovej plochy. Merali sme v strede medziradiakov v zapojenom poraste pomocou automatického pohybu meracieho receptora. Zariadenie na automatický pohyb meracieho receptora, ako aj metodiku merania žiarenia v poraste popisujeme v práci Vidovič (1975). Merací receptor bol na meranie usposobený z luxmetra. Namerané hodnoty vertikálneho profilu hustoty ožiarenia v poraste ako aj vertikálnej distribúcie listovej plochy v poraste sme použili na výpočet niektorých prvkov radiačného režimu porastu. Extinkčný koeficient listového zápoja (*K*) sme vypočítali zo vzťahu (Monsi a Saeki, 1953):

- $I = I_0 e^{(-KL)}$
- I* = hustota ožiarenia vodorovnej roviny v poraste
- I*₀ = hustota ožiarenia vodorovnej roviny nad porastom
- L* = kumulatívny LAI od vrcholu porastu po rovinu v ktorej je meraná *I*
- K* = extinkčný koeficient
- e* = základ prirodzených logaritmov

Slnkom ožiarení LAI (*s*) sme vypočítali zo vzťahu:

$$s = \frac{1 - e^{(-KL)}}{K}$$

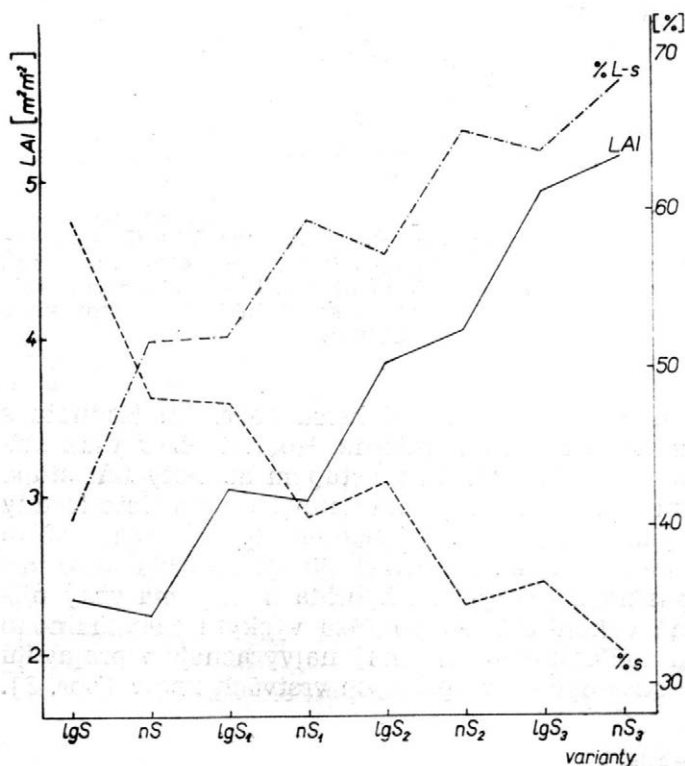
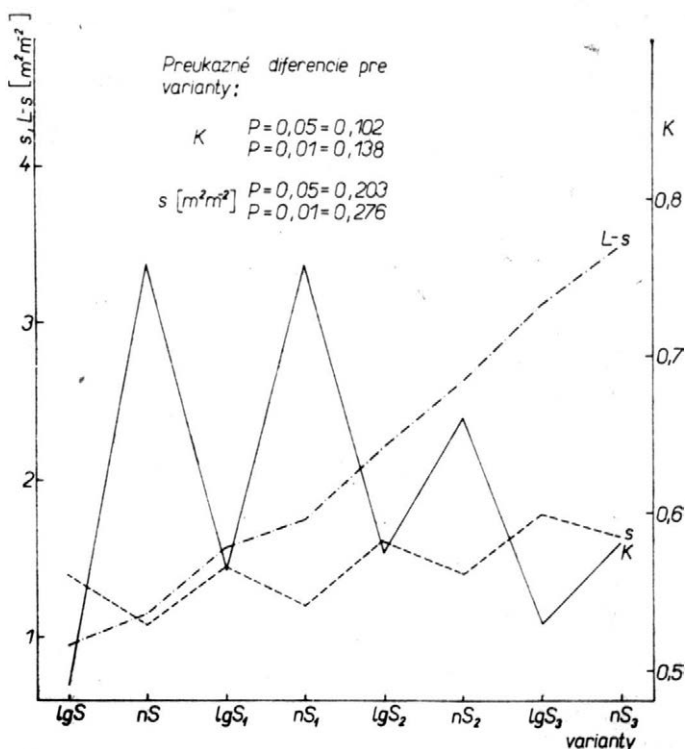
Zatienený LAI sme vypočítali ako *L* – *s*.

Rýchlosť fotosyntézy listových terčikov (*P_{ND}*) sme stanovili podľa Šetlíka a Šestáka (1971). Podmienky exponovania v rotačnej kruhovej aparátúre boli: teplota vzduchu 25 ± 0,5 °C, koncentrácia CO₂ vo vzduchu ca 340 cm³ m⁻³. Pri stanovení svetelných kriviek fotosyntézy sme používali rozpätie hustôt fotónového toku FAR 411 až 1713 μE m⁻² s⁻¹. Svetelné krivky fotosyntézy sme stanovili pre jednu hornú (štvrtá, resp. piata od apexu) a jednu spodnú (ôsma, resp. deviata od apexu) listovú inzerciu.

VÝSLEDKY

Radiačný režim porastu. Vertikálne radiačné profily v poraste ako aj absorpciu a transmisu žiarenia v poraste sme uviedli v práci Vidovič a Piovarči (1976). Detailnejšiu analýzu radiačného režimu porastu

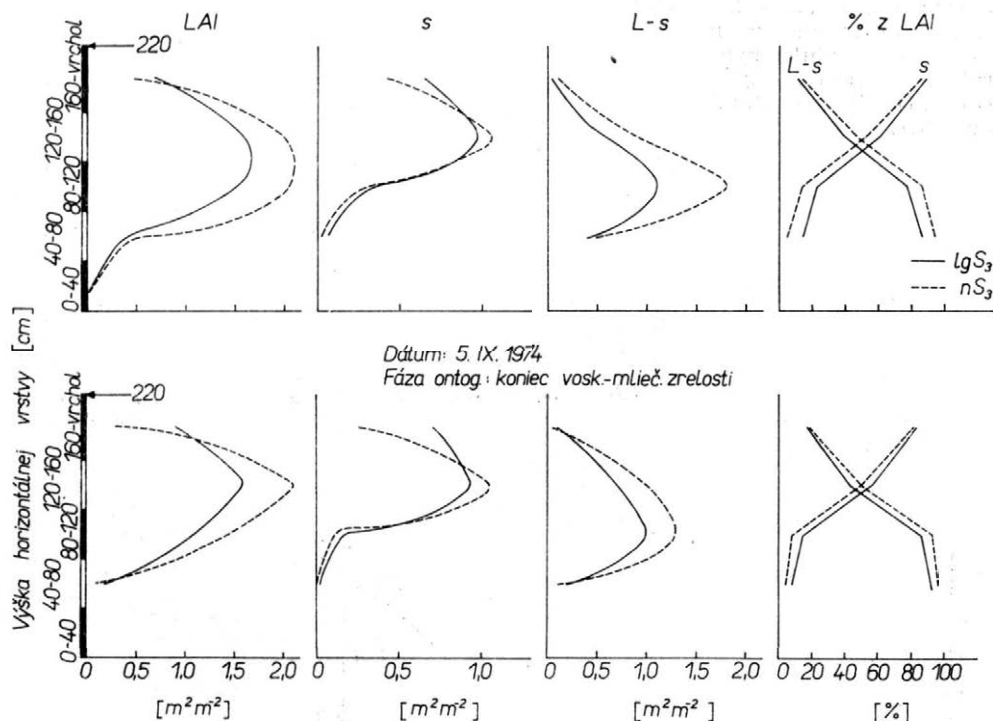
1. Extinkčný koeficient listového zápoja (K), slnkom ožiarený LAI (s) a zatienený LAI (L-s) vo fáze tvorby zrna (31. 7. 1973) cez obed (lg – erektívny hybrid, n – normálny hybrid, S, S₁, S₂, S₃ – hustoty porastu) – Leaf canopy extinction coefficient (K), sunlit LAI (s) and shaded LAI (L-s) in the blister stage (July 31, 1973) during the noon (lg – erectophile hybrid, n – normal hybrid, S, S₁, S₂, S₃ – stand densities)



2. LAI, percentuálny podiel slnkom ožiareného LAI (s) v LAI a percentuálny podiel zatieneného LAI (L-s) v LAI vo fáze tvorby zrna (31. 7. 1973) cez obed (lg – erektívny hybrid, n – normálny hybrid, S, S₁, S₂, S₃ – hustoty porastu) – LAI, percentage of sunlit LAI (s) in LAI and percentage of shaded LAI (L-s) in LAI in the blister stage (July 31, 1973) during the noon (lg – erectophile hybrid, n – normal hybrid, S, S₁, S₂, S₃ – stand densities)

nám poskytujú také ukazovatele ako extinkčný koeficient listového zápoja (K), slnkom ožiarený (s), a zatienený LAI ($L - s$). K nám udáva ako je horizontálna vrstva porastu o jednotkovom LAI priepustná pre slnečné žiarenie dopadajúce na túto vrstvu. K je záporným dekadickým logaritmom priepustnosti a čím je vyšší, tým je jednotková vrstva porastu menej priepustná. Slnkom ožiarený LAI (s), je LAI, na ktorý dopadá priame slnečné žiarenie a zatienený LAI ($L - s$) je ostatný LAI.

Dátum: 2.-7.VIII.1974
Fáza ontog.: tvorba zrna



3. Vertikálny profil LAI, slnkom ožiareného LAI (s), zatieneného LAI ($L-s$) a percenta „ s “ a „ $L-s$ “ z celkového LAI (lg – erektívny hybrid, n – normálny hybrid, S_s – hustota porastu 101 010 rastlín na ha) – Vertical profile of LAI, sunlit LAI (s), shaded LAI ($L-s$) and percentage of „ s “ and „ $L-s$ “ in LAI (lg – erectophile hybrid, n – normal hybrid, S_s – stand density of 101 010 plants per ha)

So vzostupom LAI a hustoty porastu K klesá (obr. 1). Hodnota s stúpa so vzostupom hustoty porastu len mierne. Hodnota $L-s$ však stúpa so vzostupom hodnoty LAI výrazne. So vzostupom hodnoty LAI stúpa aj podiel $L-s$ v celkovom LAI (obr. 2). Zmena listového uhla tieto trendy výrazne ovplyvňuje. Hybrid s erektívnejšími listami (lg) má vždy vyššiu hodnotu s a nižšiu hodnotu $L-s$ ako hybrid n . Porast hybridu lg je pre žiarenie relatívne priepustnejší ako porast hybridu n , t. j. má vždy nižšiu hodnotu K . Uvedené zákonitosti sa vo fáze výskytu maximálneho LAI (koniec kvitnutia a začiatok tvorby zrna) najvýraznejšie prejavujú v najhustejšom sponse v stredných a v spodných vrstvách listov (obr. 3).

Výrazný je najmä ten fakt, že variant nS_3 má v porovnaní s $lg S_3$ v týchto vrstvách vyšší $L-s$ a vyššie percento $L-s$ z LAI.

Rozpätie nameraných hodnôt (priemer zo všetkých meraní počas generatívnej fázy ontogenézy za tri roky) ukazovateľov radiačného režimu porastu počas úseku generatívnej fázy ontogenézy s maximálnym LAI (kvitnutie a začiatok tvorby zrna) pre najredší až najhustejší spon, udáva tab. I.

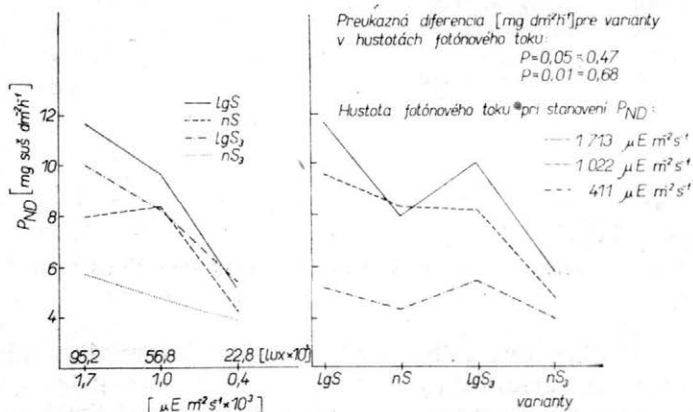
I. Priemerné hodnoty ukazovateľov radiačného režimu v generatívnej fáze ontogenézy pri maximálnom LAI pre spony S a S_3 — The average values of the indices of the radiation régime of the generative stage of ontogenesis at the maximum LAI for spacings S and S_3

Hyb- rid	Spon	LAI	K	s	L-s	% s z LAI	% L-s z LAI
lg	S	2,45	0,58	1,32	1,13	55	45
	S_3	4,60	0,49	1,86	2,74	41	59
n	S	2,63	0,75	1,17	1,46	45	55
	S_3	5,28	0,59	1,63	3,66	31	69
$\bar{x}$	S	2,54	0,66	1,24	1,29	50	50
	S_3	4,94	0,54	1,75	3,20	36	64

Rýchlosť čistej fotosyntézy listových terčikov (P_{ND}).

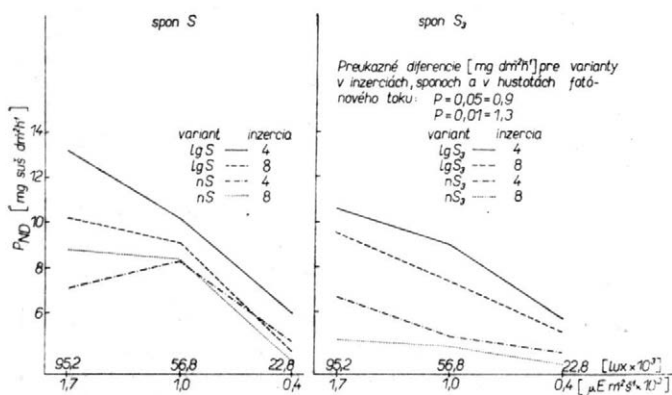
V roku 1972 a 1973 sme vo fáze začiatok tvorby zrna stanovili P_{ND} rôznych listových inzercií. P_{ND} je pri všetkých listových inzerciách vyššia u variantu lg v porovnaní s variantom n , aj keď je táto diferencia preukazná len od siedmej listovej inzercie od apexu nižšie. U nižších listových inzercií sa teda vyskytuje istá adaptácia fotosyntézy na vyššiu hustotu ožiarenia v poraste variantu lg v porovnaní s variantom n , resp.

4. Rýchlosť fotosyntézy listových terčikov (P_{ND}) v závislosti od hustoty fotónového toku FAR vo fáze mliečnej zrelosti (21. 8. 1974). Hodnoty P_{ND} sú priemerom pre štvrtú a ôsmu listovú inzerciu od apexu (lg — erektívny hybrid, n — normálny hybrid, S — 40 816 rastlín na ha, S_3 — 101 010 rastlín na ha). — Net photosynthetic rate of leaf discs (P_{ND}) in dependence on photon flux density PhAR in milk ripeness phase (August 21, 1974). The values of P_{ND} are the average values of the 4th and 8th leaf insertions from the apex. lg — erectophile hybrid, n — normal hybrid, S and S_3 — 40 816 and 101 010 plants per ha



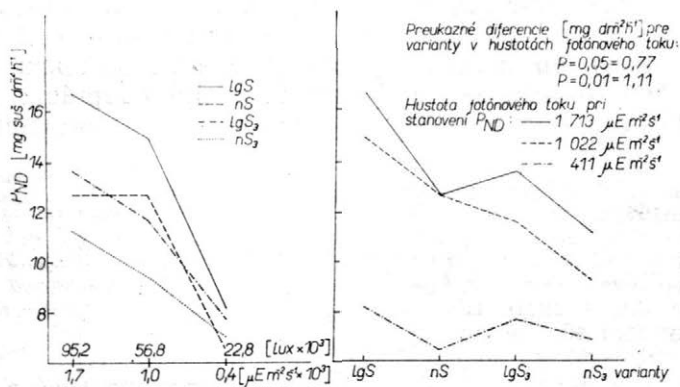
nížšie listové inzercie sú u variantu *lg* životaschopnejšie, t. j. majú vyššiu fotosyntetickú kapacitu. Vychádzajúc z výsledkov tejto analýzy sme v roku 1974 stanovili viackrát svetelné krivky jednej hornej a jednej spodnej listovej inzercie pre najredší a najhustejší spon.

Vo fáze mliečnej zrelosti, kedy môžeme predpokladať už plnú adaptáciu fotosyntézy na radiačné pomery v poraste, bola P_{ND} vyššia u variantu *lg* ako u variantu *n* (obr. 4), vyššia u sponu *S* ako u sponu *S₃*. S týmito závermi súhlasí aj porovnanie P_{ND} jednotlivých listových inzercií u jednotlivých variantov v rôznych hustotách ožiarenia a sponoch (obr. 5).



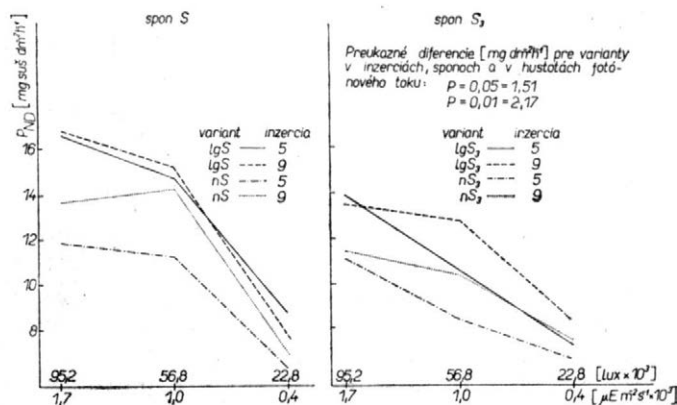
from apex) and lower (8th from the apex) leaf insertions in milk ripeness phase (August 21, 1974). *lg* – erectophile hybrid, *n* – normal hybrid, *S* – 40 816 plants per ha, *S₃* – 101 010 plants per ha

6. Rýchlosť fotosyntézy listových terčikov (P_{ND}) v závislosti od hustoty fotónového toku FAR (1. 8. 1974) vo fáze kvitnutia materského súkvetia (hodnoty P_{ND} sú priemerom pre piatu a deviatu listovú inzerciu od apexu) – Net photosynthetic rate of leaf discs (P_{ND}) in dependence on photon flux density PhAR in silking phase (August 1, 1974). The P_{ND} values are the average values of 5th and 9th leaf insertions from the apex



V skoršom odbere (kvitnutie materského súkvetia) je znova P_{ND} vyššia u variantu *lg* ako u variantu *n*, vyššia u sponu *S* ako u sponu *S₃* (obr. 6). Pomery sa však čiastočne odlišujú ak porovnáваме hornú a spodnú listovú inzerciu v rámci variantov, sponov a hustôt ožiarenia (obr. 7). U variantu *lgS* niet rozdielu medzi P_{ND} hornej a spodnej listovej inzercie a u variantu *nS* má dolná inzercia v hladine žiarenia A a B

7. Rýchlosť fotosyntézy listových terčikov (P_{ND}) v závislosti od hustoty fotónového toku FAR u hornej (piata od apexu) a dolnej (deviata od apexu) listovej inzercie (1. 8. 1974) vo fáze kvitnutie mater-ského súkvetia — Net photosynthetic rate of leaf discs (P_{ND}) in dependence on photon flux density PhAR of the upper (5th from the apex) and lower (9th from the apex) leaf insertions in silking phase (August 1, 1974)



dokonca vyššiu P_{ND} ako horná inzercia. V sponi S_2 má spodná inzercia variantu lg v porovnaní s hornou inzerciou vyššiu P_{ND} v hladine žiarenia B a C. Podobne u variantu n má v hladine B spodná inzercia vyššiu P_{ND} ako horná inzercia. Najvyššia P_{ND} je však predsa u hornej inzercie variantu lgS_2 v hladine A. V tomto odbere je horná inzercia variantu lg v sponi S_2 lepšie adaptovaná na najvyššie hustoty ožiarenia ako u variantu n a obdobne spodná inzercia je lepšie adaptovaná na stredné hustoty ožiarenia u variantu lg ako u variantu n . V rámci oboch variantov je spodná inzercia lepšie adaptovaná na nízke hustoty ožiarenia ako horná inzercia, najmä u hybridu lg . V neskoršom odbere už toto neplatí. Adaptačný proces je u spodnej listovej inzercie prekrytý procesom stárnutia listov.

DISKUSIA

V celej sérii prác (Vidovič, 1974; Vidovič 1977; Vidovič a Piovarči, 1976) sme ukázali, že pozitívny účinok zvýšeného listového uhla na hospodársku, vegetatívnu a biologickú úrodu a koeficient hospodárskej efektívnosti fotosyntézy (K_{hosp}) súvisí najmä so zlepšením prenikania žiarenia do stredných a spodných vrstiev porastu v dôsledku zerektívnenia listov. Ukazuje sa, že LAI nie je ukazovateľom homogénnym a jednoznačným. Okrem takých vnútorných faktorov ako vek listu ho možno kategorizovať aj pomocou svetelných podmienok fotosyntézy, ktorým je vystavený v poraste. So vzostupom LAI porastu sa väčšina prírastku LAI dostáva do kategórie zatieneného LAI a jeho podiel narastá a podiel s v LAI klesá (obr. 2). Zvýšený listový uhol však túto prevahu vzostupu L - s nad s , spojenú so zvyšovaním LAI, koriguje smerom dolu. Tieto trendy naznačujú, že v poraste s vyššími LAI je dôležitý každý lúč žiarenia prenikajúci do stredných a spodných vrstiev porastu, a to ako z hľadiska P_{ND} , tak aj z hľadiska distribúcie fotosyntátov. Znížená hodnota K u hybridu lg v porovnaní s hybridom n demonštruje tak lepšie prenikanie žiarenia do hĺbky porastu, ako aj jeho vyššiu toleranciu k zhusťovaniu porastu a vyššiu účinnosť jednotky listovej plochy v tvorbe sušiny zrna i celkovej sušiny v porovnaní s hybridom n (Vidovič, 1977).

To isté demonštrujú aj vypočítané hodnoty LAI_5 (pri LAI_5 je prepustené žiarenie listovým zápojom 5 % z dopadajúceho žiarenia na porast) pre úsek generatívnej fázy ontogenézy s maximálnym LAI pre spon S až S_3 : hybrid lg = 5,20 až 6,17 a hybrid n = 4,02 až 5,10.

Výrazná závislosť P_{ND} od hustoty ožiarenia listu (obr. 4, 6) poskytuje dostatočné vysvetlenie pre zvýšenie P_{ND} a biologickej úrody u lg hybridu v súvislosti s vyššou hustotou ožiarenia jeho spodných a stredných listov, ako aj vyšším percentom s z LAI a nižším percentom L z LAI. Vyššiu rýchlosť čistej fotosyntézy (P_N) plošnej jednotky erektofilného porastu v porovnaní s planofilným porastom predpovedajú tiež matematické modely fotosyntézy porastu (Duncan, 1971; Duncan et al., 1967). Pomocou našej metódy merania P_{ND} sme dokázali aj pozitívnu adaptáciu na hustotu ožiarenia u znakov podmieňujúcich P_{ND} zafixovaných v listovom pletive. Lepšia adaptácia listového pletiva hybridu lg na vyššie hustoty ožiarenia v poraste súvisiace s vyšším listovým uhlom alebo zníženým LAI vysvetľuje zvýšenú P_{ND} hybridu lg v porovnaní s hybridom n , resp. pri nižších LAI v porovnaní s vyššími LAI. Pozitívna adaptácia P_{ND} na zvýšenú hustotu ožiarenia u hybridu lg pozitívne koreluje s väčšou hmotnostnou hrúbkou, resp. s nižšou špecifickou listovou plochou asimilačného pletiva u hybridu lg (Vidovič, 1977). Podobnú adaptáciu P_N listov na zvýšenú hustotu ožiarenia v poraste počas rastu a tvorby fotosyntetického aparátu popisujú u iných druhov ako u kukurice Björkman a Holmgren (1963) a Prioul a Bourdu (1973). Na druhej strane Čmora (1966) nezistila rozdiely v tvare svetelných kriviek fotosyntézy rôznych listových inzercií kukurice. Adaptácia P_N spodných listov kukurice na znížené hustoty ožiarenia nastala až v porastoch o $LAI = 6-7$. Ďalšia naša práca (Vidovič, 1979) ukazuje, že adaptácia P_{ND} na radiačný režim porastu môže byť genotypovým znakom spojeným so zvýšenou toleranciou porastu k zhusteniu.

Okrem pozitívneho účinku zerektívnenia listov na zvýšený prienik žiarenia do hĺbky porastu, zvýšenú P_{ND} a zvýšenú biologickú úrodu sme zaznamenali zvýšenie K_{hosp} u hybridu lg . To korešponduje s výsledkami Eastina (1969) a Throughtona a Currieho (1977) ktorí zistili, že zlepšené prenikanie žiarenia do porastu, resp. zvýšená hustota ožiarenia listu spôsobuje zvýšenie odsunu asimilátov zo stredných a spodných listov v poraste. Je dôležité, aby optimálna distribúcia žiarenia v poraste po listových inzerciách zahrňovala nielen otázku tvorby fotosyntátov (t. j. P_N), ale aj ich odtransportovanie do zrna a aby sa maximalizácia oboch procesov stretávala u tých istých listových inzercií.

Literatúra

- BJÖRKMANN, O. — HOLMGREN, P.: Adaptability of the photosynthetic apparatus to light intensity in ecotypes from exposed and shaded habitats. *Physiol. Plant.*, 16, 1963, s. 889-914.
- ČMORA, S. N.: Svetovýje krivýje fotosinteza v poseve kukuruzy. In: Ničiporovič, A. A.: Fotosintezirujuščije sistemy vysokoj produktivnosti. Moskva, Izd. Nauka, 1966, s. 142-148.
- DUNCAN, W. G.: Leaf angles, leaf area, and canopy photosynthesis. *Crop Sci.*, 11, 1971, s. 482-485.

- DUNCAN, W. G. — LOOMIS, R. S. — WILLIAMS, W. A. — HANAU, R.: A model for simulating photosynthesis in plant communities. *Hilgardia*, 38, 1967, s. 181-205.
- EASTIN, J. A.: Leaf position and leaf function in corn — Carbon-14 labeled photosynthate distribution in corn in relation to leaf position and leaf function. *Proc. of the 24-th Ann. Corn and Sorghum Res. Conference*, 1969, s. 81-89.
- MONSI, M. — SAEKI, T.: Über den Lichtfaktor in den Pflanzengesellschaften und seine Bedeutung für die Stoffproduktion. *Jap. Bot.*, 14, 1953, s. 22-52.
- PRILOUL, J. L. — BOURDU, R.: Graphical display of photosynthetic adaptability to irradiance. *Photosynthetica*, 7, 1973, s. 405-407.
- ROSS, Ju. K. — NILSON, T.: K teoriji radiacionnogo režima rastitel'nogo pokrova. In: *Issled. po fizike atmosfery* 4. Tartu. Izd. An Est. SSR, 1963, s. 42-64.
- ŠETLÍK, I. — ŠESTÁK, Z.: Use of leaf tissue samples in ventilated chambers for long term measurements of photosynthesis. In: Šesták, Z. et al.: *Plant photosynthetic production. Manual of methods*. The Hague, Dr. W. Junk N. V.: Publishers, 1971, s. 316-342.
- TROUGHTON, J. H. — CURRIE, B. G.: Relations between light level, sucrose concentration, and translocation of carbon 11 in *Zea mays* leaves. *Plant Physiol.*, 59, 1977, s. 808-820.
- VIDOVIČ, J.: A device for the measurements of radiation in stands with automatically moving sensors. *Biol. Plant.*, 17, 1975, s. 75-78.
- VIDOVIČ, J.: Effect of the change of leaf angle arrangement on productivity of maize (*Zea mays* L.) stands. *Biol. Plant.*, 16, 1974, s. 174-183.
- VIDOVIČ, J.: Fotosintetičeskaja adaptacija lista k povyšajuščemusja LAI v poseve kukuruzy. *Symposium Fotosintetičeskaja assimilacija uglekisloty i produktivnost rastenij po slučaju Naučno-koord. soveščanija specialistov stran — členov SEV po teme I — 18. 3. v Varne*, 1979, s. 1-10 (v tlači).
- VIDOVIČ, J.: Priestorová distribúcia listovej plochy kukurice v poraste ako faktor distribúcie žiarenia, fotosyntézy listu a produktivity porastu. [Kandidátska dizertácia.] Trnava, Výskumný ústav kukurice, 1977, 252 s.
- VIDOVIČ, J. — PIOVARČI, A.: Priestorová distribúcia listovej plochy v poraste a produktivity porastu — Priestorová distribúcia listovej plochy ako faktor distribúcie žiarenia v poraste kukurice a jeho produktivity v podmienkach južného Slovenska. *Rostl. Výroba*, 22, 1976, č. 10, s. 1053-1064.

Došlo dňa 4. 7. 1979

ВИДОВИЧ, Й. (НИИ кукурузы, Трнава): Влияние изменения листового угла и индекса площади листа на радиационный режим посева и фотосинтез кукурузных листьев. *Rostl. Výroba*, 25, 1979 (12) : 1247-1256.

В условиях Ю. Словакии в пределах густоты посева 41 000—101 000 растений/га сравнивали некоторые показатели режима радиации посева и фотосинтеза листа с точки зр. нормального (n) и изогенного синглекросса кукурузы с эрекцией листьев (lg). Увеличение листового угла у гибрида lg ведет к сокращению величины коэффициента экстинкции листового покрова (K), размера затененного индекса площади листа (L-s) и роста размеров освещенного солнцем индекса площади листа (s). С ростом индекса понижается «K», повышается умеренно «S», сильно — «L-S» и доля «L-S» в индексе. Скорость фотосинтеза листьев (PND) понижается с ростом индекса. Листовая ткань гибрида lg лучше адаптирована в фотосинтезе к повышенной густоте фотонного потока FAR и его PND выше, чем у гибрида n.

изогенные гибриды; густота посева; индекс площади листа; листовый угол; режим радиации посева; фотосинтез листьев

VIDOVIČ, J. (Maize Research Institute, Trnava): *The Effect of a Change in the Leaf Angle and LAI on the Radiation Regime of the Maize Stand and on the Photosynthesis of Maize Leaves*. *Rostl. Výroba*, 25, 1979 (12) : 1247-1256.

The normal (n) and isogenic single-cross of maize with erect leaves (lg) were compared under the conditions of Southern Slovakia within a stand density range from 41 000 to 101 000 plants per ha in some indices of the radiation regime and photosynthesis. A higher leaf angle in the lg hybrid reduces the values of the extinction coefficient of the canopy (K) and the value of shaded LAI (L-s) and increases sunlit LAI (s). A rise in LAI induces a decrease in "K", a slight rise in "s", and a marked

rise in "L-s" and in the proportion of "L-s" in LAI. The leaf photosynthesis rate (P_{ND}) decreases with higher LAI's. The leaf tissue of the lg hybrid is better adapted in photosynthesis to higher densities of photon flux PhAR than the n hybrid, and the lg hybrid has a higher P_{ND} .

isogenic hybrids; stand density; LAI; leaf angle; stand radiation regime; leaf photosynthesis

VIDOVIČ, J. (Forschungsinstitut für Maisanbau, Trnava): *Einfluß der Veränderung des Blattwinkels und LAI auf das Radiationsregime des Bestandes und auf die Photosynthese der Maisblätter*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (12) : 1247-1256.

Unter Bedingungen der Südslowakei verglichen wir im Schwankungsbereich des Bestandes von 41 000 bis 101 000 Pflanzen je ha bei manchen Kennziffern des Radiationsregimes des Bestandes und Photosynthese der Blätter den normalen (n) und isogenischen single-cross vom Mais mit der Blatterektion (lg). Die Erhöhung des Blattwinkels beim Hybriden lg verursacht eine Senkung des Wertes des Extinktionskoeffizienten des Blattschlusses (K) und der Größe des beschatteten LAI (L-s) und die Erhöhung der mit der Sonne bestrahlten LAI (s)-Fläche. Mit der Erhöhung des LAI wird „K“ herabgesetzt, „s“ steigt mäßig an und deutlich erhöht sich „L-s“ und der Anteil vom „L-s“ im LAI. Die Geschwindigkeit der Photosynthese der Blätter (P_{ND}) sinkt mit der Erhöhung des LAI. Das Blattgewebe vom Hybriden lg ist im Vergleich zum Hybriden n in der Photosynthese an höhere Dichten des Photonflusses FAR besser angepaßt und der Hybride lg weist einen höheren P_{ND} -Wert auf.

isogenische Hybriden; Bestandesdichte; LAI; Blattwinkel; Radiationsregime des Bestandes; Photosynthese der Blätter

Adresa autora:

Ing. Jozef Vidovič, CSc., Výskumný ústav kukurice, Trstínska 13, 917 52 Trnava

VPLYV RÔZNYCH HNOJÍV NA MONOKULTÚRU KUKURICE V ODLIŠNÝCH PÔDNYCH PODMIENKACH

J. Truksa

TRUKSA, J. (Výskumný ústav kukurice, Trnava): *Vplyv rôznych hnojív na monokultúru kukurice v odlišných pôdnych podmienkach*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (12): 1257-1266.

Na rôznych pôdach boli založené stacionárne pokusy s aplikáciou priemyselných a hospodárskych hnojív. Najlepšie vlhkostné podmienky a dobrá pútacia schopnosť na nivnej pôde umožnili stály priaznivý vplyv priemyselných hnojív (N, P, K) samotných i v kombinácii s maštaľným hnojom. Na degradovanej černozemi sa v prvých rokoch najlepšie uplatnili priemyselné hnojivá, neskôr maštaľný hnoj a po šiestich rokoch kombinácia hnoja s N, P, K. Na druhé miesto sa dostal variant so samotným N. Na piesočnatých pôdach (mačínová a lužná pôda bez podzemnej vody) s nízkou pútačou schopnosťou sa priemyselné hnojivá osvedčili málo, najlepšia bola kombinácia maštaľného hnoja s N, P, K. Na lužnej pôde s plytkým humusovým horizontom sa kladný účinok maštaľného hnoja oneskoril.

kukurica; monokultúra; priemyselné hnojivá; maštaľný hnoj; nivná pôda; degradovaná černozem; piesočnaté pôdy; mačínová pôda; lužná pôda; pútacia schopnosť

Vzťah medzi aplikáciou hnojív ku kukurici a využitím živín z nich je pomerne zložitý. Spolurozhodujú tu ekologické podmienky, pri hospodárskych hnojivách stupeň rozloženia organickej hmoty a pri aplikácii priemyselných hnojív môžu mať veľký vplyv účinky sprievodných iónov.

Núka sa otázka, či sú vhodnejšie hnojivá hospodárske alebo priemyselné. O odpovedi rozhoduje množstvo organického uhlíka v pomere k dusíku a k ostatným minerálnym živinám. Keď je organický uhlík v prebytku, prejaví sa priaznivo priemyselné dusíkaté hnojivá, pri jeho nedostatku sú potrebné hospodárske hnojivá, nakoľko samotná minerálna forma živín by spôsobila depresívne na mikroflóru a na biochemické procesy v pôde (Pokorná, 1978). Potreba aplikácie organickej hmoty môže byť menej naliehavá na riečnych nivách, resp. na aluviálnych plošinách, kde býva veľké množstvo ílových minerálov typu montmorillonitu a illitu, čím sa vytvárajú veľké aktívne povrchy (Kudrna, 1978).

Hospodárske a priemyselné hnojivá sa v účinku vzájomne ovplyvňujú. Hospodárske hnojivá majú priaznivý vplyv na fyziologickú prístupnosť minerálnych živín (Pokorná, 1978). Podobne pôsobí aj organická hmota z pozberových zvyškov pestovaných plodín. Vzájomné ovplyvnenie účinnosti organickej a minerálnej formy živín je väčšie

na pôdach s nižšou bonitou (Š k a r d a, 1978). Tento autor ďalej uvádza, že záleží viacej na kvalite ako na dávke organickej hmoty. To neodporuje údajom autorov Wallingford et al. (1975), ktorí pre kukuricu neodporujú vysoké dávky hospodárskych hnojív, aby sa neznížili úrody. Vysvetliť to možno pomerom C : N, o ktorom pojednáva Novák (1976). Uvedený pomer 10 : 1 označuje za najvhodnejší, nakoľko pri ňom dochádza nielen k humifikácii organickej hmoty, ale aj k postupnému uvoľňovaniu dusíka pre rastliny. Hmota so širším pomerom C : N imobilizuje dusík. Takou hmotou je napr. zaoraná slama obilnín, ktorá znižuje resorbciu dusíka (Ambrožová, 1974), avšak zvyšuje príjem fosforu a draslíka. Stančev et al. (1975) zisťovali vplyv zeleného hnojenia na kukuricu a zistili podobný jav, t. j. zvýšenú resorbciu fosforu.

MATERIÁL A METÓDY

Stacionárne pokusy s hnojením monokultúry kukurice sme zakladali na rôznych lokalitách, pričom dĺžka trvania jednotlivých pokusov bola odlišná:

- v Trnave na degradovanej černozi so sprašovým substrátom (hlinitý charakter) v rokoch 1965 až 1976;
- v Palíne (Východoslovenská nížina) na nivnej pôde vytvorenej na náplavoch (neogén), pričom išlo tiež o hlinitú pôdu. Výsledky pokusov sú za roky 1965 až 1973.

- V Senici, Čáčove, sa vystriedali dva pokusné pozemky s piesočnatou pôdou:
- mačinová pôda vytvorená na viatom piesku. Výsledky sú z rokov 1965 až 1968 a v ďalšom texte sú označené ako z pozemku I, resp. z piesočnatej pôdy o vyššej bonite;
 - lužná pôda vytvorená na viatom piesku so štrkom (bez podzemnej vody). Výsledky sú z rokov 1969 až 1972 označované ako z pozemku II, resp. z piesočnatej pôdy s nižšou bonitou. (Rozdiel v bonite pozemkov I a II je v obsahu humusu a v hrúbke humusového horizontu v prospech pozemku I).

Chemické analýzy poskytli tieto hodnoty:

	Trnava	Palín	Čáčov	
			I. pozemok	II. pozemok
humus ‰	2,00	1,7	1,02	0,78
pH (KCl)	6,00	7,2	6,7	6,3
P mg kg ⁻¹	52,8	31,2	54,5	19,3
K mg kg ⁻¹	166,0	199,2	182,6	107,9

Po klimatickej stránke možno všetky lokality charakterizovať ako semihumidné, kde sa viacročný priemer atmosferických zrážok pohybuje okolo 550 mm a teplota okolo 9,8 °C. Hodnoty zrážok a teplôt z jednotlivých lokalít v daných rokoch sa do určitej miery líšili, avšak roky 1965 a 1966 na všetkých pokusných miestach množstvom zrážok prekračovali viacročný priemer, kým rok 1967 bol suchší. Uvádzaním výsledkov úrod zrna v trojročných, resp. dvojročných priemeroch sa do určitej miery znižuje vplyv ročníkov pri hodnotení výsledkov a vynikne viacej dynamika.

Sledované varianty:

- 1) nehnojené;
- 2) NPK – priemyselné hnojivá;

- 3) maštalný hnoj (25 t ha⁻¹);
 4) maštalný hnoj + NPK.

V Trnave bol zaradený aj variant:

- 5) samotný dusík — priemyselné hnojivo.

Dávky v kg ha⁻¹ a formy živín vo všetkých pokusoch boli tieto: N — 100 kg (LAV), P — 26,4 kg, resp. 60 P₂O₅ (superfosfát), K — 83,0 kg, resp. 100 kg K₂O (KCl).

Hybridy vysievane do roku 1969 sa líšili do tej miery, že na hlinitých pôdach v Trnave a Palíne sa vysieval hybrid LSP, kým na piesočnatej pôde v Senici Čáčove hybrid Čejčský skorý. V ďalších rokoch sa vysieval jednotne skorý hybrid CE 250.

VÝSLEDKY

Výsledky úrod zrna udávajú tab. I až III. V tab. I sú výsledky z degradovanej černozeme v Trnave, rozdelené do štyroch trojročných prime-rov. Podľa výšky prírastku úrod zrna možno konštatovať postupne sa zlepšujúci efekt variantov tri a štyri (varianty s maštalným hnojom), čiastočne aj variant päť (samotný dusík v minerálnej forme). Naopak pri druhom variante (NPK — priemyselné hnojivá) dochádza k poklesu prírastkov úrod nielen v absolútnych hodnotách, ale aj v porovnaní s ostatnými variantmi. V poradí úrod v rokoch 1965 až 1967 sa javí najlepším variant 2, kým v období 1968 až 1970 variant 3 a v ďalších rokoch získava prvenstvo kombinovaný variant 4.

I. Vplyv priemyselných a hospodárskych hnojív na produkciu a dynamiku prírastkov úrod zrna kukurice pestovanej v monokultúre na degradovanej černozemi — The effect of commercial fertilizers and farmyard manure on production and on the increment dynamics of the grain yields of maize monoculture on degraded chernozem

Va- riant číslo	Hnojenie	Priemerné úrody za obdobie							
		1965—1967		1968—1970		1971—1973		1974—1976	
		úroda t ha ⁻¹	prírastok kg ha ⁻¹	úroda t ha ⁻¹	prírastok kg ha ⁻¹	úroda t ha ⁻¹	prírastok kg ha ⁻¹	úroda t ha ⁻¹	prírastok kg ha ⁻¹
1	nehnojené	5,757	—	4,916	—	5,117	—	5,236	—
2	NPK (priemyselné hnojivá)	6,425	+ 668	5,661	+ 745	5,710	+ 593	5,638	+ 402
3	maštalný hnoj	5,961	+ 224	5,742	+ 826	6,045	+ 928	5,639	+ 403
4	maštalný hnoj + NPK	6,228	+ 471	5,531	+ 615	6,300	+ 1183	5,835	+ 599
5	N (priemyselné hnojivá)	6,122	+ 365	5,487	+ 571	6,258	+ 1141	5,709	+ 473

——— v danom období najproduktívnejší variant
 v danom období variant na 2. mieste

Min. dif.: 0,05 = 649 kg ha⁻¹
 0,01 = 870 kg ha⁻¹

II. Vplyv priemyselných a hospodárskych hnojív na produkciu a dynamiku prírastkov úrod zrna kukurice pestovanej v monokultúre na nivnej pôde — The effect of commercial fertilizers and farmyard manure on production and on the increment dynamics of the grain yields of maize monoculture on alluvial soil

Va- riant číslo	Hnojenie	Priemerné úrody za obdobie					
		1965 — 1967		1968 — 1970		1971 — 1973	
		úroda t ha ⁻¹	prírastok kg ha ⁻¹	úroda t ha ⁻¹	prírastok kg ha ⁻¹	úroda t ha ⁻¹	prírastok kg ha ⁻¹
1	nehnojené	5,030	—	4,469	—	5,275	—
2	NPK (priemyselné hnojivá)	5,662	+ 632	5,724	+ 1255	6,685	+ 1410
3	maštalný hnoj	5,202	+ 172	4,419	— 50	6,253	+ 9,78
4	maštalný hnoj + NPK	5,915	+ 885	5,191	+ 772	7,198	+ 1923

Legenda pozri pod tab. 1. Min. dif.: 0,05 = 883,0 kg ha⁻¹
0,01 = 1196,0 kg ha⁻¹

III. Vplyv priemyselných a hospodárskych hnojív na produkciu a dynamiku prírastkov úrod zrna kukurice pestovanej v krátkodobej monokultúre na piesočnatých pôdach — The effect of commercial fertilizers and farmyard manure on production and on the increment dynamics of the grain yields of maize monoculture on sandy soils

(Úrody udávané v dvojročných priemeroch)

Va- riant číslo	Hnojenie	Pozemok I — mačinová pôda				Pozemok II — lužná pôda			
		1965 — 1966		1967 — 1968		1969 — 1970		1971 — 1972	
		úroda t ha ⁻¹	prírastok kg ha ⁻¹	úroda t ha ⁻¹	prírastok kg ha ⁻¹	úroda t ha ⁻¹	prírastok kg ha ⁻¹	úroda t ha ⁻¹	prírastok kg ha ⁻¹
1	nehnojené	3,694	—	4,127	—	1,591	—	1,233	—
2	NPK (priemyselné hnojivá)	3,733	+ 39	4,096	— 31	1,716	+ 125	1,332	+ 99
3	maštalný hnoj	3,927	+ 233	4,513	+ 386	1,705	+ 114	1,467	+ 234
4	maštalný hnoj + NPK	4,034	+ 340	4,716	+ 589	1,733	+ 142	1,587	+ 354

Legendu pozri pod tab. I

Poznámka: pozemok I vykazuje vyšší relatívny obsah humusu a hrubší humusový horizont oproti pozemku II

Min. dif.: 0,05 = 1313,0 kg ha⁻¹
0,01 = 1759,0 kg ha⁻¹

Súčet prírastkov úrod na variantoch 2 a 3 vo všetkých prípadoch prevyšuje prírastok úrod variantu 4, t. j. kombinácie maštalného hnoja s NPK.

Porovnanie variantov 5 a 2 (hnojenie N a NPK) naznačuje, že do roku 1970 bol produktívnejší variant NPK, kým v ďalších trojročných priemeroch (1971 až 1973, a 1974 až 1976) hnojenie samotným dusíkom preukázalo priaznivejšie účinky na úrody zrna.

Tab. II uvádza výsledky z hlinitej pôdy, konkrétne z nivnej pôdy v Palíne (VSN). Podľa dynamiky prírastkov úrod možno najvyššie hodnotiť variant dve (samotné priemyselné hnojivá), nakoľko v tomto variante sa prírastky postupne zvyšujú. Čo sa týka absolútnej výšky úrod, s výnimkou obdobia 1968 až 1970, najproduktívnejším sa javí variant 4 (kombinácia maštalného hnoja s NPK). Samotný maštalný hnoj (variant tri) v tomto pokuse zaostával za variantmi 2 a 4.

Súčet prírastkov úrod variantov so samotnými formami (varianty 2 a 3) sa v jednom prípade rovná výške prírastku kombinovaného variantu 4, v dvoch prípadoch ho však prevyšujú.

V tab. III sú výsledky z piesočnatých pôd odlišného typu a sú rozdelené do jednotlivých dvojročných priemerov. Na obidvoch pôdnych typoch podľa dynamiky prírastkov úrod sú najlepšie výsledky pri kombinácii maštalného hnoja s NPK (variant 4), ďalej pri samotnom maštalnom hnoji (variant 3).

Platí to pre hodnotenie dynamiky prírastkov úrod ako aj pre absolútne hodnoty úrod. Podstatne slabšie výsledky a tendencie vykazuje variant so samotnými priemyselnými hnojivami.

Na úrodnejšej piesočnatej pôde (pozemok I) kombinovaný variant 4 vykazuje vyšší prírastok oproti súčtu variantov 2 a 3. Nižšia bonita piesočnatej pôdy uvedenú výhodu kombinovaného variantu 4 oneskoruje až na druhé dvojročné obdobie.

DISKUSIA

Výsledky z jednotlivých pokusov sa do značnej miery líšia, pretože jednotlivé formy hnojív sa uplatňujú rozlične. Samotný druh pôdy ešte nerozhoduje. Zistili sa totiž rozdiely podľa typu pôdy na hlinitých i piesočnatých pôdach. Degradovaná černozeť a nivná pôda majú v daných lokalitách síce hlinitý charakter, avšak na černozeť treba rátať s menej priaznivými vlhkostnými podmienkami, čo má za následok oneskorenie kladného účinku maštalného hnoja. Polorozložený maštalný hnoj s relatívne širším pomerom C : N k svojmu ďalšiemu rozkladu potrebuje určité množstvo vody a dusíka. Nárok na vodu sa skôr môže splniť na nivnej pôde, kde o vlhkostných podmienkach rozhoduje okrem atmosférických zrážok aj vyššia hladina podzemnej vody. Napriek tejto skutočnosti sa samotný maštalný hnoj na nivnej pôde výraznejšie neuplatní, na degradovanej černozeť až po troch rokoch.

Slabý účinok samotného maštalného hnoja na nivnej pôde môže mať príčinu v tom, že pôda má predpoklad relatívneho nadbytku organického uhlíka v pomere k dusíku a k ostatným minerálnym živinám (Pokorná 1978). Ďalšia možnosť vysvetlenia je v dostatočnom množstve aktívnych povrchov minerálneho pôvodu (Kudrna, 1978),

preto prídavok samotnej organickej hmoty nemôže byť tak účinný ako na piesočnatých pôdach s nedostatkom uvedených aktívnych povrchov. Na degradovanej černozemi v prvých rokoch stacionárneho pokusu s monokultúrou je možný aj určitý nadbytok uhlíka v pomere k minerálnym živinám, avšak pravdepodobnejšou príčinou oneskoreného účinku sa zdá byť menšia intenzita rozkladu, spôsobená nedostatkom vody.

Účinok maštalného hnoja na piesočnatej pôde, najmä na pozemku s vyšším obsahom humusu a s hlbším humusovým horizontom, je relatívne rýchlejší než na degradovanej černozemi hlinitého charakteru. Tento jav možno vysvetliť jednak väčšou potrebou zvýšiť množstvo aktívnych povrchov na piesočnatej pôde, k čomu aplikácia maštalného hnoja môže dobre poslúžiť, a jednak rozdielnou minerálnou silou pôd hlinitého a piesočnatého charakteru. Maštalný hnoj podporí po určitom čase činnosť pôdnej mikroflóry, ktorá zase priaznivo vplyva na mobilizáciu živín z väzieb menej prístupných na formy vhodné pre resorbciu rastlinami. Tento proces potrebuje určitý čas a primeranú minerálnu silu pôdy. Z uvedených dôvodov sa môže uplatniť na degradovanej černozemi, ale až po troch rokoch. Na piesočnatých pôdach (okrem zvýšenia pútacej sily) môže maštalný hnoj dobre poslúžiť ako priamy zdroj živín. Keď sú predpoklady na intenzívnejšiu mikrobiálnu činnosť, t. j. na pôde s vyššou bonitou, uplatní sa v kladnom zmysle už v prvom roku. Naopak na menej úrodnej pôde (menší humusový horizont s jeho menším relatívnym obsahom) sa maštalný hnoj uplatní s určitým oneskorením, t. j. až po mineralizácii organickej hmoty, ktorá sa tu oneskoruje.

Samotné priemyselné hnojivá pôsobia jednak dodávaním živín (N, P, K) do pôdy, okrem toho však aj cez účinok sprievodných iónov, ktoré pri nedostatku vody môžu zvyšovať osmotické pôsobenie pôdneho roztoku na koreňový systém rastlín, ako aj na pôdnu mikroflóru. Najlepšie predpoklady na priaznivý účinok minerálnej formy zo skúšaných lokalít sú na nivnej pôde, čo sa potvrdilo aj výsledkami úrod. (Predpoklady spočívajú vo vlhkostných pomeroch a v relatívnom nadbytku organického uhlíka k dusíku a k minerálnym živinám). Na degradovanej černozemi sa už po šiestich rokoch podmienky pre účinok samotných priemyselných hnojív zhoršili. Pravdepodobná príčina je v osmotickom pôsobení na pôdne mikroorganizmy, avšak nevylučuje sa ani zmena z pôvodného nadbytku organického uhlíka na jeho relatívny nedostatok po každoročnej aplikácii NPK v priemyselných hnojivách.

Na degradovanej černozemi sa každoročným hnojením minerálnou formou NPK asi viacej zmenil uvedený pomer v neprospech organického uhlíka v porovnaní s každoročným hnojením iba dusíkom. Možno predpokladať, že aplikácia samotného dusíka zlepšovala v pôdnej organickej hmote pomer C : N, o ktorom pojednáva Novák (1976). Totiž aj pri zaorávke pozberových zvyškov monokultúry kukurice sa dostáva do pôdy určité (aj keď nevelké) množstvo organickej hmoty. V prvých rokoch pôsobí asi dosť podobne ako zaoraná slama obilnín v pokusoch Ambrožovej (1978), t. j. znižuje resorbciu dusíka. Aplikáciou dusíka na variante 5 sa postupne zvyšuje kvalita tejto hmoty a v súhlase s citáciami, ktoré uvádzajú Škarda (1978) a Pokorná (1978), že viacej rozhoduje kvalita hospodárskych hnojív než ich množstvo, začínajú zvyšky

kukurice nahradzovať účinok maštalného hnoja. Z uvedeného dôvodu je pochopiteľné, že od roku 1971 variant 5 so samotným dusíkom (tab. I) prekonáva výškou úrody nielen variant 2, ale aj variant 3. Pre uplatnenie kladných účinkov je však nutné pomerne dlhé obdobie. Kým samotný maštalný hnoj sa prejavil po troch rokoch každoročnej aplikácie, samotný dusík preukázal nápadnejšie účinky až po šiestich rokoch.

Pravdepodobná príčina rozdielného času pre kladné uplatnenie je v otázke dostatku ostatných živín. V maštalnom hnoji (variant 3) dodávame do pôdy viaceré živiny, v priemyselných hnojivách (variant 2) okrem N ešte P a K. Prednosť variantu 2 v prvých troch rokoch (1965 až 1967) môže byť v dodávaní P a K, ktoré sa môžu rýchlejšie uplatniť oproti živinám z maštalného hnoja. Neskôr, t. j. v rokoch 1968 až 1970 získava prvenstvo variant 3 (maštalný hnoj), nakoľko sa živiny už mineralizovali a rozptýlili sa do rizosféry kukurice. Pri variante 5 však trvalo až šesť rokov, kým sa z menej prístupných väzieb v pôde a z ťažko rozložiteľnej hmoty uvoľnili ostatné potrebné živiny v dostatočnom množstve a v potrebnom rozpýtke do celej rizosféry kukurice, ktorá v suchších podmienkach značne prekonáva hĺbku 50 cm.

Po šiestich rokoch sa však relácie medzi variantmi 2, 3 a 5 menia v prospech variantu 5. Pri variante 2 (priemyselné hnojivá) na černoze sa už môže prejavíť uvedené negatívne pôsobenie sprievodných iónov fosforečného draselného priemyselného hnojiva. Na nivnej pôde s lepším vlhkostným stavom však sprievodné ióny nepôsobili negatívne ani po šiestich rokoch. To svedčí o tom, že na degradovanej černoze dochádza k osmotickému účinku uvedených iónov, ktoré sa na variante 5 neaplikujú. Oproti samotnému maštalnému hnoju (variant tri) môže mať v tom čase variant 5 výhodu lepšieho pomeru C : N.

Na piesočnatých pôdach spôsobili priemyselné hnojivá nižší prírastok úrod na pozemku s vyššou bonitou a naopak vyšší prírastok sa dosiahol na menej úrodnej pôde. Zdá sa, že prírastok úrody je výsledkom rozdielu medzi kladným účinkom dodávania hlavných živín a záporným účinkom sprievodných iónov. Keď je v pôde primerané množstvo N, P, K, potom prírastok úrod oproti nehnojenému variantu je viacej ovplyvnený vedľajšími účinkami priemyselných hnojív. Na chudobnejších pôdach môžu prevažovať kladné účinky dodávania hlavných živín.

Kombinácia maštalného hnoja s NPK (variant 4) zo skúšaných lokalít má ku kladnému účinku najvhodnejšie podmienky na nivnej pôde, nakoľko sú tu najpriaznivejšie vlhkostné pomery. Na degradovanej černoze je účinok tejto kombinácie slabší, a to najmä v prvých rokoch stacionárneho pokusu.

Na piesočnatých pôdach výška prírastku úrod na variante 4 v absolútnych hodnotách nie je nápadne vysoká, avšak prevyšuje účinok ostatných variantov. Zo štyroch dvojročných priemerov v troch prípadoch prírastok úrody kombinovaného variantu 4 (tab. III) prevyšuje súčet prírastkov úrod sólových variantov 2 a 3. Jediný opačný prípad je v prvých dvoch rokoch na menej úrodnom pozemku. Možno síce súhlasiť s údajmi Š k a r d u (1978), že kombinovaný variant má väčšiu účinnosť na menej úrodných pozemkoch, pretože sa relatívne viacej uplatnil na piesočnatých pôdach oproti pôdam hlinitým. Treba však doplniť, že nedostatok vody alebo slabšia intenzita činnosti pôdnej mikroflóry môže značne oneskoriť tento jav.

Na degradovanej černoze predpokladáme, že počas šiestich rokov sa pôdna mikroflóra prispôbuje nedostatku vody a každoročnému dodávaniu polorozloženého maštalného hnoja a priemyselných hnojív. Po šiestich rokoch prevyšuje variant 4 úrodami ostatné varianty, avšak do roku 1970 zaostával buď za variantom 2 alebo variantom 3. Dané výsledky úrod možno interpretovať aj tak, že v rokoch 1965 — 1967 pri variante 4 na degradovanej černoze (tab. I) maštalný hnoj znižuje účinok NPK a to asi immobilizáciou živín. Potom v období 1968 až 1970 zase priemyselné hnojivá znižujú účinok maštalného hnoja, pravdepodobne osmoticky negatívne vplyvajú na procesy pôdnej mikroflóry. Až po roku 1971 sa dostavuje prednosť kombinácie maštalného hnoja s NPK, pričom väčší podiel na kladnom účinku vykazuje maštalný hnoj. (Prispôbenie mikroflóry na vyššie uvedené zásahy dosiahlo potrebnú úroveň).

Hodnotenie na nivnej pôde podľa rovnakého hľadiska vychádza odlišne. Väčší podiel na priaznivých výsledkoch variantu 4 majú priemyselné hnojivá. To by svedčilo o nedostatku aktívnych povrchov minerálneho, resp. aj organického pôvodu, preto potreba zvyšovať ich množstvo je malá, resp. žiadna. Takéto vysvetlenie sa zdá v súlade s opačným javom na piesočných pôdach, ktoré majú málo aktívnych povrchov a preto väčší podiel na kladnom pôsobení variantu štyri má maštalný hnoj.

Otázne je však rozdielne pôsobenie kombinovaného variantu 4 na nivnej pôde a na degradovanej černoze, nakoľko na oboch pôdnych typoch by malo byť dosť aktívnych povrchov. Najpravdepodobnejšia príčina zlepšujúcej sa tendencie každoročnej aplikácie maštalného hnoja + NPK je v menej priaznivých vlhkostných podmienkach černoze. V suchšom prostredí pôsobí maštalný hnoj ako pufovacie činidlo proti zvyšovaniu koncentrácie pôdneho roztoku a tým aj proti negatívnemu osmotickému ovplyvňovaniu pôdnej mikroflóry a koreňového systému. Pravdepodobnosť tejto hypotézy o osmotickom pôsobení možno podložiť aj priaznivými výsledkami z variantu 5 (tab. I) s použitím samotného dusíka. Tento variant môže podstatne menej zvýšiť osmotický tlak v porovnaní s NPK, preto na pufovanie nepotrebuje aplikáciu maštalného hnoja, ale stačia iba pozberové zvyšky kukurice zaorané do pôdy.

Literatúra

- AMBROŽOVÁ, M.: Mikrobiální rozkladné pochody a odběr živin rostlinami v zemínách obohatených slámou a dusíkem. Rostl. Výroba, 20, 1974, č. 12, s. 1299.
- KUDRNA, K.: Příspěvek k problému organické hmoty v půdách z hlediska struktury a stability zemědělské soustavy. In: Organická hnojiva, rezerva ve výživě a hnojení rostlin. Praha, ČSAZ 1978, s. 9-17.
- NOVÁK, B.: Průmyslová hnojiva a jejich vztah k půdnímu humusu a biologické činnosti půdy. Agrochémia, 16, 1976, č. 4, s. 108-109.
- POKORNÁ, J.: Mikrobiální a biochemické přeměny v půdě. In: Organická hnojiva, rezerva ve výživě a hnojení rostlin. Praha, ČSAZ 1978, s. 51-55.
- STANČEV, L. — MAŠEV, N. — MATEV, J.: Izsledovania varchu zapasjavaštoto torene a fosfor i kalij v 6-polnopolisko sethboobraštenie (I). Počvozn. i Agrochim., 10, 1975, č. 5, s. 62.
- ŠKARDA, M.: Rezervy v organickém hnojení z hlediska současné technologie výroby a použití organických hnojiv v ČSSR. In: Organická hnojiva, rezerva ve výživě a hnojení rostlin. Praha, ČSAZ 1978, s. 19-49.

WALLINGFORD, G. W. — MURPHY, L. S. — POWERS, W. L. et al.: Disposal of beef-feedlot manure: effects of residual and yearly applications on corn and chemical properties. In: ÚVTI-DLS-RV-II/2-147/77. J. environm. Qual., Vol. 4, 1975, č. 4, s. 526.

Došlo dňa 4. 7. 1979

ТРУКСА, Й. (НИИ кукурузы, Трнава): Влияние разных удобрений на монокультурную кукурузу в разных почвенных условиях. Rostl. Výroba, 25, 1979 (12) : 1257-1266.

На разных почвах были поставлены стационарные опыты по внесению минеральных и местных удобрений. Оптимальный водный режим и хорошая связующая способность пойменной почвы стимулировали благоприятное влияние минеральных удобрений (N, P, K) как в отдельности, так и в комбинации с навозом. На деградированном черноземе в первые годы лучше всего себя оправдали минеральные удобрения, затем навоз, а в ходе 6 лет — комбинация удобрений N, P, K. Второе место занял вариант с одним лишь азотом. На песчаных же почвах (заболоченных и пойменных без грунтовой воды), отличающихся низкой связующей способностью, минеральные удобрения себя слабо оправдывают, оптимальна здесь комбинация навоза с N, P, K. На луговой почве с мелким гумусным горизонтом положительное влияние навоза тормозится.

кукуруза; монокультура; минеральные удобрения; навоз; пойменная почва; деградированный чернозем; песчаные почвы; заболоченная почва; луговая почва; связующая способность

TRUKSA, J. (Maize Research Institute, Trnava): *The Effect of Different Fertilizers on Maize Monoculture under Different Soil Conditions*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (12) : 1257-1266.

Stationary experiments were conducted in different soils to test the application of different commercial fertilizers and farmyard manures. The best moisture conditions and good retention capacity of the alluvial soils secured a continuous good action of commercial fertilizers (NPK), applied separately or in combination with dung. In degraded chernozem, commercial fertilizers gave the best results during the first years; later they were replaced in the leading position by dung, and after six years by combinations of dung with N, P, K. The variant with N alone was the second best. In sandy soils (soddy soil and river plain soil without ground water) with a low retention capacity, commercial fertilizers did not prove to be good; the combination of dung with N, P, K was the best variant in this case. In river plain soil with a shallow humus horizon the positive effect of dung was delayed.

maize; monoculture; commercial fertilizers; dung; alluvial soil; degraded chernozem; sandy soils; soddy soil; river plain soil; retention capacity

TRUKSA, J. Forschungsinstitut für Maisanbau, Trnava): *Einfluß verschiedener Düngemittel auf den Mais in der Monokultur-Stellung unter unterschiedlichen Bodenbedingungen*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (12) : 1257-1266.

Auf verschiedenen Böden wurden stationäre Versuche mit der Applikation von Industrie- und Wirtschaftsdüngern angelegt. Die besten Feuchtebedingungen und gute Haltefähigkeit auf dem Auenboden ermöglichten einen ständigen günstigen Einfluß der Industriedünger (N, P, K) sowohl einzeln als auch in der Kombination mit dem Stalldung. Auf degradiertem Schwarzerde fanden in den ersten Jahren die Industriedünger die beste Anwendung, später der Stalldung und nach sechs Jahren die Kombination des Stalldungs mit N, P, K. Auf den zweiten Platz gelang die Variante mit nur N. Auf den sandigen Böden (Rasen- und Wiesenboden ohne Untergrundwasser) mit einer niedrigen Haltefähigkeit erwiesen sich die Industriedünger

wenig, am besten war die Kombination des Stallungs mit N, P, K. Auf dem Wiesenboden mit einem seichten Humushorizont verspätete sich die positive Wirkung des Stallungs.

Mais; Monokultur; Industriedünger; Stallung; Auenboden; degradierte Schwarzerde; sandige Böden; Rasenboden; Haltefähigkeit

Adresa autora:

Ing. Juraj Truksa, CSc., Výskumný ústav kukurice, Trstínska 13, 917 52 Trnava

VPLYV ZÁVLAHY A TECHNIKY HNOJENIA NA ÚRODU ZRNA KUKURICE

M. Derco, J. Rakovan

DERCO, M. — RAKOVAN, J. (Výskumný ústav závlahového hospodárstva, Bratislava): *Vplyv závlahy a techniky hnojenia na úrodu zrna kukurice*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (12) : 1267-1274.

V pokusnom období 1971 až 1973 bol v polyfaktoriálnom poľnom pokuse preskúmaný účinok závlahy a techniky hnojenia na úrodu zrna kukurice (hybrid CE 380). Poľný pokus bol umiestnený na prvom hone osemdesiatroch oševného postupu. To umožnilo získať prvú informáciu z dlhodobého výskumu, zameraného na ovplyvňovanie pôdnej úrodnosti. Zo všetkých skúmaných činiteľov vykázalo najväčší vplyv na rozptyl úrod pokusné obdobie, po ktorom nasledovala závlaha a nakoniec s malou účinnosťou technika hnojenia. V priemere za tri roky došlo vplyvom závlahy pri najúčinnnejšom variante techniky hnojenia z hľadiska výšky úrody (hnojenie priemyselnými hnojivami každoročne + maštalný hnoj) k zvýšeniu úrody zrna kukurice o 11,27 % a vplyvom hnojív o 2,96 %, oproti nehnojenému porastu. Interakčný účinok závlahy a hnojív bol + 7,14 %. Vo výskume účinnosti agrotechnických opatrení zaradených do pokusu sa pokračuje na poľných plodinách, umiestnených na druhom až ôsmom hone osemdesiatroch oševného postupu.

kukurica na zrno; závlaha; technika hnojenia; ekonomický efekt; interakčný účinok

Proces intenzifikácie rastlinnej výroby je dvojstranný: na jednej strane sú opatrenia zamerané na zvyšovanie úrodnosti pôdy (závlaha, hnojivá, spracovanie pôdy a i.) a na druhej strane sú opatrenia vytvárajúce tlak na využívanie tejto úrodnosti (hustota a organizácia porastu, ochrana rastlín a i.) v snahe sa priblížiť čo najtesnejšie k fotosyntetickému optimu kultúrnej rastliny. Pri výskume účinnosti agrotechnických opatrení, spadajúcich do prvej skupiny, ktoré boli aj predmetom nášho výskumu, na úrodu zrna kukurice, jednotliví autori dosiahli rozličné poznatky.

Pri závlaha sa vo všeobecnosti kladie dôraz na voľbu takých spôsobov zavlažovania, ktoré zabezpečia potrebnú vlhkosť pôdy v aktívnej koreňovej zóne v období vegetácie. Často sa zdôrazňuje, že účinok závlahy je treba skúmať v kombinácii s ostatnými agrotechnickými opatreniami, pretože pri ich optimálnych parametroch sa znižuje spotreba vody na jednotku produkcie. Prírastok úrody vplyvom závlahy je rôzny v závislosti od zemepisnej šírky, priebehu počasia a použitej agrotechniky (Vittum, 1959). Pri kukurici je to v rozsahu 25 až 200 % (Nigomireanu, 1962), 100 % (Németh, 1962), 16 až 40 % (Trifunovič, 1964), 42 % (Derco, 1972).

Závlaha aplikovaná k rastlinám vo vhodnom období pôsobí na úrodu priaznivo a tento účinok je patričným hnojením ďalej zosilňovaný (Kulík, 1966). Preto sa často poukazuje na to, že efekt závlahy je vysoký vtedy, keď rastliny majú dostatok živín (Hiels a Loonis, 1960), ktoré sa zavlažovaným rastlinám zabezpečujú zvýšenými dávkami hnojív. Pretože na ich zabezpečenie sa vyžadujú vysoké vlastné náklady, treba ich efektívnejšie využívať (Gros, 1962). Efektívnosť hnojív je ovplyvňovaná viacerými činiteľmi, medzi ktorými zaberá určité postavenie technika hnojenia (Baier, 1969). V poslednej dobe sa rozšíril spôsob hnojenia priemyselnými hnojivami do zásoby (Kundler, 1966). Vztahuje sa to predovšetkým na fosforečné a draselné hnojivá. Pri rozhodovaní o použití príslušnej techniky hnojenia sú zvlášť cenné výsledky viacročných poľných pokusov, ktorých je relatívne málo. Ešte menej je ich zo závlahových podmienok. Mnohí autori upozorňujú pri kombinácii závlahy s hnojivami na možnosť vytvárania rôznych typov interakcie (Fortinskaja, 1975).

MATERIÁL A METÓDY

Poľný polyfaktoriálny pokus, do ktorého bola zaradená kukurica na zrno, sa nachádzal na prvom hone osemhonového osevného postupu. Tento bol trikrát opakovaný v čase, aby bolo možné získať trojročné výsledky od každej skúmanej plodiny. Štruktúra pokusu umiestneného na prvom hone bola takáto: závlaha – dva varianty (1. bez závlahy a 2. pri závlaha pri 60 % VVK a h_u do 50 cm v závlahovom období) krát technika hnojenia – šesť variantov (1. bez hnojív, 2. hnojenie priemyselnými hnojivami každoročne v jeseni PK + maštaľný hnoj a N na jar delene na dvakrát, tretí hnojenie priemyselnými hnojivami do zásoby na štyri roky – v jeseni jednorázové zapracovanie PK hnojív + maštaľný hnoj a každoročné zapracovanie N hnojív delene na dvakrát, 4. hnojenie priemyselnými hnojivami každoročne – v jeseni jednorázové zapracovanie PK hnojív + maštaľný hnoj a na jar N, 5. hnojenie priemyselnými hnojivami ako pri variante 2, ale namiesto maštaľného hnoja sa zaoberali pozberové zvyšky, 6. hnojenie priemyselnými hnojivami ako pri variante tri, ale namiesto maštaľného hnoja sa zaoberali pozberové zvyšky), celkom 12 kombinácií variantov. Dávky živín z priemyselných hnojív boli tieto: každoročná dávka N 130 P 35 K 124 a zásobná dávka na štyri roky – N 4 × 130 (každoročne), P 141 K 500 kg ha⁻¹ (v prvkoch) a maštaľný hnoj v dávke 30 t ha⁻¹. Pri pozberových zvyškoch (varianty 1, 5, 6) sme použili na vyrovnanie nepriaznivého pomeru C:N dusíkaté hnojivo v pomere N k hmotnosti organickej hmoty 1:100. Zavlažovalo sa zariadením Revolt superior UD. Podľa rokov sme aplikovali tieto závlahové množstvá: 1250, 350 a 2800 m³ ha⁻¹.

Veľkosť parciel 7 × 7 m, z čoho pripadla plocha 7 × 2 m na odber vzoriek pôdy a rastlín. Varianty štyrikrát opakované. Hustota porastu 79 365 rastlín na ha, hybrid CE 380. Predplodina kukurice jarný jačmeň. Výsledky sme hodnotili variačnosťou štatisticky a ekonomicky. Stanovenie interakčnej účinnosti a typu interakcie podľa vlastnej metódy (Derco, 1979). Výskum sa uskutočnil v Moste pri Bratislave, kde je dlhodobý priemer ročných zrážok 611 mm a priemerná ročná teplota vzduchu 9,8 °C. Zrážkové pomery v pokusnom období za mesiac apríl až september umožnili charakterizovať vegetačné obdobie takto: rok 1971 suchý (77 % normálu), rok 1972 veľmi vlhký (139 % normálu) a rok 1973 suchý (82 % normálu). Suma aktívnych teplôt vzduchu podľa rokov: 2489, 2469 a 2811 °C.

Pôdny typ černoziem karbonátová (ČMK), pôdny druh hlinitá pôda (obsah ílovitých častíc 35 až 40 %, bod vädnutia 12 až 15 %, PK 31 až 36 %, VVK 16 až 20 % obj., MKK 35 až 37 % obj. Výška hladiny podzemnej vody 6 až 8 m. Obsah humusu vo vrstve 0 až 35 cm 2,56 % (podľa Tjurina), prístupných živín – P podľa Egnera 6 až 10 mg na 100 g pôdy, K podľa Schachtschabela 9 až 12 mg na 100 g pôdy, pH výmenné 8.

Z komplexu sledovaných ukazovateľov poukážeme na vzťah uvedených agrotechnických opatrení k úrode zrna.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

a) Vplyv skúmaných opatrení na rozptyl úrody zrna v pokuse ako celku (tab. I)

Zo všetkých skúmaných opatrení vykázalo najväčší vplyv na rozptyl úrody zrna pokusné obdobie (hodnota F 883,26 vysokopreukazná). Na druhom mieste s vysokopreukaznou F hodnotou (182,09), ktorá je oproti hodnote pokusného obdobia menšia takmer o päťnásobok, sa umiestnila podľa očakávania závlaha. Vysokopreukazná F hodnota (5,61) bola aj pri technike hnojenia, ktorá nepatrne prevyšovala hraničnú hodnotu. Z uvedeného vyplýva, že variabilita úrody kukurice je najsilnejšie ovplyvňovaná poveternostnými podmienkami, z nich hlavne teplotou vzduchu.

I. Analýza rozptylu úrod zrna kukurice pestovanej na prvom hone osevného postupu v období 1971–1973 — Analysis of variance of the grain yields of maize grown in the first field of an eight-field crop rotation in 1971–1973

Činitele a ich kombinácie	V	F	F tabuľkové		Sd
			0,5	1,1	
A	B	C	D	E	F
1 — Celok	—	—	—	—	—
2 — Pokusné obdobie = P	114,65	883,26++	3,3	5,4	0,073
3 — Blok = B	0,26	2,04	2,9	4,5	
4 — Technika hnojenia = T	0,73	5,61++	2,5	3,7	0,104
5 — Závlaha = Z	23,64	182,09++	4,2	7,6	0,060
6 — P × B	0,33	2,54+	2,4	3,5	
7 — P × T	0,34	2,62+	2,2	3,0	0,180
8 — P × Z	11,50	88,60++	3,3	5,4	0,104
9 — B × T	0,16	1,22	2,0	2,7	
10 — B × Z	0,66	5,07++	2,9	4,5	
11 — T × Z	0,33	2,56+	2,5	3,7	0,147
12 — P × B × T	0,12	0,89	1,8	2,4	
13 — P × B × Z	0,13	1,03	2,4	3,5	
14 — P × T × Z	0,49	3,81++	2,2	3,0	0,255
15 — B × T × Z	0,09	0,71	2,2	3,2	
16 — Chyba pokusu	0,13	—	—	—	—

Nepreukaznosť F hodnoty opakovania poukazuje na vyrovnanosť pozemku a na presné vedenie pokusu. Na vysokú preukaznosť F hodnôt poukázali aj niektoré kombinácie, hlavne tie, v ktorých je zastúpené pokusné obdobie (kombinácia 8, 14). Vysokopreukazná F hodnota pri kombinácii 10 (mierne prevyšuje tabuľkovú F hodnotu) poukazuje na to, že závlaha v kombinácii s počasím môže vytvárať odlišné podmienky pre zásobovanie rastlín závlahovou vodou.

II. Úroda zrna kukurice pestovanej na prvom hone osevného postupu v období 1971–1973 — The grain yield of maize grown in the first field of the crop rotation in 1971–1973

Činitele	Pokusné obdobie				Priemer za 3 roky				
	Vari- anty	1971	1972	1973	Úroda zrna		Štatistická preukaz- nosť rozíelov oproti priemeru všetkých úrod	Poradie va- riantov podľa	
		Úroda zrna t ha ⁻¹			absol. t ha ⁻¹	relat. %		úrod zrna	čisté- ho dô- chod- ku
		7. P × T			4. T				
Technika hnojenia	1	9,65	8,63	7,05	8,44	97,7	—	5	1
	2	10,30	8,98	7,14	8,81	102,0	—	1—2	4
	3	10,34	8,91	6,71	8,65	100,1	—	4	5
	4	9,57	8,71	7,02	8,43	97,6	—	6	6
	5	10,15	9,05	6,98	8,73	101,0	—	3	3
	6	10,30	9,06	7,07	8,81	102,0	—	1—2	2
		8. P × Z			5. Z				
Závlaha	N	9,77	8,90	6,04	8,24	95,4	ooo	2	2
	Z	10,33	8,88	7,93	9,05	104,7	+++	1	1
		14. P × T × Z			11. T × Z				
Technika hnojenia × Závlaha	1 N Z	9,80 9,49	8,92 8,34	6,03 7,98	8,25 8,60	95,5 99,5	o —	10 6	1 2
	2 N Z	9,79 10,81	8,84 9,12	6,39 7,90	8,34 9,28	96,5 107,4	o +++	8 1	10 5
	3 N Z	9,73 10,94	8,97 8,84	5,92 7,49	8,21 9,09	95,0 105,2	oo ++	11 4	11 6
	4 N Z	9,00 10,13	8,91 8,50	5,87 8,16	7,93 8,53	91,8 103,4	ooo —	12 5	12 7
	5 N Z	10,05 10,24	8,82 9,28	5,95 8,02	8,27 9,18	95,7 106,2	o ++	9 3	9 4
	6 N Z	10,23 10,37	8,93 9,18	6,09 8,04	8,42 9,20	97,5 106,5	— +++	7 2	8 3
Priemer		10,05 ⁺⁺	8,89 ⁺	6,99 ^{ooo}	8,64	100,0			

b) Vplyv variantov skúmaných agrotechnických opatrení na úrodu zrna (tab. II)

Vplyv závlahy v pokusnom období bol protichodný. Kým v roku 1971 a 1973 bol kladný, v roku 1972 bol záporný a v priemere za pokusné obdobie kladný, t. j. vplyvom závlahy došlo k zvýšeniu úrody zrna o 9,83 %. Tento rôznorodý vplyv závlahy podľa rokov vyplýva z nerovnakého množstva prirodzených zrážok, spadnutých v jednotlivých ro-

koch (rok 1971 a 1973 suchý a 1972 veľmi vlhký), čo si vyžiadalo aj odlišné závlahové množstvo podľa rokov (1250, 350, 2800 m³ ha⁻¹). V prípade roku 1972 mohlo dôjsť k negatívnemu účinku závlahy za okolnosti, kedy po aplikovaní jedinej závlahovej dávky pršalo, čím sa porušila rovnováha medzi vodným a vzdušným režimom pôdy. Účinok závlahy v suchých rokoch je priamoúmerný použitému závlahovému množstvu na krytie deficitu zrážok (väčší účinok v treťom ako v prvom roku). Priemerné hodnoty za pokusné obdobie podľa variantov vykazujú rozdiely, ktoré sú oproti priemerným hodnotám za pokus vysokopreukazné. Závlaha preukázala svoje prednosti nielen podľa výšky úrody zrna, ale aj podľa výšky čistého dôchodku.

Vplyv hnojív v priemere za pokusné obdobie (priemer variantov 2—6 oproti variantu 1 — bez hnojív) je nepatrný, keď sa dosiahlo zvýšenie úrody zrna o 2,96 %. Nebolo tomu tak v každom roku: k najväčšiemu zvýšeniu došlo v roku 1972 (+3,59 %), k menšiemu v roku 1971 (+1,32 %) a k žiadnemu zvýšeniu v roku 1973 (—1,00 %). Znamená to, že závlaha a hnojivá pôsobili podľa rokov na úrodu protichodne. Pri prebytku prirodzených zrážok (rok 1972) väčší účinok hnojív na úrodu

III. Ekonomická efektívnosť kukurice na zrno pestovanej na prvom hone osevného postupu v období 1971—1973 — The economic effectiveness of grain maize grown in the first field of the crop rotation in 1971—1973

Činitele, varianty, a ich kombinácie		Vlastné náklady Kčs ha ⁻¹	Hrubá poľnohospodárska produkcia v Kčs ha ⁻¹			Čistý dôchodok v Kčs ha ⁻¹
			zrna	slamy	spolu	
Technika hnojenia	1	4408	12 637	520	13 157	8748
	2	5605	13 215	528	13 743	8137
	3	5603	12 975	572	13 547	7944
	4	5545	12 645	516	13 161	7615
	5	5400	13 087	568	13 655	8255
	6	5397	13 215	572	13 787	8389
Závlaha	N	5039	12 355	533	12 888	7849
	Z	5614	13,570	558	14 128	8514
Technika hnojenia × Závlaha	1 N	4121	12 375	536	12 911	8789
	Z	4696	12 900	504	13 404	8707
	2 N	5318	12 510	512	13 022	7704
	Z	5893	13 920	544	14 464	8571
	3 N	5315	12 315	552	12 867	7551
	Z	5890	13 635	592	14 227	8336
	4 N	5257	11 895	480	12 375	7117
	Z	5832	13 395	552	13 947	8114
	5 N	4112	12 405	552	12 957	7844
	Z	5687	13 770	574	14 354	8644
	6 N	5110	12 630	568	13 198	8088
	Z	5685	13 800	576	14 376	8691

zrna mohol nastať tým, že dažďová voda pôsobila účinnejšie ako voda zo závlahy na prijateľnosť živín z priemyselných hnojív, aj keď pri uvoľňovacom procese nemožno vylúčiť ani vplyv teploty pôdy, ktorá mohla byť podľa spôsobu zásobovania rastlín vodou odlišná.

Jednotlivé varianty techniky hnojenia vplývali na úrodu zrna približne rovnako. V priemere za pokusné obdobie bol rozdiel medzi najnižšou a najvyššou úrodou zrna 0,38 t ha⁻¹. Najnižšia úroda sa dosiahla pri variante 4, kde boli PK hnojivá (maštalný hnoj) zapracované jednorázovo v jeseni a N hnojivá jednorázovo pri predsejbovej príprave pôdy. Je zrejmé, že pri tomto variante chýbalo delené hnojenie dusíkatými hnojivami. Celá dávka dusíka aplikovaná priemyselnými hnojivami pred sejbou nepôsobila na tvorbu úrody zrna účinne. Pretože medzi úrodami, získanými vplyvom variantu 2 a 5, resp. 3 a 6 neboli podstatné rozdiely, možno sa domnievať, že pozberové zvyšky obohatené o potrebné množstvo dusíka sa svojím účinkom vyrovnali účinku maštalného hnoja. Takýto obraz sa ukazuje v prvom roku po použití týchto druhov organických hnojív. Definitívnu odpoveď bude možné poskytnúť po vyhodnotení výsledkov, získaných pri plodinách zaradených na ďalších honoch osevného postupu, pretože účinok maštalného hnoja je dlhodobý. To isté sa vzťahuje aj na varianty s aplikáciou priemyselných hnojív do zásoby.

Varianty techniky hnojenia v závislosti od variantov závlahy zvýšili úrodu zrna (priemer na varianty 2—6 oproti variantu 1) takto: bez závlahy o 2,55 %, pri závlahe o 6,16 %. Vplyv jednotlivých variantov techniky hnojenia na úrodu zrna si zachoval pri oboch variantoch vodného režimu pôdy v podstate rovnakú tendenciu, ako tomu bolo pri priemerných hodnotách. Vplyv závlahy na úrodu zrna bol pri variantoch techniky hnojenia väčší (+9,74) ako bez hnojív (+4,18 %), čo naznačuje, že účinok závlahy sa hnojivami zosilňuje. Na skutočný stav poukazuje tento rozbor.

c) Vplyv, variantov skúmaných agrotechnických opatrení na prejavenie sa interakčného účinku

Uvedené tendencie vzájomného pôsobenia závlahy a hnojív na úrodu zrna sme využili na dôkaz existencie ich interakčného účinku. Vplyvom závlahy došlo k zvýšeniu úrody o 4,24 % a vplyvom hnojív (variant 2) o 1,1 %, ale vplyvom oboch opatrení o 12,48 %. Interakčný účinok je +7,14 %. Znamená to, že v tomto pokuse a na danej lokalite sa preukázalo, že závlaha zosilňuje účinok hnojív, keď došlo k miernemu prejavu sa pozitívnej interakcie medzi oboma agrotechnickými opatreniami.

Získané poznatky o vplyve závlahy na úrodu zrna kukurice čiastočne potvrdzujú poznatky zahraničných autorov (Nigomireanu, 1962; Trifunovič, 1964), ktorí poukazujú na ich široké rozptätie. Toto vyplýva z klimatických podmienok lokality a tiež z poveternostných podmienok jednotlivých rokov. Účinok závlahy v závislosti od množstva zrážok môže byť rôzny. Dôkazom toho sú naše výsledky podľa rokov. Kým v roku 1971 bol účinok závlahy malý (+5,7 %), v roku 1972 nebol žiadny (-0,23 %) a v roku 1973 bol veľký (+31,3 %). Ani najväčší prírastok úrody v pokusnom období nedosiahol hodnotu nad 100 %, ktorú uvádzajú niektorí zahraniční autori (Nigomireanu,

1962; Németh, 1962), a to pravdepodobne preto, že v podmienkach nášho pokusu bol menší deficit prirodzených zrážok, na vyrovnanie ktorého bolo potrebné použiť aj menšie závlahové množstvo.

Výsledky výskumu techniky hnojenia, dosiahnuté na prvom hone (v prvom roku po aplikácii všetkých variantov vrátane hnojenia do zásoby) potvrdili názor Kundlera (1966) o možnosti takéhoto spôsobu hnojenia bez zníženia úrody. Podrobnejšiu informáciu o jeho účinnosti pri závlahе však môžu poskytnúť výsledky úrod plodín, zaradených na druhom až štvrtom hone osevného postupu, ktoré by mali využívať hnojivá aplikované do pôdy na štyri roky. Tento dlhodobý pokus umožňuje získať túto informáciu.

Vzhľadom na to, že v pokuse sa nachádzali aj extrémne varianty (bez hnojív a bez závlahy), prejavila sa pozitívna interakcia oboch skúmaných agrotechnických opatrení, čo súhlasí v údajmi Fortinskej (1975).

Literatúra

BAIER, J.: Abeceda výživy a hnojení rostlin. Praha, SZN 1969.

DERCO, M.: Podiel agrotechniky na tvorbe vysokých úrod v podmienkach s upraveným vodným režimom pôdy závlahou. Rostl. Výroba, 18, 1972, č. 9, s. 917-926.

DERCO, M.: Interakcia dvojíc agrotechnických opatrení a určenie jej typov. In: Výskum závlah v ČSSR. Bratislava, VÚZH 1979.

FORTINSKAJA, G. S.: Efekt vzaimnodejstvia orošeniya i udobreniya. Gidrotech. i Melior., 1975, č. 4, s. 109-113.

GROS, A.: Engrais. Guide, pratique de la fertilization. Paris 1962.

HIELS, F. J. — LOONIS, R. S.: Water and Fertilizer interrelated factors. Spreskels Sugar Beet. Bull., 1960, č. 24, s. 48-49.

KULIK, M. S.: Značeniye meteorologičeskich uslovij dlja effektivnosti mineralnyh udobrenij. Meteorog. i Gidrotech., 1966, č. 12, s. 17-23.

KUNDLER, P.: Probleme der Mineraldüngung in der Perspektiv. Feldwirt., 1966, č. 4.

NÉMETH, S.: A kukorica öntözéses termesztése. Gyakorlati öntözéses gazdálkodás. Szarvas 1962.

NIGOMIREANU, V.: Rezultate experimentale noi abtinute la porumbul dublu hybrid cultivat pentru beabe la conditii de iregare. Prol. Agric., 1962, č. 5, s. 35-48.

TRIFUNOVIČ, V.: Navodnjavanje kukuruza. Agrochim. 1964, č. 1, s. 36-42.

VITTUM, M. T.: Az öntözés tápanyallátás és tenyésztési terület hatása a csemegekukorica termesztésére. Cornell. Univ., 1959, New York St.

Došlo dňa 4. 7. 1979

ДЕРЦО, М. — РАКОВАН, Й. (НИИ орошаемого хозяйства, Братислава): Влияние орошения и техники удобрения на урожай зерна кукурузы. Rostl. Výroba, 25, 1979 (12): 1267-1274.

В опытный период за 1971—73 гг. в ходе многофакторного полевого опыта изучали воздействие орошения и техники удобрения на урожай зерна кукурузы (гибрид СЕ 380). Опыт проходил на первом поле и при 8-польном севообороте. Это позволило приобрести первую информацию на основе длительных обследований, направленных на регулирование почвоплодородия. Из всех определяемых факторов наибольшее влияние на дисперсию урожая показывал опытный период, потом орошение и совсем мало — техника удобрения. В среднем по 3 годам, под влиянием орошения, на самом эффективном варианте техники удобрения (ежегодно вносили минеральные удобрения + навоз) урожай были увеличены на 2,95%, а под влиянием удобрений — на 11,27% по сравнению с неудобренным посевом. Взаимодействие между орошением и удобрениями дало эффект в +7,14%. В ходе изучения действенности агротехнических мероприятий наблюдения ведутся за полевыми культурами, засеянными на 2—8-м полях севооборота.

кукуруза на зерно; орошение; техника удобрения; экономический эффект; эффект взаимодействия

DERCO, M. — RAKOVAN, J. (Research Institute of Irrigation Farming, Bratislava): *The Effect of Irrigation and Fertilization Method on the Yields of Maize Grain*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (12) : 1267-1274.

A polyfactorial field experiment was carried out in 1971–1973 to examine the effect of irrigation and fertilization method on the yields of maize grain (hybrid CE 380). The field experiment was located in the first field of an eight-field crop rotation. This made it possible to obtain first information on a long-term research on the control of soil fertility. Out of all the tested factors, the experimental period exerted the highest influence on the variance of yields; this factor was followed by irrigation, and the method of fertilization had the lowest effectiveness. On an average for three years, in the most effective variant of fertilization, judged from the view-point of the yield level (every-year application of commercial fertilizers + + dung), irrigation increased the yields by 11.27 % and fertilizers by 2.96 %, in comparison with the non-fertilized variant. The interaction of irrigation with fertilizers increased the yields by 7.14 %. The research on the effectiveness of the cultural practices, tested in the experiment, is continued in field crops grown in the second to eight field of the eight-field crop rotation system.

grain maize; irrigation; method of fertilization; economic effect; interaction

DERCO, M. — RAKOVAN, J. (Forschungsinstitut für Bewässerungswirtschaft, Bratislava): *Einfluß der Bewässerung und Düngungstechnik auf den Kornertrag beim Mais*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (12) : 1267-1274.

In der Versuchsperiode der Jahre 1971–1973 wurde in einem Feldversuch mit mehreren Faktoren die Wirkung der Bewässerung und der Düngungstechnik auf den Kornertrag beim Mais (Hybrid CE 380) überprüft. Der Feldversuch verlief auf dem ersten der acht Schläge der Fruchtfolge. Dies ermöglichte, die erste Information von der langfristigen Forschung zu gewinnen, die auf die Beeinflussung der Bodenfruchtbarkeit gerichtet ist. Aus allen untersuchten Faktoren wies den größten Einfluß auf die Streuung der Erträge die Versuchsperiode auf, nach welcher die Bewässerung und schließlich mit einer kleinen Wirksamkeit die Düngungstechnik folgte. Im Durchschnitt von drei Jahren kam es unter Einfluß der Bewässerung bei der wirksamsten Variante der Düngungstechnik hinsichtlich der Ertragshöhe (Düngung mit den Mineraldüngern alljährlich + Stalldung) zur Erhöhung des Kornertrages beim Mais um 11,27 % und unter Einfluß von den Düngemitteln um 2,96 %, dem ungedüngten Bestand gegenüber. Die Interaktionswirkung der Bewässerung und der Düngemittel betrug +7,14 %. Die Forschung der Wirksamkeit der agrotechnischen Maßnahmen, die in den Versuch eingegliedert sind, setzt an den Fruchtarten fort, die auf dem zweiten bis achten Schlag der Fruchtfolge angebaut werden.

Körnermais; Bewässerung; Düngungstechnik; ökonomischer Effekt; Interaktionswirkung

Adresa autorov:

Doc. ing. Mikuláš Derco, CSc., ing. Jozef Rakovan, Výskumný ústav závlahového hospodárstva, Vrakunská cesta 6, 834 21 Bratislava — P. Biskupice

VPLYV AGROEKOLOGICKÝCH FAKTOROV NA METABOLIZMUS NIEKTORÝCH MINERÁLNYCH LÁTOK KUKURICE NA SILÁŽ

R. Ševčovič

ŠEVČOVIČ, R. (Výskumný ústav kukurice, Trnava): *Vplyv agroekologických faktorov na metabolizmus niektorých minerálnych látok kukurice na siláž*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (12) : 1275-1282.

V rokoch 1971 až 1973 sa v poľných pokusoch kukuričnej, repárskej a zemiakárskej výroby oblasti sledoval vplyv rôznych skupín hybridov a organizácie porastu na obsah minerálnych látok. Odber vzoriek sa uskutočnil z jednotlivých nadzemných častí rastlín kukurice v silážnej zrelosti. Z minerálnych látok sa zisťoval obsah P, K a Ca v nadzemných častiach rastlín a ich komponentov (steblá, listy, obalové listene a odlistené šúľky). Najvyššia akumulácia fosforu bola zaznamenaná v generatívnych orgánoch kukurice 0,42 % absolútnej sušiny. Zvyšovaním hustoty porastu na 111,1 tis. rastlín na ha sa znižoval obsah fosforu v nadzemných častiach rastlín. V priemere rastliny prijali 21,65 kg fosforu na ha. Obsah draslíka v rastlinách sa pohyboval od 0,8 do 1,34 % absolútnej sušiny. Najvyššie hodnoty sa zistili v humidnejších a chladnejších oblastiach zemiakárskej výrobnjej oblasti. V priemere rastliny odčerpali 110,22 kg draslíka na ha. Obsah Ca bol v rastlinách kukurice v podstate stabilný a pohyboval sa v rozpätí od 0,22 % do 0,27 % absolútnej sušiny. Zhusťovaním porastu sa obsah vápnika zvyšoval, a to najmä v listoch. Rastliny odčerpali v priemere 29,9 kg vápnika na hektár.

kukurica na siláž; metabolizmus látok; hybridy; organizácia

Obsah minerálnych látok v nadzemných častiach rastliny kukurice sa chemickými analýzami bežne uvádza v sumárnom názve čistý popol. V silážnej zrelosti kukurice jeho obsah kolíše podľa sušiny rastlín pri zbere od 1,31 % do 1,71 % absolútnej sušiny (Urbaný, 1961; Škultéty et al., 1972; Ševčovič, 1976). Zaujímavé je, že zvyšovaním hustoty porastu a tým znižovaním podielu šúľkov obsah popola v nadzemných častiach rastlín kukurice klesá (Podolák, 1970; Ševčovič, 1975).

Aj keď sa všeobecne konštatuje, že kukurica na siláž má v porovnaní s inými objemovými krmivami dostatočné množstvo dusíka a fosforu, celkový obsah minerálnych látok je v podstate nižší. Porovnaním obsahu minerálnych látok v kukurici sa proti ťatelinovinám zistil nižší obsah draslíka a vyšší obsah fosforu (Gorbačeva, Rubínova, 1959). Exaktné výsledky zo Sovietskeho zväzu (Zamaraev, 1967) komplexne hodnotia vplyv rôznej hustoty porastu a hybridov kukurice na obsah minerálnych látok. Poznatky výskumu potvrdzujú, že vplyv hustoty porastu ako aj rôzne genotypy kukurice obsah fosforu v rastlinách ovplyvňujú iba nepatrne. Najvyšší obsah tohoto prvku bol zistený v generatívnych orgánoch. V rámci sledovaných fáz

ontogenézy sa najviac fosforu zistilo v mliečnej zralosti. Obsah draslíka bol najvyšší v počiatočných fázach rastu a najnižší pri zbere, a to v šúlkoch a rastlinách. Ďalší autori (Zacharev, 1959; Bjasov, 1974) zistili chemickou analýzou obsah fosforu v rozpätí od 0,25 do 0,28 % a draslíka 0,34 % a, 0,38 % v silážnej zrelosti kukurice. V steb-
lách a listoch kukurice bol obsah draslíka 0,65 % a v šúlkoch 0,07 %
absolútnej sušiny.

MATERIÁL A METÓDY

V kukuričnej, repárskej a zemiakárskej výrobnjej oblasti sme v exaktných
pokusoch s kukuricou na siláž sledovali obsah fosforu, draslíka a vápnika. Chemic-
kou analýzou sme previedli rozbor nadzemných častí hybridov československej pro-
dukcie: 'CE 42/71', 'CE 250', 'CE 270', 'CE 325 S', 'CE 380', 'TO 500' a hybridu 'To-
poľnícky neskorý'.

Poľné pokusy sme zakladali v monokultúre po dobu troch rokov (1971 až 1973)
pri rôznych hustotách porastu a sponoch: 50×30 a 50×15 cm. Pre všetky pokusné
stanovištia (Trnava, Trenčín, Martin) sme v každom roku k hnojeniu použili priem-
yselné hnojivá s týmito dávkami čistých živín:

N 180,0 kg ha⁻¹,
P 26,4 kg ha⁻¹
K 116,2 kg ha⁻¹.

Fosforečné a draselné hnojivá sme aplikovali vždy v jeseni, a to pred hlbokou orbou
vo forme 17% superfosfátu a 40% draselné soli. Dusíkaté priemyselné hnojivá sme
aplikovali na jar a pri predsejbovej príprave pôdy vo forme 46% močoviny.

VÝSLEDKY

Jedným z hlavných faktorov, ktorý pôsobil na obsah P, K a Ca
v nadzemných častiach rastlín kukurice bol priebeh poveternostných
podmienok pokusných rokov. Pre všeobecné porovnanie možno uviesť,
že roky 1971 a 1973 sa vyznačovali nižšou zásobou zimnej vlahy a such-
ším obdobím v priebehu vegetácie v porovnaní s 50-ročným priemerom.
Rok 1972 možno charakterizovať ako rok s dostatočnou intenzitou i roz-
delením atmosferických zrážok.

FOSFOR

Spomedzi sledovaných výrobných oblastí najviac fosforu obsahovali
rastliny v repárskej oblasti, aj keď jeho akumulácia bola v jednotlivých
častiach priemerná. Zo sledovaných hybridov v priemere za pokusné roky
vo všetkých výrobných oblastiach najvyššiu stabilitu fosforu vykazoval
hybrid 'CE 380' (stredne neskorý, označený v tab. SN), a to 0,18 %
až 0,22 % abs. suš. (tab. I). Obsah fosforu v steb-
lách, listoch a ob-
lových listenoch bol približne na rovnakej úrovni. V šúlkoch sa pohybo-
val v rozpätí 0,15 až 0,42 %. Okrem zemiakárskej výrobnjej oblasti bol vyš-
ší obsah fosforu v šúlkoch u neskorších typov hybridov. Vplyvom zhusťo-
vania porastu na 111,1 tis. rastlín na hektár sa obsah fosforu v nadzem-
ných častiach rastlín čiastočne zvyšoval. V šúlkoch sme pri týchto husto-
tách v kukuričnej výrobnjej oblasti zaznamenali jeho pokles (tab. II).

V priemere za výrobné oblasti, pokusné roky, sledované hybridy
a hustoty porastov, nadzemné časti rastlín kukurice v silážnej zrelosti

I. Obsah fosforu a jeho závislosť od dĺžky vegetačnej doby hybridov kukurice – Phosphorus content and its dependence on the length of the growing season of maize hybrids. (S – early, SN – medium-late, N – late)

Výrobná oblasť	Typ hybridu	Nadzemné časti rastlín spolu v %	Percentuálny obsah v jednotlivých častiach rastliny			
			stebľá	listy	obalové listene	šúľky
Kukuričná	SN	0,18	0,11	0,10	0,13	0,24
	N	0,12	0,20	0,20	0,18	0,42
Repárska	S	0,15	0,12	0,20	0,14	0,15
	SN	0,18	0,12	0,18	0,12	0,23
Zemiakárska	S	0,22	0,17	0,28	0,20	0,29
	SN	0,22	0,15	0,31	0,26	0,27

S = skorý, SN = stredne neskorý, N = neskorý

II. Obsah fosforu a jeho závislosť od organizácie porastu kukurice na siláž – Phosphorus content and its dependence on the organization of silage maize stand

Výrobná oblasť	Spon v cm	Obsah v nadzemnej časti rastlín v %	Percentuálny obsah v jednotlivých častiach rastliny			
			stebľá	listy	obalové listene	šúľky
Kukuričná	50 × 30	0,19	0,12	0,15	0,16	0,33
	50 × 15	0,16	0,12	0,15	0,15	0,23
Repárska	50 × 30	0,17	0,12	0,19	0,13	0,19
	50 × 15	0,14	0,09	0,15	0,13	0,19
Zemiakárska	50 × 30	0,22	0,16	0,30	0,23	0,28
	50 × 15	0,23	0,15	0,25	0,19	0,30

III. Množstvo odčerpaného fosforu rastlinami kukurice na siláž v kg ha⁻¹ – The amount of phosphorus taken up by silage maize plants in kg per ha

Výrobná oblasť	Pokusné roky			
	1971	1972	1973	$\bar{x}$
Kukuričná	14,7	36,0	28,7	26,47
Repárska	17,1	17,4	16,8	17,10
Zemiakárska	19,2	27,0	18,0	21,40

odčerpali z pôdy 21,65 kg fosforu na ha. V absolútnej hodnote je spomínané množstvo vyššie o nezistovaný obsah pri tvorbe peľu a koreňovej sústavy rastlín. Na základe výsledkov vidieť, že vyššie množstvo fosforu bolo odčerpané za humídnejších poveternostných podmienok v roku 1972 oproti rokom 1971 a 1973 (tab. III).

DRASLÍK

Obsah draslíka oproti obsahu fosforu v nadzemných častiach rastlín kukurice vo fáze silážnej zrelosti sa javí päť až šesťnásobne vyšší. Jeho hromadenie bolo predovšetkým vo vegetatívnych častiach rastlín. Približne rovnaká úroveň obsahu draslíka je v stebľoch a listoch. Nižší obsah draslíka sme zistili v obalových listenoch a odlistených šúľkoch.

IV. Obsah draslíka a jeho závislosť od dĺžky vegetačnej doby hybridov kukurice – Potassium content and its dependence on the length of the growing season of maize hybrids. (S – early, SN – medium-late, N – late)

Výrobná oblasť	Typ hybridu	Obsah v nadzemnej časti rastlín v %	Percentuálny obsah v jednotlivých častiach rastliny			
			stebľa	listy	obalové listeny	šúľky
Kukuričná	SN	0,94	1,08	1,08	0,95	0,94
	N	0,93	1,22	1,23	0,82	0,42
Repárska	S	0,84	1,21	1,30	1,07	0,37
	SN	0,93	1,25	1,31	0,81	0,59
Zemiakárska	S	1,34	1,83	1,57	1,00	0,62
	SN	1,34	1,59	1,85	0,83	0,76

S = skorý, SN = stredne neskorý, N = neskorý

V. Obsah draslíka a jeho závislosť od organizácie porastu kukurice na siláž – Potassium content and its dependence on the organization of silage maize stand

Výrobná oblasť	Spon v cm	Obsah v nadzemnej časti rastlín v %	Percentuálny obsah v jednotlivých častiach rastliny			
			stebľa	listy	obalové listeny	šúľky
Kukuričná	50 × 30	0,94	1,15	1,16	0,89	0,60
	50 × 15	0,84	1,01	1,22	0,91	0,42
Repárska	50 × 30	0,89	1,23	1,31	0,94	0,48
	50 × 15	0,79	0,98	1,26	0,87	0,43
Zemiakárska	50 × 30	1,34	1,71	1,71	0,92	0,69
	50 × 15	1,38	1,71	1,62	0,90	0,79

V kukuričnej a repárskej výrobnjej oblasti kolísal priemerný obsah draslíka v rozpätí od 0,84 do 0,94 % absolútnej sušiny (tab. IV). V chladnejších oblastiach zemiakárskej výrobnjej oblasti bolo zaznamenané zvýšenie o 0,4 %, čo v absolútnej hodnote znamená 1,34 %. V jednotlivých výrobných oblastiach bol rozdiel obsahu draslíka medzi hybridmi nepatrný. Zhutnením porastu sa obsah draslíka v zemiakárskej výrobnjej oblasti zvýšil a v kukuričnej výrobnjej oblasti čiastočne znížil pri oboch sledovaných sponoch (tab. V).

V priemere za výrobné oblasti odčerpali nadzemné časti rastlín kukurice 110,22 kg draslíka na ha. Vyšší príjem bol v sledovaných výrobných oblastiach v roku 1972 pri intenzívnejších atmosferických zrážkach. Najnižšie čerpanie draslíka bolo v repárskej výrobnjej oblasti v priemere za pokusné roky 97,3 kg ha⁻¹ (tab. VI). Domnievame sa, že v skutočnosti bolo odčerpané nadzemnými časťami rastlín kukurice väčšie množstvo tohto prvku, nakoľko v priebehu vegetácie dochádzalo k stratám zmyvom a výplavom atmosferickými zrážkami, najmä z listov.

VI. Množstvo odčerpaného draslíka rastlinami kukurice na siláž v kg ha⁻¹ — The amount of potassium taken up by silage maize plants in kg per ha

Výrobná oblasť	Pokusné roky			
	1971	1972	1973	$\bar{x}$
Kukuričná	105,5	138,9	103,8	116,07
Repárska	87,8	115,8	87,5	97,03
Zemiakárska	134,5	139,7	78,5	117,57

VÁPNIK

Prevažne stabilný obsah vápnika v rozpätí od 0,22 % do 0,27 % sušiny bol zistený v nadzemných častiach rastlín kukurice vo všetkých výrobných oblastiach a u všetkých sledovaných hybridov (tab. VII).

VII. Obsah vápnika a jeho závislosť od dĺžky vegetačnej doby hybridov kukurice — Calcium content and its dependence on the length of the growing season of maize hybrids. (S — early, SN — medium-late, N — late)

Výrobná oblasť	Typ hybridu	Obsah v nadzemnej časti rastlín v %	Percentuálny obsah v jednotlivých častiach rastliny			
			steblo	listy	obalové listene	šúľky
Kukuričná	SN	0,22	0,31	0,66	0,15	0,07
	N	0,29	0,36	0,71	0,12	0,04
Repárska	S	0,27	0,29	0,50	0,18	0,02
	SN	0,24	0,30	0,69	0,11	0,05
Zemiakárska	S	0,23	0,25	0,22	0,13	0,03
	SN	0,25	0,32	0,61	0,11	0,04

S = skorý, SN = stredne neskorý, N = neskorý

Z jednotlivých častí rastlín najviac vápnika obsahovali listy a najmenej šúľky. Z tab. VIII vidieť, že na príjem vápnika vplývala významne aj hustota porastu, kde pri sponě 50 X 15 cm bol obsah vápnika vyšší vplyvom zvýšeného obsahu v listoch.

VIII. Obsah vápnika a jeho závislosť od organizácie porastu kukurice na siláž — Calcium content and its dependence on the organization of silage maize stand

Výrobná oblasť	Spon v cm	Obsah v nadzemnej časti rastlín v %	Percentuálny obsah v jednotlivých častiach rastliny			
			stebľa	listy	obalové listene	šúľky
Kukuričná	50 X 30	0,26	0,34	0,69	0,14	0,06
	50 X 15	0,30	0,32	0,70	0,17	0,09
Repárska	50 X 30	0,26	0,30	0,60	0,15	0,13
	50 X 15	0,25	0,29	0,68	0,14	0,05
Zemiakárska	50 X 30	0,24	0,29	0,42	0,12	0,17
	50 X 15	0,26	0,34	0,47	0,13	0,07

Priemerné odčerpanie vápnika v porastoch silážnej kukurice pri zbere bolo 29,9 kg ha⁻¹. V rámci výrobných oblastí bola náročnosť rastlín na vápnik najvyššia v kukuričnej výrobnej oblasti, kde rastliny na 1 ha odčerpali 37,0 kg. Najnižšie čerpanie bolo v zemiakárskej výrobnej oblasti, a to iba 23,6 kg ha⁻¹. V rámci pokusných rokov bolo v kukuričnej výrobnej oblasti čerpanie vápnika v rozpätí od 30,7 do 40,2 kg ha⁻¹. V ostatných výrobných oblastiach bol rozdiel v čerpaní vápnika podstatne nižší (tab. IX).

IX. Množstvo odčerpaného vápnika rastlinami kukurice na siláž v kg ha⁻¹ — The amount of calcium taken up by silage maize plants in kg per ha

Výrobná oblasť	Pokusné roky			
	1971	1972	1973	$\bar{x}$
Kukuričná	30,7	40,1	40,2	37,0
Repárska	29,1	32,1	26,1	29,1
Zemiakárska	24,6	21,6	24,6	23,6

DISKUSIA

Príjem, akumulácia a tým aj odčerpanie minerálnych látok z pôdy kukuricou na siláž je podľa našich výsledkov odlišné. Niektoré hybridy kukurice československého šľachtenia sú na priebeh poveternostných podmienok v prijímaní minerálnych látok tolerantné a niektoré reaktív-

ne. Za tolerantný hybrid možno považovať hybrid 'CE 380' (označenie v tab. I: SN), ktorý mal napríklad v prijímaní fosforu v jednotlivých výrobných oblastiach a v pokusných rokoch minimálne rozdiely. Podobnú závislosť zistil u odrody Liming aj Zamarajev (1967). Rozdiel v prijímaní fosforu rastlinami kukurice hybridu 'CE 380' bol medzi kukuričnou a zemiakárskou výrobnou oblasťou iba 11,12 % v prospech zemiakárskej výrobnéj oblasti. Akumulácia fosforu bola najvyššia u hybridu Topolnícky neskorý (označenie v tab. I: N) v šúľkoch, a to 0,42 % absolútnej sušiny. Tento hybrid sa pokusne pestoval v kukuričnej výrobnéj oblasti. Závislosť medzi dĺžkou vegetačnej doby hybridu a obsahom fosforu v odlistených šúľkoch sa prejavila v prospech stredne neskorého hybridu aj v repárskej a zemiakárskej výrobnéj oblasti. V obsahu fosforu boli medzi hustotami porastu rozdiely nepatrné, čo je v súlade s výsledkami, ktoré uvádzajú Gorbačev a Rubinov, 1959. Taktiež možno súhlasiť s názormi Škultétyho et al., 1972, že zvyšovaním sušiny rastlín kukurice pri zbere sa zvyšuje obsah čistého popola. Toto konštatovanie však možno doplniť o naše výsledky v tom, že významnú úlohu tu zohrávajú agroekologické podmienky výrobných oblastí. Napríklad v zemiakárskej výrobnéj oblasti odčerpanie draslíka rastlinami kukurice z pôdy oproti repárskej výrobnéj oblasti bolo vyššie o 20,54 kg ha⁻¹. Na druhej strane v kukuričnej výrobnéj oblasti rastliny kukurice odčerpali viac vápnika oproti zemiakárskej výrobnéj oblasti o 14,16 kg ha⁻¹.

Domnievame sa, že príjmu a akumulácii minerálnych látok v krmovinách je dôležité venovať naďalej pozornosť. Poznatky z tejto oblasti umožnia poľnohospodárskej praxi nielen zefektívniť výživu a hnojenie tejto kategórie poľnohospodárskych plodín, ale zvýšiť aj efektívnosť v dietológii hospodárskych zvierat.

Literatúra

- BJASOV, K. CH.: Biologičeskij krugovorot ich azota i zoľnych elementov v posevach kukuruzy na osnovnych počvach Severo-Osetinskoj ASSR. In: Tr. Sev. Kavkaz. NII gorn. i predgorn. s. ch., I. 1974, s. 57-58.
- GORBAČEVA, A. P. — RUBINOVA, S. S.: Dinamika nakoplenija pitatel'nych veščestv v kukuruze vo vremja jego vegetacii. In: Kormovoje dostojinstvo kukuruzy. Moskva, 1959, s. 88-104.
- PODOLÁK, M.: Výskum produktivity kukurice na siláž vzhľadom na rôzne predplodiny, intenzitu hnojenia a počet jedincov. [Výskumná správa.] Trnava, VÚKu 1970, s. 62.
- ŠEVČOVIČ, R.: Vplyv hybridov kukurice na kvalitu silážnej hmoty v jednotlivých výrobných oblastiach. [Výskumná správa.] Trnava, VÚKu 1975, s. 59.
- ŠEVČOVIČ, R.: Vplyv hustoty porastu kukurice na výživnú hodnotu a kvalitu siláže. In: Vedecké práce. Trnava VÚKu 1976, 7, s. 155-168.
- ŠKULTÉTY, M. — CHOVANEC, J. — PODOLÁK, M.: Sledovanie optimálnej sušiny z hľadiska výnosu živín a ich konzervácie v kukuričnej siláži. [Výskumná správa.] Nitra, VÚŽV 1972, s. 68.
- URBANYI, L.: Beiträge zur Wertung des Silomaises vom Standpunkt des Mineralstoffwechsels. In: Acta agr. academ. scientiarum hungaricae, Budapest, 11, 1961, s. 166-170.
- ZACHAREV, N. J.: Pitatel'nost' kukuruzy i kukuruznogo silosa. In: VNII životnovodstva, Moskva, 1959, s. 55-77.
- ZAMARAJEV, A. G.: Nakoplenije azota, fosfora i kalija kukuruzoj v zavisimosti ot gustoty stojanija rastenija. In: Izv. TSCHA, 6, 1967, s. 48-62.

Došlo dňa 4. 7. 1979

ШЕВЧОВИЧ, Р. (НИИ кукурузы, Трнава): Влияние агроэкологических факторов на метаболизм некоторых минеральных веществ в силосной кукурузе. Rostl. Výroba, 25, 1979 (12) : 1275-1282.

В ходе полевых опытов, поставленных в 1971—73 гг. в кукурузной, свекловичной и картофельной производственных областях, определяли влияние разных групп гибридов и организации посевов на содержание минеральных веществ. Образцы брали из отдельных наземных частей кукурузы в силосной спелости. Устанавливали содержание Р, К и Са в наземных частях и их компонентах (в стеблях, листьях, обертке и чистых початках). Наибольшее скопление фосфора отмечено в генеративных органах кукурузы в размере 0,42 % абсолютного сухого вещества. При повышении густоты сева до 111,1 тыс. растений/га сокращается содержание фосфора в наземных частях растений. В среднем растения усвоили 21,65 кг га⁻¹ фосфора. Калия содержалось в растениях в пределах 0,8—1,34 % абсолютного сух. вещ. Наибольшие величины установлены в более сырых и прохладных местах картофельной области. Растения усвоили в среднем 110,22 кг калия/га. Содержание Са в растениях по существу стабильное и находится в пределах 0,2—0,27 %. При сгущении сева его содержание растёт, главное в листьях. Растения усвоили в среднем 29,9 кг Са/га.

кукуруза на силос; метаболизм веществ; гибриды; организация

ŠEVČOVIČ, R. (Maize Research Institute, Trnava): *The Effect of Agro-ecological Factors on the Metabolism of Some Minerals in Silage Maize*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (12) : 1275-1282.

In field experiments conducted in the maize, beet-, and potato-growing region in 1971—1973, the effect of different groups of hybrids and stand organization was studied, as exerted on the content of minerals. Samples were taken from different above-ground parts at the silage ripeness stage. The content of P, K, and Ca was determined in the above-ground parts of the plants and in their components (stalks, leaves, husks and husked ears). The highest phosphorus accumulation was found in the generative organs of maize (0.42 % of absolute dry weight). When stand density was increased to 111.1 thousand plants per ha, the content of phosphorus in the above-ground parts of the plants decreased. On an average, the plants took up 21.65 kg of phosphorus per ha. The content of potassium in the plants ranged from 0.8 to 1.34 % of absolute dry weight. The highest values were recorded in the humid and colder areas of the potato-growing region. On an average, the plants took up 110.22 kg potassium per ha. The content of Ca was more or less stable in the plants, ranging from 0.22 % to 0.27 % of absolute dry weight. An increased stand density induced a rise in the content of calcium mainly in the leaves. The plants took up 29.9 kg of calcium per ha, on an average.

silage maize; metabolism; hybrids; organization

Adresa autora:

Ing. Robert Ševčovič, CSc., Výskumný ústav kukurice, Trstínska 13, 917 52 Trnava

VPLYV VZDIALENOSTI RIADKOV NA ÚRODU SILÁŽNEJ KUKURICE V KUKURIČNEJ VÝROBNEJ OBLASTI

M. Podolák

PODOLÁK, M. (Výskumný ústav kukurice Trnava): *Vplyv vzdialenosti riadkov na úrodu silážnej kukurice v kukuričnej výrobnnej oblasti*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (12) : 1283-1290.

V poľných pokusoch s kukuricou na siláž v rokoch 1976–1978 bol zisťovaný vplyv vzdialenosti riadkov 60 a 30 cm pri troch hustotách (74 000, 94 000 a 130 000 rastlín na hektár), troch neskorých hybridoch, pri pestovaní bez závlahy a v závlahách. Bez zavlažovania bola úroda zelenej hmoty a sušiny vyššia z riadkov na vzdialenosť 60 cm. V závlahách vplyvom diferencovanej vzdialenosti riadkov v úrode zelenej hmoty rozdiely neboli a produkcia sušiny bola vyššia z riadkov na vzdialenosť 30 cm. Rozdiely vplyvom vzdialenosti riadkov boli len nepatrné (až nevýznamné) v porovnaní s vysoko preukazným vplyvom ďalších sledovaných faktorov – zvyšovanie hustoty, hybridy, zavlažovanie kukurica na siláž; úroda; zavlažovanie; hybridy; vzdialenosť riadkov

Medzi faktory, ktoré vplývajú na výšku a kvalitu úrody kukurice na siláž sa zaraďuje aj vzdialenosť riadkov. V posledných rokoch sa u nás odporúčala a v praxi prevažne uplatňovala sejba na vzdialenosť riadkov 60, resp. 50 cm. Vzdialenosť riadkov na väčšiu vzdialenosť (70 cm) je len v ojedinelých prípadoch, v značnej časti podnikov vysievajú kukuricu do riadkov pod 50 cm.

Vzdialenosť riadkov menšia než 60 cm sa odporúča najmä pre skoré až veľmi skoré hybridy (Kopecký, 1970; Ševčovič, 1974; Valterová, 1976; Podolák, 1978); pre pestovanie v závlahách (Sedláček, 1974; Podolák, 1975), a pri sejbe hybridov so vzpriamenými listami (Raděj, 1972; Vrba, 1975).

Bätz (1967) uvádza, že pri vysievaní kukurice do riadkov vzdialených od seba 40 cm sa dosiahla vyššia úroda zelenej hmoty, ale obsah sušiny súľkov bol vyšší pri vzdialenosti riadkov 80 cm. (Skúmaná vzdialenosť riadkov 40, 60 a 80 cm). Podľa jeho názoru šírka riadkov nie je tak významná ako počet rastlín na 1 ha. Podobne Ponomarev (1967) uvádza, že výška úrody je priamo závislá od hustoty rastlín a nie od vzdialenosti riadkov.

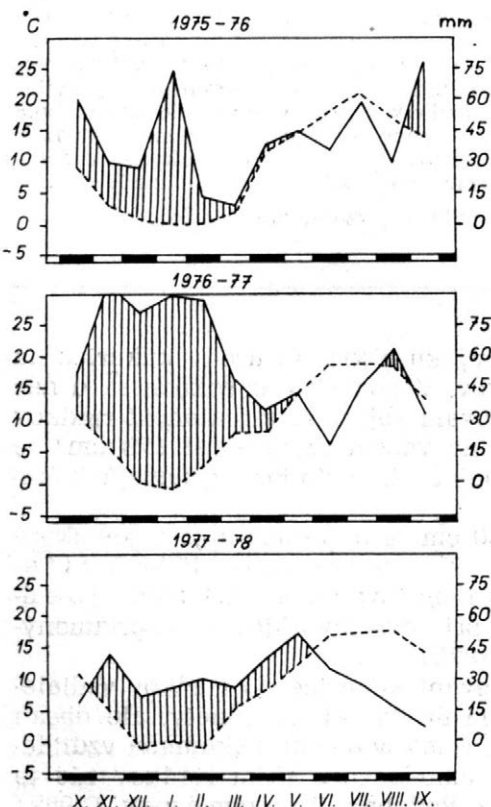
MATERIÁL A METÓDY

V poľných pokusoch s kukuricou na siláž v rokoch 1967 až 1978 sme zisťovali vplyv vzdialenosti riadkov 60 cm a 30 cm pri pestovaní bez zavlažovania a v závlahách, pri troch hustotách (priemerný počet rastlín pri zbere bol 74 000, 94 000 a 130 000 na ha) a troch hybridoch: TO 500 (v roku 1978 TO 510), TA 900

(novovyšľachtený hybrid s erektívnym postavením listov, vyšľachtený vo VÚKu Trnava a TA 37/0' – novovyšľachtený hybrid s vyšším obsahom lyzínu, vyšľachtený vo VÚKu Trnava, od roku 1978 povolený pod názvom TA 480 L). Sledované hybridy patria do skupiny neskorých hybridov.

Predplodinou bola ozimná pšenica. V ďalších rokoch prebiehal pokus na tom istom pozemku, čo znamená trojročné pestovanie kukurice po kukurici. Pozemok bol hnojovaný len priemyselnými hnojivami aplikovanými v každom roku pred jesennou orbou v dávkach N 180, P₂O₅ 75 (P 33), K₂O 180 (K 150) na hektár, vo forme: močovina, superfosfát, draselná soľ. Závlahový režim sa riadil podľa minimálnej zásoby pôdnej vlhky, 60 % VVK do začiatku metania, 80 % VVK v dobe metania až do začiatku mliečnej zrelosti. Zavlažovalo sa pásovým postrekovačom PP-67.

Pokusné miesto: hospodárstvo Farský Mlyn (pokusná báza VÚKu Trnava) nachádzajúce sa v kukuričnom výrobnom type, pozemok je v nadmorskej výške 150 m, priemerná ročná teplota je 9,5 °C, dlhodobý priemer zrážok 586 mm, cez vegetačné obdobie je 317 mm. Pôda je degradovaná černoziem, ornica je stredne ťažká, hlinitá, podorničie ťažké, ílovito-hlinité, obsah humusu 2,5 %, pH (v KCl) 7,0, obsah prístupných živín 10⁻⁶ v 1 kg zeminy je: P = 38,8; K = 392. Teploty a zrážky v období pokusných rokov sú vyjadrené graficky (obr. 1).



1. Klimatogram za lokalitu Trnava – Climatic diagram of the Trnava locality

— zrážky,
- - - teplota,
▨ humidne,
□ aridne

V tomto príspevku hodnotíme vplyv sledovaných opatrení na úrodu zelenej hmoty a sušiny.

VÝSLEDKY

V sledovanom období boli teploty v porovnaní s dlhodobým priemerom nižšie a zrážky menej výdatné. Pomerne najchladnejšie a zároveň najsuchší bol rok 1978, v ktorom boli priemerné mesačné teploty v porov-

naní s dlhodobým priemerom vo všetkých mesiacoch nižšie, suma denných teplôt bola k dlhodobému priemeru na 90,4 %, úhrn zrážok bol tiež v každom mesiaci nižší, spolu cez vegetačné obdobie to činilo 180,0 mm (dlhodobý priemer 317 mm), t. j. 56,9 % z dlhodobého priemeru.

Zavlažovanie bolo nutné v každom roku. Deficit pôdnej vlhky, v pokusných rokoch v rozpätí 151 až 215 mm, bol uhradený tromi až šiestimi závlahovými dávkami.

I. Analýza rozptylu úrod kukurice na siláž – Variance analysis of the yields of silage maize

Zdroj variácie	N	Zelená hmota				Sušina			
		nezavlažované		zavlažované		nezavlažované		zavlažované	
		F vy-poči-tané	preu-kaz-nosť	F vy-poči-tané	preu-kaz-nosť	F vy-poči-tané	preu-kaz-nosť	F vy-poči-tané	preu-kaz-nosť
A – opakovania	3	2,75	–	2,15	–	1,98	–	1,25	–
B – hustota	2	35,98	++	92,82	++	13,49	++	73,70	++
C – vzdialenosť riadkov	1	4,06	–	1,04	–	23,53	++	1,87	–
D – hybridy	2	4,73	+	25,72	++	16,42	++	15,44	++
E – roky	2	363,09	++	283,83	++	++++	++	281,64	++
B × C	2	1,43	–	0,62	–	5,68	++	1,14	–
B × D	4	0,10	–	0,13	–	2,86	–	1,05	–
B × E	4	0,85	–	0,05	–	3,47	+	5,67	++
C × D	2	0,96	–	4,15	+	3,56	–	?,10	–
C × E	2	2,46	–	8,51	++	2,92	–	2,99	–
D × E	4	13,54	++	7,68	++	4,91	++	27,13	++
B × C × D	4	1,03	–	0,24	–	6,69	++	0,89	–
B × C × E	4	1,23	–	0,23	–	0,59	–	4,30	++
B × D × E	8	1,19	–	0,41	–	3,94	++	3,11	++
C × D × E	4	1,26	–	1,16	–	1,44	–	32,58	++
B × C × D × E	8	0,44	–	0,37	–	8,51	++	0,53	–

Preukaznosť rozdielov v úrode zelenej hmoty a v produkcii sušiny sme zisťovali analýzou rozptylu úrody (tab. I), samostatne pre úrody z nezavlažovaného a zvlášť pre úrody zavlažovaného bloku. Rozdiel medzi úrodami dosiahnutými vplyvom sledovaných faktorov bez zavlažovania a v závlahách nie je štatisticky vyjadrený a z diferencie úrod možno dedukovať, že je vysokopreukazný (tab. II).

Podľa štatistického hodnotenia (tab. I, II) sa na rozdieloch v úrodách najviac podieľali roky, menší, ale vysokopreukazný bol vplyv hustoty a hybridov. Výrazne menší bol vplyv vzdialenosti riadkov, u ktorého bola zistená vysoká preukaznosť zo štyroch analýz iba v jednom prípade (produkcia sušiny bez závlahy), v ostatných prípadoch bol vplyv vzdialenosti riadkov nevýznamný, resp. na hranici preukaznosti rozdielov.

II. Úroda (v t ha⁻¹) kukurice na siláž v závislosti od variantov pokusu (Trnava, 1976–1978) — The yield (tons per ha) of silage maize, as depending on the variants of the experiment (Trnava, 1976–1978)

Varianty pokusu	Zelená hmota		Sušina	
	nezavlažované	zavlažované	nezavlažované	zavlažované
Roky: 1976	44,88	54,04	13,03	15,82
1977	54,06	71,53	17,73	20,84
1978	38,40	63,99	9,72	18,86
Min. dif.: 1 %	1,62	1,94	0,47	0,55
5 %	1,23	1,47	0,36	0,42
Vzdialenosť riadkov: 30 cm	45,64	63,36	13,14	18,63
60 cm	46,52	63,02	13,84	18,39
Min. dif.: 1 %	0,94	1,13	0,26	0,31
5 %	0,71	0,85	0,20	0,24
Hustota: 74 000	43,62	53,38	13,01	17,16
94 000	45,82	62,81	13,65	18,63
130 000	48,80	68,37	13,92	19,74
Min. dif.: 1 %	1,62	1,94	0,47	0,55
5 %	1,23	1,47	0,36	0,42
Hybridy: TO 500 (TO 510)	46,02	63,23	12,97	17,91
TA 900	46,67	65,77	13,68	19,10
TA 37/0 ₂	45,25	60,56	13,53	18,51
Min. dif.: 1 %	1,62	1,94	0,47	0,55
5 %	1,23	1,47	0,36	0,42

Vplyvom zavlažovania sa úroda zelenej hmoty zvýšila, rozdiel bol: 9,15 t ha⁻¹ [20,38 %] v roku 1976; 14,47 t ha⁻¹ [32,31 %] v roku 1977; 25,59 t ha⁻¹ [66,64 %] v roku 1978. Priemerná úroda zelenej hmoty z troch rokov bez zavlažovania bola 45,78 t ha⁻¹, v závlahách 63,18 t ha⁻¹. Zvýšenie vplyvom závlah bolo priemerne za tri roky 17,40 t ha⁻¹ [38,0 %]. Zvýšenie produkcie sušiny vplyvom zavlažovania bolo: 2,79 t ha⁻¹ [21,4 %] v roku 1976; 3,11 t ha⁻¹ [17,5 %] v roku 1977; 9,14 t ha⁻¹ [94,0 %] v roku 1978. Priemerná produkcia sušiny bez závlahy bola 13,49 t ha⁻¹, v závlahách 18,50 t ha⁻¹, zvýšenie v priemere za tri roky bolo 5,01 t ha⁻¹ [37,13 %].

Vplyvom rokov boli najvyššie úrody v roku 1977, kedy úroda zelenej hmoty bez závlahy bola 54,06 t ha⁻¹, v závlahách 71,53 t ha⁻¹. Produkcia sušiny bez závlahy bola 17,73 t ha⁻¹, v závlahách 20,84 t ha⁻¹. Možno sa domnievať, že na vysoké úrody v roku 1977 priaznivo vplývali pomerne výdatnejšie zrážky v jeseni v roku 1976 (dobrá zásoba vody zo zimných zrážok, pozri klimatogram).

Vplyvom vzdialenosti riadkov bez zavlažovania bola úroda zelenej hmoty i sušiny z riadkov na 60 cm vyššia než úroda z riadkov na 30 cm.

V závlahách neboli vplyvom vzdialenosti riadkov v úrode zelenej hmoty žiadne rozdiely, produkcia sušiny bola vyššia z riadkov na vzdialenosť 30 cm.

Vplyvom hustoty boli v úrodách zelenej hmoty vysokopreukazné rozdiely. Zvyšovaním hustoty sa úrody bez závlah i v závlahách zvyšovali. Vyšší trend zvyšovania bol v závlahách. Produkcia sušiny bola najnižšia pri najmenej hustote. Pri strednej a najvyššej hustote bola produkcia sušiny vyššia. Medzi strednou a najvyššou hustotou bez závlahy nebol v produkcii sušiny žiadny rozdiel, v závlahách bol rozdiel v prospech najvyššej hustoty.

Z hybridov poskytol najvyššiu úrodu zelenej hmoty aj sušiny (bez závlahy i v závlahách) hybrid TA 900.

Z rozdielov úrod zelenej hmoty pri spolupôsobení faktorov vzdialenosť riadkov $\times$ roky (tab. III) vyplýva, že medzi úrodou pri vzdialenosti riadkov 60 cm alebo 30 cm, z troch rokov neboli rozdiely v dvoch rokoch. Nezavlažovaný variant, na ktorom bola vzdialenosť riadkov

III. Úroda zelenej hmoty (v t ha⁻¹) v závislosti od vzdialenosti riadkov a rokov — Green matter yields (tons per ha), as depending on row spacing and years

Vzdialenosť riadkov		Nezavlažované			Zavlažované		
		Roky					
		1976	1977	1978	1976	1977	1978
30 cm		43,72	55,31	37,88	53,31	73,47	63,27
60 cm		46,02	54,59	38,91	54,75	69,63	64,7 ¹
Min. dif.	0,01	1,62			1,94		
	0,05	1,23			1,47		

IV. Produkcia sušiny (v t ha⁻¹) v závislosti od hustoty, vzdialenosti riadkov a hybridov, bez zavlažovania — Dry matter production (tons per ha) in dependence on stand density, row spacing and hybrids, without irrigation

Počet rastlín na ha	Hybridy					
	TO 500 (TO 510)		TA 900		TA 37/0 ₂	
	vzdialenosť riadkov v cm					
	30	60	30	60	30	60
74 000	12,64	12,17	13,19	14,20	12,09	13,71
94 000	13,10	13,26	13,10	15,26	12,52	14,05
130 000	12,82	13,78	14,52	13,57	14,25	14,53
Min. dif. 0,01 = 0,84						
0,05 = 0,63						

60 cm, poskytol vyššiu úrodu zelenej hmoty v roku 1976. Zavlažovaný variant so vzdialenosťou riadkov 30 cm poskytol vyššiu úrodu v roku 1977.

Zo spolupôsobenia faktorov hustota krát vzdialenosť riadkov krát hybridy na produkciu sušiny bez zavlažovania (tab. IV) vyplýva, že pri najmenšej a strednej hustote poskytli vyššiu produkciu sušiny pri vzdialenosti riadkov 60 cm hybridy TA 900 a TA 37/0₂, v produkcii sušiny hybridu TO 500 rozdiely neboli. Pri najvyššej hustote poskytol hybrid TO 500 vyššiu produkciu sušiny pri vzdialenosti riadkov 60 cm, hybrid TA 900 pri vzdialenosti riadkov 30 cm a v produkcii sušiny hybridu TA 37/0₂ rozdiely neboli.

Z rozdielov produkcie sušiny v závlahách pri spolupôsobení faktorov hustota krát vzdialenosť riadkov krát roky vyplýva, že pri rovnakých hustotách a odlišnej vzdialenosti riadkov boli rozdiely len pri najnižšej sledovanej hustote, v roku 1977 v prospech riadkov 30 cm a v roku 1978 v prospech riadkov 60 cm, preukazný rozdiel nebol v roku 1976 a pri vyšších hustotách vo všetkých sledovaných rokoch (tab. V).

V. Produkcia sušiny (v t ha⁻¹) v závislosti od hustoty, vzdialenosti riadkov a rokov, v závlahách — Dry matter production (in tons per ha), as depending on stand density, row spacing and years, with irrigation

Počet rastlín na ha	Roky					
	1976		1977		1978	
	vzdialenosť riadkov v cm					
	30	60	30	60	30	60
74 000	15,21	14,93	20,84	18,36	16,30	17,27
94 000	15,87	15,85	20,87	20,78	19,16	19,18
130 000	16,51	16,49	22,01	22,17	20,81	20,48
Min. dif. 0,01 = 1,02						
0,05 = 0,77						

DISKUSIA

Pomerne nízky vplyv diferencovanej vzdialenosti riadkov na úrodu zelenej hmoty a produkciu sušiny je v súlade s výsledkami pokusov, ktoré dosiahli B ätz (1967) a Ponomarev, (1967), podľa ktorých vzdialenosť riadkov nie je tak významná ako počet rastlín na 1 ha.

Výsledky pokusov potvrdili, že pri pestovaní neskorých hybridov v podmienkach kukuričnej výrobnnej oblasti je odporúčaná vzdialenosť riadkov 60 cm vyhovujúca a nie je nutné, resp. opodstatnené jej znižovanie pri pestovaní bez závlahy ani pri pestovaní v závlahových podmienkach.

Literatúra

- BÄTZ, G.: Der Einfluß von Pflanzenzahl und Reihenabstand auf den Nährstofftrag von Futtermais. Dtsch. Akad. Landwirtsch.-Wiss. Tag. Ber., 1967, č. 95.
- KOPECKÝ, O.: Zásady úspěšného pěstování kukuřice na siláž. Biolog. a chem. výživy zvířat. Praha, SZN, 1970, č. 3, s. 203-206.
- PODOLÁK, M.: Organizácia porastu kukurice na siláž. [Výskumná správa.] Trnava, Výskumný ústav kukurice 1978.
- PODOLÁK, M.: Spôsoby pestovania kukurice na siláž v závlahách. [Výskumná správa.] Trnava Výskumný ústav kukurice 1975.
- PONOMOREV, V. A.: Ot kulicestva rastenij na gektare zavisit urožaj. Kukuruza, 1967, č. 9.
- RADEJ, J.: Pěstování silážní kukuřice. Studijní informace — ÚVTI, ř. RV, č. 3, 1972.
- SEDLÁČEK, B.: Hustota porastu hybridov kukurice v závlahových podmienkach. In: Pestovanie kukurice v závlahových podmienkach. SPS-okresná rada, Galanta, 1974, s. 31.
- SEVČOVIČ, R.: Vplyv hybridov kukurice na kvalitu silážnej hmoty v jednotlivých výrobných oblastiach. I. Tvorba úrody. [Záverečná správa.] Trnava, Výskumný ústav kukurice 1974.
- VALTEROVÁ, L. a kol.: Prehľad výsledkov štátnych odrodových skúšok — kukurica na siláž a na zrno. Bratislava, ÚKSÚP HOS Vrakuňa, Úroda, 1976.
- VRBA, M.: Hybrid kukuřice TO 500. Úroda, 1975, č. 6, s. 222.

Došlo dňa 4. 7. 1979

ПОДОЛАК, М. (НИИ кукурузы, Трнава): Влияние междурядий на урожай силосной кукурузы в кукурузной производственной области. Rostl. Výroba, 25, 1979 (12): 1283-1290.

В ходе полевых опытов с кукурузой на силос в 1976—78 гг. определяли влияние междурядий в 60 и 30 см при 3 видах густоты (74 000, 94 000, 130 000 растений/га), 3 позднеспелых гибридов, в условиях выращивания без орошения и с ним. В условиях без орошения урожай зеленой массы и сухого вещества был больше с участков где междурядья составляли 60 см. В условиях же орошения, под влиянием дифференцированных междурядий, различий в урожае зеленой массы не отмечено, а продукция сухого вещества более высокая с междурядий в 30 см. Различия с т. зр. междурядий незначительны по сравнению с высокодостоверным влиянием других факторов: рост густоты, гибриды, орошение.

кукуруза на силос; урожай; орошение; гибриды, междурядья

PODOLÁK, M. (Maize Research Institute, Trnava): *The Effect of Row Spacing on the Yield of Silage Maize in the Maize-growing Region*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (12): 1283-1290.

In field experiments with silage maize, conducted in 1976—1978, the effect of the 60cm and 30cm row spacing was tested at three stand densities (74 000, 94 000 and 130 000 plants per ha) in three hybrids grown with and without irrigation. In the non-irrigated variant, the green matter yield and dry matter yield were higher in the stand with rows 60 cm apart. In the irrigated variant the differences in row spacing did not influence the yield of green matter, but the production of dry matter was higher in the stands with the 30cm spacing. The differences caused by row spacing were just slight (up to insignificant), in comparison with the highly significant effect of the other factors under study: increased stand density, hybrids, irrigation.

silage maize; yield; irrigation; hybrids; row spacing

PODOLÁK, M. (Forschungsinstitut für Maisanbau, Trnava): *Einfluß des Reihenabstandes auf den Ertrag des Silomaises im Produktionstyp Maisanbau*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (12): 1283-1290.

In Feldversuchen mit dem Silomais wurde in den Jahren 1976—1978 der Einfluß des Reihenabstandes von 60 cm und 30 cm bei drei Bestandesdichten (74 000, 94 000 und 130 000 Pflanzen je ha), bei drei späten Hybriden ohne und mit Bewässerung

bestimmt. Ohne Bewässerung war der Grünmasse- und Trockenmasseertrag bei einem Reihenabstand von 60 cm größer. Unter Bewässerungsbedingungen unter Einfluß des differenzierten Reihenabstandes stellte man keine Unterschiede hinsichtlich des Grünmasseertrages fest und die Trockenmasseproduktion erreichte einen höheren Wert bei einem Reihenabstand von 30 cm. Die durch den Einfluß des Reihenabstandes verursachten Unterschiede waren nur klein (bis unbedeutsam) im Vergleich zum hoch nachweislichen Einfluß der anderen untersuchten Faktoren – Erhöhung der Dichte, Hybriden, Bewässerung.

Silomais; Ertrag; Bewässerung; Hybriden; Reihenabstand

Adresa autora:

Ing. Michal Podolák, Výskumný ústav kukurice Trnava, Trstínska 13, 917 52 Trnava

Rukopisy odevzdány k tisku 31. 8. 1979, podepsáno k tisku 4. 12. 1979.

ISPOLZOVANIJE ŽIDKOGO NAVOZA V RASTENIJEVODSTVE (EINSATZ DER GÜLLE IN DER PFLANZENPRODUKTION) (VYUŽITÍ KEJDY V ROSTLINNÉ VÝROBĚ)

Asmus. F. — Hermann, V. — Lange, H. — Specht, G.:

Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der Deutschen Demokratischen Republik; Institut für Landwirtschaftliche Informationen und Dokumentation, 1068 Berlin, Krausenstrasse 38/39. MS-AGROINFORM, OBZOR - 1976.

Autoři vycházejí z nutnosti zevrubného studia všech hledisek využívání kejdy ke hnojení, vyvolaného přechodem živočišné výroby na průmyslový způsob výroby a změnou typu produkovaného organického hnojiva. Je vyzdvížen směr racionálního využití kejdy v rostlinné výrobě socialistického zemědělství.

Souborná zpráva uvádí převážně výsledky dosažené v NDR a zahrnuje problematiku od výhledů produkce kejdy, obsahu živin a dalších látek přes návrhy systému hnojení v osevních postupech i k jednotlivým rostlinám, účinnosti hnojení a nezanedbává ani vliv kejdy na kvalitu produktu, půdu a životní prostředí. Je zde využito 294 literárních citací v rozsahu 102 stran textu. Obsah je členěn do 10 kapitol:

1. Úvod
2. Vývoj problematiky a rozsah hnojení kejdou
3. Produkce a vlastnosti kejdy (druhy kejdy, formy, frakce, produkty zpracování, produkce kejdy na 1 DJ, produkce hnoje a močůvky, surové kejdy, produktů po separaci, obsah živin, organických látek, mikroprvků, poměru živin, obsahu sušiny, vyčištění produkce živin a sušiny v kejdě, metody skladování, ošetřování a rozmístění se zřetelem ke hnojení)
4. Způsoby aplikace kejdy (surová kejda, kombinované hnojení se slámou, zeleným hnojením, separované podíly, zpracovaná kejda)
5. Účinnost hnojení kejdou (výnos plodin a využití živin dodaných kejdou; NPK, jejich minerální ekvivalent; vliv dalších makroprvků, mikroprvků, zařazení hnojení kejdou v systému hnojení)
6. Použití kejdy a jejich separačních produktů v rostlinné výrobě (hnojení okopanin, víceletých pícnin, jednoletých pícnin, ozimých meziplodin, kukuřice na zeleno, krmného zelí, obilovin, řepky, polní zeleniny, pastvin; hnojení fugátem, pevnou frakcí, biologicky zpracovanou kejdou)
7. Začlenění hnojení do osevních postupů (výpočet plochy, zásady)
8. Vliv hnojení kejdou na kvalitu rostlinných produktů (sušina, obsah škrobu, surového proteinu, dusičnany v pícninách, vliv vysokých dávek kejdy na obsah draslíku v rostlinách)
9. Vliv kejdy na půdu (fyzikální vlastnosti, půdní uhlík, dusík, složení humusových látek, P, K, Mg, pH, výměnná kapacita, biologické vlastnosti, zaplevelení, hygienické aspekty a hlediska ochrany prostředí při použití kejdy)
10. Závěry

*Ing. Roman Apfelthaler, CSc.,
Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha - Ruzyně*

Výběr z nových přírůstků
Ústřední zemědělské a lesnické knihovny
z oboru rostlinné výroby

Uvedené publikace je možno si vypůjčit osobně nebo písemně v ÚZLK, výpůjční oddělení, 120 56 Praha 2, Slezská 7. Výpůjční doba: pondělí až pátek od 9 do 18 hodin. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

D 68.420

Debreceni agrártudomány egyetem nemzetközi tudományos ülészaka 1974. (Souhrn též rus., angl., něm.)
Debrecen, n. vl. 1976. 359 s., obr., tab., grafy (Pěstování hospodářských rostlin — sborník — Maďarsko)

E 35.130/152

Puti povyšeniya urozhajnosti sel'skochozjajstvennykh kultur.

Jelgava, Latvijskaja sel'skochoz. akademiya 1978. 84 s., tab., 4 grafy. Trudy LSChA vyp. 152. (Pěstování hospodářských rostlin — sborník / Výnosy hospodářských rostlin — zvýšení — metody — sborník — SSSR - LotSSR)

D 64.402/4

Vlijanije svojstv počv i udobrenij na kačestvo rastenij. Vyp. 4.

Moskva, Izd. Moskov. univ. 1978. 273 s., tab. (Hospodářské rostliny — jakost — půda — vlastnosti — vliv / Hospodářské rostliny — jakost — — hnojiva strojená — vliv — sborník — SSSR)

TITOV, JU. V.

D 68.724

Effekt grupy u rastenij.

Leningrad, Nauka 1978. 151 s., 23 obr., 12 tab. (Rostliny — hustota porostu — vztahy — příručka)

Ševčovič R.: Systémy racionálnejšieho pestovania a využitia kukurice v ČSSR	1203
Ševčovič R.: Metóda diagramového spôsobu programovania rajonizácie hybridov kukurice na siláž pre jednotlivé výrobné oblasti	1205
Luxová M., Gašparíková O., Pšenáková T., Polerecký O.: Inhibícia rastu a akumulácia prolínu v klíčiach rastlín imbredných línií kukurice ako reakcia na osmotický stres	1215
Ivanko Š., Ďurková E., Javor A.: Biochemický prejav génu opaque-2 v štruktúre bielkovinného komplexu zrna kukurice	1225
Sedlák A.: Štúdium heterogenity jednotlivých zložiek zrna kukurice	1237
Vidovič J.: Vplyv zmeny listového uhla a LAI na radiačný režim porastu a fotosyntézu listov kukurice	1247
Truksa J.: Vplyv rôznych hnojív na monokultúru kukurice v odlišných pôdnych podmienkach	1257
Derco M., Rakovan J.: Vplyv závlahy a techniky hnojenia na úrodu zrna kukurice	1267
Ševčovič R.: Vplyv agroekologických faktorov na metabolizmus niektorých minerálnych látok kukurice na siláž	1275
Podolák M.: Vplyv vzdialenosti riadkov na úrodu silážnej kukurice v kukuričnej výrobnéj oblasti	1283

RECENZE

Apfelthaler R.: Ispolzovanie židkogo navoza v rastenijevodstve	1291
--	------

СОДЕРЖАНИЕ

Шевчович Р.: Метод диаграммного программирования районизации гибридов кукурузы на силос по производственным областям	1212
Луксова М., Гашпарикова О., Пшенáкова Т., Полерецки О.: Ингибция роста и аккумуляция пролина в ростках инбредных линий кукурузы как реакция на осмотическое давление	1222
Иванко Ш., Дюркова Э., Явор А.: Биохимическое проявление гена opaque-2 в структуре белкового комплекса зерна кукурузы	1235
Седлак А.: Изучение гетерогенности отдельных компонентов кукурузного зерна	1245
Видович Й.: Влияние изменения листового угла и индекса площади листа на радиационный режим посева и фотосинтез кукурузных листьев	1255
Трукса Й.: Влияние разных удобрений на монокультурную кукурузу в разных почвенных условиях	1265
Дерцо М., Ракован Й.: Влияние орошения и техники удобрения на урожай зерна кукурузы	1273
Шевчович Р.: Влияние агроэкологических факторов на метаболизм некоторых минеральных веществ в силосной кукурузе	1282
Подолак М.: Влияние междурядий на урожай силосной кукурузы в кукурузной производственной области	1289

Ševčovič R.: The Method of the Diagrammatic Programming of Silage Maize Hybrid Regionalization to Different Production Regions	1212
Luxová M., Gašparíková O., Pšenáková T., Polerecký O.: Growth Inhibition and Proline Accumulation in Germinating Plants of Inbred Maize Lines as a Response to Osmotic Stress	1223
Ivanko Š., Ďurková E., Javor A.: Biochemical Manifestation of the Opaque-2 Gene in the Structure of the Protein Complex of Maize Grain	1235
Sedlák A.: The Study of the Heterogeneity of Different Components of Maize Grain	1245
Vidovič J.: The Effect of a Change in the Leaf Angle and LAI on the Radiation Regime of the Maize Stand and on the Photosynthesis of Maize Leaves	1255
Truksa J., Záborský J.: The Effect of Different Fertilizers on Maize Monoculture under Different Soil Conditions	1265
Derco M., Rakovan J.: The Effect of Irrigation and Fertilization Method on the Yields of Maize Grain	1274
Ševčovič R.: The Effect of Agro-ecological Factors on the Metabolism of Some Minerals in Silage Maize	1282
Podolák M.: The Effect of Row Spacing on the Yield of Silage Maize in the Maize-growing Region	1289

INHALT

Ševčovič R.: Diagrammverfahrensmethode des Programmierens von Rayonierung der Silomaishybriden für die einzelnen Produktionsgebiete	1212
Luxová M., Gašparíková O., Pšenáková T., Polerecký O.: Wachstumsinhibition und Akkumulation des Prolins in den keimenden Pflanzen der Maisnuzuchtlinien als Reaktion auf den osmotischen Streß	1223
Ivanko Š., Ďurková E., Javor A.: Biochemische Äußerung des Gens Opaque-2 in der Struktur des Eiweißkomplexes von Maiskorn	1235
Sedlák A.: Studium der Heterogenität der einzelnen Komponenten des Maiskornes	1245
Vidovič J.: Einfluß der Veränderungen des Blattwinkels und LAI auf das Radiationsregime des Bestandes und auf die Photosynthese der Maisblätter	1256
Truksa J.: Einfluß verschiedener Düngemittel auf den Mais in der Monokultur-Stellung unter unterschiedlichen Bodenbedingungen	1265
Derco M., Rakovan J.: Einfluß der Bewässerung und Düngungstechnik auf den Kornertrag beim Mais	1274
Ševčovič R.: Einfluß der agroökologischen Faktoren auf den Metabolismus einiger Mineralstoffe des Silomaises (E)	1282
Podolák M.: Einfluß des Reihenabstandes auf den Ertrag des Silomaises im Produktionstyp Maisanbau	1289

Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Objednávky a předplatné přijímá PNS - ústřední expedice tisku, administrace odborného tisku, Jindřišská ulice 14, 110 00 Praha 1. Lze též objednat u každé pošty i poštovního doručovatele. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS - ústřední expedice tisku, oddělení vývozu tisku, Jindřišská ulice 14, 110 00 Praha 1. Vytiskl MÍR, novinářské závody, n. p., závod 6, tř. Lidových milicí 22, 120 00 Praha 2.