

VĚDECKÝ ČASOPIS



ROSTLINNÁ VÝROBA

PROGRAMOVÁNÍ VÝNOSŮ

10

ROČNÍK 30 (LVII)

PRAHA

ŘÍJEN 1984

CENA 18 Kčs

ROVYAM 30 (10)

1001-1112

CS ISSN 0370-463X

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VEDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

ROSTLINNÁ VÝROBA

Řídí redakční rada

Prof. ing. František Hron, DrSc. (předseda), ing. Jiří Apltaufer, CSc., ing. Ivo Bareš, CSc., doc. ing. Mikuláš Derco, DrSc., dr. ing. Zbyněk Facek, CSc., ing. Jozef Habovštiak, CSc., ing. Josef Hlaváček, CSc., prof. dr. ing. Ladislav Hruška, DrSc., ing. Josef Kopřiva, CSc., prof. ing. Anton Kováčik, DrSc., ing. Jaroslav Lekeš, DrSc., ing. František Mráz, CSc., doc. ing. Jaroslav Prugar, DrSc., prof. ing. Václav Rybáček, 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, DrSc.
Redaktorka ing. Marie Michálková

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství,
Praha 1984

■

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.

Předkládané monotematické číslo je příspěvkem k formování systémového pojetí řízení produkčních procesů v rostlinné výrobě, jímž je programování výnosů. Klade si za cíl ukázat, co programování výnosů je, popř. čím by mělo být a jakými směry postupuje řešení této problematiky u nás.

Problematika programování výnosů se na stránkách vědeckého časopisu Rostlinná výroba objevuje poprvé právě v době, kdy probíhá diskuse před X. sjezdem Jednotných zemědělských družstev. Není to náhodou. Sjezd JZD, který bude hodnotit vývoj v uplynulém období, bude především hledat to, co je progresivní a co vede ke splnění náročných cílů příštích let. Při zvyšování úrovně výroby je nutno zapojovat do výrobního procesu postupně další intenzifikační faktory. Tím se jeho řízení stává náročnějším, obtížnějším a vyžaduje nové formy a systémy, které budou racionalizovat použití vkladů do výroby. Nejenom ekonomika, ale i nutné šetření surovinových zdrojů a ochrana životního prostředí jsou podnětem k hledání všech možností k dokonalejšímu sladení všech intenzifikačních opatření s ohledem na dosažení stanovených cílů. Jedno opatření nesmí tedy stírat nedostatky jiných, ale umožňovat jejich plný efekt. Jinak by nebylo správné hovořit o intenzifikaci. Intenzitu je třeba měřit nikoli objemem vstupů, ale výstupy a jejich relací ke vstupům. Metodicky znamenají uvedené požadavky potřebu zvládnout systémový přístup k řešení všech otázek v rozhodovacím procesu. V rostlinné výrobě odpovídá tomuto požadavku metoda programování výnosů.

Systémové pojetí není metodou novou. S vývojem věd docházelo k jejich diferenciaci a specializaci jako nutnému předpokladu pronikání do hloubky problémů. V praktických aplikacích však narůstala potřeba syntéz, jejichž dosažení je stále složitější. Teprve aplikace matematických metod, kybernetiky a matematického modelování umožnila návrat k systémovému přístupu zkoumání objektivní reality. Ta je při něm zobrazována modely, které zjednodušeně vyjadřují vztahy a vazby mezi prvky systému, přičemž ještě s dostatečnou spolehlivostí simulují jeho skutečné chování.

Matematické modelování může mít dva základní typy: empirický a funkční. Empirické modely jsou založeny na vypočtených vztazích mezi výchozími parametry (vstupy) a konečnými produkty procesů (výstupy). Tyto vztahy se formulují některou statistickou metodou, nejčastěji korelační a regresní analýzou. Podkladem musí být dostatečně velký reprezentativní soubor dat. Parametry souboru jsou základem pro vymezení podmínek platnosti modelu.

Funkční modely vycházejí ze znalosti skutečného průběhu modelovaných procesů a matematickými prostředky je simulují. Jejich platnost může být proto obecnější. Vytvoření funkčního modelu je syntézou poznatků o průběhu produkčního procesu, které zároveň limitují možnost jeho sestavení. Proto jsou časté modely, jejichž funkčně pojatý rámec je doplněn empirickými vztahy na podrobnějších rozlišovacích úrovních.

Modely biologických procesů jsou v naprosté většině modely stochastickými. Na rozdíl od deterministických modelů pracují s pravdě-

podobnostním charakterem vztahů, vyplývajícím z pravděpodobnostního charakteru prvků v systémech a z velkého množství vlivů, které působí ve vzájemných interakcích na dostupnost a poměr vegetačních faktorů.

Programování výnosů se v současné době vyvíjí několika směry. V podstatě se liší rozsahem pojetí systému. V širším pojetí jde o vypracování souboru opatření, která umožní vytvoření a zužitkování plánovaného výnosu. Příkladem širšího pojetí systému je programování v Bulharsku, kde opatření od osevního sledu, zpracování půdy přes založení porostu, ošetření, sklizeň a její zpracování až po zajištění materiálně technického zásobování, pracovních sil atd. jsou součástí programů zpracovávaných pro vybrané podniky. U nás se pracuje převážně na variantách programů, které jako systém chápou vlastní tvorbu výnosu, na níž působí podmínky prostředí. Cíle jsou formulovány jako „předpříprava a usměrňování procesů tvorby výnosu podle předem připraveného programu s přihlédnutím na fyzikálně geografické, půdně klimatické faktory a biologické zvláštnosti pěstovaných plodin“ (doc. Š v i h r a) nebo „rozpracování takového komplexu vzájemně podmíněných opatření, jejichž včasné a vysoce kvalitní splnění zabezpečí dosažení předem vypočtené úrovně výnosu o vysoké kvalitě“ (akad. Š a t i l o v). Vzhledem k velkému vlivu přírodních podmínek na dynamiku formování výnosů a na efektivnost intenzifikačních faktorů lze říci, že při programování výnosů jde o nalezení takových kombinací použití ovladatelných faktorů za existující konstelace faktorů neovladatelných, které zajistí dosažení požadovaného výnosu (tj. plánovaného nebo maximálně možného, ale ještě ekonomického) při minimálních nákladech a při současném splnění požadavků na vývoj půdní úrodnosti. Tato hlediska vedou k rozdělení problematiky programování výnosů na programování vývoje půdní úrodnosti a programování tvorby výnosů. Jde tedy o praktickou interpretaci požadavku na maximální využití slunečního záření pro tvorbu biomasy rostlin nikoli jednorázově, ale v časové řadě s trendem požadovaného (nebo maximálního, avšak ještě efektivního) růstu rostlinné výroby.

Dosažení určitého výnosu předpokládá určitý způsob vývoje porostu odpovídající genetickému kódu plodiny a odrůdy a vývoji podmínek prostředí v průběhu ontogeneze. V podmínkách přechodného klimatu je nezbytné, aby každý program vývoje porostu směrem k plánovanému výnosu obsahoval možnost průběžné kontroly a korekční podprogramy. Proto je nezbytné rozdělit vývoj porostu na období, mezi nimiž jsou definovány kontrolovatelné stavy porostu. Jejich popis s ohledem na významnost znaků pro průběh produkčního procesu je ve stadiu různého stupně rozpracování. V každém období probíhají procesy, které mají své vstupy a výstupy. Vstupem je stav porostu na počátku období (Y_i), nezávisle proměnné podmínky prostředí významně ovlivňující proces ($x_1 - x_n$), nezávisle proměnné, jejichž vliv je nevýznamný, a konstantní podmínky prostředí ($k_1 - k_n$), které působí po určitou dobu (T_j). Výstupem je vždy stav porostu na konci období (Y_{i+1}). Potom je možno obecně naznačit

$$Y_{i+1} = F(Y_i; x_1, x_2, \dots, x_n; k_1, k_2, \dots, k_n; T_j).$$

Z uvedeného vyplývá, že stav porostu na vstupu do i -tého období je zároveň stavem na výstupu z $[i - 1]$ — tého období atd. Tvorbu výnosu pak lze modelovat jako soustavu rovnic:

$$Y_i = F(Y_{i-1}; X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{in}; T_i)$$

$$Y_{i+1} = F(Y_i; X_{(i+1)1}, X_{(i+1)2}, \dots, X_{(i+1)n}; T_{i+1})$$

⋮

$$Y_m = F(Y_{m-1}; x_{m1}, x_{m2}, \dots, x_{mn}; T_m)$$

Využitelnost vyčísleného modelu založeného na uvedené obecné představě závisí na znalosti potřebných stavů porostu v kontrolovaných bodech mezi procesy a možností regulace podmínek prostředí tak, aby mohlo být těchto stavů dosaženo.

Stanovení optimální dynamiky tvorby výnosů nebo častěji optimální struktury výnosů bylo předmětem řady studií a je zařazováno i do šlechtitelských cílů jako ideotyp odrůdy. Bylo zjištěno, že optimální dynamika závisí na dynamice půdních a povětrnostních podmínek stanoviště. Z toho vyplývá, že stanoviště (místo a ročník) jsou významnými faktory pro stanovení optimální strategie řízení tvorby výnosu. Aplikace programování výnosů musí být tedy dovedena až na pozemek v daném roce.

Možnost splnění požadované strategie ovlivňování tvorby výnosu je limitována neovladatelnými a obtížně ovladatelnými faktory prostředí. Proto je nezbytné programovat samostatně vývoj půdních podmínek, který však nelze vztahovat jenom k pěstované plodině a určitému roku.

Aby bylo možno v požadované době kontrolovat stav porostu a určovat stav půdního prostředí (vlhkost, stav půdního roztoku atd.), nevystačíme s metodami přímého stanovení. Proto součástí programování výnosů je i modelování stavu půdy. Totéž se týká stavu porostu. Pokud je nalezen vztah k faktorům, které je ovlivňují, jsou lépe a často přesněji měřitelné a zejména pohotové. Na možnosti uplatnění těchto modelů spolu s výsledky přímých stanovení (např. chemických analýz rostlin) závisí operativnost reakce na měnící se podmínky povětrnosti, které patří ke zdrojům odchylek skutečného průběhu produkčních procesů od modelových.

Společnou charakteristikou všech postupů při programování výnosů je systémovost pojetí a kvantifikace vztahů. Oba tyto znaky předurčují způsob řešení. Systémovost vyžaduje, aby vlivy jednotlivých faktorů prostředí byly zkoumány ve vzájemných souvislostech. Tomu odpovídá model polyfaktoriálních pokusů zahrnujících vliv agrotechniky, výživy a ostatních ekologických podmínek. Kvantifikace vztahů je možná tehdy, umožňují-li pokusy spojitě hodnotit vliv kvantitativních faktorů. Tomu odpovídá model polyfaktoriálních pokusů hodnocených metodami vícenásobně regresní analýzy.

Programování výnosů je považováno za kvalitativně nový způsob zaměření výzkumu a za novou metodu interpretace výsledků výzkumu v praxi. Jeho rozvoj je umožněn zavedením nových metod podmíněných možností použití výpočetní techniky. Je tedy produktem technického pokroku naší doby. Pro tuto dobu je ve vyspělých společnostech charakteristické urychlení převodu výsledků výzkumu a vývoje do praxe, která jejich využitím v hromadné výrobě musí zředit vysoké náklady spojené s výzkumem. Jinak by se věda a výzkum staly zátěží a brzdou ekonomiky. Proto i programování výnosů může mít smysl jedině jako výrob-

ní síla. Jeho uplatnění v praxi je proto ověřováno v současné době na některých podnicích (Státní statky, o. p., Tachov aj.). Současně je rozvíjena spolupráce s řešiteli státního plánu ekonomického výzkumu, jejímž cílem je zapojení prvků programování výnosů do schématu řízení technologie pěstování plodiny v rámci automatizovaného systému řízení. Je to snaha o převod dosavadních ručně zpracovávaných projektů pěstování polních plodin na média výpočetní techniky. V automatizovaném systému řízení je programování výnosů aplikováno na pozemek jako ročníkový projekt pěstební technologie. V projektu jsou na rozhodovací bloky aplikovány podprogramy založené na matematických modelech tvorby výnosu, v nichž je brán v úvahu stav porostu, půdy, požadovaný optimální vývoj porostu i případné prognózy vývoje povětrnosti. Významným předpokladem realizace v praxi je současné řešení algoritmu báze dat rostlinné výroby. Je nutná nejen pro racionalizaci práce při využívání systému programování v projektech ročníkových a stanovištních technologií, ale i pro možnost analýzy výsledků jejich aplikace. Tato analýza je podmínkou transformace výsledků pokusů na konkrétní podmínky provozní praxe.

Tvorba výnosů je často velmi významně narušována nepříznivými činiteli. Kromě stressů z nedostatku vláhy nebo vlivu extrémních teplot je to i napadení chorobami a škůdci. Prognóza infekcí a invazí a jejich prevence jsou nezbytnou součástí systému programování výnosů.

Systémové pojetí řízení tvorby výnosů i vývoje půdní úrodnosti je logickým vyústěním dosavadního výzkumu rostlinné výroby a jeho praktických aplikací. Ve výzkumu je základním problémem odhalení a kvantifikace všech podstatných vazeb, které musí být v modelech respektovány. Důležitým momentem je vymezení platnosti vztahů. Je mnoho příkladů, jak nedostatečné vymezení platnosti závěrů výzkumu nebo vývoje, popř. nerespektování stanovených podmínek platnosti vedlo i při zavádění vynikajících poznatků nebo technologií k neúspěchům. Při použití metod programování výnosů se nedodržení mezí platnosti vztahů, ev. jakýchkoli jiných předpokládaných parametrů prací apod., projeví naprostým selháním funkce modelů. Toto nedodržení podmínek uplatnění programů může mít někdy i objektivní příčiny. Jednou z nich může být nedostatečná kvalita práce strojů na rozmetání hnojiv, setí apod. Proto součástí přípravy na zavedení metod systémového řízení výroby je i řešení těchto problémů a nedostatků, které i samy o sobě jsou závažné. Bez dokonalé přípravy půdy, agrotechniky, integrované ochrany rostlin, péče o organická hnojiva, zlepšené techniky aplikace hnojiv a setí nemůže sebedokonalejší metoda řízení přinést očekávaný efekt. Je samozřejmé, že totéž platí pro techniku sklizně a ošetření produktů po sklizni. Ze širšího hlediska tvoří všechna tato opatření systém. Nezládnutí kteréhokoliv jeho prvku znamená nepříznivé ovlivnění celé jeho funkce a výsledku.

Na úseku vlastního programování výnosů byly zatím získány převážně jen dílčí výsledky. Svědčí o tom i neúplnost pokrytí celé problematiky hotovými vědeckými pracemi. Účelem předložení těchto několika prací ve specializovaném čísle je ukázat, co a v jakých směrech je rozpracováno a implicitně naznačit i to, co v tomto směru chybí. Má být inspirací k další práci, která by přivedla programování výnosů do pozice metody nejen kvalitativně nové, ale také kvalitativně lepší.

MATEMATICKÝ MODEL PŘEMĚN A POHYBU DUSÍKU V PŮDĚ V ZIMNÍM OBDOBÍ

J. Klír

KLÍR, J. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně): *Matematický model přeměn a pohybu dusíku v půdě v zimním období*. Rostl. Výr., 30, 1984 (10) : 1005-1010.

Na základě výsledků vlastních experimentů s přihlédnutím k údajům z literatury byl sestaven jednoduchý matematický model přeměn a pohybu dusíku v orné půdě v zimním, mimovegetačním období. Model sleduje dvě půdní vrstvy (ornici a podorničí) a podle průběhu povětrnostních činitelů (srážky a teplota) simuluje změny půdní vlhkosti, vertikální pohyb vody, mineralizaci půdní organické hmoty a pohyb NO_3^- -N půdním profilem. Model byl ověřován v letech 1980–1983 na pozemcích Výzkumného ústavu rostlinné výroby v Praze-Ruzyni (hnědozem na spraši, ozimá pšenice). Výpočty byly konány pomocí programovatelných kalkulátorů HP-97 a TI-59 a byla zjištěna dostatečná shoda mezi vypočítanými a měřenými údaji.

programování výnosů; matematický model; půda; dusík; zimní období

Jedním z kritérií pro stanovení dávek dusíkatých hnojiv na počátku vegetačního období je obsah minerálního dusíku v půdě. Protože odebírání vzorků půdy, rozborů a stanovení operativních doporučení jsou spojeny s řadou technických problémů, vzrůstá význam nepřímých metod sledování změn obsahu přístupného dusíku v půdě. K hodnocení vlivů povětrnostních faktorů i ostatních agroekologických činitelů na dynamiku půdního dusíku lze výhodně použít metody systémové analýzy. V současné době existuje řada matematických modelů pohybu a přeměn dusíku v půdě (Tanji a Gupta, 1978; Selim a Iskandar, 1981; Frissel a Van Veen, 1982). Modely se často odlišují stupněm komplexnosti, typem reakční kinetiky, použitým řešením transportních procesů i jinými znaky. Matematické modely pro zimní období uvádějí např. Richter et al. (1978), Burns (1980) a Herbst et al. (1982).

Naší snahou bylo sestavit jednoduchý a přitom dostatečně přesný model pracující s běžně dosažitelnými vstupními údaji, kterým by bylo možno simulovat dynamiku dusíku v půdě podle průběhu počasí v zimním období.

STRUKTURA MODELU

Základem modelu je submodel pohybu vody v půdě. Pracuje formou denních bilancí a pro každý den stanoví průměrnou vlhkost půdy v orniční vrstvě 1 a v podorničí 2. Rovněž sleduje výpar z povrchu půdy

a pohyb vody mezi jednotlivými vrstvami. Submodel dynamiky dusíku pak hodnotí změny obsahu minerálního dusíku ve sledovaných vrstvách.

Pro činnost modelu jsou nutné tyto tři skupiny údajů: parametry, základní vstupní údaje a průběžné údaje. Parametry tvoří údaje o podmínkách stanoviště, základní vstupní údaje charakterizují výchozí stav k začátku sledování a průběžné údaje představují meteorologické údaje o průběhu povětrnosti (srážky, teplota).

SUBMODEL POHYBU VODY

Tato část modelu sleduje vertikální pohyb vody v půdním profilu, a to při infiltraci do vrstvy 1, průsaku z vrstvy 1 do vrstvy 2 (L_1) a z vrstvy 2 do hlubších vrstev profilu (L_2) při pohybu směrem dolů. Pohyb v opačném směru je uvažován pouze ve vrstvě 1 ve výparu z půdy. Průsak vody z jednotlivých vrstev je v modelu vypočítáván podle vlhkosti půdy v příslušné vrstvě. V modelu jsou vestavěny funkce (kvadratické), jimiž byly aproximovány empiricky zjištěné závislosti úbytku vody z vrstvy na okamžité zásobě vody v této vrstvě.

Výpočet výparu pro podmínky v mimovegetačním období, kdy je na poli buď pouze holá půda, nebo nezapojený porost ozimých obilnin, je založen na předpokladu dvou fází výparu. Pro výpar z půdy vlhčí než její nejmenší vodní kapacita je nutno uvažovat neomezený výpar rovný potenciální evapotranspiraci (PET) plně zapojeného porostu. V další fázi, kdy se již projevuje vliv prosýchání půdního profilu, je výpar vypočítáván z hodnoty PET postupem podle Úlehly (1979) s přihlédnutím k velikosti vláhového deficitu orniční vrstvy. Výpočet PET je konán pomocí schématu Kerschera (1982). Jde o metodu stanovení potenciální evapotranspirace na základě koeficientů délky dne a vlivu porostu (Blaney-Criddle method) upravenou pro použití malé výpočetní techniky. Konečná hodnota výparu je pak výsledkem korekce vypočítaných hodnot podle intenzity srážkové činnosti a stavu povrchu půdy.

SUBMODEL DYNAMIKY DUSÍKU

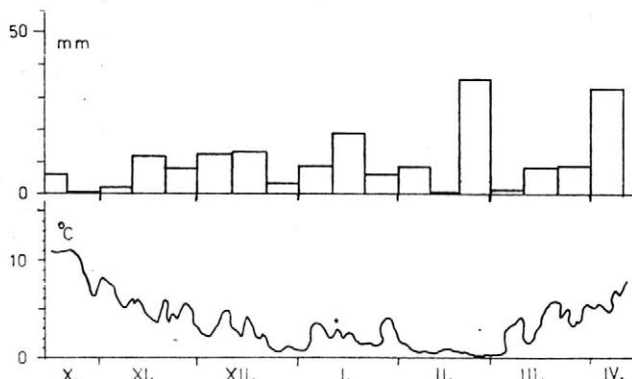
Z transformačních procesů je uvažována mineralizace půdní organické hmoty v orniční vrstvě. Je předpokládána postupná oxidace dusíku až do vzniku NO_3^- . Údaje o nitrifikační aktivitě získané inkubací vzorků půdy v optimálních podmínkách jsou při vlastním výpočtu korigovány podle příslušné teploty a vlhkosti půdy, a to v každém kroku programu (1 den).

Pohyb nitrátového dusíku půdním profilem je vypočítáván na základě pohybu vody a koncentrace NO_3^- -N v půdním roztoku. Výpočet koncentrace je založen na předpokladu, že nitrátový dusík v půdě je jednotně rozdělen v půdní vodě s tenzí nižší, než je tenze vody při dosažení bodu vadnutí. Celková dynamika přeměn a pohybu dusíku v půdě je v modelu řešena pro každý den bilančním způsobem, přičemž je zachována posloupnost jevů vyplavování dusíku z jednotlivých vrstev.

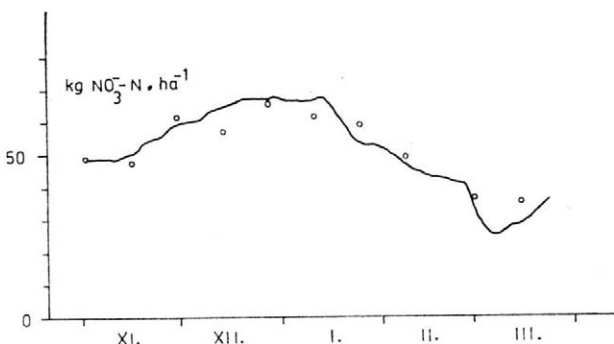
OVĚŘENÍ MODELU

Činnost modelu byla ověřována v letech 1980—1983 na pozemcích Výzkumného ústavu rostlinné výroby v Praze — Ruzyni (hnědozem na spraši, ozimá pšenice). Matematický model byl upraven pro použití malé výpočetní techniky a vlastní výpočty byly konány pomocí programovatelných kalkulátorů HP-97, resp. TI-59 [Klír a Apltauer, 1984]. Porovnáním vypočítaných výsledků s údaji z kontrolních měření byla zjištěna dostatečná shoda skutečných a simulovaných hodnot. Grafické znázornění výstupů modelu je uvedeno na obr. 2 až 5 (období 1982—1983), přičemž průběh počasí v tomto období je charakterizován rozdělením srážek infiltrovaných do půdy a změnami teploty půdy (obr. 1).

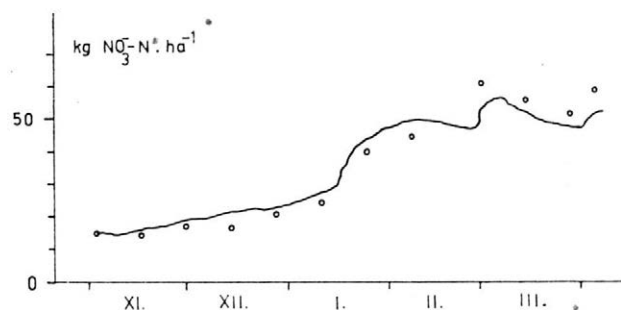
1. Infiltrace srážkové vody do povrchu půdy (mm) a průběh půdní teploty ve 20 cm (°C), Praha - Ruzyně, 1982—1983 — Infiltration of water in the soil surface (mm) and soil temperature at the depth of 20 cm (°C), Prague - Ruzyně, 1982—1983

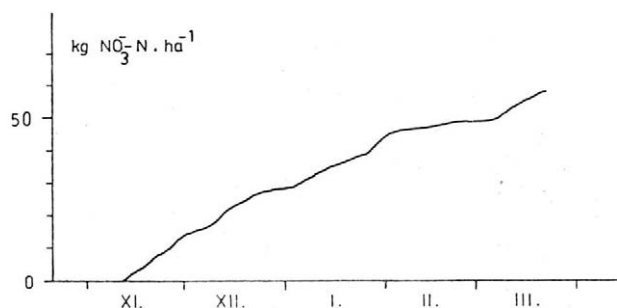


2. Porovnání měřených (body) a vypočítaných (křivka) hodnot obsahu $\text{NO}_3^- \text{-N}$ (kg na ha) v půdní vrstvě 0—30 cm — Comparison between measured (points) and simulated (curve) contents of $\text{NO}_3^- \text{-N}$ (kg per ha) in the soil layer 0—30 cm

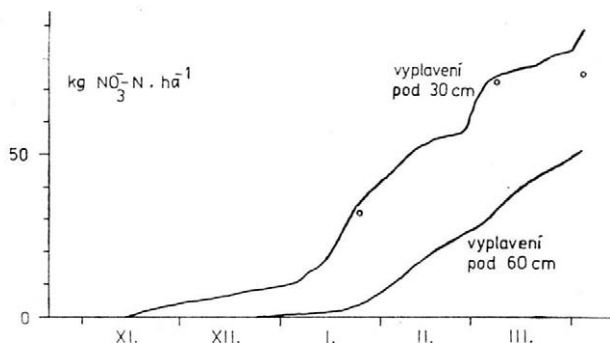


3. Porovnání měřených (body) a vypočítaných (křivka) hodnot obsahu $\text{NO}_3^- \text{-N}$ (kg na ha) v půdní vrstvě 30—60 cm — Comparison between measured (points) and simulated (curve) contents of $\text{NO}_3^- \text{-N}$ (kg per ha) in the soil layer 30—60 cm





4. Vypočítaný nárůst produkce NO_3^- -N (kg na ha) ve vrstvě 0–30 cm — Simulated cumulative NO_3^- -N production (kg per ha) in the soil layer 0–30 cm



5. Porovnání měřených (lyzimetrické údaje = body) a vypočítaných (křivka) údajů o nárůstu vyplavení NO_3^- -N (kg na ha) pod 30 cm a výpočet vyplavení pod 60 cm — Comparison between measured (lysimeter data = points) and simulated (curve) data of cumulative NO_3^- -N leaching (kg per ha) below 30 cm and simulation of leaching below 60 cm

DISKUSE

Vytvořit jednoduchý, ale přitom do jisté míry funkční model lze pouze u nepříliš složitých systémů. V tomto konkrétním případě sledování dynamiky dusíku v půdě jsme přihlíželi ke specifickým podmínkám v mimovegetačním období, a proto jsme se mohli uchýlit k určitým zjednodušením.

V bilanci vody není uvažován povrchový odtok, neboť jej prakticky znemožňuje hrubá struktura půdního povrchu vytvořená při podzimním zpracování půdy. Dalším zjednodušením je hodnocení průsaku vody půdním profilem, kdy je použito empiricky zjištěných závislostí úbytku vody na vlhkosti půdy určité vrstvy. Podobně tyto vztahy aproximují Aston a Dunin (1977) a pro jednotlivé půdy uvádějí různé typy funkčních závislostí.

Pohyb nitrátového dusíku prouděním vody půdním profilem s účinností vyplavování rovnou jedné popisuje rovněž matematický model Saxtona et al. (1977). Rose et al. (1982) také neuvažují pro účely jednoduchého modelování disperzní jevy pohybu dusíku v půdě a uvádějí, že takto způsobená chyba může pro polní podmínky dosahovat maximálně 10 %.

Předpoklad mineralizace dusíku až do fáze vzniku NO_3^- -N jako kontinuálního procesu je založen na úvaze Blacka (1968), který v aerobních podmínkách půdy hodnotí jednotlivé reakce postupné oxidace dusíku jako pomalé (org. N na NH_4^+ -N), rychlé (NH_4^+ -N na NO_2^- -N) a velmi rychlé (NO_2^- -N na NO_3^- -N). Na základě toho lze usuzovat, že tvorba nitrátů v normálních půdních podmínkách je limitována

предchozími procesy a nemůže zde ani ve větší míře docházet k hromadění meziproductů celého procesu ($\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NO}_2^-\text{-N}$) v půdě. Tento předpoklad platí pouze pro období bez aplikace průmyslových dusíkatých hnojiv a pro strukturní, dobře provzdušněnou orniční vrstvu půdy, tedy pro podmínky, ve kterých byl model ověřován.

Literatura

- ASTON, A. R. — DUNIN, F. X.: An empirical model for drainage from soil under rain-fed conditions. *Aust. J. Soil Res.*, 15, 1977, s. 205-210.
- BLACK, C. A.: Soil-plant relationships. New York, JOHN WILEY AND SONS, 1968.
- BURNS, I. G.: A simple model for predicting the effects of winter leaching of residual nitrate on the nitrogen fertilizer need of spring crops. *J. Soil Sci.*, 31, 1980, s. 187-202.
- FRISSEL, M. J. — VAN VEEN, J. A.: A review of models for investigating the behaviour of nitrogen in soil. *Phil. Trans. R. Soc. Lond., B* 296, 1982, s. 341-349.
- HERBST, F. — BUFE, J. — GARZ, J. — HAGEMANN, O.: Einfache Verfahren zur Schätzung des Nitratverlustes im Boden durch Verlagerung während des Winters. *Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenkd.*, Berlin, 26, 1982, č. 10, s. 665-672.
- KERSCHER, H.: Zur Berechnung der potentiellen Evapotranspiration mit programmierbaren Klein- oder Taschenrechnern. *Z. f. Kulturtechnik und Flurbereinigung*, 23, 1982, s. 216-226.
- KLÍR, J. — APLTAUER, J.: Matematický model přeměn a pohybu dusíku v půdě. Závěrečná zpráva. VÚRV Praha, 1984.
- RICHTER, J. — SCHARPF, H. C. — WEHRMANN, J.: Simulation der winterlichen Nitratverlagerung in Böden. *Pl. Soil*, 49, 1978, č. 2, s. 381-393.
- ROSE, C. W. — HOGARTH, W. L. — DAYANANDA, P. W. A.: Movement of peak solute concentration position by leaching in a non-sorbing soil. *Aust. J. Soil Res.*, 20, 1982, s. 23-36.
- SAXTON, K. E. — SCHUMAN, G. E. — BURWELL, R. E.: Modeling nitrate movement and dissipation in fertilized soils. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 41, 1977, č. 2, s. 265-271.
- SELIM, H. M. — ISKANDAR, I. K.: Modeling nitrogen transport and transformations in soils: 1. Theoretical considerations. *Soil Sci.*, 131, 1981, č. 4, s. 233-241.
- TANJI, K. K. — GUPTA, S. K.: Computer simulation modeling for nitrogen in irrigated croplands. In: *Nitrogen in the environment*, Vol. 1, ed. NIELSEN, D. R. — MACDONALD, J. G., ACADEMIC PRESS 1978, s. 79-130.
- ÚLEHLA, J.: Modelování vodního provozu vybraných plodin — modely pro výpočet výparu z holé půdy na základě údajů o počasí. Závěrečná zpráva. VÚZA Hrušovany u Brna, 1979.

Došlo dne 16. 5. 1984

КЛИР, Я. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Прага - Рузыне): Математическая модель преобразования и движения азота в почве в зимний период. *Rostl. Výr.*, 30, 1984 (10) : 1005-1010.

Na основе результатов своих экспериментов с учетом данных из литературы была составлена простая математическая модель преобразования и движения азота в пашне в зимний, вне-vegetационный период. Модель составлена для двух почвенных слоев (почва и подпочва) и согласно ходу погодных факторов (осадки и температура) она имитирует изменения почвенной влажности, вертикальное движение воды, минерализацию почвенной органической массы и движение $\text{NO}_3^-\text{-N}$ в почвенном профиле. Модель проверялась в 1980—1983 гг. на делянках Научно-исследовательского института растениеводства в Праге - Рузыне (бурозем на лессе, озимая пшеница). Расчеты проводились при помощи программируемых калькуляторов HP-97 и TI-59; при этом было установлено сравнительное совпадение вычисленных и измеренных данных.

программирование урожаев; математическая модель; почва; азот; зимний период

KLÍR, J. (Research Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně): *A Mathematical Model of the Transformations and Movement of Soil Nitrogen in the Winter Season*. Rostl. Vyr., 30, 1984 (10) :1005-1010.

On the basis of the results of our own experiments and with respect to literary data, a simple mathematical model was made up for the transformations and movement of nitrogen in arable soil in the winter period, out of the growing season. The model applies to two soil layers (topsoil and subsoil) and using the data on climatic factors (precipitation, temperatures), it enables to simulate the variation in soil moisture content, vertical movement of water, mineralization of soil organic matter, and the movement of NO_3^- -N through the soil profile. The model was tested in the fields of the Research Institute of Crop Production at Prague-Ruzyně (gray-brown podzolic soil on loess, winter wheat) in 1980—1983. The computations were performed by means of the HP-97 and TI-59 programmable calculators. A good correspondence was found between the calculated and actual data.

yield programming; mathematical model; soil; nitrogen; winter

Adresa autora:

Ing. Jan Klír, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

ANALÝZA STABILITY A TVORBY VYSOKÝCH VÝNOSŮ ODRŮD OZIMÉ PŠENICE

J. Pešek, A. Hlavička, J. Hartmann, M. Suškevič

PEŠEK, J. — HLAVIČKA, A. — HARTMANN, J. — SUŠKEVIČ, M. (Výzkumný ústav veterinárního lékařství, Brno; Ústřední kontrolný a skúšobný ústav poľnohospodársky, Bratislava; Výzkumný ústav základní agrotechniky, Hrušovany u Brna): *Analýza stability a tvorby vysokých výnosů odrůd ozimé pšenice*. Rostl. Výr., 30, 1984 (10) : 1011-1024.

Analýza struktury výnosů sérií státních odrůdových pokusů s ozimou pšenicí prokázala relativní nezávislost produktivity a stability výnosů. Dosažení šlechtitelských cílů orientovaných na současné zvyšování úrovně obou vlastností je reálné. Výnosů do 7 t na ha lze dosáhnout stupňováním jednoho výnosotvorného prvku. Pro dosažení špičkových výnosů nad 8 t na ha je však třeba optimální vyváženosti komponent. Nejvýkonnější odrůdy 'Vala' a 'Slávia' se vyznačují dobrou adaptabilitou k podmínkám prostředí. Protože hlavním výnosotvorným prvkem je u nich produktivní hustota porostu, mají odpovídající schopnost kompenzace založenou na toleranci vůči stressovým vlivům prostředí. Předností odrůdy 'Vala' je nezávislost hmotnosti tisíce zrn a počtu zrn v klase. Proto je vhodná pro pěstování v technologiích minimálního zpracování půdy. Společně s odrůdou 'Slávia' je ji možno doporučit i pro seti po zhoršujících předplodinách.

programování a struktura výnosů; ozimá pšenice; šlechtění; biometrická analýza

Společným cílem šlechtění, zkoušení odrůd a výzkumu agrotechnických systémů je zabezpečení stabilní produktivity v různých agroekologických podmínkách. V řadě zemí s rozvinutou rostlinnou výrobou staví šlechtitelské cíle dobrou produkční stabilitu na první místo před ostatní znaky.

Grafius (1969), Grafius a Thomas (1971), Thomas et al. (1971) rozpoznali a experimentálně prokázali sekvenční charakter struktury a tvorby výnosu většiny polních plodin. Označíme-li např. u obilnin počet klasů na jednotku plochy χ , průměrný počet zrna na klas Y , hmotnost zrna Z , potom výnos z plochy V je součinem těchto komponent ($V = XYZ$). Rasmussen a Cannel (1979) prokázali, že uvedené složky výnosu obilnin se tvoří v různých fázích ontogeneze a jejich vývoj je ovlivňován nezávislými skupinami faktorů prostředí dokonce i v případě, že se fáze jejich tvorby překrývají.

Skutečnost, že složky výnosu se tvoří postupně, podmiňuje různý charakter vztahů mezi zdroji prostředí (klíma, půda, zásoby živin, vlaha apod.) a složkami výnosu. Fenotypová exprese první složky χ dané odrůdy je ovlivňována pouze zdroji dostupnými v prvních fázích vývoje

porostu. Tvorba dalších složek (Y , Z , atd.) je ovšem ovlivňována nejen zdroji dostupnými v příslušných vývojových fázích, ale i faktory prostředí, které ovlivňovaly vývoj složek předchozích. Složitost soustavy, vazeb a vztahů mezi faktory prostředí a složkami výnosu roste pak se čtvercem komponent výnosu.

Je-li skupina n genotypů zkoušena v u prostředích (kombinacích roků a míst), potom výnos i -tého genotypu v j -tém prostředí může být vyjádřen jako (P e š e k et al. 1979)

$$V_{ij} = m + v_{i1} r_{1j} + v_{i2} r_{2j} + v_{i3} r_{3j} + e_{ij},$$

kde $v_{ig} = v_{ig} \cdot \sigma_v^2$ pro $g = 1, 2, 3$.

v_{ig} — úsekový koeficient mezi g -tou skupinou prostředí a výnosem i -tého genotypu,

σ_v^2 — variance výnosu i -tého genotypu.

Tato rovnice představuje matematický model produkční stability. Výnos je zde tvořen průměrným genotypickým efektem m , třemi multiplikativními komponentami interakce genotypu s prostředím, z nichž každá představuje součin genotypové komponenty v_{ig} fenotypového projevu dané složky výnosu a komponenty prostředí r_{gj} a chybové složky e_{ij} . Genotypové komponenty odhadují efektivnost jednotlivých genotypů při využívání jednotkových přírůstků zdrojů prostředí v jednotlivých fázích ontogeneze. Tři komponenty prostředí kvantifikují vliv stresů ve vývoji rozhodujících složek výnosů v agroekologických podmínkách, reprezentovaných pokusnými místy. Uvedený model byl verifikován (P e š e k et al. 1978) na výsledcích série pokusů se sedmi odrůdami jarního ječmene. Ukázalo se, že navržený model spolehlivě rozlišuje mezi plastickými a lokálně adaptabilními odrůdami jarního ječmene. Navíc model podává vysvětlení příčin nadprůměrného výnosu dané odrůdy v daném prostředí a tak umožňuje identifikovat chyby v odrůdové agrotechnice.

Složitější situace u ozimé pšenice je dána především delším vegetačním obdobím, které je charakterizováno cyklickými inverzibilními změnami příznivých a nepříznivých podmínek pro vývoj porostu. Delší vegetační období znamená i zvětšování variability vyšších vývojových fází porostu. Je proto přirozené, že variabilita vegetativních orgánů ozimé pšenice je nižší než variabilita orgánů generativních. F o l t ý n (1979) např. nenalezl závislost mezi ukazatelem čisté produktivity fotosyntézy (NAR) a čisté produkce zrna (NPR).

Jednotlivé výnosové prvky jsou u ozimé pšenice ovlivňovány — vedle genetických limit a konkrétních agroekologických podmínek — i pokrokem v agrotechnice, výživě a ochraně rostlin. To je zřejmě hlavní příčinou, proč životnost evropských odrůd ozimé pšenice je nyní v praxi 5—8 let (R e m e s l o, 1977). Skutečnost, že 'Mironovská' se drží v čs. sortimentu již 15 let, lze považovat spíše za výjimku díky udržovacímu šlechtění ve VSSO v Bučanech.

Cílem práce je proto biometrická analýza výnosové stability současného čs. sortimentu ozimé pšenice z hlediska tvorby a struktury výnosů s formulací předpokladů struktury špičkových výnosů a výběru vhodných odrůd pro pěstování po zhoršujících předplodinách, resp. v technologiích minimalizace zpracování půdy.

EXPERIMENTÁLNÍ MATERIÁL

Pro analýzu struktury a tvorby vysokých výnosů bylo využito údajů 7leté série (1976—1982) státních odrůdových pokusů s osmi odrůdami ozimé pšenice ('Iljičovka', 'Jubilejná', 'Mironovská', 'Slávia', 'Amika', 'Solaris', 'Sáva', 'Vala') v devíti stanicích kukuřičného, pěti stanicích řepařského, pěti stanicích bramborářského a dvou stanicích horského výrobního typu v SSR po zlepšujících (luštěniny, cukrovka, brambory, jeteloviny) a zhoršujících (obiloviny, kukuřice) předplodinách. V každém pokusném dílci v pokusech uspořádaných ve čtyřech znáhodněných blocích byly měřeny výnos zrna (V) v t na ha, průměrný počet klasů na m^2 (X), průměrný počet zrn v klasu (Y) a hmotnost 1000 zrn v g (Z).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Objektivní stanovení produktivnosti jednotlivých odrůd se neobejde bez respektování vzájemného působení (interakce) odrůd s různými typy prostředí. Proto je důležitá analýza sérií šlechtitelských a odrůdových pokusů opakovaných ve vhodně vybraných lokalitách po více let (R o d a P e š e k, 1975). Z tab. I vyplývá, že pokusné roky lze rozdělit podle průměrných výnosů do tří skupin: nadprůměrné (1977, 1980) s výnosem nad 6,6 t na ha, průměrné (1976, 1981, 1982) s výnosy od 6,0 do 6,6 t na ha, podprůměrné (1978, 1979) s výnosy pod 6 t na ha.

Ve všech letech, kdy byla zkoušena, se na prvním místě umístila odrůda 'Vala' s průměrným výnosem 6,87 t na ha, nejvyšším výnosem 7,6 t na ha v r. 1977 a špičkovým výnosem 10,3 t na ha. Výnosy této odrůdy byly v průměru o 0,6 t na ha vyšší než průměrné výnosy osmi zkoušených odrůd s malým kolísáním (0,5—0,7 t na ha) v jednotlivých letech. Ve srovnání s druhou nejvýkonnější odrůdou 'Slávií' je průměrný výnos 'Valy' o 0,3 t na ha vyšší s kolísáním od 0,1 t na ha v r. 1981 do 0,9 t na ha v r. 1982. Nejnižšího výnosu ve většině roků (až na r. 1981) dosáhla odrůda 'Mironovská' s průměrem 5,99 t na ha, což je o 0,9 t na ha méně než průměrný výnos 'Valy' s nejvyšším rozdílem 1,3 t na ha v nadprůměrném roce 1980. Naopak v podprůměrném roce 1979 činil rozdíl jen 0,5 t na ha ve prospěch 'Valy'. Špičkové výnosy nad 9 t na ha byly dosaženy u většiny odrůd v r. 1980 v pokuse po jetelovinách v D. Plachtincích.

Analýza závislosti absolutních hodnot střední odchylky výnosů v % na relativním výnosu v % jednotlivých kategorií roků ukázala, že špičkové odrůdy s výnosy nad 107,5 % průměru sortimentu vykazují odchylku 7,4 %, výnosy v intervalu od 102,5 do 107,5 % odchylku 6,2 %, v intervalu 97,5 — 102,5 % odchylku 5,5 %, 92,5 — 97,5 % odchylku 6,7 % a výnosy nižší než 92,5 % mají střední absolutní odchylku 9,2 %. Z toho plyne, že ve výnosově dobrých letech se snižuje proměnlivost výnosů.

Charakter proměnlivosti výnosů v nadprůměrných letech má i proměnlivost výnosů špičkových odrůd v daném sortimentu. Tak např. 'Mironovská' je stabilní na výnosové úrovni 4—5 t na ha, tedy na úrovni dosahované v pokusech v 60. letech. Odrůda 'Slávia' vykazuje stabilní výnosy na úrovni 5—6 t na ha, zatímco 'Vala' je výnosově stabilní i při výnosech nad 6,5 t na ha.

Z rozdílů proměnlivosti výnosů v nadprůměrných a podprůměrných letech lze usoudit, že stabilizace výnosů na úrovni 7 t na ha v pokusech a 5—6 t na ha v praxi není možná bez současného pokroku v agro-

I. Průměrný výnos a rozpětí výnosů odrůd ozimé pšenice v pokusných letech — Maximum, minimum and mean yields of winter wheat cultivars in experimental years

Odrůda	1976		1977		1978		1979		1980		1981		1982		Prů- měr odrůd	Po- řadí
	prům.	max. min.	prům.	max. min.	prům.	max. min.	prům.	max. min.	prům.	max. min.	prům.	max. min.	prům.	max. min.		
Iljičovka	6,4	8,3 4,0	6,8	8,2 3,9	5,6	8,7 3,3	5,7	7,9 3,0	6,3	9,5 4,2	6,2	8,1 4,5	6,3	8,3 3,9	6,18	6
Jubilejná	6,4	8,4 3,3	6,7	8,5 3,3	5,6	8,3 3,7	5,7	8,1 3,1	6,5	9,6 4,0	6,0	7,5 4,5	6,5	8,7 3,9	6,20	4
Mironovská	6,4	9,0 4,0	6,5	8,1 3,1	5,4	8,1 2,8	5,5	7,3 3,1	6,1	9,8 3,6	6,0	7,8 3,5	6,0	7,8 4,1	5,99	7
Slávia	6,8	9,1 4,2	7,4	9,3 4,0	6,2	8,2 4,1	5,6	7,6 3,2	7,2	9,9 4,4	6,5	7,7 4,4	6,2	7,8 3,9	6,56	2
Amika	6,7	8,9 3,9	6,9	9,6 4,8	5,7	8,3 3,8	5,7	7,8 3,6	6,3	9,0 3,6	5,7	7,4 3,8	6,6	8,6 4,1	6,23	3
Solaris	6,4	8,9 3,6	7,0	8,8 3,7	5,8	9,0 3,6	5,2	8,1 2,2	6,7	10,1 3,9	5,8	7,0 3,8	6,3	8,4 3,2	6,17	5
Sáva			6,8	8,8 4,9	6,0	8,1 3,7	4,5	7,2 2,3							5,77	8
Vala			7,6	9,3 5,6	6,5	8,4 3,9	6,0	8,2 3,4	7,4	10,3 4,8	6,6	8,3 4,9	7,1	3,5 4,9	6,87	1
Průměr roků	6,52		6,96		5,85		5,49		6,64		6,11		6,43		6,21	

II. Dynamika struktury výnosu odrůd ozimé pšenice — Dynamics of yield structure of winter wheat cultivars

Odrůda		0—4	4—4,5	4,5—5	5—5,5	5,5—6	6—6,5	6,5—7	7—7,5	7,5—8	8—12
Iljičovka	X	560	583	631	555	659	627	614	648	728	745
	Y	196	191	202	224	210	225	237	245	234	246
	Z	356	406	392	444	433	456	473	469	474	471
Jubilejná	X	577	613	559	632	626	626	613	667	747	708
	Y	185	200	218	200	213	221	230	233	230	251
	Z	357	373	427	434	447	464	481	482	473	483
Mironovská	X	627	643	660	670	639	682	651	730	697	634
	Y	184	197	193	192	206	214	233	225	241	298
	Z	327	355	401	426	456	439	463	461	467	474
Slávia	X	611	549	564	642	702	677	680	659	797	810
	Y	165	198	219	207	198	217	224	245	221	235
	Z	399	412	400	423	434	441	457	464	452	465
Amika	X	517	536	663	602	626	600	608	664	706	748
	Y	251	237	219	231	237	255	263	253	268	265
	Z	320	354	362	393	402	427	432	439	432	442
Solaris	X	523	535	659	583	619	619	594	701	730	729
	Y	185	231	200	219	247	244	271	253	240	275
	Z	389	381	386	431	413	424	432	427	452	438
Sáva	X	491		646		684	696	728		796	
	Y	228		226		244	265	279		288	
	Z	344		350		362	350	350		356	
Vala	X	698	583	634	595	723	708	692	736	674	808
	Y	167	215	233	237	205	216	235	235	253	244
	Z	323	341	335	395	411	423	433	431	461	449

III. Struktura výnosů odrůd ozimé pšenice ve výrobních typech — Yield structure of winter wheat cultivars in production regions

Odrůda	Výrobní typ																			
	kukuřičný				řepařský								bramborářský				horský			
					po zlepšující předplodině				po zhoršující předplodině											
	X	Y	Z	V	X	Y	Z	V	X	Y	Z	V	X	Y	Z	V				
Vala	721	23	43	7,0	757	24	43	7,5	611	24	41	5,9	675	24	42	6,5	718	21	40	5,9
Slávia	701	21	45	6,5	758	20	46	7,0	594	23	44	5,7	661	23	45	6,5	713	20	42	5,8
Iljičovka	642	23	46	6,4	706	22	46	7,0	555	23	43	5,3	626	22	45	6,0	679	18	42	4,9
Jubilejná	654	22	47	6,4	703	22	47	7,0	562	23	44	5,4	618	22	46	6,1	669	20	40	5,0
Amika	629	25	42	6,3	688	25	42	7,0	542	26	39	5,4	599	25	39	5,5	656	21	37	4,9
Solaris	609	24	43	6,2	697	24	43	7,0	535	25	41	5,2	596	25	41	5,7	662	21	38	4,7
Mironovská	693	21	43	6,1	729	20	45	6,4	591	22	41	5,1	641	21	45	5,7	726	20	37	5,0
Průměr	664	23	44	6,4	720	22	45	7,0	570	24	42	5,4	631	23	43	6,0	689	20	39	5,2
Počet pokusů	40				20				12				16				6			

technice. Dále je možno usoudit, že produktivita a stabilita výnosů jsou relativně nezávislé, a proto lze orientovat šlechtění na současné zvyšování úrovně obou zmíněných vlastností odrůd. Bez intenzivního prostředí však nelze realizovat potenciál nových výkonných odrůd z hlediska produktivity a stability.

V tab. II je znázorněna struktura a způsob tvorby výnosů jednotlivých odrůd v intervalech po 0,5 t od výnosů menších než 4 t na ha až po výnosy nad 8 t na ha.

Odrůda 'Iljičovka' dosahovala vysokých výnosů nad 7,5 t na ha zvyšováním produktivní hustoty porostu nad 700 klasů na m^2 , stupňováním počtu zrn v klasu nad 23—24 zrn a stabilizací HTS na úrovni 47 g již od výnosu 6,5 t na ha. Limitujícím výnosotvorným prvkem je u této odrůdy HTS, která v optimálních podmínkách dosáhne max. úrovně 47 g.

Odrůda 'Jubilejná' dosáhla v sortimentu nejvyšší HTS 48,3 g při výnosech nad 8 t na ha, které dosáhla snížením produktivní hustoty porostu o 40 klasů/ m^2 při současném zvýšení počtu zrn v klasu na úroveň 25 zrn. Pro dosažení špičkových výnosů vyžaduje tato odrůda produktivní hustotu porostu 700 klasů/ m^2 , aby se mohl realizovat její potenciál pro vytvoření těžkého klasu s velkými zrny.

Odrůda 'Mironovská' dosáhla maxima ve sledovaném sortimentu v počtu zrn na klas (30) při výnosech nad 8 t na ha. Bylo to umožněno snížením produktivní hustoty porostu o 100 proti maximu na úroveň 630—640 klasů/ m^2 , tedy na úroveň, které dosahovala i při výnosech na úrovni 4—6 t na ha. HTS se zvyšovala s rostoucím výnosem až na 46,5 g. Zvyšování produktivní hustoty porostu nad 650 klasů/ m^2 neumožňuje využít potenciál této odrůdy při tvorbě klasu a obilky.

Stupňování výnosů odrůdy 'Slávia' nad 8 t na ha lze dosáhnout zvyšováním produktivní hustoty porostu nad 800 klasů/ m^2 . Tím dojde k mírné redukci počtu zrn v klasu na úroveň 23—24 zrn při zachování HTS na úrovni 46 g. Snížení produktivní hustoty porostu na 650—660 klasů/ m^2 však umožňuje zvýšit počet zrn v klase nad 24 a při stabilní úrovni HTS 46 g tak dosáhnout výnosů nad 7 t na ha.

Struktura špičkových výnosů nad 8 t na ha odrůdy 'Amika' byla tvořena produktivní hustotou porostu na úrovni 750 klasů/ m^2 , 26—27 zrn v klasu a HTS na úrovni 44 g. Zdá se, že u této odrůdy nejsou vyčerpány všechny možnosti pro zvyšování hmotnosti zrna.

Odrůda 'Solaris' reagovala na zlepšení podmínek prostředí především zvyšováním počtu zrn v klasu až na úroveň 27—28 zrn při zachování produktivní hustoty porostu nad 700 klasů/ m^2 a HTS nad 43 g. Další hožnosti zvyšování výnosů této odrůdy zřejmě záleží ve vytváření optimálních podmínek pro vývoj klasu např. děleným hnojením před metáním.

Netypickým způsobem tvorby a struktury výnosů se vyznačuje odrůda 'Sava'. HTS v podstatě nereaguje na podmínky prostředí a zůstává na konstantní úrovni 35—36 g. Výnos tvoří zvyšováním produktivní hustoty porostu na úroveň 800 klasů/ m^2 při současném zvyšování počtu zrn v klasu nad 28.

Nejvýnosnější odrůda 'Vala' reagovala na zlepšování podmínek prostředí a dosáhla výnosů nad 8 t na ha silným zahuštěním porostu nad 800 klasů/ m^2 při mírném poklesu o 1 zrno na klas (na 24) a snížení HTS o 1 g na 45 g. Stabilních výnosů na úrovni 7—8 t na ha však dosahovala

optimální produktivní hustotou 700 klasů/m², které umožňují realizaci potenciálu této odrůdy na úrovni 25 zrn v klasu a HTS na úrovni 45 až 46 g.

Celkově lze říci, že žádná ze sledovaných odrůd — až na 'Savu' — nedosáhla špičkových výnosů nad 8 t na ha současnou maximalizací všech výnosových prvků. Maximální výnosy byly tvořeny maximální produktivní hustotou porostu u 'Iljičovky', 'Slávie', 'Amiky' a 'Valy'. Počet zrn v klasu byl při dosažení výnosů nad 8 t na ha v maximu u 'Iljičovky', 'Jubilejné', 'Mironovské' a 'Solaris'. Konečně HTS byla pro výnosy nad 8 t na ha v maximu u 'Jubilejné', 'Slávie' a 'Amiky'.

Z uvedeného vyplývá, že výnosů do 7 t na ha lze u většiny odrůd dosáhnout stupňováním jednoho výnosotvorného prvku při udržení střední úrovně prvků ostatních. Pro dosažení špičkových výnosů nad 8 t na ha je však již třeba optimální vyváženosti jednotlivých složek, především u odrůd s těžkým klaselem ('Iljičovka', 'Jubilejná', 'Mironovská', 'Solaris'); u odrůd s lehkým klaselem ('Slávia', 'Vala') lze vysokých výnosů dosáhnout stupňováním produktivní hustoty porostu při udržení nadprůměrné úrovně zbývajících dvou prvků. Z agrotechnického hlediska jsou na odrůdovou agrotechniku náročnější odrůdy prvního typu, zatímco u odrůd druhého typu (s lehkým klaselem) se může odrůdová agrotechnika omezit jen na podstatné, prokazatelné zvláštnosti odrůd (Š i m o n, 1983), jako např. výsev, termín setí, ochrana a sklizeň.

Ze šlechtitelského hlediska je zřejmé, že horní limity ekologicky omezených prvků (F o l t ý n, 1977), tzn. počtu klasů/m² a HTS, jsou určovány danými přírodními a pěstitelskými podmínkami. Odrůda šlechtěná na „nadlimitní“ hodnotu těchto prvků nenajde ve většině ročníků podmínky k realizaci prvků ve standardní hodnotě. Ztráta v hodnotě prvku oproti potenciálním možnostem klade pak neúměrně velké požadavky na kompenzaci v prvku z hlediska ontogeneze následujícím. V případě HTS možnost kompenzace nepřipadá již v úvahu. Proto správné stanovení hodnot ekologicky omezených prvků je závažné pro reálné stanovení šlechtitelských cílů. Z předcházející analýzy vyplývá, že vysoce produktivní a stabilní odrůdy pšenice musí být schopny při výsevu 3,5–4 mil. klíčivých zrn na ha vytvořit v plné vegetaci porost s přibližně 250 rostlinami na m² a s produktivní hustotou více než 700 klasů na m². HTS by měla přitom i v průměrných letech dosahovat 45–50 g.

U prvků ekologicky neomezených (počet zrn v klasu) se naskytá možnost dosáhnout maximalistických šlechtitelských cílů ovšem s ohledem na vazby na příslušné ekologicky omezené prvky. V našich podmínkách je reálné vyšlechtit odrůdy dosahující v dobrých podmínkách 30 zrn na klas. Úkolem ročníkové agrotechniky (Š i m o n, 1983) je využít mimořádných povětrnostních podmínek ročníku k vystupňování ekologicky neomezených prvků (počtu zrn v klase) na maximum při dosažení potenciálních, oblastně daných limit prvků ekologicky omezených (produktivní hustota porostu, HTS). Ročníková agrotechnika proto vyžaduje pohotové operativní rozhodování a klade vysoké nároky na tvůrčí přístup agronomů. Vysoké založení iniciál ekologicky neomezených prvků (koeficient produktivního odnožení, počet zrna na klas), které ačkoliv nemůže být plně realizováno, přesto vyžaduje stupňování, je hlavním zdrojem ekologické adaptability rostlin a porostu ozimé pšenice, především u nejvýkonnějších odrůd 'Vala' a 'Slávia'.

V tab. III jsou uvedeny výnosy odrůd a jejich složky v jednotlivých výrobních oblastech. Struktura výnosu odrůdy 'Sava' nebyla pro malou četnost pokusů analyzována.

V sérii státních odrůdových pokusů kukuřičného výrobního typu dosáhla nejlepších výsledků odrůda 'Vala' (7 t na ha) a 'Slávia' (6,5 t na ha). Jejich základním výnosotvorným prvkem je produktivní hustota porostu (nad 700 klasů/m²). Vyšší HTS 'Slávie' (o 2 g) ve srovnání s 'Valou' nedokázala kompenzovat ztrátu přibližně 20 klasů/m² a 2 zrn v klasu. Nevýznamnost interakce typu předplodina X odrůda pro výnos a jeho komponenty (Pešek et al., 1983) indikuje, že ačkoliv způsob tvorby a úroveň výnosu jsou volbou předplodiny ovlivněny, jeho struktura je u jednotlivých odrůd na předplodině nezávislá.

Z hlediska volby odrůd pro pěstování ozimé pšenice s využitím technologie minimalizace zpracování půdy v kukuřičném výrobním typu je možno doporučit použití odrůdy 'Vala', popř. 'Slávia' s vysokou schopností autoregulace hustoty porostu. Nevhodné pro tyto technologie v kukuřičném výrobním typu jsou odrůdy 'Amika' a 'Solaris', které tvoří výnos především vysokým počtem zrn v klasu.

Četnost pokusů v řepařském výrobním typu umožnila analýzu struktury a tvorby výnosu zvláště po zlepšujících a zhoršujících předplodinách.

V sérii se po zlepšujících předplodinách umístila na prvním místě 'Vala' s výnosem 7,5 t na ha, sledovaná skupinou pěti odrůd v pořadí 'Jubilejná', 'Slávia', 'Amika', 'Solaris' a 'Iljičovka' s výnosem 7 t na ha. 'Slávia' a 'Vala' měly nejvyšší hustotu klasu (nad 750 klasů/m²). 'Vala' společně s 'Amikou' a 'Solaris' dosáhla vysokého počtu zrn v klase (nad 23) a uspokojivou HTS (43 g), pouze o 4 g nižší než 'Jubilejná' s nejvyšší HTS (47 g). Příčinou nejnižšího výnosu 'Mironovské' (6,5 t na ha) byl především nízký průměrný počet zrn v klasu (pod 20).

Snížení průměrných výnosů o 2,5 t na ha v druhé sérii ('Vala' o 1,7 t na ha, 'Slávia' a 'Mironovská' o 1,3 t na ha) je způsobeno především snížením hustoty porostu přibližně o 150 klasů na m² a poklesem HTS o 3 g u všech odrůd. Naopak počet zrn v klasu se v sérii po zhoršující předplodině zvýšil o 1 zrno ('Vala') až o 2,5 zrn ('Amika', 'Mironovská').

Z hlediska výběru odrůd pro přímé setí do nezpracované půdy, popř. pro technologie minimalizace zpracování půdy, lze opět doporučit odrůdy 'Valu' a 'Slávii', které se vyznačují vysokou produktivní hustotou porostu (750 klasů/m² po zlepšující a 600 klasů/m² po zhoršující předplodině). Ve srovnání s průměrem odrůd lze očekávat zvýšení výnosů o 0,3–0,5 t na ha.

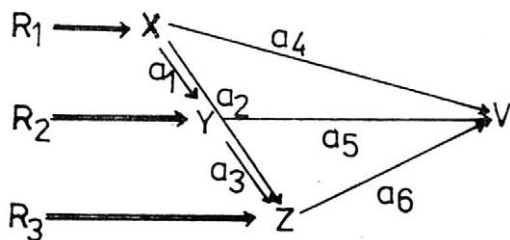
Pokusná série v bramborářském výrobním typu po zlepšujících předplodinách zahrnovala 16 pokusů ve 4 letech (1978–1981) a 4 místech. Nevýznamnost rozdílu mezi 4–5 nejvýnosnějšími odrůdami ('Vala' 6,62 t na ha, 'Slávia' 6,5 t na ha, 'Jubilejná' 6,13 t na ha, 'Iljičovka' 5,97 t na ha) ve výnosu a jeho složkách (tab. III) opět potvrzuje, že rozdíly mezi způsobem tvorby a struktury výnosu se snižují se snižováním úrodnosti prostředí. Rozdíly mezi 'Valou' a skupinou zmíněných odrůd nejsou průkazné. Pozoruhodné v této sérii je, že 'Mironovská' v bramborářské oblasti předstihla ve výnosu 'Solaris' a 'Amiku'. Vzhledem k vysoké pekařské jakosti a krmné hodnotě zrna má své místo v sortimentu pšenic, pěstovaných v bramborářském výrobním typu.

Bude-li třeba použít minimalizačních technologií zpracování půdy i v bramborářské výrobní oblasti, lze opět doporučit odrůdy 'Valu' a 'Slávi' s produktivní hustotou porostu nad 650 klasů/m². Ve srovnání s jinými odrůdami lze očekávat zvýšení výnosu přibližně o 0,5 t na ha.

V horském výrobním typu zahrnovala pokusná série pouze šest pokusů po zlepšujících předplodinách (3 roky a 2 místa). Rozdíly mezi výnosem nejlepší odrůdy 'Vala' (5,91 t na ha) a ostatními odrůdami (až na 'Solaris' s 4,67 t na ha) nebyly průkazné. Zcela v souladu se závěry o vlivu úrodnosti prostředí na způsob realizace produkčního potenciálu odrůd v horské oblasti nebyly statisticky prokázány rozdíly mezi odrůdami v produktivní hustotě porostu a HTS. V počtu zrn v klasu se nízkému průměru 20—21 zrn vymykala pouze 'Iljičovka' s 18 zrny na klas. Za povšimnutí stojí posun 'Mironovské' z posledního místa v řepářském a kukuřičném a 5. místa v bramborářském výrobním typu na 4. místo v horských podmínkách před 'Amiku', 'Iljičovku' a 'Solaris'.

Na základě předpokladu, že jednotlivé výnosové prvky, tvořené v různých fázích ontogeneze, jsou ovlivňovány vzájemně nezávislými skupinami faktorů prostředí $\{R_1, R_2, R_3\}$ [Rasmussen a Cannel, 1970] a výnos je součinem komponent $\{V = XYZ\}$ pokusili jsme se modifikovat model Taie (1975), popsáný v úvodu.

V tomto modelu V značí výnos, X počet klasů na m², Y průměrný počet zrn v klasu a Z průměrnou hmotnost zrna. Úsekové koeficienty $a_1, \dots, a_6$ jsou standardizované regresní koeficienty a rovnice modelu pro standardizované hodnoty výnosu V a výnosových prvků X, Y, Z pak jsou (obr. 1):



1. Modifikovaný model Taie (1975) — Modified Tai's model (1975)

$$x = e_x$$

$$y = a_1x + e_y$$

$$z = a_2x + a_3y + e_z$$

$$v = a_4x + a_5y + a_6z + e_v$$

Stupeň determinace výnosu a jednotlivých znaků lze odhadnout koeficienty determinace $D_1, \dots, D_6$, tzn. čtverci úsekových koeficientů. Celkový stupeň determinace je součtem postupných determinací znaků, vyvíjejících se v jednotlivých fázích ontogeneze. Zbývající část determinace, způsobené interakcemi, lze interpretovat jako tu část proměnlivosti výnosů, kterou se na výnosu odrůdy podílí prostředí a kterou nelze interpretovat pomocí kauzálního modelu.

V tab. IV jsou proto pro jednotlivé odrůdy uvedeny korelační koeficienty mezi výnosem a třemi komponentami výnosu, stupně determinace výnosu interakcí a prostředím pro znaky Y a Z a šest koeficientů deter-

Charakteristika		Odrůda ozimé pšenice						
		Ijičovka	Jubilejná	Mironov.	Slávia	Amika	Solaris	Vala
Korelační koeficienty	r_{xy}	-0,64	-0,45	-0,43	-0,42	-0,56	-0,48	-0,61
	r_{xz}	-0,31	-0,24	-0,25	-0,32	-0,04	-0,29	-0,22
	r_{xv}	-0,34	0,35	0,50	0,52	0,41	0,28	0,38
	r_{yz}	-0,23	-0,27	-0,31	-0,20	-0,38	-0,24	-0,04
	r_{yv}	0,84	0,45	0,14	0,31	0,40	0,61	0,34
	r_{zv}	0,33	0,18	0,35	0,14	0,12	-0,08	0,29
Determinace výnosu %		70,36	58,22	56,87	57,44	58,49	44,26	58,22
Interakce prostředí	R_2	59,41	80,04	81,45	81,98	68,74	76,86	62,80
	R_3	59,35	75,91	72,05	75,78	81,15	72,49	90,31
Koeficient determinace	D_1	0,41	0,20	0,19	0,18	0,31	0,23	0,37
	D_2	0,10	0,10	0,10	0,10	0,002	0,10	0,05
	D_3	0,22	0,15	0,18	0,12	0,14	0,15	0,04
	D_4	0,12	0,13	0,25	0,28	0,17	0,10	0,14
	D_5	0,01	0,20	0,02	0,10	0,16	0,37	0,12
	D_6	0,11	0,03	0,12	0,02	0,01	0,01	0,09
Počet pokusů		48	48	46	66	37	37	66

minací $D_1, \dots, D_6$. Vzhledem k tomu, že hodnota korelačních koeficientů je podstatně ovlivňována úrovní znaků, omezili jsme se na analýzu nadprůměrných výnosů vyšších než 6,2 t na ha, čemuž odpovídají hodnoty výnosových prvků $X = 600$, $Y = 19,0$, $Z = 42$.

Z tab. IV vyplývá, že nejvyšší kauzality dosahuje odrůda 'Solaris', u níž pouze 44 % celkové determinace je určováno interakcí. U této odrůdy je výnos limitován především počtem zrn v klasu (Y), který je hustotou porostu (X) určen pouze z 23 %. Prostředím je nejméně ovlivňován počet zrn v klasu (Y) a HTS (Z) u odrůd 'Ijičovka' (59 %) a počet zrn v klasu u 'Valy' (62 %).

Z tabulky korelačních koeficientů je zřejmé, že u všech odrůd je vysoká záporná korelace mezi produktivní hustotou porostu (X) a počtem zrn v klasu (Y), která nezávisí na podmínkách prostředí. Za příznivých podmínek se zvyšuje vliv produktivní hustoty porostu na výnos, především u 'Mironovské' a 'Slávie', zatímco determinace výnosu počtem zrn v klasu a HTS se zlepšujícími se podmínkami klesá. K vysoké produktivitě odrůdy 'Vala' přispívá nezávislost HTS na počtu zrn v klase. Za příznivých podmínek má prostředí důležitou roli ve fázi tvorby počtu zrn v klase, zatímco vliv prostředí na HTS se snižuje.

Porovnáme-li dvě nejvýkonnější odrůdy ve sledovaném sortimentu, 'Valu' a 'Slávii', z hlediska vazeb mezi výnosotvornými prvky a výno-

sem, zjistíme, že přednost 'Valy' záleží v relativní nezávislosti HTS na počtu zrn v klase. Determinace výnosu produktivní hustoty a porostu činí u 'Slávie' 27 %, zatímco u 'Valy' pouze 14 %. Proměnlivost prostředí ovlivňuje rozdíly v počtu zrn v klasu u 'Slávie' z 82 %, zatímco u 'Valy' pouze z 63 %. Naopak HTS je ovlivněna prostředím u 'Slávie' ze 76 % a u 'Valy' z 90 %.

Vrkoč (cit. Petr et al., 1983) uvádí, že podíl zvýšení výnosů připadajících na vhodnou předplodinu dosahuje u ozimé pšenice podle odrůdy a oblasti 40–80 %. Ukazuje se, že výnos průkazně nejlepší odrůdy 'Vala' se snížil po zhoršující předplodině ze 7,2 na 6,2 t na ha, tedy o 1,0 t na ha (Pešek et al., 1983). Deprese výnosu odrůdy 'Slávia' činila pouze 0,6 t na ha (z 6,6 na 6 t na ha), přičemž druhá nejvýkonnější odrůda v sérii po zlepšujících předplodinách ('Jubilejná' 6,6 t na ha) klesla po zhoršujících předplodinách až na 5. místo (5,4 t na ha). Produktivní hustota porostu 'Valy' se snížila pouze o 26 klasů/m², zatímco deprese u 'Slávie' činila již 41 klasů a 'Jubilejné' 47 klasů. Počet zrn v klasu se u 'Valy' a 'Jubilejné' snížil o 1 zrno, zatímco u 'Slávie' k poklesu nedošlo. HTS se snížila u všech zmíněných odrůd zhruba o 2 až 3 g. Průměrný pokles výnosů u souboru sedmi odrůd činil 1,0 t na ha.

Pro pěstování ozimé pšenice po zhoršujících předplodinách je třeba vybírat odrůdy, které snížení produktivní hustoty porostu dokáží částečně kompenzovat zvýšeným počtem zrn v klasu při minimálním poklesu HTS. Ze sledovaných odrůd má nejbližší k tomuto požadavku 'Slávia', zřejmě v důsledku své odolnosti proti běloklasosti a stéblovému úhynu rostlin.

Lze tedy konstatovat, že obě nejvýkonnější odrůdy ('Vala' a 'Slávia') se vyznačují dobrou adaptabilitou k podmínkám prostředí, protože hlavním výnosotvorným prvkem je u nich produktivní hustota porostu, mají schopnost kompenzovat hodnoty dílčích výnosových prvků a vykazují potřebnou míru tolerance vůči nepříznivým vlivům prostředí v důsledku přiměřené proměnlivosti jednotlivých výnosových prvků.

Literatura

- FOLTÝN, J.: Determination of the quantitative characteristics of wheat and barley for central Europe. Sci. Agric. Bohemoslov., č. 1, 1977, s. 13-19.
- FOLTÝN, J.: Začlenění čisté produkce zrna do procesu šlechtění pšenice. Genet. a Šlecht., 1979, č. 3, s. 185-192.
- GRAFIUS, J. E.: Stress: A necessary ingredient of genotype by environment interaction. In: Barley Genetics II. Washington State University Press, 1969, s. 346-355.
- GRAFIUS, J. E. — THOMAS, R. L.: The ease of indirect genetics control of sequential traits and the strategy of deployment of environmental resources by the plant. Heredity, 27, 1971, s. 433-442.
- PETR, J. et al.: Intenzivní obilnářství. SZN Praha 1983. 388 s.
- PEŠEK, J. — ROD, J.: Reakce odrůd hlavních obilnin na minimální zpracování půdy. [Výzkumná zpráva.] Hrušovany u Brna, Výzkumný ústav základní agrotechniky 1975. 57 s.
- PEŠEK, J. — ROZKOŠNÁ, A. — HARTMANN, J.: Modelování vztahů mezi rostlinou, porostem a prostředím. [Výzkumná zpráva.] Brno, Výzkumný ústav veterinárního lékařství 1979. 50 s.
- PEŠEK, J. — HLAVIČKA, A. — HARTMANN, J. — PECKA, F. — SUŠKEVIČ, M.:

Biometrická analýza sérií polních pokusů s ozimou pšenicí. [Výzkumná zpráva.] Brno, Výzkumný ústav veterinárního lékařství, 1983, 37 s.

RASMUSSEN, D. C. — CANNEL, R. Q.: Selection for grain yield and components of yield in barley. *Crop Sci.*, 10, 1970, s. 51-54.

REMESLO, V. N.: Skorost sorta. In: *Izbrannye trudy. Kolos Moskva 1977*, s. 334-338.

ROD, J. — PEŠEK, J.: Biometrická analýza pokusných sérií. [Výzkumná zpráva.] Hrušovany u Brna, Výzkumný ústav základní agrotechniky 1975. 117 s.

ŠIMON, J.: Agrotechnická kázeň v rostlinné výrobě. In: *Vědecké metody a ASŘ v rostlinné výrobě. Dům techniky ČSVTS České Budějovice*, 1983, s. 19-25.

TAI, G. C. C.: Analysis of genotype-environment interaction based on the method of path analysis. *Can. J. Genet. Cytol.*, 17, 1975, s. 141-149.

THOMAS, R. L. — GRAFIUS, J. E. — HAHN, S. K.: Transformation of sequential quantitative characters. *Heredity*, 27, 1971, s. 189-192.

THOMAS, R. L. — GRAFIUS, J. E. — HAHN, S. K.: Genetics analysis of correlated sequential characters. *Heredity*, 26, 1971, s. 177-188.

THOMAS, R. L. — GRAFIUS, J. E. — HAHN, S. K.: Stress: An analysis of its source and influence. *Heredity*, 27, 1971, s. 423-432.

Došlo dne 1. 6. 1984

ПЕШЕК, Й. — ГЛАВИЧКА, А. — ГАРТМАНН, Й. — СУШКЕВИЧ, М. (Научно-исследовательский институт ветеринарии, Брно; Центральный контрольно-испытательный сельскохозяйственный институт, Братислава; Научно-исследовательский институт основной агротехники, Грушованы близ Брно): Анализ стабильности и формирования высоких урожаев сортов озимой пшеницы. *Rostl. Výr.*, 30, 1984 (10): 1011-1024.

Анализ структур урожаев серии государственных сортовых испытаний с озимой пшеницей показал относительную независимость продуктивности и стабильности урожаев. Достижение селекционных целей, направленных на одновременное повышение уровня обоих свойств, реально. Путем дифференцирования одного урожая образующего элемента можно достичь урожаев до 7 т/га. Для достижения рекордных урожаев свыше 8 т/га, однако, необходима оптимальная выравненность компонентов. Самые продуктивные сорта 'Вала' и 'Славия' отличаются хорошей приспособляемостью к условиям среды, так как главным элементом образования урожая у них является густота стояния посева (стеблестоя), имеют соответствующую способность компенсации, основанную на стойкости к стрессовым влияниям среды. Преимущества сорта 'Вала' — независимость массы 1000 зерен и числа зерен в колосе. Поэтому он подходит для возделывания в технологичных минимальной обработки почвы. Вместе с сортом 'Славия' его можно высевать и после недоброкачественных предшественников.

программирование и структура урожаев; озимая пшеница; селекция; биометрический анализ

PEŠEK, J. — HLAVIČKA, A. — HARTMANN, J. — SUŠKEVIČ, M. (Veterinary Research Institute, Brno; Central Control and Testing Institute of Agriculture, Bratislava; Agricultural Research Institute, Hrušovany u Brna): *An Analysis of the Stability and Formation of High Yields in Winter Wheat Cultivars*. *Rostl. Výr.*, 30, 1984 (10): 1011-1024.

A relative independence of productivity and yield stability was demonstrated by an analysis of the yield structure in series of state variety tests with winter wheat. The breeding targets aiming at simultaneous improvements of both traits are realistic and can be met. Yields up to 7 tons per ha can be reached through a maximization of one yield component. However, if peak yields above 8 tons per ha are to be achieved, the components have to be balanced. The highest-yielding cultivars 'Vala' and 'Slávia' are characterized by a good adaptability to environmental conditions since the productive density of stand is their main yield-forming component; they also have an adequate compensation capacity, based on tolerance to the stress factors of environment. The advantage of the 'Vala' cultivar is the independence of its 1000-grain weight and the number of grains per ear. For

this reason this cultivar can be grown with success in minimally cultivated soil. Together with the 'Slávia' cultivar it can be recommended for sowing after worsening forecrops.

yield programming and structure; winter wheat; breeding; biometric analysis

Adresy autorů:

Ing. Josef Pešek, CSc., Výzkumný ústav veterinárního lékařství, 621 32 Brno, Hudcova 70

Ing. Albín Hlavička, Ústřední kontrolní a skúšobný ústav poľnohospodársky, Matúškova 21, 881 23 Bratislava

Ing. Jiří Hartmann, Výzkumný ústav veterinárního lékařství, Hudcova 70, 621 32 Brno

Ing. Miron Suškevič, CSc., Výzkumný ústav základní agrotechniky, 664 62 Hrušovany u Brna

VLIV METEOROLOGICKÝCH FAKTORŮ NA VÝNOS A VÝNOSOVÉ SLOŽKY OZIMÉ PŠENICE V KROMĚŘÍŽI

E. Hubík

HUBÍK, E. (Výzkumný a šlechtitelský ústav obilnářský, Kroměříž): *Vliv meteorologických faktorů na výnos a výnosové složky ozimé pšenice v Kroměříži*. Rostl. Výr., 30, 1984 (10) : 1025-1031.

Práce prokazuje vlivům, průměrů a variability základních meteorologických prvků za jednotlivá mezifázová období na výnos a složky výnosu ozimé pšenice odrůdy 'Mironovská' v Kroměříži. Závislosti byly zkoumány metodou vícenásobné lineární regrese na materiálu z polních pokusů VŠÚO Kroměříž za let 1967—1980. Rozhodující vliv na výši výnosu měla minimální teplota v období podzimní vegetace a variabilita teploty vzduchu v jarním období. Variabilita meteorologických prvků, zvláště teploty, se převážně podílela i při vytváření jednotlivých složek výnosu.

programování výnosů; meteorologické faktory; variabilita; fenofáze

Zkoumání vlivu meteorologických faktorů na výnos a výnosové složky obilnin představuje pro výzkum teprve první etapu práce, jejímž cílem je zpracování systému opatření pro dosažení nejvyšších možných výnosů zrna. Aby mohly být rozpracovány technologie pěstování přizpůsobené oblasti, odrůdě i ročníku, musíme znát nejen specifické podmínky oblasti a odrůdy, ale i reakci rostlin na rozdílný průběh povětrnosti v průběhu vegetačního období.

Cílem předložené práce je početná analýza vztahů mezi povětrnostními prvky a výnosem zrna a jeho složkami u odrůdy ozimé pšenice 'Mironovská' v polních pokusech, v časové řadě 1967—1980.

Obsáhlejší přehled literatury k dané problematice byl uveden dříve (Hubík, 1972, 1983). Barannikova (1975) považuje za kritické období v životě rostliny období tvorby pylu, kdy rostliny vyžadují optimum osvětlení, vody a minerální výživy. Závislost počtu klásků v klase na průměrné teplotě vzduchu, době slunečního svitu a zásobě vláhy v půdě v období od obnovení vegetace na jaře do počátku sloupkování prokázal Čugaj (1976). Všeobecně se usuzuje, že pro optimální vývoj porostů jsou vyšší teploty méně příznivé (Azzì, 1959; Nosatovskij, 1965; Baier, 1968 a.j.). Tento poznatek se týká i podzimního období, jak potvrdil Kistý (1979).

MATERIÁL A METODIKA

Obdobně jako u předchozí práce (Hubík, 1983) jsme pro rozbor použili výsledků polních pokusů VŠÚO Kroměříž a údajů místní meteorologické stanice umístěné v areálu ústavu. Pro rozbor bylo použito výsledků zkoušek výkonu od-

růdy 'Mironovská' za období 1967—1980, pěstované podle standardní metodiky na hladině 80 kg N. Byly hodnoceny jednak hlavní výnosové prvky (počet klasů na m², hmotnost 1000 zrn a počet zrn v klase), jednak odvozené prvky (produktivita klasu v g a počet zrn na m²) a konečně samotný výnos zrna jako komplexní ukazatel. Byla uvažována mezifázová období od setí do vzcházení, od vzejití do poklesu průměrné denní teploty pod 5 °C, období od poklesu teplot pod 5 °C do jejich vzestupu nad 5 °C, totéž pro 3 °C, vzestup teploty nad 3 °C až sloupkování, totéž od vzestupu teploty nad 5 °C, vzestup teploty nad 5 °C až počátek metání, počátek sloupkování až počátek metání, počátek metání až plná zralost a setí až plná zralost. Z meteorologických prvků bylo počítáno s průměrnou denní teplotou, denní maximální a minimální teplotou, s relativní vlhkostí vzduchu ve 14 hodin, dobou slunečního svitu, s denním úhrnem srážek, teplotou půdy v 5 cm ve 14 hodin a s denními průměry teplot půdy v 5, 10 a 20 cm. Kromě toho bylo pro výpočty* použito délky dne, tj. doby od východu do západu slunce.

Meteorologické prvky byly počítány pro jednotlivá mezifázová období jako sumy, průměry, směrodatné odchylky (s) a variační koeficienty (Vk). Takto získané hodnoty meteorologických prvků za jednotlivá fenofázová období byly korelovány s výnosem a jeho složkami. Výsledky těchto předběžných výpočtů orientačně ukázaly, kde existují určité korelace.

Výsledků korelační analýzy jsme použili při výběru faktorů nezávisle proměnné X pro výpočet šestinásobné regrese. Byly hledány takové sestavy šesti prvků nezávisle proměnné X, jež vykazovaly průkazný vliv na závisle proměnnou Y, v našem případě výnos a jeho složky. Při výběru parametrů nezávisle proměnné X bylo dbáno na nezávislost jednotlivých proměnných mezi sebou. Proto byly z výpočtů vylučovány proměnné, jež vykazovaly průkazné interkorelace s ostatními.

Výsledné rovnice šestinásobné regrese byly otestovány a dále hodnoceny z hlediska podílu jednotlivých proměnných na celkovém vlivu. Postupně byly vypouštěny ty proměnné, které měly na celkovém vlivu nejmenší podíl. Mírou tohoto podílu byl koeficient determinace, tj. čtverec koeficientu mnohonásobné korelace. Tím se snížil počet proměnných ze šesti na tři až čtyři.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Pro první základní výnosovou složku — počet klasů na m² — byla odvozena rovnice:

$$Y_{pk} = 4444,342 + 117,431X_1 - 263,010X_3 - 58,305X_6, \quad (1)$$

kde Y_{pk} — počet klasů na m²,

X_1 — směrodatná odchylka doby slunečního svitu od počátku sloupkování do počátku metání (h),

X_3 — průměrná délka dne od počátku metání do zralosti (h),

X_6 — směrodatná odchylka teploty půdy v hloubce 5 cm za období od počátku metání do zralosti (°C).

$$R^2 = 0,8687$$

$$R = 0,9320^{++}$$

Uvedená rovnice regrese prokazuje, že ve zkoumaném místě a čase změny v počtu klasů ozimé pšenice 'Mironovská' závisely na X_1 , X_3 a X_6 . Přitom hodnota R^2 , tj. koeficientu determinace, udává, že kolísání počtu klasů bylo možno z 87 % vysvětlit kolísáním těchto faktorů.

Faktor X_1 představuje vliv variability slunečního svitu v období sloupkování porostu. Jde o kladnou závislost, neboli čím větší je proměnlivost slunečního svitu v tomto období, tím více klasů se vytvoří. Pravdivost tohoto tvrzení možno prokázat na příkladě. Nejvyšší variability slunečního svitu od počátku sloupkování do počátku metání bylo ve zkoumané časové periodě dosaženo v roce 1976 a nejnižší v roce 1979. Počet klasů v uvedených letech je v tabulce I, z níž je vidět, že v ročníku s vysokou variabilitou slunečního svitu byl i vysoký počet klasů a naopak.

Záporný vliv faktoru X_3 , tj. průměrné délky dne od počátku metání do zralosti, působil poklesem počtu klasů o 28 na každou desetinu hodiny. Zdá se pravděpodobné, že kauzalita tohoto vztahu není ani tak v rozdílné délce dne, ale v rozdílném datu metání.

Třetím vlivem, který se významně podílel na počtu klasů na m^2 , byl X_6 , tj. směrodatná odchylka teploty půdy v 5 cm za období od počátku metání do zralosti. Jde

rovněž o zápornou závislost, to znamená, že zvýšení hodnoty s_x o $1^\circ C$ způsobilo snížení počtu klasů o 58.

Ze všech tří faktorů vykazovala na počet klasů na m^2 největší vliv směrodatná odchylka slunečního svitu od počátku sloupkování do počátku metání. Jde tedy o období sloupkování, kdy probíhá intenzivní růst a rozhoduje se o počtu klásků v klase. Rostliny mají zvýšené požadavky na podmínky prostředí. Jak si tedy vysvětlit zvýšenou závislost mezi počtem klasů a variabilitou slunečního svitu? Možná se domnívat, že signalizuje pouze potřebu nestálého počasí, které lépe zabezpečuje porosty jak světlem a vláhou, tak i živinami, než počasí stálé ať už slunečné, nebo deštivé. Tento výsledek vcelku souhlasí se závěry Barrannikovové (1975) a Čugaje (1976).

Pro počet zrn v klasu byla odvozena rovnice:

$$Y_{pzk} = 72,095 - 2,465X_1 - 6,100X_2 - 0,021X_3 - 0,832X_4,$$

kde Y_{pzk} — počet zrn v klasu,

X_1 — s_x teploty půdy v hloubce 5 cm ve 14 hodin za období od poklesu $\varnothing$ denní teploty pod $3^\circ C$ do jejího vzestupu nad tuto hodnotu ($^\circ C$),

X_2 — s_x minimální teploty za období od vzestupu $\varnothing$ denní teploty nad $3^\circ C$ do počátku sloupkování ($^\circ C$),

X_3 — suma minimálních teplot od vzcházení do poklesu $\varnothing$ denní teploty pod $5^\circ C$ ($^\circ C$),

X_4 — suma teploty půdy v hloubce 5 cm od setí do zralosti ($^\circ C$).

$$R^2 = 0,9260$$

$$R = 0,9623^{++}$$

Hodnota koeficientu determinace (R^2) značí, že pomocí uvedené rovnice lze vysvětlit z 93 % kolísání závisle proměnné, tj. počtu zrn v klasu, kolísáním souboru nezávisle proměnných $X_1 - X_4$.

První z těchto faktorů, X_1 , tj. směrodatná odchylka teploty půdy v hloubce 5 cm ve 14 hodin v období od poklesu průměrné denní teploty pod $3^\circ C$ do jejího opětovného vzestupu nad tuto hodnotu, má znaménko záporné. Znamená to, že se počet zrn v klasu zvyšoval v případech, kdy variabilita půdní teploty v zimním období byla co nejnižší, tj. pod $2^\circ C$. Podobně je tomu i u faktoru X_2 ; i zde záporné znaménko svědčí o vlivu nízké variability minimální teploty v jarním období na počet zrn v klasu (s_x pod $3^\circ C$).

Třetí faktor, X_3 , tj. suma minimálních teplot od vzejití do poklesu denních průměrných teplot pod $5^\circ C$, působil na počet zrn v klasu záporně, to znamená, že počet zrn se zvyšoval nad průměr při poklesu této sumy pod $87^\circ C$.

I. Hodnoty faktoru X_1 a počet klasů ozimé pšenice odrůdy 'Mironovská' — The values of factor X_1 and the number of ears in the 'Mironovskaya' winter wheat cultivar

Ročník	X_1	Počet klasů na m^2
1976	5,2	804
1979	2,3	402

Posledním z faktorů, které vykazovaly největší vliv na počet zrn v klasu, byl faktor X_4 , tj. suma teploty půdy v hloubce 5 cm za celou dobu vegetace od zasetí do zralosti. I tento faktor byl záporný, což značí, že čím nižší byla tato suma než 247°C , tím vyšší byl počet zrn v klasu.

Shrneme-li tedy soubor vlivů, který zvyšoval počet zrn v klasu, dostaneme tento obraz. Pro vysoký počet zrn v klasu byla příznivá nízká suma minimálních teplot na podzim, malá variabilita teploty půdy v zimě, jakož i minimální teploty na jaře a konečně nízká suma teploty půdy od zasetí do sklizně. Tento požadavek je v souladu s daji v literatuře o prospěšnosti chladného počasí na podzim (K i s t y, 1979). Rovněž požadavek na nízkou variabilitu teploty půdy v zimě je v souladu s údaji N o s a t o v s k é h o (1965), který rovněž poukazoval na škodlivost zimních oblev. Požadavek na nízkou variabilitu minimální teploty od obnovení vegetace na jaře do počátku sloupkování je v úplném protikladu výsledku dosaženého u jarního ječmene (H u b í k, 1981, 1983). Záporný vliv sumy teplot půdy za období vegetace na počet zrn v klasu svědčí v souladu s literaturou o tom, že vyšší teploty nejsou příznivé pro optimální vývoj pšenice (N o s a t o v s k i j, 1965; B a i e r, 1968 aj.).

Pro hmotnost 1000 zrn byla odvozena rovnice:

$$Y_{HTS} = 37,017 + 1,583X_1 = 0,900X_3 + 3,002X_4 - 1,838X_6,$$

kde Y_{HTS} — hmotnost 1000 zrn,

X_1 — s_x maximální teploty od setí do vzcházení ($^{\circ}\text{C}$),

X_3 — s_x minimální teploty za období od poklesu $\emptyset$ denní teploty pod 3°C do jejího vzestupu nad 3°C ($^{\circ}\text{C}$),

X_4 — průměrná teplota půdy v 5 cm ve 14 hodin od poklesu $\emptyset$ denní teploty pod 3°C do vzestupu nad 3°C ($^{\circ}\text{C}$),

X_6 — s_x teploty půdy v 5 cm ve 14 hodin od vzestupu $\emptyset$ denní teploty nad 5°C do počátku sloupkování.

$$R^2 = 0,9233 \quad R = 0,9609^{++}$$

Uvedená rovnice regrese vysvětluje kolísání hmotnosti 1000 zrn pšenice vlivem kolísání uvedených čtyř faktorů. První z nich — X_1 — má kladné znaménko, což ukazuje, že na vysokou hmotnost 1000 zrn má kladný vliv vyšší variabilita maximální teploty v období před vzcházením. Průměrná s_x za sledované období činila $3,2^{\circ}\text{C}$. Druhým významným faktorem je X_3 — variabilita minimální teploty za období plného vegetačního klidu — tj. s teplotami pod 3°C . I v tomto případě jde o kladnou závislost, neboli čím vyšší variabilita, tím vyšší hmotnost 1000 zrn. Průměrná s_x ve zkoumaném období činila $4,6^{\circ}\text{C}$. Dalším z faktorů působících významně na HTS byl X_4 — průměrná teplota půdy v 5 cm ve 14 hodin v období s prům. denní teplotou pod 3°C . I v tomto případě jde o kladnou závislost — vyšší HTS byla dosahována při uvedené teplotě půdy vyšší než $1,5^{\circ}\text{C}$. Naproti tomu poslední z faktorů, X_6 — s_x teploty půdy v 5 cm ve 14 hodin za období od vzestupu prům. denní teploty nad 5°C do počátku sloupkování — má znaménko záporné. Vyplývá z toho, že vyšší HTS se vytvářela při nižší variabilitě teploty v tomto období než $2,5^{\circ}\text{C}$.

Je poněkud překvapující, že z výpočtů vyplývá zcela jednoznačně vliv raných stadií vývoje na HTS, která se vytváří až v době po metání. Hlavní roli přitom nehraje absolutní výše faktorů, ale jejich variabilita vyjádřená směrodatnou odchylkou s_x . Vliv s_x maximální teploty v období

před vzcházením byl sice prokázán, ale nepodařilo se dát pro tuto závislost uspokojivé vysvětlení. Faktem je, že ve sledované časové řadě bylo nejvyšší HTS dosaženo v roce 1971, a to 50,25 g, a v tomtéž ročníku byla i nejvyšší variabilita maximální teploty v uvedeném období — 4,98 °C. Naopak nejnižší variabilita byla zjištěna v roce 1976, a to 1,66 °C, kdy byla i nejnižší HTS — 40 g. Další z faktorů, s_x minimální teploty za období vegetačního klidu, jehož vliv na HTS byl rovněž kladný, svědčí o skutečnosti, že nestabilní teplotní podmínky zimního období prospívají výnosové složce HTS, zatímco stabilní podmínky výnosové složce počtu zrn v klasu. Je-li tedy zima teplotně vyrovnaná, zvyšuje se počet zrn v klasu a snižuje HTS, při zimě teplotně nevyrovnané je naopak nižší počet zrn a vyšší HTS. Zde je pochopitelně důležitá interkorelace mezi oběma výnosovými složkami.

Poslední dva faktory, X_4 a X_6 , mají na HTS největší vliv. Jde o teplotu půdy v období vegetačního klidu a její variabilitu po obnovení vegetace na jaře. Je-li průměrná teplota půdy v 5 cm ve 14 hodin vyšší než 1,5 °C, dosahovala HTS hodnot nad 46 g. Rozdíl HTS mezi roky s nejvyšší a nejnižší teplotou půdy v uvedeném období činil ve zkoumané časové řadě 10 g. Konečně variabilita teploty v době jarního vývoje do sloupkování svědčí svým záporným vlivem na HTS, že hodnoty s_x větší než 2,5 °C mají na HTS záporný vliv. Porovnáme-li tento výsledek s obdobným působením variability minimální teploty na počet zrn v klasu, vyplývá z toho jistá shoda. V obou případech vyšší variabilita teploty v jarním období má záporný vliv na obě výnosové složky na rozdíl od ječmene, kde jde o vliv pozitivní.

Byly rovněž zkoumány vlivy meteorologických faktorů na odvozené výnosové složky — produktivitu klasu v g a počet obílek na m². Jejich rovnice regrese jsou uvedeny v závěrečné zprávě úkolu (U l m a n n et al., 1982). Zde uvádím jenom jejich stručné zhodnocení. Produktivita klasu byla záporně ovlivněna minimální teplotou na podzim a rovněž záporně průměrem srážek a minimální teplotou v období od počátku sloupkování do počátku metání. Z toho lze usoudit, že produktivní klas pšenice se vytvářel za podmínek chladnějšího podzimu, mírných teplot a mírných srážek v období maximálního růstu. Největší vliv měly první dva uvedené faktory.

U počtu zrn na m² byl prokázán kladný vliv směrodatné odchylky slunečního svitu od počátku sloupkování do počátku metání. Jde o vliv zprostředkovaný, působící prostřednictvím počtu klasů na m². Rovněž další faktor — průměr minimální teploty od vzejití do poklesu průměrné denní teploty pod 5 °C — je vliv zprostředkovaný, který byl již diskutován u počtu zrn v klasu. Ze zbývajících faktorů daného souboru má větší vliv variační koeficient (V_k) relativní vlhkosti vzduchu od setí do vzcházení. Jde o nejsilnější vliv na tuto výnosovou složku. Posledním ze čtyř faktorů je suma maximálních teplot od počátku metání do zralosti, jejíž vliv byl záporný a jeho působení je v souladu s údaji v literatuře (A z z i, 1959).

Pro výnos zrna byla odvozena rovnice:

$$Y = 11,762 - 0,649X_1 - 0,158X_2 - 0,347X_4,$$

kde Y — výnos zrna v t na ha,

X_1 — s_x průměrné denní teploty od vzestupu $\varnothing$ denní teploty nad 5 °C do počátku metání (°C),

- X_2 — průměr minimálních teplot od vzcházení do poklesu $\bar{\varnothing}$ denní teploty pod 5 °C (°C),
 X_4 — s_x minimální teploty od vzestupu $\bar{\varnothing}$ denní teploty nad 3 °C do počátku sloupkování (°C).

$$R^2 = 0,7744$$

$$R = 0,8800^+$$

Jak je vidět z hodnoty koeficientu determinace (R^2), vysvětluje uvedená rovnice 77% kolísání výnosu vlivem kolísání uvedeného souboru tří meteorologických faktorů. Ve všech případech jde o vlivy teplotní. Prvním z faktorů je variabilita průměrné denní teploty nad 5 °C na jaře do počátku metání. Jde o vliv záporný, to znamená, že pro vysoký výnos zrna je nutná co nejmenší variabilita teploty v jarním a letním období. Druhým faktorem, rovněž záporně působícím, byla průměrná minimální teplota od vzcházení do poklesu průměrné denní teploty pod 5 °C. Proto pro dosažení vysokého výnosu zrna je třeba, aby minimální teplota v tomto období nevystupovala nad 3,2 °C. Třetím z faktorů je opět variabilita minimální teploty, a to za období od vzestupu průměrné denní teploty nad 3 °C po počátku sloupkování. Působila opět záporně. Výnos se tedy zvyšoval nad průměr, pokud s_x se snižovala pod 3,3 °C.

Nejvýznamnějším z těchto tří faktorů je X_1 . Vyjdeme-li z výchozích údajů pro výpočet, zjistíme, že nejnižší variabilita [s_x] byla v roce 1974, a to 3,20 °C, a výnos zrna byl nejvyšší — 9,1 t na ha. Naproti tomu nejvyšší variabilita byla v roce 1979, a to 5,69 °C; výnos v tomto ročníku nebyl sice nejnižší, ale velmi nízký — 6,2 t na ha. Druhý z faktorů — průměr minimálních teplot v podzimním období potvrzuje poznatky z literatury o prospěšnosti chladné podzimní fáze růstu (např. K i s t y, 1979). Poslední ze sledovaných faktorů — s_x minimální teploty od vzestupu denních průměrných teplot nad 3 °C do počátku sloupkování — byl už diskutován u počtu zrn v klasu, neboť jeho vliv na výnos se uplatňuje prostřednictvím této výnosové složky.

ZÁVĚR

Předložená práce prokazuje vliv meteorologických faktorů ročníku na výnos ozimé pšenice odrůdy 'Mironovská' a její výnosové složky. Podobně jako u jarního ječmene (H u b í k, 1983) je i při řešení našeho úkolu a ještě ve větší míře variabilita meteorologických prvků v určitých mezifázových obdobích nejvýznamnějším faktorem, ovlivňujícím výnos zrna a jeho složky. Rozhodujícími faktory působícími na výnos zrna byly shledány minimální teplota v období podzimní vegetace pšenice a variabilita teploty v jarním období.

Literatura

- AZZI, G.: Selskochozajstvennaja ekologija. Moskva, 1959.
 BARANNIKOVA, Z. D.: Kritičeskij period v ontogeneze zlakov po otnošeniju k temperaturnym uslovijam. In: Fiziologo-genetičeskije osnovy povyšeniya produktivnosti zernovych kultur. Moskva, 1975, s. 102-111.
 BAIER, W. — ROBERTSON, G. W.: The performance of soil moisture estimates as compared with the direct use of climatological data for estimating crop yields. Agric. Meteorol., 5, 1968, s. 17-31.

ČUGAJ, V. G. O.: O svjazach produktivnosti ozimnoj pšenicy s meteorologičeskimi uslovijami. Meteorol. i Gidrol., 1976, 3, s. 103-106.

HUBÍK, E.: Studium vztahu mezi průběhem počasí ve vegetační době a výnosem jarního ječmene. Věd. práce VÚO Kroměříž, 1972, s. 233-241.

HUBÍK, E.: Vliv meteorologických faktorů na výnos a výnosové složky jarního ječmene v intenzivní řepařské oblasti. Rostl. Výr., 29, 1983, s. 753-760.

KISTY, F.: Meteorologické činitele a ich vplyv na produkciu poľnohospodárskych plodín. Meteorol. zprávy, 32, 1979, s. 131-134.

NOSATOVSKIJ, A. J.: Pšenica. Biologija. Moskva, 1965.

ULMANN, L. — PURŠ, J. — HUBÍK, E.: Vliv povětrnostních podmínek, dusíkaté výživy, fyziologických a agrotechnických faktorů na tvorbu výnosu ozimé pšenice v intenzivní řepařské oblasti (Kroměříž). Závěrečná zpráva. Kroměříž, VŠÚO 1982.

Došlo dne 16. 5. 1984

ГУБИК, Э. (Научно-исследовательский и селекционный институт зерновых культур, Кромержиж): Влияние метеорологических факторов на урожай и элементы урожая озимой пшеницы в Кромержиже. Rostl. Výr., 30, 1984 (10) : 1025-1031.

В статье обсуждается влияние сумм, средних значений и изменчивости основных метеорологических элементов за отдельные межфазные периоды на урожай и компоненты урожая озимой пшеницы сорта 'Мироновская' в Кромержиже. Зависимости проверялись по методу многократной линейной регрессии на материале полевых опытов НИСИЗК Кромержиж за 1967—1980 гг. Решающее влияние на размер урожая имели минимальная температура в период осенней вегетации и изменчивость температуры воздуха весной. Изменчивость метеорологических элементов, в особенности температуры, также принимала участие в формировании отдельных компонентов урожая.

программирование урожая; метеорологические факторы; изменчивость; фенофаза

HUBÍK, E. (Research and Breeding Institute of Cereal Crops, Kroměříž): *The Effect of Meteorological Factors on Winter Wheat Yields and Yield Components at Kroměříž*. Rostl. Výr., 30, 1984 (10) : 1025-1031.

The effect of the sums, means and variability of the main meteorological factors in the phenological inter-phases was demonstrated as exerted on the yields and yield components of winter wheat ('Mironovskaya' cultivar) grown at Kroměříž. The relations were studied by the method of multiple linear regression, using the material from field trials conducted by the workers of the Research and Breeding Institute of Cereal Crops, Kroměříž in 1967—1980. The minimum temperature in the period of autumn vegetation and the variability of air temperature in spring had the decisive effect on yield. The variability of meteorological factors, particularly temperature, was also significantly involved in the formation of yield components.

yield programming; meteorological factors; variability; phenological phase

Adresa autora:

Ing. Emanuel Hubík, Výzkumný a šlechtitelský ústav obilnářský, Havlíčkova 2787, 767 41 Kroměříž

Výběr z nových příspěvků

Ústřední zemědělské a lesnické knihovny

z oboru rostlinné výroby

Uvedené publikace je možno si půjčit osobně nebo písemně v ÚZLK, výpůjční oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Půjčovní doba: pondělí, úterý a čtvrtek od 9 do 16.30 hod., středa od 9 do 18 hod., pátek od 9 do 15.30 hod. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

GERDES, G.

E 38.142/306

Empfehlungen für die Produktion, Lagerung und Aufbereitung von Futterrüben.

Markkleeberg, AdL 1981. 40 s., tab. (Krmná řepa — pěstování, skladování a zpracování)

Kukuřiza na korm.

D 74.788

Proizvodstvo i ispol'zovanie. Perekod s angl.

Moskva, Kolos 1983. 341 s., obr., tab. (Kukuřice krmná — pěstování a využití — sborník)

NIEDZIÓŁKA, I.

D 27.535/189

Technologia zbioru resztek poźniwnych kukurydzy na pasze.

Warszawa, PWN 1983. 68 s., 13 obr., 11 tab.; res. angl., rus. Roczniki nauk rolniczych Seria D — monografie, tom 189. (Kukuřice krmná — sklizňové zbytky — sběr — technologie — výzkum — Polsko)

FALKENSTEIN, G.

D 35.181/472

Untersuchungen zur Saatgutqualität von Auswuchsgetreide; Auswuchsstärke, Lagerfähigkeit, Beizmittelverträglichkeit, Festigkeit, Ertragsbildung. Diss. d. Universität Hohenheim.

Hohenheim, n. vl. 1983. 165 s., 27 obr., 15 tab., res. něm. (Osivo — obilniny — jakost — zrání — vztahy — výzkum — NSR — disertační práce)

TARYAL, A. R. M.

E 37.898/357

Die Verwendung hochartragreicher Getreidesorten (Weizen, Mais und Reis) und ihr Beitrag zur Verbesserung der Nahrungsmittelversorgung in der arabischen Republik Ägypten. Inaug. — Diss. d. Hohen Landw. Fak. d. Rhein. Frid. Wilhelms Univ. zu Bonn.

P. Hnilica, J. Petr, J. Schmidt

HNILICA, P. — PETR, J. — SCHMIDT, J. (Vysoká škola zemědělská, Praha; Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Praha): *Studium optimální úrovně výnosových prvků obilovin*. Rostl. Výr., 30, 1984 (10): 1033-1042.

Byla vypracována metoda optimalizace výnosových prvků obilovin na základě lineárního popisu kompenzačních vztahů mezi výnosovými prvky v porostu a multiplikativní struktury výnosu, který je maximalizován. Byla navržena modifikace metody nejmenších čtverců pro kvantifikaci kompenzačních vztahů mezi výnosovými prvky při použití časových řad struktur výnosů z více stanovišť odlišujících se různou úrovní úrodnosti půdy.

programování výnosů; obiloviny; kompenzace výnosových prvků; optimalizace struktury výnosu

Výnos zrna obilovin lze reprodukovat jako součin průměrných hodnot výnosových prvků (vyrovnávajících genotypovou variabilitu populace dané odrůdy). Označíme-li výnos zrna V a výnosové prvky X_1 — počet klasů na jednotce plochy, X_2 — počet zrn v klasu a X_3 — hmotnost jednoho zrna (hmotnost 1000 semen), pak

$$V = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3. \quad (1)$$

Práce Grafiuse (1969), Grafiuse a Thomase (1971) a Thomase et al. (1971) poukazují na chronologický sekvenční vývoj výnosových prvků, výnosové prvky se tvoří v časové posloupnosti $X_1 - X_2 - X_3$. Fytocenózní a konkurenční vztahy v porostu se projevují vzájemnou kompenzací výnosových prvků (Petr, 1971).

Dokážeme-li dostatečně přesně kvantitativně popsat kompenzační vztahy mezi výnosovými prvky dané odrůdy, můžeme uvažovat o jejich optimalizaci vzhledem k podmínkám tvorby výnosových prvků pro účely maximalizace výnosu.

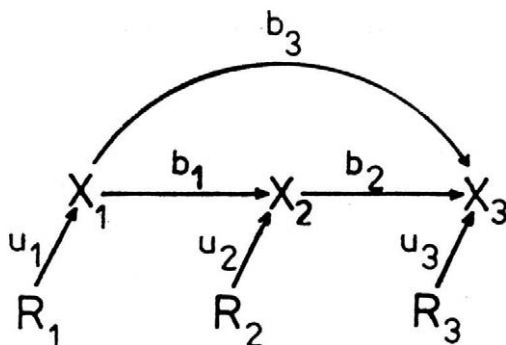
METODA

Kompenzační vztahy výnosových prvků můžeme v prvním přiblížení popsat jednoduchými lineárními vztahy a vazby mezi výnosovými prvky vyjádřit kauzálním diagramem (obr. 1). Veličiny $R_1 - R_3$ představují hypotetické podmínky prostředí tvorby výnosových prvků $X_1 - X_3$. Koeficienty $u_1 - u_3$ představují míru reakce fenotypu odrůdy na podmínky prostředí tvorby jednotlivých výnosových prvků.

Hodnoty $u_1 \cdot R_1 = Y_1$

$$u_2 \cdot R_2 = Y_2 \quad (2)$$

$$u_3 \cdot R_3 = Y_3$$



1. Kauzální diagram tvorby výnosových prvků v jejich časové následnosti — A causal diagram of the formation of yield components in their time sequence

představují hypoteticky tu část hodnoty výnosových prvků X_1 , X_2 a X_3 , která je determinována specifickým prostředím a není ovlivněna kompenzačními vztahy. Koeficienty $b_1 - b_3$ představují míru reakce výnosového prvku dané odrůdy na fytocecnózní a konkurenční vztahy v porostu, tedy kompenzační vztahy mezi výnosovými prvky.

Hodnota prvního výnosového prvku v tomto modelu X_1 je determinována pouze podmínkami prostředí a nezávisí na hodnotě ostatních výnosových prvků vzhledem k tomu, že se vytváří v časové následnosti nejdříve, tedy

$$X_1 = u_1 \cdot R_1 = Y_1. \quad (3)$$

Hodnota druhého výnosového prvku X_2 , který se vytváří během vývoje později, je určena jednak podmínkami prostředí R_2 , tak i kompenzačním vlivem výnosového prvku předcházejícího, tedy

$$X_2 = u_2 \cdot R_2 + b_1 \cdot X_1 = Y_2 + b_1 \cdot Y_1. \quad (4)$$

Hodnota posledního výnosového prvku X_3 je určena podmínkami prostředí R_3 a kompenzačními vztahy s dříve vytvořenými výnosovými prvky, tedy

$$X_3 = u_3 \cdot R_3 + b_2 \cdot X_2 + b_3 \cdot X_1 = Y_3 + b_2 \cdot Y_2 + (b_3 + b_1 \cdot b_2) \cdot Y_1. \quad (5)$$

Rovnice (3), (4), (5) vyjadřují vztah výnosových prvků X_1 , X_2 a X_3 k hodnotám jim korespondujících veličin Y_1 , Y_2 a Y_3 , které představují projevy specifického prostředí při tvorbě jednotlivých výnosových prvků nezávislé na kompenzačních vztazích mezi výnosovými prvky, tedy ani na podmínkách tvorby ostatních výnosových prvků. Hodnoty Y_1 , Y_2 , Y_3 vypočítáme ze vztahů

$$Y_1 = X_1, \quad Y_2 = X_2 - b_1 \cdot X_1, \quad Y_3 = X_3 - b_2 \cdot X_2 - b_3 \cdot X_1. \quad (6)$$

které vyplývají z rovnic (3), (4), (5).

Označíme-li pro větší názornost $a_{21} = b_1$, $a_{32} = b_2$, $a_{31} = b_3 + b_1 \cdot b_2$, pak výnos V je dán vztahem

$$\begin{aligned} V &= X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 = Y_1 \cdot (Y_2 + a_{21} \cdot Y_1) \cdot (Y_3 + a_{32} \cdot Y_2 + a_{31} \cdot Y_1) = \\ &= Y_1^3 \cdot a_{21} \cdot a_{31} + Y_1^2 \cdot a_{21} \cdot Y_3 + Y_1^2 \cdot a_{21} \cdot a_{32} \cdot Y_2 + Y_1^2 \cdot a_{31} \cdot \\ &\quad \cdot Y_2 + Y_1 \cdot a_{32} \cdot Y_2^2 + Y_1 \cdot Y_2 \cdot Y_3. \end{aligned} \quad (7)$$

A) Změna podmínek prostředí R_3 v období tvorby posledního výnosového prvku X_3 (R_1 a R_2 a tedy i Y_1 a Y_2 jsou konstantní) se projeví pouze ve změně hodnoty Y_3 a ne-

ovlivní již výnosové prvky X_1 a X_2 . Proto jakákoliv změna hodnoty Y_3 vlivem podmínek prostředí R_3 ovlivní ve stejném smyslu i výnos V , jak vyplývá ze (7) a předcházejících rovnic, protože hodnoty X_1 , X_2 , X_3 a Y_1 , Y_2 , Y_3 mohou nabývat jenom kladných hodnot. Pro maximalizaci výnosu V je třeba dosáhnout maximálních hodnot Y_3 a tedy i X_3 , jak vyplývá z (5) a (7).

B) Změna hodnoty Y_2 vlivem podmínek prostředí R_2 (R_1 a R_3 a tedy i Y_1 a Y_3 jsou konstantní) již neovlivní hodnotu X_1 , ale projeví se ve změně hodnot X_2 a X_3 , jak vyplývá ze (4) a (5). Položíme-li

$$\frac{\partial V}{\partial Y_2} = 2 \cdot Y_2 \cdot (a_{32} \cdot Y_1) + (Y_1 \cdot Y_3 + a_{31} \cdot Y_1^2 + a_{21} \cdot a_{32} \cdot Y_1^2) = 0 \quad (8)$$

za podmínky

$$\frac{\partial^2 V}{\partial Y_2^2} = 2 \cdot a_{32} \cdot Y_1 < 0, \quad (9)$$

což při $Y_1 > 0$ platí pro $a_{32} < 0$, získáme řešení Y_2^0 , podmiňující maximum funkce (7), tedy maximální výnos V , ve tvaru

$$Y_2^0 = \frac{-(Y_1 \cdot Y_3 + a_{31} \cdot Y_1^2 + a_{21} \cdot a_{32} \cdot Y_1^2)}{2 \cdot a_{32} \cdot Y_1} \quad (10)$$

za podmínek R_1 a R_3 , tedy i Y_1 a Y_3 konstantní.

Je-li koeficient a_{32} kladný, pak v oboru kladných hodnot Y_2 nenajdeme lokální extrém funkce (7) a pro maximální výnos je optimální dosažení co nejvyšších hodnot Y_2 .

C) Změna podmínek prostředí R_1 a tedy i hodnoty Y_1 při konstantních podmínkách R_2 a R_3 a tedy i hodnotách Y_2 a Y_3 konstantních, vyvolá změny všech výnosových prvků X_1 , X_2 a X_3 . Položíme-li

$$\begin{aligned} \frac{\partial V}{\partial Y_1} = Y_1^2 \cdot (3 \cdot a_{21} \cdot a_{31}) + Y_1 \cdot (2 \cdot a_{31} \cdot Y_2 + 2 \cdot a_{21} \cdot Y_3 + 2 \cdot a_{21} \cdot a_{32} \cdot Y_2) + \\ + (Y_2 \cdot Y_3 + a_{32} \cdot Y_2^2) = 0 \end{aligned} \quad (11)$$

za podmínky

$$\frac{\partial^2 V}{\partial Y_1^2} = Y_1 \cdot (6 \cdot a_{21} \cdot a_{31}) + 2 \cdot (a_{31} \cdot Y_2 + a_{21} \cdot Y_3 + a_{21} \cdot a_{32} \cdot Y_2) < 0 \quad (12)$$

získáme řešení Y_1^0 podmiňující maximální hodnotu V (po označení členů v závorkách ve výrazu (11) postupně a , b , c)

$$Y_1^0 = \frac{-b(\pm) \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (13)$$

za podmínek Y_2 a Y_3 konstantní.

D) Změna podmínek R_1 a R_2 a tedy i hodnot Y_1 a Y_2 při konstantních podmínkách R_3 a tedy i hodnotě Y_3 konstantní, vyvolá změny hodnot X_1 — v závislosti na změně Y_1 a hodnot X_2 a X_3 — v závislosti na změně hodnot Y_1 i Y_2 . Optimální řešení Y_1^0 a Y_2^0 podmiňující maximální hodnotu V najdeme, položíme-li

$$\begin{aligned} \frac{\partial V}{\partial Y_1} = Y_1^2 \cdot (3 \cdot a_{21} \cdot a_{31}) + Y_1 \cdot (2 \cdot a_{21} \cdot Y_3) + Y_1 \cdot Y_2 \cdot \\ \cdot (2 \cdot a_{31} + 2 \cdot a_{21} \cdot a_{32}) + Y_2 \cdot (Y_3) + Y_2^2 \cdot (a_{32}) = 0 \end{aligned} \quad (14)$$

$$a \quad \frac{\partial V}{\partial Y_2} = Y_1 \cdot Y_2 \cdot (2 \cdot a_{32}) + Y_1 \cdot (Y_3) + Y_1^2 \cdot (a_{31} + a_{21} \cdot a_{32}) = 0. \quad (15)$$

Ze vztahu (15) vyplývá

$$Y_2 = \frac{Y_3 + Y_1 \cdot (a_{31} + a_{21} \cdot a_{32})}{-2 \cdot a_{32}} \quad (16)$$

a po dosazení (16) do (14) dostáváme

$$Y_1^2 \cdot [3 \cdot (a_{31} - a_{21} \cdot a_{32})^2] + Y_1 \cdot [4 \cdot Y_3 \cdot (a_{31} - a_{21} \cdot a_{32})] + [Y_3^2] = 0 \quad (17)$$

a (po označení členů v hranatých závorkách ve vztahu (17) postupně a , b , c) vyplývá řešení

$$Y_1^0 = \frac{-b (\pm) \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a} \quad (18)$$

a z (16)

$$Y_2^0 = \frac{Y_1^0 \cdot (a_{31} + a_{21} \cdot a_{32}) + Y_3}{-2 \cdot a_{32}}, \quad (19)$$

které podmiňuje maximum výnosu V za podmínek

$$\frac{\partial^2 V}{\partial Y_1^2} \cdot \frac{\partial^2 V}{\partial Y_2^2} - \frac{\partial^2 V}{\partial Y_1 \cdot \partial Y_2} > 0 \quad \text{a} \quad \frac{\partial^2 V}{\partial Y_1^2} < 0 \quad (20)$$

a R_3 , tedy i Y_3 konstantní.

Optimální hodnoty výnosových prvků X_1^0 , X_2^0 a X_3^0 pak vypočteme dosazením optimalizovaných hodnot Y_1^0 , Y_2^0 , Y_3^0 nebo konstantních hodnot Y_1 , Y_2 , Y_3 do rovnic (3), (4), (5).

ŘEŠENÍ

Praktické řešení optimalizace výnosových prvků spočívá ve stanovení odrůdových charakteristik — koeficientů kompenzace výnosových prvků a výpočtech optimálních parametrů podle uvedené metodiky. Systém experimentů a způsob výpočtu koeficientů a_{21} , a_{31} a a_{32} musí být volen tak, aby byly splněny základní předpoklady modelu, tj. nezávislost podmínek prostředí R_1 , R_2 a R_3 . Pokud tyto předpoklady splněny nejsou, je třeba volit způsob výpočtu koeficientů takový, aby nebyly zatíženy chybou z toho vyplývající.

Obvykle máme k dispozici časovou řadu výnosových struktur určité odrůdy z jednoho nebo několika stanovišť.

Pokud máme k dispozici výnosové struktury odrůdy z jednoho stanoviště, nevznikají se stanovením koeficientů a_{21} , a_{31} a a_{32} obtíže, jestliže máme v časové řadě výnosových struktur dostatečný počet měření, aby byla zajištěna statistická věrohodnost koeficientů. Pro výpočet můžeme použít postupu, který vypracoval Rao (1952) pro stanovení úsekových koeficientů mezi veličinami se sekvenčním vývojem, ale s tím rozdílem, že veličiny nestandardizujeme. To znamená, že koeficienty vypočteme řešením následujících regresních rovnic metodou nejmenších čtverců:

$$X_2 = b_{02} + b_1 \cdot X_1, \quad (21)$$

$$X_3 = b_{03} + b_2 \cdot X_2 + b_3 \cdot X_1,$$

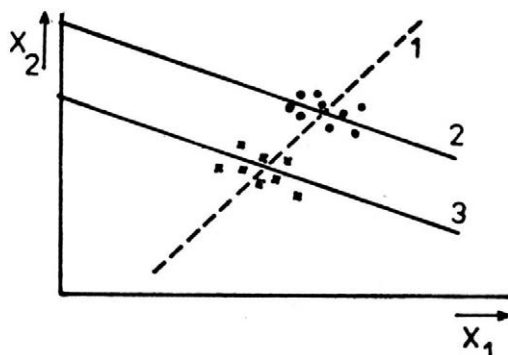
z nichž určíme

$$a_{21} = b_1, \quad \bar{Y}_2 = b_{02} \quad (22)$$

$$a_{32} = b_2, \quad a_{31} = b_3 + b_1 \cdot b_2, \quad \bar{Y}_3 = b_{03}$$

a hodnoty Y_1 , Y_2 a Y_3 určíme z rovnic (6) pro jednotlivé výnosové struktury, pokud nepoužíváme k výpočtu jejich středních hodnot, tj. $\bar{Y}_1 = \bar{X}_1$ a konstant b_{02} a b_{03} v rovnicích (21).

Při hodnocení výnosových struktur ze stanovišť s rozdílnou úrovní podmínek prostředí, které se vyznačují poměrnou stabilitou (např. úroveň úrodnosti půdy), bychom mohli při použití prostých lineárních regresí pro celý soubor dat dospět ke zcela paradoxním výsledkům, které objasňuje obr. 2.



2. Regresní přímky vlivu dvou výnosových prvků ze stanovišť s rozdílnou úrovní úrodnosti půdy. Regresní přímka celého souboru dat 1 má pozitivní regresní koeficient, kdežto regresní přímky 2 a 3 mají shodný negativní regresní koeficient a liší se regresními konstantami, které vyjadřují střední hodnotu vlivu specifického prostředí při tvorbě výnosového prvku X_2 — The regression lines of the effect of two yield components from two sites with different soil capability. Regression line 1 for the whole set of data has a positive regression coefficient, whereas regression line 2 and 3 have an equal negative regression coefficient and differ in their regression constants expressing the mean value of the effect of specific environment in the formation of the X_2 yield component

Soustavu normálních rovnic pro řešení parametrů regrese musíme proto konstruovat jiným způsobem. Regresní přímky kompenzačních vztahů mezi výnosovými prvky se musí lišit různou úrovní regresní konstanty b_{02} a b_{03} , která udává průměrnou hodnotu projevu prostředí při tvorbě výnosových prvků $\bar{Y}_2$ a $\bar{Y}_3$. Předpokládáme, že hodnoty regresních koeficientů b_1 , b_2 a b_3 , které jsou odrůdovými charakteristikami kompenzace mezi výnosovými prvky, se nebudou pro danou odrůdu na různých stanovištích lišit a regresní přímky budou proto rovnoběžné. To je však třeba potvrdit statistickým testem rovnosti regresních koeficientů.

Pokud budou tyto podmínky splněny, získáme hodnoty koeficientů řešením soustavy normálních rovnic vyplývajících z minimalizace součtů čtverců

$$S_{X_2; X_1} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} [X_{2ij} - (b_{02i} + b_1 \cdot X_{1ij})]^2 \quad (23)$$

a

$$S_{X_3; X_2, X_1} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} [X_{3ij} - (b_{03i} + b_2 \cdot X_{2ij} + b_3 \cdot X_{1ij})]^2, \quad (24)$$

kde i je index stanoviště, j je index ročníku.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Ve výsledkové části jsou uvedeny optimální hodnoty výnosových struktur ozimé pšenice odrůdy 'Grana' počítané z výnosových struktur ze tří odrůdových zkušeben ÚKZÚZ (1 — Žatec, 2 — Sedlec, 3 — Chrastava) z let 1977—1980. Při výpočtech nebyla ověřována statistická průkaznost vypočtených koeficientů, protože uváděné výsledky slouží k objasnění metodiky.

V tabulce II jsou uvedeny výnosové struktury ozimé pšenice odrůdy 'Grana'. Řešením soustavy normálních rovnic vyplývajících ze vztahů (23) a (24) byly vypočteny regresní koeficienty

$$b_1 = -0,02695, \quad b_2 = -0,24899, \quad b_3 = -0,02305,$$

z nichž jsme podle (22) vypočítali hodnoty

$$a_{21} = -0,02695, \quad a_{32} = -0,24899, \quad a_{31} = -0,01634$$

a podle (6) hodnoty Y_1 , Y_2 a Y_3 . Z těchto hodnot byly počítány teoretické optimální struktury výnosových prvků podle metodiky částí B, C, D, které jsou uvedeny v tabulkách II—IV s vypočtenou teoretickou maximální hodnotou výnosu.

V případě, že Y_2 a Y_3 jsou konstantní, optimalizujeme hodnotu výnosového prvku X_1 — počet klasů na m^2 vzhledem k podmínkám tvorby počtu zrn v klasu a hmotnosti 1000 zrn. Výsledky v tabulce II ukazují, že ve všech ročnících by zvýšení počtu klasů na jednotce plochy nevedlo ke zvýšení výnosu. Například na stanovišti Sedlec v roce 1977 je optimální počet klasů o 61 klasů na m^2 nižší než dosažených 650 klasů. Naopak v Chrastavě v roce 1979 by zvýšení počtu klasů ze 408 na m^2 na optimálních 659 na m^2 vedlo ke zvýšení výnosu z 5,90 t na ha^{-1} na 6,76 t na ha. Optimální hodnoty počtu klasů se

I. Hodnota výnosu V a výnosových prvků X_1 , X_2 a X_3 a jim korespondující vypočtené hodnoty vlivu specifického prostředí tvorby výnosových prvků prosté vlivu kompenzačních vztahů mezi výnosovými prvky Y_1 , Y_2 a Y_3 — The values of yield V and of the X_1 , X_2 and X_3 yield component, and the corresponding calculated values of the effect of the specific environment of yield component formation, free of the effect of the compensation relationships between the Y_1 , Y_2 and Y_3 yield components

Stanoviště	Rok	V	$X_1 = Y_1$	X_2	Y_2	X_3	Y_3
Žatec	1977	5,25	589	18,97	34,84	46,9	65,20
	1978	8,62	572	30,63	46,04	49,2	70,01
	1979	5,61	440	26,51	38,36	48,1	64,84
	1980	8,70	656	32,59	50,27	40,7	63,93
Sedlec	1977	6,38	650	17,43	34,94	56,3	75,62
	1978	8,27	612	28,63	45,12	47,2	68,43
	1979	7,43	611	24,82	41,28	49,0	69,26
	1980	8,78	545	33,02	47,69	48,8	69,58
Chrastava	1977	4,55	562	23,00	38,14	35,2	53,88
	1978	7,85	572	29,64	45,05	46,3	66,86
	1979	5,90	408	30,38	41,37	47,6	64,57
	1980	5,94	389	36,18	46,66	42,2	60,17

II. Optimalizované hodnoty výnosových prvků X_1^o , X_2^o a X_3^o za podmínky Y_2 a Y_3 konstantní a jim odpovídající teoretický výnos V^o ve srovnání se skutečným výnosem V a původní hodnotou výnosového prvku X_1 — The optimized values of the X_1^o , X_2^o and X_3^o yield components under the condition of constant Y_3 and Y_2 , and the corresponding theoretical yield V^o in comparison with the actual yield V and with the original value of the X_1 yield component

Stanoviště	Rok	X_1^o	X_2^o	X_3^o	V^o	X_1	V
Žatec	1977	575	19,35	47,13	5,25	589	5,25
	1978	729	26,39	46,63	8,97	572	8,62
	1979	622	21,61	45,13	6,06	440	5,61
	1980	757	29,86	39,04	8,82	656	8,70
Sedlec	1977	589	19,07	57,29	6,43	650	6,38
	1978	714	25,87	45,53	8,41	612	8,27
	1979	668	23,28	48,07	7,47	611	7,43
	1980	748	27,54	45,48	9,36	545	8,78
Chrastava	1977	593	22,16	34,69	4,55	562	4,55
	1978	709	25,94	44,05	8,10	572	7,85
	1979	659	23,61	43,49	6,76	408	5,90
	1980	706	27,63	37,02	7,22	389	5,94

III. Optimalizované hodnoty výnosových prvků za podmínky Y_1 a Y_3 konstantní a jim odpovídající výnos V^o ve srovnání se skutečným výnosem V a původní hodnotou výnosového prvku X_2 — The optimized values of the yield components under the condition of constant Y_1 and Y_3 , and the corresponding yield V^o in comparison with the actual yield V and with the original value of the X_2 yield component

Stanoviště	Rok	X_1	X_2^o	X_3^o	V^o	X_2	V
Žatec	1977	589	103,66	25,81	15,75	18,97	5,25
	1978	572	114,11	28,41	18,54	30,63	8,62
	1979	440	109,84	27,35	13,21	26,51	5,61
	1980	656	98,02	24,40	15,69	32,59	8,70
Sedlec	1977	650	121,76	30,32	23,99	17,43	6,38
	1978	612	109,09	27,16	18,13	28,63	8,27
	1979	611	110,80	27,59	18,67	24,82	7,43
	1980	545	114,49	28,50	17,79	33,01	8,78
Chrastava	1977	562	82,18	20,46	9,45	23,00	4,55
	1978	572	107,79	26,84	16,54	29,64	7,85
	1979	408	110,77	27,58	12,46	30,38	5,90
	1980	389	102,82	25,60	10,24	36,18	5,94

IV. Optimalizované hodnoty výnosových prvků za podmínky Y_3 konstantní a jim odpovídající výnos V^0 ve srovnání se skutečným výnosem V a původními hodnotami výnosových prvků X_1 a X_2 — The optimized values of the yield components under the condition of constant Y_3 , and the corresponding yield V^0 in comparison with the actual yield V and with the original values of the X_1 and X_2 yield components

Stanoviště	Rok	X_1^0	X_2^0	X_3^0	V^0	X_1	X_2	V
Žatec	1977	943	87,28	21,73	17,88	589	18,97	5,25
	1978	1012	93,72	23,33	22,14	572	30,63	8,62
	1979	938	86,80	21,61	17,59	440	26,51	5,61
	1980	924	85,59	21,31	16,86	656	32,59	8,70
Sedlec	1977	1093	101,24	25,20	27,90	650	17,43	6,38
	1978	989	91,61	22,81	20,68	612	28,63	8,27
	1979	1001	92,72	23,08	21,44	611	24,82	7,43
	1980	1006	93,15	23,19	21,73	545	33,01	8,78
Chrastava	1977	779	72,13	17,96	10,09	562	23,00	4,55
	1978	967	89,51	22,28	19,28	572	29,64	7,85
	1979	934	86,44	21,52	17,36	408	30,38	5,90
	1980	870	80,55	20,05	14,05	389	36,18	5,94

pohybovaly v Žatci od 575 do 757 klasů na m^2 , v Sedlci od 589 do 748 klasů na m^2 a v Chrastavě od 593 do 709 klasů na m^2 . Vzhledem k tomu, že tyto hodnoty nejsou příliš vzdáleny od oblasti naměřených dat, v níž byly kvantifikovány koeficienty a_{21} , a_{31} a a_{32} , lze za podmínky statistické průkaznosti koeficientů považovat tyto údaje za věrohodné.

Jak ukazují výsledky v tabulce III, vede výpočet optimální struktury za podmínek Y_1 a Y_3 konstantní k příliš vysokým optimálním hodnotám výnosového prvku X_2^0 , které jsou příliš vzdáleny od oblasti naměřených dat. V této oblasti již nemusí platit uvedené zákonitosti, proto vypočtené hodnoty již ztrácejí věrohodnost, avšak ukazují nám, že zvýšení počtu zrn v klasu vede ke zvýšení výnosu i za oblastí dosahovaných hodnot počtu zrn v klase. K obdobným závěrům docházíme při optimalizaci Y_1 a Y_2 při konstantním Y_3 (tab. IV).

Rozumné výsledky však můžeme dosáhnout zavedením omezení pro hmotnost 1000 semen — hodnotu X_3 . Budeme-li např. požadovat, aby byla rovna určité hodnotě (např. 40 g), získáme toto řešení:

Kompenzační vztahy jsou popsány soustavou rovnic

$$\begin{aligned}
 X_1 &= Y_1 \\
 X_2 &= Y_2 + a_{21} \cdot Y_1 \\
 X_3 &= Y_3 + a_{32} \cdot Y_2 + a_{31} \cdot Y_1 = k
 \end{aligned}
 \tag{25}$$

Y_3 je konstantní.

Maximalizujeme funkci

$$V = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 = Y_1 \cdot (Y_2 + a_{21} \cdot Y_1) \cdot k = \max.
 \tag{26}$$

Z poslední rovnice (25) vyplývá

$$Y_2 = \frac{k - Y_3 - a_{31} \cdot Y_1}{a_{32}} \quad (27)$$

a po dosazení (27) do (26) pak

$$V = Y_1 \cdot \left(\frac{k - Y_3 - a_{31} \cdot Y_1}{a_{32}} \right) \cdot k + a_{21} \cdot Y_1^2 \cdot k. \quad (28)$$

Položíme-li $\frac{\partial V}{\partial Y_1} = 0$, získáme řešení

$$Y_1^0 = \frac{k - Y_3}{2 \cdot (a_{31} - a_{21} \cdot a_{32})} \quad \text{a} \quad Y_2^0 = \frac{k - Y_3 - a_{31} \cdot Y_1^0}{a_{32}}. \quad (29)$$

Výsledky výpočtu pro $k = 40$ jsou uvedeny v tabulce V.

V. Optimalizované hodnoty výnosových prvků za podmínek Y_3 konstantní a $X_3 = 40$ g a jim odpovídající výnos V^0 — The optimized values of the yield components under the condition of constant Y_3 and $X_3 = 40$ g, and the corresponding yield V^0

Stanoviště	Rok	X_1^0	X_2^0	X_3	V^0
Žatec	1977	547	50,60	40	11,06
	1978	651	60,27	40	15,69
	1979	539	49,89	40	10,75
	1980	519	48,07	40	9,98
Sedlec	1977	773	71,53	40	22,10
	1978	617	57,10	40	14,08
	1979	635	58,77	40	14,92
	1980	642	59,40	40	15,24
Chrastava	1977	301	27,88	40	3,35
	1978	583	53,95	40	12,57
	1979	533	49,34	40	10,51
	1980	438	40,51	40	7,09

Obdobně bychom mohli zavést i jiná omezení tak, aby vypočtené hodnoty nebyly příliš velkou extrapolací mimo oblast platnosti kvantifikace kompenzačních vztahů.

Stejný postup optimalizace výnosových prvků je možno použít na systém prvků výnosu X_1 — počet rostlin na m^2 , X_2 — počet klasů na rostlinu a X_3 — hmotnost zrna v klasu. Počet rostlin je prvek, který lze regulovat výsevkem a jeho optimalizace má značný praktický význam.

Pomocí hodnot Y_1 , Y_2 a Y_3 , které představují hodnotu fenotypového projevu specifického prostředí při tvorbě výnosového prvku, lze přesněji kvantifikovat vlivy prostředí na tvorbu výnosových prvků a objektivněji posoudit jejich vliv na tvorbu výnosu včetně vlivu agrotechnických opatření, protože tyto hodnoty jsou prosté vlivu kompenzačních vztahů mezi výnosovými prvky.

- GRAFIUS, J. E.: Stress: A necessary ingredient of genotype by environment interactions. In: *Barley Genetics II*. Wash. State Univ. Press, 1969, s. 346-355.
- GRAFIUS, J. E. — THOMAS, R. L.: The case of indirect genetics control of sequential traits and the strategy of deployment of environmental resources by the plant. *Heredity*, 26, 1971, s. 433-442.
- PETR, J.: Některá hlediska tvorby výnosu obilovin. *Genetika a šlechtění. Příloha*, 7, 1971, 1, s. 1-12.
- RAO, C. R.: Advanced statistical methods in biometric research. John Wiley and Sons, New York, 1952, s. 390.
- THOMAS, R. L. — GRAFIUS, J. E. — HAHN, S. K.: Transformation of sequential quantitative characters. *Heredity*, 26, 1971, s. 189-193.

Došlo dne 15. 7. 1982

ГНИЛИЦА, П. — ПЕТР, Й. — ШМИДТ, Я. (Сельскохозяйственный институт, Прага; Центральный контрольно-испытательный сельскохозяйственный институт, Прага): Изучение оптимального уровня элементов урожая зерновых. *Rostl. Výr.*, 30, 1984 (10) : 1033-1042.

Был разработан максимизированный метод оптимизации элементов урожая зерновых на основе линейного описания компенсационных соотношений между элементами урожая в посеве и мультипликативными структурами урожая. Была предложена модификация метода наименьших квадратов для квантификации компенсационных отношений между элементами урожая с применением временных рядов структур урожаев из большого числа мест произрастания, отличающихся разным уровнем плодородия почвы.

программирование урожаев; зерновые; компенсация элементов урожая; оптимизация структуры урожая

HNILICA, P. — PETR, J. — SCHMIDT, J. (University of Agriculture, Praha; Central Control and Testing Institute for Agriculture, Praha): *Study on the Optimum Level of Yield Components in Cereals*. *Rostl. Výr.*, 30, 1984 (10) : 1033-1042.

A method was worked out for the optimization of yield components in cereals on the basis of a linear description of the compensation relationships between the yield components in a stand and a multiplicative structure of the yield which is maximized. A modification of the least-squares method was proposed for the quantification of the compensation relationships between yield components with the use of the time series of yield structures from several sites with different capability.

yield programming; cereals; compensation of yield components; optimization of yield structure

Adresy autorů:

- Ing. Pavel Hnilica, CSc., doc. ing. Jiří Petr, CSc., Vysoká škola zemědělská, 165 00 Praha 6 - Suchbát
- Ing. Jan Schmidt, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Ve Smečkách, 110 00 Praha 1

STANOVENÍ OPTIMÁLNÍ DYNAMIKY TVORBY VÝNOSU OZIMÉ PŠENICE

V. Burda, J. Lipavský, J. Leština

BURDA, V. — LIPA VSKÝ, J. — LEŠTINA, J. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně): *Stanovení optimální dynamiky tvorby výnosu ozimé pšenice*. Rostl. Výr., 30, 1984 (10) : 1043-1048.

Dynamika tvorby výnosu ozimé pšenice byla studována na modelu založeném na tzv. ekologickém schématu jeho struktury. Korelační a regresní analýzou souboru dat ze 4800 pokusných parcel ozimé pšenice získaných ve třech pokusných letech na čtyřech ekologicky odlišných stanovištích byly zjištěny statistické odhady potřebného počtu zrn ve sklizni na 1 m² ozimé pšenice a jejich hmotnosti při výnosech 5–9 t na ha. Pro možnost odvození strategie tvorby potřebného počtu zrn byly stanoveny pro jednotlivá stanoviště statistické odhady závislosti řady: počet zrn na ploše — počet klasů — počet přezimovaných rostlin — počet vzešlých rostlin — počet vysetých semen. Největší diferenciace podle ekologických podmínek byla zjištěna u vztahu vysetých semen a vzešlých rostlin, nejmenší u vztahu mezi počtem vzešlých a přezimovaných rostlin. Lišil se vliv počtu klasů a zrn v klase na počet zrn na ploše i poměr vlivu zrn na ploše a hmotnosti zrn na výnos. Výsledky jsou uvedeny v grafech, kde lze vyčíst střední hodnoty znaků postupného formování výnosu.

programování výnosů; ozimá pšenice; tvorba výnosu; ekologické podmínky

Ekologické podmínky stanoviště se v průběhu vegetačního období uplatňují v interakci s genotypy populace plodiny jako zdroj značné disperze fenotypových projevů. To se odráží v různé dynamice růstu a vývoje jak na odlišných stanovištích, tak i v různých ročnících. Řada autorů upozorňuje na tuto skutečnost i z hlediska potřeby šlechtění odrůd, jejichž vegetační rytmus by odpovídal ekologickým podmínkám pěstitelské oblasti (Vrkoč, 1976 aj.). Výsledkem sladění potřeb odrůd a vývoje ekologických podmínek stanoviště je nejen různá výše dosažovaných výnosů, ale i jejich různá struktura (Vrkoč, 1977; Burda, Lipavský, Pokorný, 1981). Správně zaměřená agrotechnika a hnojení musí nutně směřovat k dosažení struktury výnosu optimální pro vysoký výnos v daných podmínkách.

Burda, Lipavský a Pokorný (1981) předložili model, jehož uplatnění vyžaduje nejen znalost vazeb mezi prvky v systému, ale též znalost optimální dynamiky výnosové tvorby, obecně morfologicky popisované v práci Petr, Černý, Hruška et al. (1980). Cílem předkládané práce je přispět k vymezení vztahů při postupném formování porostu ozimé pšenice a výnosových prvků v závislosti na ekologických podmínkách stanoviště.

MATERIÁL A METODY

Polní pokusy s ozimou pšenicí byly konány v letech 1977—1979 na čtyřech pokusných stanicích VÚRV, jejichž charakteristika je uvedena v tab. I.

I. Charakteristika pokusných stanovišť — Characteristics of the test sites

Charakteristika	Stanice			
	Pohořelice	Hněvčeves	Třebíč - - Střítež	Tachov - - Pernolec
Okres	Břeclav	Hradec Králové	Třebíč	Tachov
Výrobní typ	kukuřičný	řepařský	bramborářský	bramborářský
Číslo seskupení BPEJ	1	7	9	10
Půdní druh	jh	jh — hj	ph	hp
Půdní typ	ČM	HM _i	HM _i	HP
Nadmoř. výška m	204	265	470	530
Dlouhodobý průměr roč. srážek mm	478	602	563	646
teplot °C	9,2	7,8	6,9	7,3
Půdní reakce	N — Z	N	SK — N	K
Zásoba P v půdě	S — D	S — D	S — D	M — S
Zásoba K v půdě	S — D	M — D	M — S	S

Půdní druhy: hj — hlinitojílovitá, jh — jílovitohlinitá, ph — písčitohlinitá, hp — hlinitopísčitá.

Půdní typy: ČM — černozem, HM_i — hnědozem illimerizovaná, HP — hnědá půda.

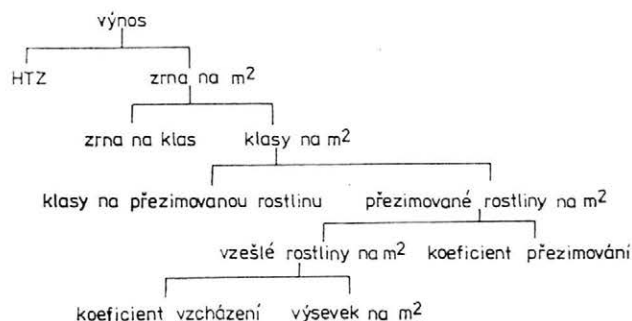
Reakce: K — kyselá, SK — slabě kyselá, N — neutrální, Z — zásaditá.

Zásoba živin: M — malá, S — střední, D — dobrá.

Soubor dat byl sestaven z výsledků všech pokusů konaných s ozimou pšenicí na příslušných stanovištích v uvedených letech.

V analýze bylo použito zjednodušené schéma tvorby výnosu (obr. 1) založené na ekologickém schématu struktury výnosu (Foltýn, Škorpík, 1973) a na modelu uvedeném v práci Burda, Lipavský, Pokorný (1981).

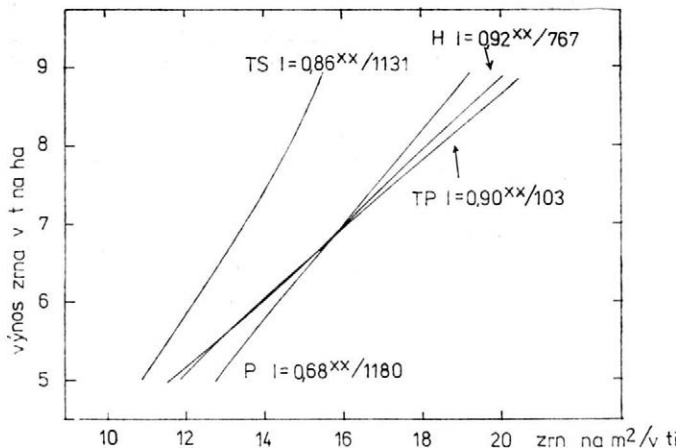
Z dat v souboru byla vypočtena postupně regrese úrovně každého prvku na úrovni jednoho nebo obou prvků umístěných ve schématu (obr. 1) nejbližše níže. Bylo použito kvadratických funkcí. Těsnost závislosti byla vyjádřena indexy korelace, testovanými na významnost od nuly. Průběh vypočtených funkcí byl znázorněn graficky. Z graficky vyjádřených vztahů lze vyčíst střední úrovně postupně tvořených znaků porostu.



1. Schéma tvorby výnosu —
A scheme of yield formation

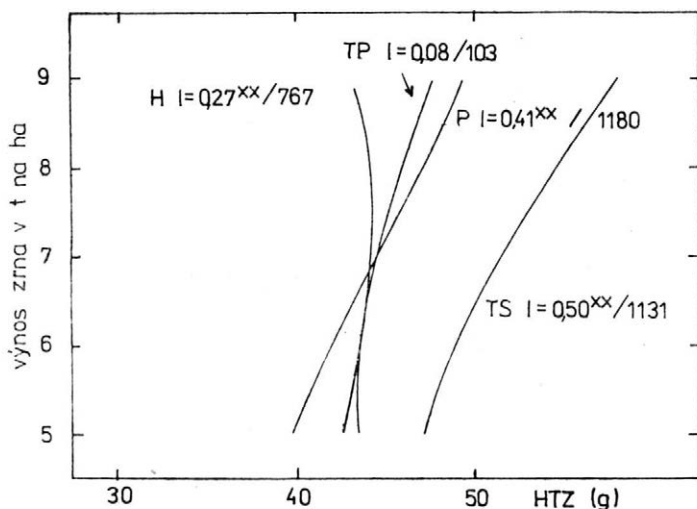
VÝSLEDKY A DISKUSE

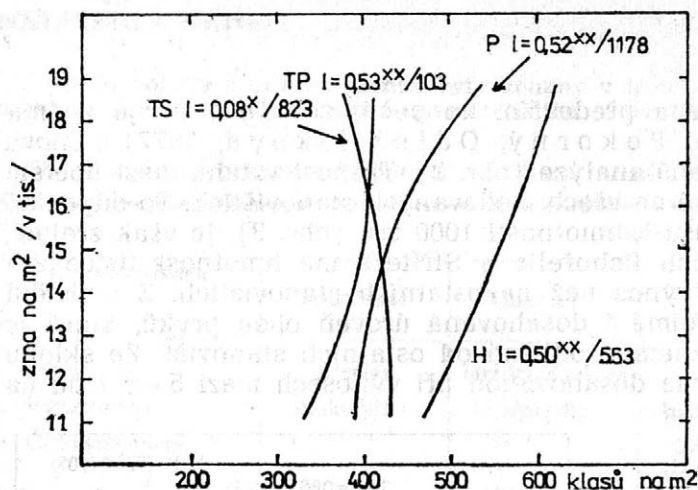
Závislost výnosu zrna především na počtu zrn na 1 m^2 je známa (Nátr, 1973; Burda, Pokorný, Odložilíková, 1977) a znovu se prokázala v předložené analýze (obr. 2). Těsnost vztahu mezi počtem zrn a výnosem je vysoká na všech sledovaných stanovištích. To odpovídá volnějším vztahům výnosu k hmotnosti 1000 zrn (obr. 3). Je však zřejmé, že v sušších podmínkách Pohořelice a Stříteže má hmotnost tisíce zrn větší vliv na konečný výnos než na ostatních stanovištích. Z umístění křivek v grafech je zřejmá i dosahovaná úroveň obou prvků, která je zejména ve Stříteži významně odlišná od ostatních stanovišť. Ze sklonu křivek pro hmotnost zrna dosahovanou při výnosech mezi 5–9 t na ha (obr. 3) je též vidět, že nejmenší význam při kolísání výnosu mají změny hmotnosti zrna v Tachově a Hněvčevsi, což jsou povětrnostně vyrovnanější stanoviště. Uvedené vztahy umožňují stanovit požadavek na poměr HTZ a počtu zrn na 1 m^2 pro uvedenou rozpětí výnosové úrovně, odlišné zejména pro oblast charakterizovanou podmínkami Třebíče.



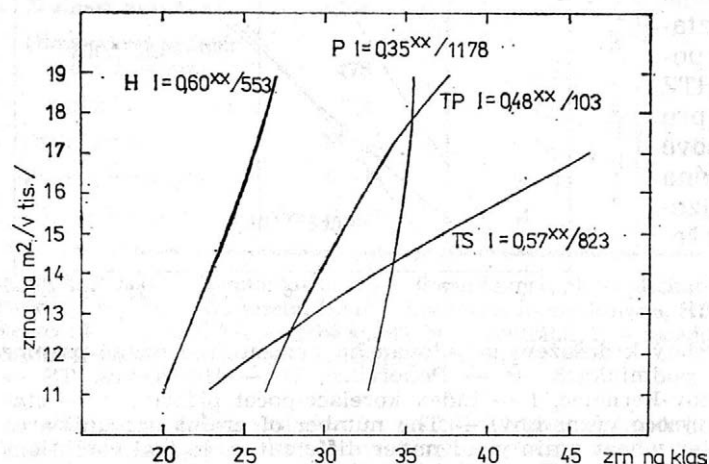
2. Počet zrn na ploše potřebný k dosažení požadovaného výnosu zrna ozimé pšenice v odlišných ekologických podmínkách (P — Pohořelice, H — Hněvčevs, TS — Třebíč-Střítež, TP — Tachov-Pernolec, I — index korelace/počet případů, x — statisticky významný, xx — vysoce významný) — The number of grains per unit area to reach the required winter wheat grain yield under different ecological conditions (P — Pohořelice, H — Hněvčevs, TS — Třebíč-Střítež, TP — Tachov-Pernolec, I — correlation index/number of cases, x — statistically significant, xx — highly significant)

3. Hmotnost 1000 zrn potřebná k dosažení požadovaného výnosu ozimé pšenice v různých ekologických podmínkách — The 1000-grain weight to reach the required winter wheat yield under different ecological conditions

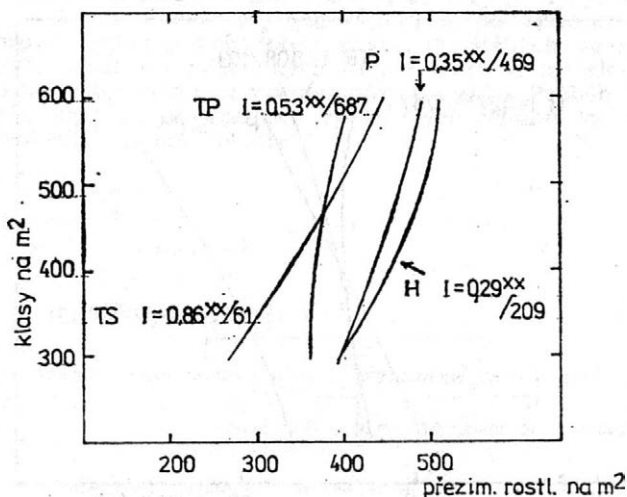




4. Počet klasů potřebný k dosažení požadovaného počtu zrn na ploše u ozimé pšenice — The number of ears to reach the required number of grains per unit area in winter wheat



5. Počet zrn v klasu potřebný k dosažení požadovaného počtu zrn na ploše u ozimé pšenice — The number of grains per ear to reach the required number of grains per unit area in winter wheat

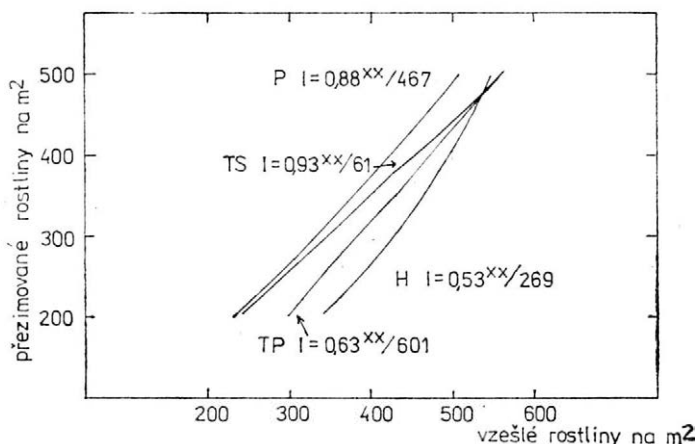


6. Počet přezimovaných rostlin potřebný k dosažení požadovaného počtu klasů u ozimé pšenice — The number of wintered plants to reach the required number of ears in winter wheat

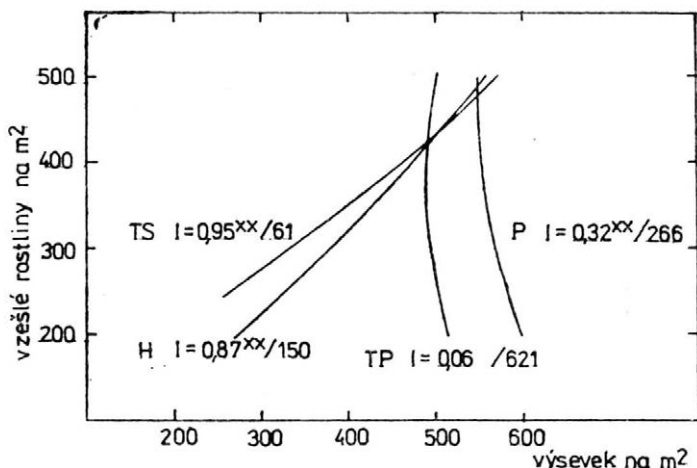
Strategie dosažení požadovaného počtu zrn na ploše se opět v různých ekologických podmínkách odlišuje. Vysoce významný vztah hustoty klasů a počtu zrn na ploše (obr. 4) je v Tachově, Pohořelicích a Hněvčevsi na přibližně stejné úrovni. Přibližně stejně významný je na těchto stanovištích i počet zrn v klase (obr. 5). Nejpodstatněji se opět odlišuje tvorba počtu zrn v Třebíči, kde vliv hustoty klasů je nejen vyjádřen s nejmenší těsností, ale sklon regresní křivky ukazuje, že počet zrn v rozpětí 11 000 až 15 000 na 1 m² byl dosažen při zhruba stejném počtu klasů (500—530 na m²). Pozoruhodný je velký vliv zvyšování jinak nízkého počtu zrn v klase v řepařské oblasti Hněvčevse, kde jsou porosty zřetelně hustší než na ostatních stanovištích.

O počtu klasů — a pro velkou závislost mezi hustotou klasů a počtem zrn v klase i o tomto prvku — rozhoduje počet přezimovaných rostlin a koeficient jejich produktivního odnožování. Obr. 6 znázorňuje průběh závislosti počtu klasů na počtu přezimovaných rostlin. Ten se projevuje tím významněji, čím je průměrná hustota porostu na jaře menší. Ta však závisí především na podmínkách vzcházení (obr. 8) a přezimování porostu (obr. 7). Z grafů je patrné, že podmínky vzcházení jsou na různých stanovištích podstatně odlišnější než podmínky přezimování. Důvodem je pravděpodobně více faktorů, které vzcházení ovlivňují, a to

7. Počet vzešlých rostlin potřebný k dosažení požadovaného počtu přezimovaných rostlin u ozimé pšenice — The number of emerged plants to reach the required number of wintered plants in winter wheat



8. Výsevek potřebný k dosažení požadovaného počtu vzešlých rostlin u ozimé pšenice — The sowing rate to reach the required number of emerged plants in winter wheat



druh a vlhkost půdy, doba setí, teploty atd. (Petr, Černý, Hruška et al., 1980 aj.). Naproti tomu přezimování je ovlivněno převážně průběhem zimní povětrnosti, který bývá na velkém území podobný.

Získané výsledky bude nutno dále propracovat s ohledem na odrůdy, předplodiny atd. I v této fázi je však možno vyvodit, že ekologické podmínky značně modifikují představu optimálního vývoje porostu. Je k nim proto třeba přihlížet při formulování strategie řízení tvorby výnosu.

Z grafů zpětně (od výnosu k výsevu) lze vyčíst úroveň znaků porostu pro určitý výnos. Pro praktické použití je nutno křivky středních hodnot nahradit křivkami mezí intervalů, v nichž se hodnoty pohybují. Vzniklé pásy budou vyjadřovat zároveň těsnost závislostí.

Literatura

- BURDA, V. — LIPAŤSKÝ, J. — POKORNÝ, V.: Applicability of the System Concept of Yield Formation in the Optimisation of Fertilizing of Cereals. Vědecké práce VÚRV, Praha - Ruzyně, 1981, č. 21, s. 111-121.
- BURDA, V. — POKORNÝ, V. — ODLOŽILÍKOVÁ, M.: Vliv ekologických podmínek a dusíkatého hnojení na výnosy zrna ozimé pšenice. In: Produkce biomasy a tvorba výnosů polních plodin. Praha, ČVTS, 1, 1977, 2. část, s. 48-51.
- FOLTÝN, J.: Struktura sklizně obilovin a zvyšování výnosů. Rostl. Výr., 7, 1961, č. 2, s. 259-262.
- FOLTÝN, J. — ŠKORPÍK, M.: Struktura výnosu zrna pšenice z hlediska ekologického a šlechtitelského. Sb. ÚVTIZ - Genetika a šlechtění, 9, 1973, č. 1, s. 121-126.
- NÁTR, L.: Tvorba a distribuce asimilátů do zrna u intenzivních typů obilovin v závislosti na minerální výživě. [Závěrečná zpráva.] Kroměříž, VŠÚOb, 1973.
- PETR, J. — ČERNÝ, V. — HRUŠKA, L. et al.: Tvorba výnosu hlavních polních plodin. Praha, SZN, 1980.
- VRKOČ, F.: K ideotypu pšenice. In: Ideotypy pšenice, ječmene a kukuřice do roku 2000. Sborník ČAZ, Praha, 1976, s. 77-83.
- VRKOČ, F.: Modelování tvorby a struktury výnosů intenzivních odrůd pšenice a jarního ječmene. [Závěrečná zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1977.

Došlo dne 16. 5. 1984

BURDA, V. — LIPAŤSKÝ, J. — LEŠTINA, J. (Research Institute of Crop Production, Praha - Ruzyně): *Determination of the Optimum Dynamics of the Formation of Winter Wheat Yield*. Rostl. Výr., 30, 1984 (10): 1043-1048.

The yield formation dynamics of winter wheat was studied on a model based on the so called ecological scheme of yield structure. The set of data obtained from 4800 test plots of winter wheat at four ecologically different localities in three test years were subjected to correlation and regression analyses to get statistical estimates of the number of grains harvested from 1 square metre under winter wheat and estimates of their weight at yields from 5 to 9 tons per ha. In order to formulate the strategy of the formation of the desired number of grains, statistical estimates of relationships for the following series were determined for each locality: number of grains per unit area — number of ears — number of wintered plants — number of emerged plants — number of sown seeds. The greatest differentiation was obtained for the relationship between the sowing rate and emerged plants, and the lowest for the relationship between the number of emerged plants and that of wintered plants. There were differences in the effect of the number of ears and grains per ear upon the number of grains per unit area and in the ratio of the effect of grains per unit area to that of grain weight, as exerted on yield. The results are presented in diagrams where the mean values of the traits of gradual yield formation can be read.

yield programming; winter wheat; yield formation; ecological conditions

Adresa autorů:

Ing. Vladislav Burda, CSc., Jan Lipavský, prom. biol., ing. Jan Leština, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

POTENCIÁLNÍ A REÁLNÁ PRODUKTIVNOST KLASU ŽITA OZIMÉHO (*SECALE CEREALE* L.)

J. Petr, D. Hradecká, V. Hodan, J. Bubnová

PETR, J. — HRADECKÁ, D. — HODAN, V. — BUBNOVÁ, J. (Vysoká škola zemědělská, Praha): *Potenciální a reálná produktivnost klasu žita ozimého (Secale cereale L.)*. Rostl. Výr., 30, 1984 (10) : 1049-1057.

V tříletých pokusech byla sledována tvorba a redukce klásků a kvítků v klasech na všech stéblech rostliny u odrůd 'Danae', 'Kustro', 'Daňkovské nové' a 'Breno'. Na jedné rostlině bylo v našich pokusech založeno 100 klásků a přes 200 kvítků, což představuje potenciální produktivnost rostlin. Počet generativních orgánů se do sklizně podstatně sníží, v závislosti na počasí, výživě a hustotě porostu. Ze založeného počtu klásků se redukuje 20 až 30 %, z maximálního počtu kvítků činí redukce asi 36 až 46 %. U odrůdy 'Kustro' byla redukce menší. Snížení počtu kvítků je menší u řídkých porostů. U hlavního stébla je redukce nejmenší, u pozdních odnoží největší, což může záležet na mohutnosti stébla, jeho sušíně, zejména horního internodia. Reálná produktivnost, tj. počet zrn z maximálního počtu založených kvítků, činí 34 až 64 % při nižším výsevu, 20 až 26 % při vyšším výsevu; při velmi řídkém porostu 52 až 65 %. Svědčí to o vysoké kompenzační schopnosti žita, která podmiňuje i velkou tolerantnost k rozdílným (horším) ekologickým podmínkám.

žito ozimé; výnos; generativní orgány; produktivnost potenciální a reálná; hustota porostů

Postavení žita v československém obilnářství není již dominantní jako v první polovině 20. století. Přesto vzhledem k jeho tolerantnosti k horším ekologickým podmínkám je významným druhem v horských a podhorských polohách a na písčitých půdách. Pro rychlý jarní vývin je používáno i na zelenou pěst. Proti ozimé pšenici má některé zvláštnosti v tvorbě výnosu. Dynamiku odnožování, tvorbu a redukci odnoží, jejich zastoupení a podíl na výnose jsme uvedli v práci Petr a kol. (1984). V této části studujeme tvorbu a redukci generativních orgánů včetně potenciální a reálné produktivity klasu žita ozimého (*Secale cereale* L.).

MATERIÁL A METODY

Pokusy byly založeny v bramborářsko-ovesném výrobním typu v nadmořské výšce 647 m. Půdy zde tvoří podzol a jsou hlinitopísčité. Průběh počasí je uveden v tabulce I.

Ke sledování tvorby a redukce klásků a kvítků v klasu byly odebrány rostliny z pokusů odrůdové zkušebny ÚKZÚZ Krásné Údolí, okres Karlovy Vary. V prvních dvou letech (1972—1973 a 1973—1974) byly sledovány odrůdy 'Kustro' a 'Danae' v prvním roce při výsevu 5 mil. klíčivých obiliek na 1 ha a v druhém roce při vý-

I. Průběh počasí v pokusných letech — The pattern of weather in the test years

Měsíc	Průměrná měsíční teplota °C				Měsíční úhrn srážek v mm			
	normál	1972-73	1973-74	1979-80	normál	1972-73	1973-74	1979-80
10.	6,4	3,7	4,6	4,6	45	17,1	65,2	18,0
11.	1,1	1,8	0,0	1,1	43	42,9	37,1	52,4
12.	-2,3	-2,9	-3,4	1,3	45	6,7	50,7	83,4
1.	-3,5	-3,1	-0,1	-6,0	40	17,2	34,8	44,3
2.	-2,3	-1,9	0,4	-0,4	38	36,6	40,9	36,4
3.	-1,1	1,3	4,0	0,6	37	13,0	25,8	31,4
4.	5,6	2,9	5,9	3,5	45	51,2	14,9	65,3
5.	11,1	10,6	9,1	8,2	58	34,8	73,8	31,3
6.	14,1	14,2	12,3	12,9	65	71,0	88,0	76,7
7.	15,8	15,0	13,1	13,2	76	63,0	54,3	113,9
8.	14,9	15,7	15,6	14,4	67	3,5	89,5	52,2
9.	11,6	11,0	11,3	11,1	46	6,1	49,1	31,7
Průměr - úhrn	6,2	5,7	6,0	5,1	605	361,1	614,1	637,2

sevu 3 a 5 mil. obílek na 1 ha. V roce 1979—1980 byly sledovány kromě odrůdy 'Kustro' i nové odrůdy 'Daňkovské nové' a 'Breno'. Přehled agrotechniky pokusů a podmínek je uveden v tabulce II.

K zachycení průběhu vývoje a vývojové různorodosti odnoží jsme sledovali organogenezi vegetačního vrcholu podle stupnice Kupermanové (Petr, 1983). Od třetí etapy organogeneze jsme podrobně sledovali zakládání kláskových a kvít-

II. Přehled agrotechniky pokusů — Cultural practices used in the trials

Rok	Předplodina	Základní hnojení v kg	Datum seti	Výsev mil. zrn na ha	Přihnojení
1972-73	hořčice na zelené hnojení	N — 20 P — 76 K — 76 Ca — 420	10. 10. 1972	5	N — 35 kg 5. 4. 1973
1973-74	jarní ječmen	N — 20 P — před- zásobně K — 76 Ca — 1480	12. 10. 1973	3 5	N — 40 kg 9. 4. 1974
1979-80	jetel	N — 53 P — 72,5 K — 128,6	5. 10. 1979	3	N — 20 kg 14. 4. 1980

kových hrbolků, jejich diferenciaci a případnou redukci až po konečný počet zrn v klasu. Tato pozorování jsme konali na 10 průměrných rostlinách z porostu v pravidelných intervalech, a to jak na hlavním stéble, tak na jednotlivých odnožích. Také hmotnost zrn jsme sledovali zvlášť na hlavním stéble a jednotlivých odnožích.

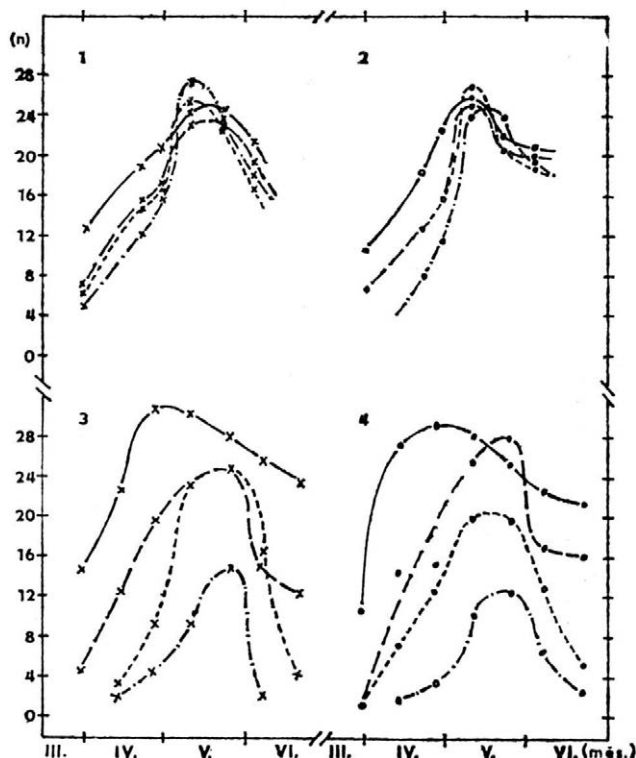
VÝSLEDKY

TVORBA A REDUKCE KLÁSKŮ

V prvním roce (1973) vrcholí tvorba klásků v první dekádě května a je u všech založených stébel vyrovnaná. V druhém roce (1974), kdy porosty vzešly na jaře, předbíhá tvorba klásků hlavního stébla před první a druhou odnoží a maximální počet klásků je na 1 m² založen již v dubnu. U odrůdy 'Kustro' je tato dynamika u různě vyvinutých odnoží zvláště rozdílná (graf na obr. 1).

Maximální počet založených klásků na jedné rostlině se v prvním roce pohybuje okolo 100 ('Danae' 100,9 a 'Kustro' 101,2). Do sklizně se jejich počet snížil na 70 ('Danae' 71,9 a 'Kustro' 70,0), takže se redukce pohybovala okolo 30 % ('Danae' 28,8 a 'Kustro' 30,9 %). Redukce na hlavním stéble je nejmenší a na třetí odnoži největší (i přes 70 %). V druhém roce bylo celkově dosaženo menšího maximálního počtu klásků ('Danae' 95,7 a 'Kustro' 90,0). Redukce jejich počtu na celé rostlině činí u 'Danae' 23 % při výsevu 3 mil. zrn a 31,2 % při výsevu 5 mil. zrn na ha. U odrůdy 'Kustro' byla redukce podstatně nižší (15 % při 3 mil. a 13 % při 5 mil. zrn na ha).

1. Počet klásků (n) v klasu hlavního stébla a jednotlivých odnoží na 1 rostlině: 1. 'Danae' 1973, 2. 'Kustro' 1973, 3. 'Danae' 1974, 4. 'Kustro' 1974. (Plná čára hlavní stéblo, dlouze čárkovaná první odnož, krátce čárkovaná druhá odnož, čerchovaná třetí odnož.) — The number of spikelets (n) in the ear of the main stem and tillers in one plant: 1. 'Danae' 1973, 2. 'Kustro' 1973, 3. 'Danae' 1974, 4. 'Kustro' 1974. (Solid line — main stem, long-dashed line — first tiller, short-dashed line — second tiller, dot-and-dash line — third tiller)



Nepotvrdilo se, že nejmenší redukce je u hlavního stébela a s pozdností odnoží stoupá. U odrůdy 'Danae' byla redukce u hlavního stébela 32,3 % u výsevu 3 mil. a 36,9 % při výsevu 5 mil. zrn na ha, u první odnože byla redukce 30,4 % při 3 mil. zrn a 35,2 % při 5 mil. zrn na ha. U druhé odnože 25,6 % a 36,4 %. Při vyšším výsevu byla u této odrůdy redukce vyšší. U odrůdy 'Kustro' se tato zákonitost nepotvrdila. U druhé a pozdějších odnoží se od doby dosažení maximálního počtu klásků ještě některé z nich vyvinuly do sklizně.

TVORBA A REDUKCE KVÍTKŮ

V prvním roce (1973) vrcholila tvorba kvítků u odrůdy 'Kustro' 9. 5. a na jedné rostlině byly založeny 204 kvítky. U odrůdy 'Danae' bylo až 20. 5. založeno průměrně 189,2 kvítků. Do metání došlo k redukci, která u obou odrůd činí asi 20 %.

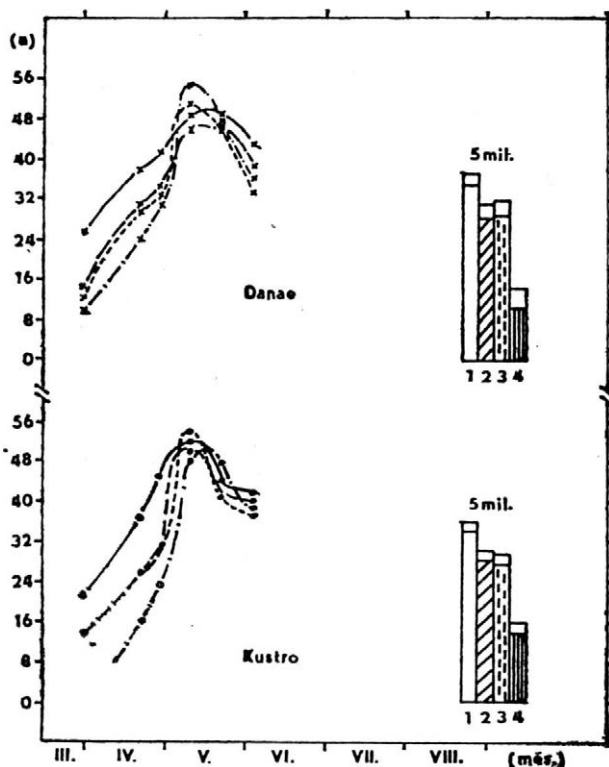
V druhém roce (1974) byla do metání redukce poněkud vyšší, okolo 29 %. Vždy však její procento bylo nejmenší u hlavních stébel a většinou stoupalo s pozdností odnože. Redukce počtu kvítků do sklizně činila u odrůdy 'Danae' až 41,8 % a u 'Kustro' až 45,7 %. Na rozdíl od průběhu redukce počtu klásků je u kvítků zcela zřejmá stoupající redukce od hlavního stébela k pozdním odnožím. U hlavního stébela odrůdy 'Da-

III. Počet kvítků v klasu (1973 a 1974) — Floret number (1973 and 1974)

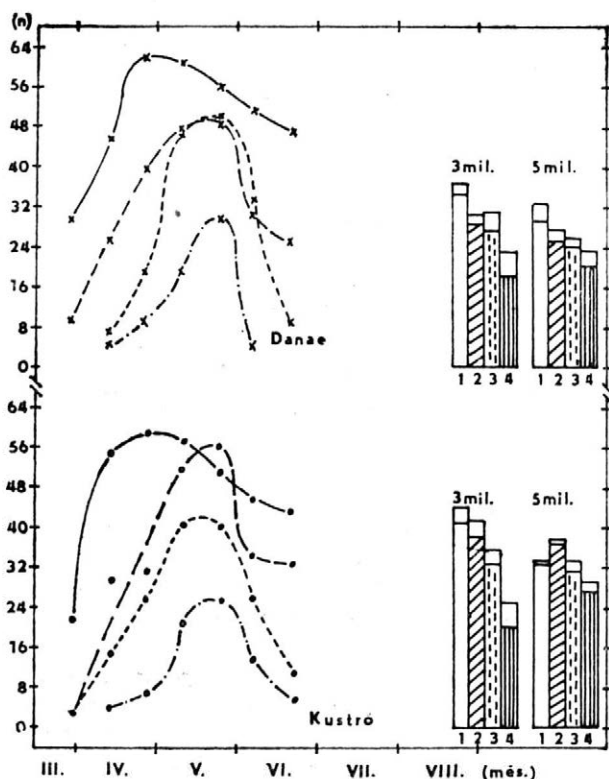
Datum	Danae				Kustro			
	hlavní stéblo	1. odnož	2. odnož	3. odnož	hlavní stéblo	1. odnož	2. odnož	3. odnož
28. 4. 73	41,2	34,2	32,4	31,2	44,8	35,2	35,2	23,2
9. 5. 73	48,4	46,0	50,8	54,8	51,6	50,8	53,6	48,0
20. 5. 73	48,8	46,4	46,0	48,0	44,0	40,8	40,8	48,0
2. 6. 73	43,2	38,4	33,2	36,0	45,6	40,0	41,8	38,8
Sklizeň	36,2	30,7	30,9	14,3	35,8	30,0	29,2	15,8
Počet zrn	34,9	28,2	28,3	10,7	34,3	28,3	27,8	13,3
HTS (g)	35,2	32,3	30,8	25,0	33,4	29,3	28,8	24,8
24. 4. 74	61,4	37,2	18,4	8,4	49,2	30,8	25,6	6,8
10. 5. 74	57,6	47,2	46,8	18,8	56,4	51,2	39,6	20,4
24. 5. 74	56,0	49,6	49,6	30,0	54,8	51,2	39,6	25,2
7. 6. 74	51,2	30,4	32,8	18,8	45,2	34,0	29,6	14,8
Sklizeň	32,4	27,2	25,5	23,3 ⁺)	33,9	38,1	33,6	29,4 ⁺)
Počet zrn	30,8	25,0	23,5	20,9 ⁺)	33,1	36,2	31,4	27,2 ⁺)
HTS 3 mil.	39,7	36,1	35,4	33,9	35,7	34,4	32,4	32,1
5 mil. (g)	34,6	34,6	33,6	32,8	31,8	32,7	32,1	28,0

⁺) = jsou zahrnuty i ostatní odnože

2. Průběh tvorby a redukce počtu kvítků (n) v klasu hlavního stébla a jednotlivých odnoží při výsevu 5 mil. (Dlouze čárkovaná první odnož /2/, plná čára hlavní stéblo /1/, krátce čárkovaná druhá odnož /3/, čerchované třetí odnož /4/. Sloupce — počet kvítků při sklizni. Horní část sloupců vyjadřuje počet sterilních kvítků.) — The pattern of the formation and reduction in the number of florets (n) in the ear of the main stem and tillers at a sowing rate of 5 million (long-dashed line — first tiller /2/, solid line — main stem /1/, short-dashed line — second tiller /3/, dash-and-dot line — third tiller /4/. Columns — the number of florets at harvest. The upper part of columns stands for the number of sterile florets)



3. Průběh tvorby a redukce počtu kvítků (n) v klasu hlavního stébla a jednotlivých odnoží a počet zrn při sklizni v roce 1974. (Plná čára /1/ hlavní stéblo, dlouze čárkovaná /2/ první odnož, krátce čárkovaná /3/ druhá odnož, a čerchované třetí odnož, a ostatní odnože /4/. Sloupce počet kvítků při sklizni. Horní část sloupců vyjadřuje počet sterilních kvítků.) — The pattern of the formation and reduction in the number of florets (n) in the ear of the main stem and tillers and the number of grains at the 1974 harvest. (Solid line — main stem /1/, long-dashed line — first tiller /2/, short-dashed line — second tiller /3/, dash-and-dot line — remaining tillers /4/. Columns — the number of florets at harvest. The upper part of columns stands for the number of sterile florets)



Odrůda	Hlavní stéblo	První odnož	Druhá odnož	Ostatní odnože	Průměrný počet zrn	HTS v g
Daňkovské nové						
19. 5. 1980	29,2	30,9	42,3	41,4		
26. 5. 1980	35,8	36,7	42,9	47,5		
3. 6. 1980	31,2	32,3	44,3	42,1	35,4	37,2
Kustro						
19. 5. 1980	32,3	37,3	39,3	41,4		
26. 5. 1980	39,4	45,3	46,8	47,5		
3. 6. 1980	33,2	41,4	44,3	42,1	33,3	36,8
Breno						
19. 5. 1980	33,5	36,2	37,5	39,5		
26. 5. 1980	40,5	43,3	46,0	46,2		
3. 6. 1980	37,5	39,8	40,9	41,8	35,3	36,5

nae' činila kolem 25,4 %, u první odnože 33,9 %, u druhé 39,7 % a u třetí 74 %. U odrůdy 'Kustro' byla redukce na hlavním stéble 30,7 %, na první odnoži 41,0 %, na druhé 45,6 % a na třetí 67,1 % (tabulka III, graf 2). V druhém roce byl při nižším výsevu založen na jedné rostlině vyšší počet kvítků (u odrůdy 'Danae' o 13 a u 'Kustro' o 9).

U odrůdy 'Danae' činila redukce kvítků od maximálního počtu do sklizně na celé rostlině 34,5 % při 3 mil. zrn na ha a 41,5 % při výsevu 5 mil. zrn na ha, u odrůdy 'Kustro' 16,7 % při 3 mil. a 23 % při 5 mil. zrn na ha, což opět ukazuje, že při nižším výsevu je redukce menší. U odrůdy 'Kustro' byla redukce kvítků do sklizně podstatně menší. To se potvrzuje i u jednotlivých stébel, kdy v porostech s výsevem 5 mil. na ha byla u hlavního stébla a prvních dvou odnoží redukce větší než u stébel z porostů s výsevem 3 mil. zrn na ha (graf na obr. 3).

Procento plodnosti kvítků v době sklizně činilo u odrůdy 'Danae' v prvním roce 91 % a u 'Kustro' 93,6 %, v druhém roce u odrůdy 'Danae' při 3 mil. zrn na ha 89,6 % a při 5 mil. 92,4 %. U odrůdy 'Kustro' při 3 mil. činilo 90,1 % a při 5 mil. 94,7 %. U obou odrůd byla plodnost kvítků při vyšším výsevu poněkud vyšší.

V třetím roce (1980) byla zákonitost tvorby kvítků podobná, ale maximální počet byl zjištěn až 26. 5. Je pozoruhodné, že příznivější podmínky pro tvorbu kvítků měly pozdnější odnože, druhá a další (tabulka IV).

Když srovnáme maximální počet založených kvítků a skutečný počet zrn na 1 m² v době sklizně, můžeme z daných výsledků ještě posoudit potenciální a reálnou produktivnost porostů (tabulka V). Ta činila u 'Danae' v roce 1973 z maximálního počtu kvítků, představujících potenciální produktivní schopnost porostu 24,4 %; u odrůdy 'Kustro' 23,5 %. V roce 1974 byla u odrůdy 'Kustro' při 3 mil. zrn na ha 46,5 % a při 5 mil. zrn 26,6 %, u 'Danae' 3 mil. 34,5 % a při 5 mil. zrn na ha

Odrůda	Ročník	Výsevek mil. zrn na ha	Maximální počet založe- ných kvítků	Počet zrn v době sklízňe	Reálná pro- duktivnost %
Danae	1973	5	74 166	18 078	24,4
Kustro	1973	5	84 456	19 873	23,5
Danae	1974	3	41 995	14 511	34,5
		5	72 150	17 889	24,8
Kustro	1974	3	36 792	17 125	46,5
		5	66 926	17 491	26,6
Daňkovské nové	1980	3	28 021	14 491	51,7
Kustro	1980	3	23 449	15 185	64,7
Breno	1980	3	28 160	15 822	56,2

20,6 %. U odrůdy 'Danae' byla kompenzační schopnost 14 %, u 'Kustro' 20 %. Ještě větších hodnot dosáhla kompenzace v roce 1980, kdy vlivem špatného přezimování byly porosty řídké (131—166 rostlin) a na jaře reálná produktivnost porostu byla 51,7—64,7 % (tab. V). Odrůda 'Kustro' vynikla opět velkou kompenzační schopností a dosáhla nejvyšších hodnot.

Také hmotnost 1000 zrn byla sledována podle jednotlivých stébel (tabulka III a IV). Jak lze očekávat, nejvyšší hmotnost měly obilky hlavního stébla. Hmotnost 1000 zrn první a druhé odnože byla poměrně vyrovnaná, ale silněji klesaly hodnoty u třetí odnože a všech následujících. Hmotnost zrna z řídkého porostu 3 mil. zrn na ha byla vyšší než z výsevu 5 mil. zrn. V letech 1973, 1974 a 1980 byly zjištěné hodnoty vyrovnané. Odrůda 'Danae' měla vyšší hmotnost než 'Kustro'. Může to být i v důsledku kompenzace vyššího počtu zrn na 1 m². Ve všech pokusných letech byla hmotnost 1000 zrn odrůdy 'Kustro' nejnižší.

DISKUSE

Tvorba a redukce generativních orgánů je velmi složitá a závislá na počasí, na genetických a morfologických zvláštlostech odrůdy, na podmínkách výživy a zabezpečení vláhou. Počet klásků v klasu nevykazuje tak velké změny jako počet kvítků.

V prvním roce se na vyšším počtu klásků podílel chladný duben a začátek května. Nízké teploty měly za následek zpomalení diferenciacie vegetačního vrcholu, a tím i větší počet založených klásků. Na druhé straně však tyto optimální podmínky neumožnily optimální růst stébla a jeho listové plochy, což mělo zřejmě nepříznivý vliv na zvýšenou redukci založených kvítků. To dokázala Nátrová a Skládál

(1982) při studiu korelace řady fyziologických a morfologických vlastností a znaků ve vztahu k prvkům produktivity klasu.

V druhém roce tomu bylo právě naopak. Diferenciace klasu proběhla rychleji a celkově bylo na rostlině založeno méně kvítků. Vlivem delšího průběhu VI. a VII. etapy a většího přírůstu sušiny a listové plochy byla jejich redukce menší. Nejvýrazněji se to projevuje u jednotlivých stébel. Hlavní stéblo mělo sušinu i listovou plochu největší a mělo také nejmenší redukci. U méně vzrostlých odnoží počet kvítků klesal. Závislost stupně vývinu a růstu stébel a jejich olistění může mít kromě podmínek pro opylení rozhodující roli v produktivitě jednotlivých stébel, a tím i celého porostu (Küchler a Miesch 1982). Při srovnání redukce kvítků s údaji jiných druhů vidíme, že jsou uvedené hodnoty v určité relaci např. s hodnotami zjištěnými u jarního ječmene (Petr 1975), kde se redukce počtu jednokvětých klásků pohybovala průměrně okolo 41,6 % a činila 36,9 — 46,7 % z maximálně založeného počtu. V pokusech jsme prokázali korelaci mezi délkou etap rozhodujících pro diferenciaci klasu a počtem kvítků v klasu. Podobně tomu bylo u ozimé pšenice (Petr, Pátý, Myšák 1977; Petr a kol. 1983). Obecně se ukazuje, že proces redukce má určitá období: 1. od doby maximálního počtu založených orgánů do vymetání nebo kvetení, 2. od metání do sklizně, 3. samostatně lze vyjadřovat i fertilitu založených kvítků, tj. počet zrn z celkového počtu založených kvítků.

Nátrová a Skládal (1982) rozdělují období redukce na dobu od vytvoření maximálního počtu kvítkových hrbolků do kvetení, pak během tvorby a růstu obilek a dále z celkového počtu založených kvítků soudí na redukci ke konečnému počtu zrn. Kromě již zmíněných korelací je v jejich práci pozoruhodné sledování kvítků se založenými a diferencovanými prašníky, kde se rovněž projevují odrůdové rozdíly ve stupni redukce.

Pokud jde o hodnocení výnosové úrovně v průběhu tříletých pokusů, je zřejmá určitá vyrovnanost. Odrůda 'Kustro' byla v prvních dvou letech výnosnější než 'Danae'. Výsev 3 mil. zrn na ha byl u odrůdy 'Danae' pro výnos příznivější než 5 mil. zrn. U odrůdy 'Kustro' nebyly podstatné rozdíly ve výnosu. Ve třetím roce se již při výsevu 3 mil. zrn na ha a malém počtu rostlin na jaře výnosy příliš nelišily (5,39 až 5,78 t na ha). Nejvýnosnější byla odrůda 'Breno'. Přesto se domníváme, že pro horší podmínky by výsev 3 mil. zrn na ha mohl být již nízký.

Literatura

- KÜCHLER, M. — MIESCH, H.: Einfluß der Bodenwasserversorgung im Blühzeitraum auf Stoffproduktion und Kornertragsbildung bei Winterroggen. Tag. Ber. Akad. Landw. Wiss. DDR, Berlin, 1982, 198, s. 253-358.
- NÁTROVÁ, Z. — SKLÁDAL, V.: Vztah morfologických znaků a fyziologických procesů k tvorbě výnosu klasu pšenice. Závěrečná zpráva. Praha-Ruzyně, VÚRV 1982.
- PETR, J.: Vztah vývoje k formování výnosových prvků u obilnin. Rostl. Vyr., 21, 1975, č. 4, s. 429-441.
- PETR, J. — PÁTÝ, F. — MYŠÁK, J.: Tvorba a redukce odnoží a jejich podíl na výnosu. Rostl. Vyr., 23, 1977, č. 10, s. 1081-1092.
- PETR, J. a kol.: Intenzivní obilnářství. Praha, SZN, 1983.
- PETR, J. a kol.: Biologie vývoje a tvorba výnosu u obilnin. Praha, VŠZ, Videopress MON, 1983, 134 s.

Došlo dne 11. 1. 1984

ПЕТР, Й. — ГРАДЕЦКА, Д. — ГОДАН, В. — БУБНОВА, Я. (Сельскохозяйственный институт, Прага): Потенциальная и реальная продуктивность колоса озимой ржи (*Secale cereale* L.). Rostl. Výr., 30, 1984 (10) : 1049-1057.

В трехлетних опытах изучались формирование и редукция колосков и цветков в колосьях на всех стеблях растения у сортов 'Данае', 'Кустро', 'Даňковске нове' и 'Брено'. На одном растении в наших опытах было завязано 100 колосков и свыше 200 цветков, что представляет потенциальную продуктивность растений. Число генеративных органов до уборки сильно уменьшается в связи с погодой, питанием и густотой стеблестоя. Из заложеного числа колосков отпадает 20—30 %, из максимального числа цветков отпадает приблизительно 36—46 %. У сорта 'Кустро' редукция была меньшей. В редких посевах отпадает меньше цветков. У главного стебля редукция бывает самой малой, у более поздних побегов — самой большой, что зависит от толщины стебля, его сухого вещества, главным образом верхнего междоузлия. Реальная продуктивность, т. е. число зерен из максимального числа заложённых цветков, составляет 34—64 % при пониженной норме высева, 20—26 % при повышенной норме высева; в сильно изреженном стеблестое 52—65 %. Это свидетельствует о высокой компенсационной способности ржи, которая очевидно обуславливает также большую стойкость к разным (ухудшенным) экологическим условиям.

рожь озимая; урожай; генеративные органы; продуктивность потенциальная и реальная; густота стеблестоя

PETR, J. — HRADECKÁ, D. — HODAN, V. — BUBNOVÁ, J. (University of Agriculture, Praha): *The Potential and Real Productivity of Ears in Winter Rye (Secale cereale L.)*. Rostl. Výr., 30, 1984 (10) : 1049-1057.

Three-year trials were conducted to study the formation and reduction of spikelets and florets in the ears on all the stems of a plant in the 'Danae', 'Kustro', 'Daňkovské nové' and 'Breno' cultivars. In our trials 100 spikelets and more than 200 florets were set on a single plant; this represents the potential productivity of plants. The number of generative organs is considerably reduced before harvest, in relation to weather, fertilizing, and stand density. Out of the number of spikelets set, 20 to 30 % is reduced, and the reduction rate of the maximum number of florets is about 36 to 46 %. In the 'Kustro' cultivar the reduction was lower. The decrease in the number of florets is smaller in thin stands. The main stem has the lowest reduction and the late tillers have the highest reduction; this may be related to the strength of the stem, to its dry matter content, particularly in the upper internode. Real productivity, i. e. the number of grains out of the maximum number of florets set, is 34 to 64 % at a lower sowing rate and 20 to 26 % at a higher sowing rate. When the stand is very thin, this percentage is 52 to 65 %. This testifies to a high compensation capacity of rye which probably underlies also its high tolerance to different (worse) ecological conditions.

winter rye; yield; generative organs; potential and real productivity; stand density

Adresa autorů:

Doc. ing. Jiří Petr, CSc., RNDr. Dana Hradecká, ing. Václav Hodan, ing. Jarmila Bubnová, Vysoká škola zemědělská, 165 00 Praha 6 - Suchbát

Výběr z nových příspěvků

Ústřední zemědělské a lesnické knihovny

z oboru rostlinné výroby

Uvedené publikace je možno si půjčit osobně nebo písemně v ÚZLK, výpůjční oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Půjčovní doba: pondělí, úterý a čtvrtek od 9 do 16.30 hod., středa od 9 do 18 hod., pátek od 9 do 15.30 hod. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

Oilseed rape, recent ADAS experimental work 1983. D 69.889/2285
Alnwick, MAFF 1983. 34 s., 1 obr., 14 tab., 4 mp. Booklet 2285. (Řepka ozimá — pěstování)

SCHUETTE, F. — STEINBERGER, J. — MEIER, U. D 56.060/27/7
Entwicklungsstadien des Raps — einschl. Rübsen, Senfarten und Ölrrettich zum Gebrauch für das Versuchswesen, die Beratung und die Praxis in der Landwirtschaft.

Bonn, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft 1982. 7 s., obr., tab. Merkblatt Nr 27/7. (Řepka — vývojová stadia)

HANG, N. — MORRISON, K. J. — PARKER, R. D 31.707/1064
Rapeseed culture and use.

Pullman (Washington), College of agric. 1982. 4 s., 2 tab. Extension bulletin 1064. (Řepka — pěstování — využití — Kanada)

Soja — universalnaja kultura. E 42.967
Kijev, Urožaj 1982. 86 s., 9 obr., 13 tab. (Soja — pěstování)

ALI HIJAZI, L. D 35.181/451
Production techniques to increase soybean yield. Diss. d. Universität Hohenheim.

Hohenheim, n. vl. 1982. 130 s., 22 obr., 27 tab.; res. něm., angl. (Soja — výnosy — zvýšení — vlivy — výzkum — NSR — disertační práce)

J. Lipavský, L. Niklíček, K. Schwammenhöferová

LIPAVSKÝ, J. — NIKLÍČEK, L. — SCHWAMMENHÖFEROVÁ, K. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha - Ruzyně): *Stanovení optimálních úrovní výnosových prvků ovsa*. Rostl. Výr., 30, 1984 (10) : 1059-1070.

V práci je hodnocen vývoj struktury výnosu zrna ovsa na dvou ekologicky odlišných stanovištích, v Humpolci (bramborářský výrobní typ) a ve Vysokém nad Jizerou (horský výrobní typ). Korelační a regresní analýzou souboru výnosových výsledků polních pokusů z let 1971—1980 byly vymezeny vzájemné vztahy výnosových prvků a výnosu zrna a na základě těchto regresních funkcí je možno stanovit parametry ideotypu porostu pro určitou výši výnosu v rozsahu 1—7 t zrna na ha. Na výši výnosu zrna ovsa má rozhodující vliv počet vytvořených zrn na plošné jednotce. V příznivých ekologických podmínkách je vysoký počet zrn na plošné jednotce tvořen převážně vysokým počtem zrn v latě, v méně příznivých podmínkách vysokým počtem lat na plošné jednotce.

programování výnosů; ekologické podmínky; modelování; ideotypy; oves

Stanovení ideotypu porostu pro určité ekologické podmínky umožňuje objasnit vzájemné vazby výnosových prvků v systému tvorby výnosu zrna. Je potom i základem pro práce, které se zabývají možnostmi řízení tvorby výnosu diferencovanou výživou rostlin podle ekologických podmínek. Zároveň mohou sloužit i jako šlechtitelský cíl pro výkonnější odrůdy.

Výnos zrna u obilnin, a tedy i u ovsa, je tvořen počtem zrn na jednotku plochy a hmotností zrna. První výnosový prvek lze potom rozložit dále na počet lat na jednotce plochy a počet zrn v latě.

Prostředí limituje nestejně podmínky pro zakládání, vývin a redukci jednotlivých výnosových prvků. Stav porostu je výslednicí působení těchto podmínek na rostliny a zároveň jednou z podmínek (v systémovém pojetí tvorby výnosu), které vytvářejí prostředí pro tvorbu následně tvořených prvků. Strategie řízení tvorby výnosu, která se opírá o modelování procesů tvorby výnosových prvků a výnosů, vede přes optimální úroveň výnosových prvků (ekologicky podmíněné) k maximálnímu dosažitelnému výnosu zrna.

Procesy zakládání a redukce výnosových prvků jsou ovlivňovány ekologickými a jinými faktory, které působí na rostliny v určitém časovém sledu a různě dlouhou dobu (Petr, 1971; Petr, Černý, Hruška et al., 1980).

V průběhu formování výnosotvorných prvků dochází během ontogeneze postupně k zakládání prvku, k dosažení jeho maximální úrovně a posléze ke kvantitativní redukci (Hänsel, 1965; Petr, 1971).

U každého prvku probíhají tyto fáze v časové posloupnosti. Tvorba jednotlivých výnosových prvků se navzájem časově prolíná a následuje, což umožňuje jejich vzájemnou kompenzaci (Hänsel, 1965; Petr, 1971; Petr, Černý, Hruška et al., 1980). U ovsa byl např. kompenzován vysokým počtem zrn na latu řídký porost, kdežto malý počet zrn v latě byl kompenzován vysokou hmotností zrna (Übelhör et al., 1981). Překročení úrovně prvku, která je optimální pro určité ekologické podmínky, vede k jeho nadměrné redukci v dalším vývoji nebo k omezení rozvoje v posloupnosti později formovaného prvku. Tento stav může mít za následek depresi výnosu (Burda, Lipavský, Pokorný, 1981b).

Dynamické pojetí tvorby výnosových prvků vytváří předpoklady pro matematické modelování produkčních procesů a tvorbu výnosových prvků a na základě stanovení optimálních úrovní výnosových prvků porostů s vysokým výnosem zrna pro programování výnosu zrna.

MATERIÁL A METODY

Podkladem pro modelování vztahů výnosových prvků a výnosu zrna u ovsa byly výnosové výsledky a sledování přesných polních pokusů s ovsem. Pokusy byly konány v letech 1971–1980 na dvou stanovištích, pokusných stanicích Výzkumného ústavu rostlinné výroby — odboru výživy rostlin v Humpolci a Vysokém nad Jizerou. Základní charakteristiky pokusných stanovišť jsou uvedeny v tab. I.

I. Základní podmínky pokusných stanovišť — The basic conditions of the test sites

Stanoviště	Výrobní typ	Půdní typ	Nadm. výška v m	Dlouhodobý průměr	
				srážky v mm	teplota ve °C
Humpolec	B	hnědá půda kyselá	545	665	7,0
Vysoké	H	hnědá půda podzolovaná	670	1020	5,8

V Humpolci bylo hodnoceno 388 a ve Vysokém n. Jizerou 1056 výnosových výsledků. Výpočet závislosti jednotlivých výnosových prvků a výnosu byl proveden korelační a regresní analýzou. Struktura výnosu byla vyjádřena podle ekologického schématu a postup hodnocení probíhal zpětným rozkladem binomů od výnosu po počet zrn na latu a počet lat na m²:

$$\text{výnos zrna} \begin{cases} \text{HTZ} \\ \text{počet zrn na m}^2 \end{cases} \begin{cases} \text{počet zrn na latu} \\ \text{počet lat na m}^2 \end{cases}$$

Při výpočtech byl výše položený prvek považován za nezávisle proměnnou a níže položené prvky postupně za závisle proměnné. Dále byly hodnoceny vztahy výnosových výsledků v binomu. Pro výpočty statistického odhadu regresních křivek byl použit polynom druhého stupně $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$. Do výpočtů byly vzaty průměry z opakování pro každou variantu. Těsnost vztahů byla posouzena pomocí indexů korelace, které byly testovány na významnost rozdílu od nuly. Soubor výnosových výsledků a prvků jeho struktury byl seříděn odstupňovaně po jedné tuně v celém rozsahu výnosů. Pro jednotlivé výnosové kategorie byly vždy vypočteny průměry úrovní jednotlivých výnosových prvků a výnosu a uvedena četnost. Tyto hodnoty byly porovnány se statistickými odhady vypočtenými na základě regresních modelů.

II. Struktura průměrného výnosu zrna ovsa za roky 1971—1980: $\bar{x}$ — průměrná hodnota, s — směrodatná odchylka — The structure of average oat grain yield for the period from 1971 to 1980: $\bar{x}$ — average value, s — standard deviation

Stanoviště	Humpolec		Vysoké nad Jizerou	
Parametr	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Výnos zrna (t na ha)	5,035	1,124	3,532	1,237
HTZ (g)	36,36	1,690	36,40	3,830
Počet zrn (ks na m ²)	14 162	3082	9649	3322
Počet zrn (ks na latu)	32,98	7,640	20,54	5,890
Počet lat (ks na m ²)	439	67	482	100

VÝSLEDKY

V průběhu sledovaných let byl v Humpolci dosažen průměrný výnos zrna ovsa ve výši 5,035 t na ha a výnosy se pohybovaly v rozmezí 3,045—6,856 t na ha. Ve Vysokém nad Jizerou byl dosažen průměrný výnos 3,532 t na ha a výnosy se pohybovaly v rozpětí 1,347—6,493 t na ha. Struktura průměrného výnosu je uvedena v tab. II.

III. Struktura výnosu zrna ovsa v jednotlivých skupinách výnosů v Humpolci v letech 1971—1980. Průměrné hodnoty výnosu a výnosových prvků, n — počet hodnocených výnosových výsledků, v závorce uvedeny statistické odhady vypočtené na základě regresních funkcí — The structure of oat grain yield in the yield groups at Humpolec in 1971—1980. The average values of yields and yield components, n — number of yield results evaluated; in parentheses: statistical estimates computed from regression functions

Humpolec	Rozpětí výnosů (t na ha)			
	3—4 $n = 24$	4—5 $n = 16$	5—6 $n = 25$	6—7 $n = 32$
Výnos	3,603	4,378	5,602	6,346
Zrna na m ²	10,302 (9 980)	11 582 (12 478)	15 262 (15 584)	17 486 (16 971)
Laty na m ²	446 (445)	441 (437)	408 (433)	455 (438)
Zrna na latu	24,93 (23,78)	26,47 (29,43)	38,00 (36,23)	38,67 (39,10)
HTZ (g)	35,02 (35,56)	37,79 (36,38)	36,79 (36,87)	36,34 (36,69)

IV. Struktura výnosu zrna ovsa v jednotlivých skupinách výnosů ve Vysokém nad Jizerou v letech 1971—1980. Průměrné hodnoty výnosu a výnosových prvků, n — počet hodnocených výnosových výsledků, v závorce uvedeny statistické odhady vypočtené na základě regresních funkcí — The structure of oat grain yield in the yield groups at Vysoké nad Jizerou in 1971—1980. The average values of yields and yield components, n — number of yield results evaluated; in parentheses: statistical estimates computed from regression functions

Vysoké nad Jizerou	Rozpětí výnosů (t na ha)					
	1—2 $n = 24$	2—3 $n = 94$	3—4 $n = 56$	4—5 $n = 55$	5—6 $n = 40$	6—7 $n = 5$
Výnos	1,781	2,468	3,482	4,536	5,374	6,215
Zrna na m ²	5262 (5554)	9960 (6951)	9219 (9284)	11 959 (12 052)	14 332 (14 509)	18 462 (17 186)
Laty na m ²	397 (427)	455 (434)	439 (462)	512 (514)	574 (571)	693 (644)
Zrna na latu	13,54 (12,93)	16,25 (16,93)	23,12 (21,50)	23,77 (24,56)	25,52 (25,76)	26,69 (25,87)
HTZ	33,86 (33,33)	34,80 (35,38)	38,09 (37,31)	38,07 (37,93)	37,53 (37,42)	33,78 (36,01)

V tab. III a IV jsou uvedeny průměrné výnosy a struktura průměrných výnosů ve skupinách výnosů odstupňovaných po jedné tuně.

U prvků struktury jsou v závorkách uvedeny hodnoty statistických odhadů vypočítané na základě regresních funkcí.

Porovnáme-li strukturu výnosů stejných výnosových kategorií mezi Humpolcem a Vysokým nad Jizerou, vidíme, že na těchto stanovištích je odlišný charakter vytváření výnosů. Stejná výše výnosu může být dosažena při jeho různé struktuře, ta je podmíněna ekologickými podmínkami stanoviště.

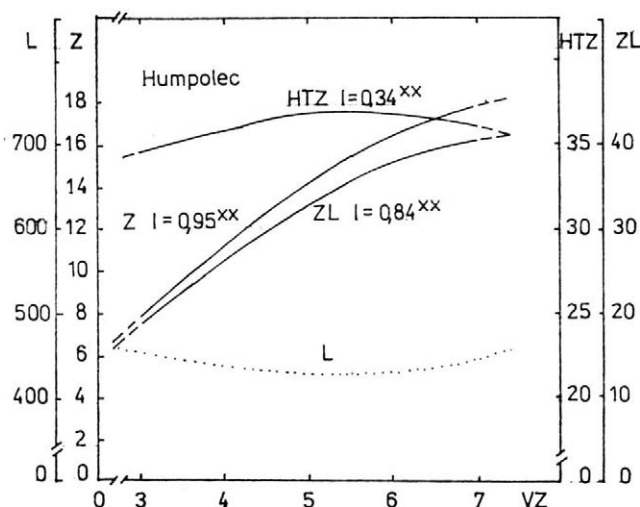
V. Ideotyp struktury výnosu zrna ovsa pro výnos 7 t na ha na stanovišti Humpolec a Vysoké nad Jizerou vypočtený na základě regresního modelu — Ideotype of the structure of oat grain yield for a per-hectare yield of 7 tons at Humpolec and Vysoké nad Jizerou, as computed on the basis of a regression model

Stanoviště	Humpolec	Vysoké nad Jizerou
Výnos zrna (t na ha)	7	7
HTZ (g)	36,23	33,88
Počet zrn na m ²	17 876	19 890
Počet zrn na latu	40,84	24,99
Počet lat na m ²	445	724

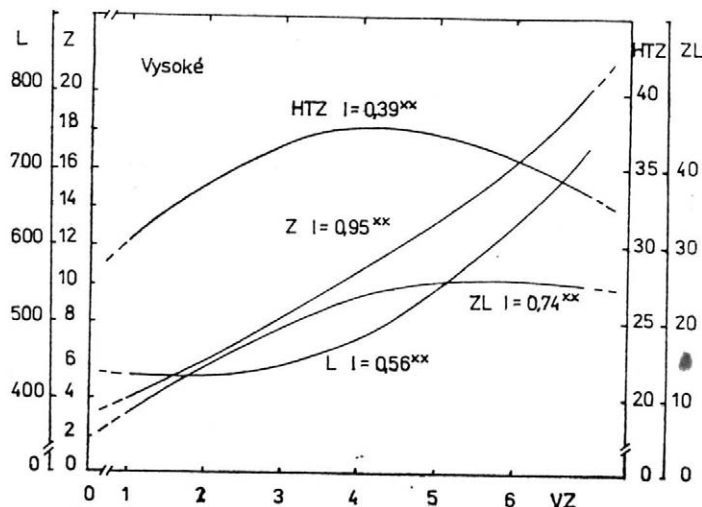
Pro určitý výnos je nutný určitý počet vytvořených zrn na ploše. Počet zrn na ploše se na uvedených stanovištích zvyšuje dvěma způsoby: buď zvyšováním počtu zrn na latu (v Humpolci) při prakticky stejném počtu lat na m^2 v jednotlivých skupinách výnosu (rozdíly mezi skupinami nejsou statisticky průkazné), nebo zvyšováním počtu lat na jednotce plochy (ve Vysokém) při malých změnách počtu zrn na latu ve výnosových skupinách nad 4 t zrna na ha. Do výnosu 4 t zrna na ha na stanovišti Vysoké se zvyšuje počet zrn na ploše zvyšováním jak počtu lat na m^2 , tak počtu zrn v latě. Změny HTZ jsou dobře patrné na obrázcích 1, 2, 5, 6 a 9.

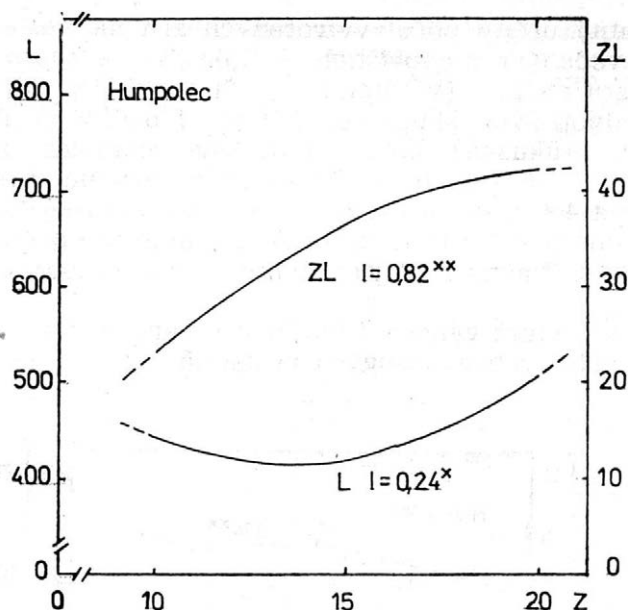
V tabulce V je uvedena struktura výnosu 7 tun na ha. Tento výnos je na okraji rozsahu souboru získaných výnosových výsledků, lze ho však

1. Vývoj struktury výnosu zrna ovesa v Humpolci: VZ — výnos zrna (t na ha), Z — zrna (ks na $m^2 \cdot 10^3$), L — laty (ks na m^2), ZL — zrna (ks na latu), HTZ — hmotnost tisíce zrn (g), I — index korelace, x — statisticky významný, xx — statisticky vysoce významný — The development of the structure of oat grain yield at Humpolec: VZ — grain yield (tons per ha), Z — grains (number of grains per $m^2 \cdot 10^3$), L — panicles (number of panicles per m^2), ZL — grains (number per panicle), HTZ — thousand grain weight (g), I — correlation index, x — statistically significant, xx — statistically highly significant

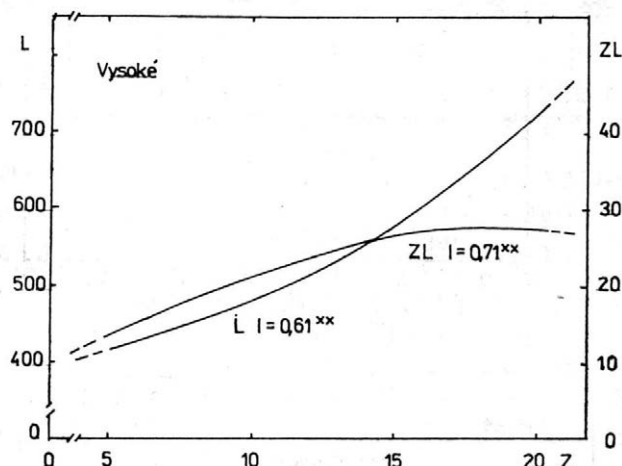


2. Vývoj struktury výnosu zrna ovesa ve Vysokém nad Jizerou: VZ — výnos zrna (t na ha), Z — zrna (ks na $m^2 \cdot 10^3$), L — laty (ks na m^2), ZL — zrna (ks na latu), HTZ — hmotnost tisíce zrn (g), I — index korelace, x — statisticky významný, xx — statisticky vysoce významný — The development of the structure of oat grain yield at Vysoké nad Jizerou: VZ — grain yield (tons per ha), Z — grains (number per $m^2 \cdot 10^3$), L — panicles (number of panicles per m^2), ZL — grains (number per panicle), HTZ — thousand grain weight (g), I — correlation index, x — statistically significant, xx — statistically highly significant

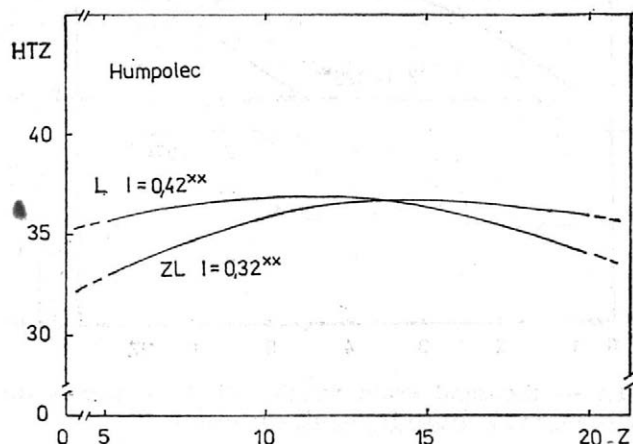




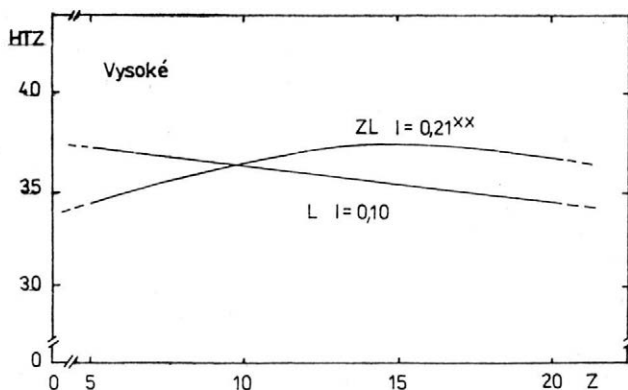
3. Vytváření počtu zrn na plošné jednotce u ovsa v Humpolci — Formation of the number of oat grains per unit area at Humpolec



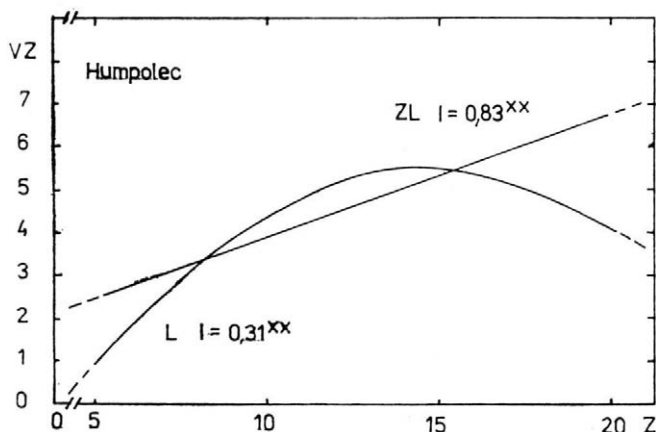
4. Vytváření počtu zrn na plošné jednotce u ovsa ve Vysokém nad Jizerou — Formation of the number of oat grains per unit area at Vysoké nad Jizerou



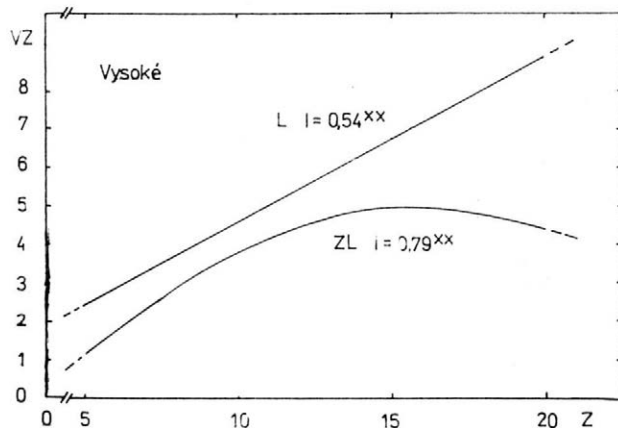
5. Změny HTZ (g) při zvyšování počtu zrn na plošné jednotce vlivem zvyšování počtu lat (ks na m^2) nebo vlivem zvyšování počtu zrn v latě (ks na latu) v Humpolci — Variation of thousand grain weight (g) at an increasing number of grains per unit area as a result of an increasing number of panicles per m^2 or an increasing number of grains per panicle at Humpolec



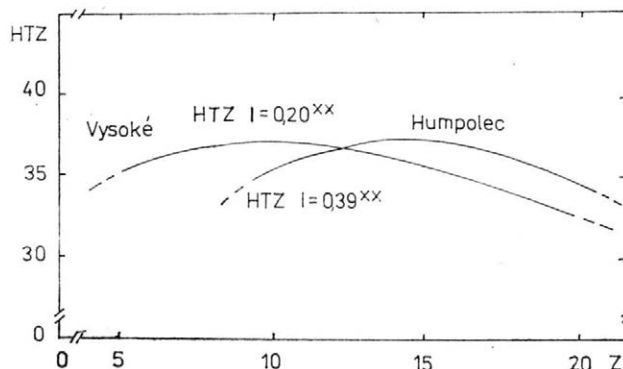
6. Změny HTZ (g) při zvyšování počtu zrn na plošné jednotce vlivem zvyšování počtu lat (ks na m²) nebo vlivem zvyšování počtu zrn v latě (ks na latu) ve Vysokém nad Jizerou — Variation of thousand grain weight (g) at an increasing number of grains per unit area as a result of an increasing number of panicles per m² or an increasing number of grains per panicle at Vysoké nad Jizerou



7. Změny výše výnosu zrna při zvyšování počtu zrn na plošné jednotce vlivem zvyšování počtu lat na plošné jednotce nebo vlivem zvyšování počtu zrn v latě v Humpolci — Variation of grain yield at an increasing number of grains per unit area as a result of an increasing number of panicles per unit area or an increasing number of grains per panicle at Humpolec



8. Změny výše výnosu zrna při zvyšování počtu zrn na plošné jednotce vlivem zvyšování počtu zrn v latě nebo zvyšování počtu lat na plošné jednotce ve Vysokém nad Jizerou — Variation of grain yield at an increasing number of grains per unit area as a result of an increasing number of grains per panicle or an increasing number of panicles per unit area at Vysoké nad Jizerou



9. Závislost HTZ na počtu zrn na plošné jednotce v Humpolci a ve Vysokém nad Jizerou — The relation of thousand grain weight to the number of grains per unit area at Humpolec and Vysoké nad Jizerou

považovat na obou stanovištích za dosažitelný. Parametry ideotypu porostu pro 7 t zrna na ha jsou vypočteny z regresních rovnic.

Na obr. 1 je znázorněn vývoj struktury výnosu v Humpolci od 3 do 7 t na ha. V ekologických podmínkách Humpolce je zvýšení výnosů v uvedeném rozsahu způsobeno prudkým vzestupem počtu zrn na latě, a tím i počtu zrn na m^2 . Počet lat na m^2 a HTZ se téměř nemění. U každé křivky jsou uvedeny indexy korelace, které charakterizují těsnost popsaných vztahů. Nejtěsnější vztah je mezi výnosem a počtem zrn na m^2 ($I_{yx} = 0,95$). Mezi výnosem a počtem lat na m^2 se nepodařilo závislost prokázat.

Na obr. 2 je znázorněn vývoj struktury výnosu ve Vysokém nad Jizerou v rozsahu výnosů od 1 do 7 t na ha. Nejtěsnější závislost je mezi výnosem a počtem zrn na m^2 ($I_{yx} = 0,95$). Tento je zvyšován do úrovně výnosu kolem 5 t na ha nárůstem počtu lat na m^2 i počtu zrn na latě. Od této výnosové úrovně je přírůstek počtu zrn na m^2 vytvářen pouze přírůstkem počtu lat na m^2 , počet zrn na latu se příliš nemění. HTZ se na zvýšení výnosu zrna podílí až do jeho výše 5 t na ha.

Na obr. 3 a 4 je znázorněn vývoj počtu zrn na plošné jednotce. Z průběhu křivek závislosti se potvrzuje, že vysoký počet zrn na plošné jednotce je v Humpolci tvořen hlavně větším počtem zrn v latě a mírným zvýšením počtu lat na ploše a ve Vysokém nad Jizerou hlavně zvyšováním počtu lat na ploše při stagnujícím počtu zrn v latě.

Na obr. 5 a 6 je demonstrován vztah změn HTZ při zvyšování počtu zrn na plošné jednotce vlivem jednoho z prvků vytvářejících počet zrn na ploše, tj. zvyšováním počtu lat na plošné jednotce nebo počtu zrn v latě. Podobné závislosti, avšak vztažené ke změnám výnosu, jsou demonstrovány na obr. 7 a 8. Z těchto vztahů je zřejmé, že v podmínkách Humpolce je výhodnější zvyšování počtu zrn na ploše, a tím zvýšení výnosu podporou tvorby zrn v latě než podporou produktivního odnožování, kdežto ve Vysokém nad Jizerou je výhodnější pro dosažení vysokého výnosu zvyšovat počet zrn na ploše zvyšováním počtu lat na ploše.

Změny HTZ při zvyšování počtu zrn na ploše jsou na obr. 9. Tyto křivky vyjadřují celkový vliv jak zrn na latu, tak lat na m^2 .

Na základě analýzy vztahů výnosových prvků a výnosu se ukazuje, že u ovsa existují dva krajní typy tvorby výnosu zrna, kdy výnos je v těsnější závislosti na počtu lat na ploše nebo v těsnější závislosti na počtu zrn v latě. Tyto typy jsou limitovány ekologickými podmínkami stanovišť ve vztahu k procesům růstu a vývoje.

DISKUSE

Strukturu výnosu u obilnin vytvářejí jednotlivé složky výnosu, jež jsou podmíněny geneticky a silně ovlivňovány ekologickými podmínkami. Různé genotypy se různě přizpůsobují klimatu, teplotě, délce dne i intenzitě osvětlení. Výnos je kompletním znakem a každá jeho složka je výslednicí interakce genotypu a prostředí.

Podmínky prostředí určují množství přístupných vegetačních faktorů a jejich časové rozložení. Tím jsou dány nestejně přirozené podmínky pro zakládání, vývin a redukci jednotlivých výnosových prvků na různých stanovištích a v různých letech.

Předkládané výsledky analýzy vztahů výnosových prvků a výnosu na základě jejich modelování dokumentují rozdílný typ tvorby výnosu na sledovaných stanovištích. Rozhodujícím prvkem pro tvorbu výnosu je na obou lokalitách počet zrn produkovaných porostem na jednotku plochy. Na obou stanovištích jej lze dále zvyšovat nad 20 000 na m^2 bez nebezpečí poklesu výnosu. Hmotnost zrna se podílí **pozitivně na** výnosu pouze do určité výše výnosu (kolem 5 t na ha). Mezi stanovišti se projevují rozdíly v počtu lat na ploše a v počtu zrn na latě.

V bramborářském výrobním typu (Humpolec) je průměrný počet lat vytvořených na m^2 nižší (439), je však kompenzován větším počtem zrn na latu (33).

Index korelace je nevýznamný, což dokumentuje nízkou korelaci mezi výnosem a počtem lat na m^2 , u počtu zrn v latě je $I_{yx} = 0,84$, což dokumentuje naopak velmi silný korelační vztah mezi výnosem a počtem zrn v latě.

V horském výrobním typu (Vysoké nad Jizerou) je průměrný počet lat na jednotku plochy vyšší (482) s nižším počtem zrn na latu (20,5). Index korelace ($I_{yx} = 0,56$) dokumentuje těsnější vztah mezi výnosem a počtem lat na m^2 , než je tomu v Humpolci, index korelace ($I_{yx} = 0,74$) dokumentuje poměrně silnou závislost mezi výnosem a počtem zrn v latě jako v Humpolci. Tyto vztahy jsou zřejmě v grafickém vyjádření závislosti výnosových prvků na výnose (obr. 1 a 2).

Počet zrn na latu je podmíněn jednak počtem klásků, jednak počtem zrn v klásku. Oba tyto znaky jsou odrůdově specifické a současně také ovlivněny podmínkami vnějšího prostředí (Foral et al., 1968; Ůbelhör et al., 1981).

Odnožování je zvyšováno mimo jiných faktorů i nízkými teplotami, při vyšších teplotách může dojít až k jeho úplnému zastavení (Molnar, 1971). Ve shodě s tímto poznatkem se v Humpolci při vyšších průměrných teplotách vytvořilo méně produktivních odnoží než ve Vysokém nad Jizerou, kde jsou průměrné teploty nižší. Pochopitelně se uplatňují i ostatní vegetační faktory.

Rozhodujícím prvkem, který má největší vliv na výši výnosu zrna, je počet zrn na jednotce plochy, tj. interakce počtu lat na plošné jednotce a zrn na latu (Nátr, 1973; Burda et al., 1981a).

Z rozboru závislostí výnosu a výnosových prvků je vidět, že pro určitou hladinu výnosu v určitých podmínkách je nezbytné, aby byl založen určitý počet zrn na ploše.

Toto množství je jen částečně ovlivněno ekologickými podmínkami, ale ekologickými podmínkami je limitováno, jakým způsobem bude této úrovně počtu zrn na plošné jednotce dosaženo. Podobné závislosti platí i pro jarní ječmen a ozimou pšenici (Burda et al., 1981a). Při námi uváděném výnosu zrna 7 t na ha nebylo ještě dosaženo ekologického maxima počtu zrn na ploše ani na jednom stanovišti. Určitý náznak překročení ekologického maxima je pouze u počtu zrn na latu ve Vysokém nad Jizerou. Při výši výnosu kolem 7 t na ha a 725 latách na m^2 dochází k mírnému poklesu počtu zrn na latě. Ekologicky podmíněné maximum počtu zrn na latě je v těchto podmínkách (do kterých zahrnujeme i stav porostu) 26 zrn v latě.

V Humpolci, kde výnos zrna souvisí těsně s počtem zrn v latě, je potřebné dosáhnout maximálního počtu zrn v latě. Toto maximum se pohybuje kolem 42 zrn v latě.

Ve Vysokém je výhodnější podpořit tvorbu produktivních odnoží (vzhledem k vysokému vlivu počtu lat na plošné jednotce na výši výnosu). Maximum nebylo možno stanovit vzhledem ke konkávnímu charakteru závislostní křivky.

Zvětšování počtu zrn na ploše přes zvětšování počtu zrn v latě je ekonomičtější z hlediska potřeby produkce celkové biomasy na jednotku zrna (Burda et al., 1981a), neboť růst počtu zrn nevyžaduje další podpůrný aparát (stébla, laty). Větší počet zrn na klas je ovšem pro rostlinu náročnější z hlediska energetiky, protože vyžaduje intenzívnější přívod asimilátů od zdrojů k úložným místům a intenzívnější tvorbu asimilátů, mají-li být zrna naplněna. To odpovídá podmínkám relativně teplejších a sušších oblastí (Humpolec). Naopak ve vlhčích a chladnějších podmínkách (Vysoké) příznivých pro odnožování (Molnar, 1971; Petr et al., 1980; Petr, 1982) a tvorbu celkové biomasy převažuje tendence tvorby výnosu větším počtem odnoží, jejichž tvorbu lze podpořit např. hnojením dusíkem (Ulmann, 1974, 1975).

Hmotnost zrna neovlivňovala výnos zrna v takovém rozsahu jako ostatní výnosové prvky. Její pokles nastává při více než 10 000 zrnech na m^2 ve Vysokém nad Jizerou a kolem 15 000 zrn na m^2 v Humpolci. Na obou stanovištích dochází k většímu poklesu hmotnosti se zvyšováním počtu lat na ploše. Pokles hmotnosti zrna úzce souvisí s podmínkami v období tvorby obilí (Petr, 1982).

Na základě regresních funkcí byly vypočteny parametry ideotypů porostů pro výnos 7 t na ha, jehož dosažení je reálné v ekologických podmínkách jak Humpolce, tak Vysokého nad Jizerou.

V Humpolci to bylo 18 000 zrn na m^2 , 445 lat na m^2 , 41 zrn v latě a HTZ 36 g.

Ve Vysokém to bylo 20 000 zrn na m^2 , 725 lat na m^2 , 25 zrn v latě a HTZ 34 g.

Pro bramborářský výrobní typ uvádí Lekeš et al. (1980) rozpětí počtu lat na m^2 390–420, počet zrn v latě 28–40 a HTZ 34,6–36,1. Pro horský výrobní typ počet lat na m^2 v rozpětí 380–600, počet zrn v latě 24–40 a HTZ 27,3–36,8.

Získané výsledky bude nutno pro praktické použití upřesnit z hlediska vlivu odrůd, předplodin, hnojení apod. Ukazují, že nelze vystačit se všeobecně platnými údaji o vztazích při tvorbě výnosu zrna a že je nutné při opatřeních na regulaci vývoje porostu respektovat stanovištní podmínky. Optimalizace tvorby požadovaného výnosu záleží ve stanovení ideotypu porostu nebo přesněji ve stanovení ideální dynamiky tvorby výnosu. Znalosti ideální dynamiky tvorby výnosu a modelu procesů jeho formování jsou základem pro programování výnosů. Pro praktickou aplikaci je však nutno zaměřit konstrukci modelů na možnost kontroly v průběhu procesů a upřesnit cíle na dosažení plánovaných výnosů hlavních produktů.

Literatura

- BURDA, V. — LIPAŤSKÝ, J. — LEŠTINA, J. — PROCHÁZKA, J.: Parametry ideotypů porostů a vliv hnojení na možnost jejich dosažení. ZZ VÚRV Praha-Ruzyně, 1981a.
- BURDA, V. — LIPAŤSKÝ, J. — POKORNÝ, V.: Applicability of the System Concept of Yield Formation in the Optimisation of Fertilizing of Cereals. Vědecké práce VÚRV, 21, 1981b, s. 111-121.
- FORAL, A. — TOMAN, K. — VLASÁK, M.: Výzkum světových sortimentů kulturních rostlin, kolekce obilnin — oves. ZZ VŠÚOb, Kroměříž — Klatovy, 1968.
- HÄNSEL, H.: Physiologie der Ertragsbildung und die Züchtung auf Ertrag bei Getreide. Z. f. Pfl. Zücht., 54, 1965, s. 97-110.
- LEKEŠ, J. et al.: Dosažení soběstačnosti v produkci obilnin. Jarní obiloviny. SI ÚVTIZ výběrová řada, č. 1, 1980.
- MOLNAR, I.: Zur Produktivitätstyp ökologisch-geographisch differenzierter Hafer-sorten. Dissertation der Technischen Universität, Berlin, 1971.
- NÁTR, L.: Tvorba a distribuce asimilátů do zrna u intenzivních typů obilovin v závislosti na minerální výživě. ZZ VŠÚOb Kroměříž, 1973.
- PETR, J.: Některá hlediska tvorby výnosu obilovin. Genetika a šlechtění, Příloha 1, I.-XII., 1971.
- PETR, J. — ČERNÝ, V. — HRUŠKA, L. et al.: Tvorba výnosu hlavních polních plodin. SZN, Praha, 1980.
- PETR, J.: Zvláštnosti tvorby výnosu obilnin v horských a podhorských oblastech. In: Sborník „Intenzifikace výroby obilnin v extrémních podmínkách horské a podhorské oblasti“, ČSVTS, České Budějovice, 1982.
- ULMANN, L.: Vliv hnojení v horském výrobním typu na strukturu výnosových prvků u obilnin. Sborník věd. prací ze sympozií fyto technického oboru agron. fakulty VŠZ Brno 23. a 24. 9. 1974. 1974, s. 425-432.
- ULMANN, L.: Agrotechnika a výživa nových odrůd a perspektivních novošlechtění ovesa. Závěrečná zpráva, VŠÚOb Kroměříž, 1975.
- ÜBELHÖR, W. — MAGSTL, A. — REINER, L.: Die Ertragsstruktur bei Hafer, dargestellt anhand der Datenbasis ISPFLANZ. Z. Acker und Pflanzenbau, 150, 1981, s. 313-329.

Došlo dne 12. 6. 1984

ЛИПАВСКИ, Я. — НИКЛИЧЕК, Л. — ШВАММЕНГЕФЕРОВА, К. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Прага - Рузыне): Определение оптимальных уровней элементов урожая овса. Rostl. Výr., 30, 1984 (10) : 1059-1070.

В статье оценивается развитие структуры урожая зерна овса в двух экологически разных местах произрастания, в Гумполеце (картофельно-овощеводческий производственный тип). При помощи корреляционного и регрессивного анализов совокупности результатов полевых опытов с 1971—1980 гг. были определены взаимные соотношения элементов урожая и выхода зерна и на основе этих регрессивных функций устанавливались параметры идеотипа стеблестоя для определенного размера урожая в объеме 1—7 т/га зерна. На уровень урожая зерна овса решающее влияние имеет число образовавшихся зерен на единице площади. В благоприятных экологических условиях высокое число зерен на единице площади образуется преимущественно от высокого числа зерен в метелке, в менее благоприятных условиях от высокого числа метелок на единице площади.

программирование урожая; экологические условия; моделирование; идеотип; овес

LIPAŤSKÝ, J. — NIKLÍČEK, L. — SCHWAMMENHÖFEROVÁ, K. (Research Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně): Determination of the Optimum Levels of Yield Components in Oats. Rostl. Výr., 30, 1984 (10) : 1059-1070.

The development of the structure of oat grain yields is evaluated at two ecologically different localities: Humpolec (potato-growing region) and Vysoké nad Jizerou (mountain region). The relations of yield components and grain yield were determined by the correlation and regression analysis of the yield results of field

trials conducted in 1971—1980. On the basis of these regression functions it is possible to determine the parameters of stand ideotype for a given yield within the range from 1 to 7 tons of grain per ha. The number of grains produced per unit area is of primary importance for the grain yield. Under favourable ecological conditions a high number of grains per unit area is constituted mainly by a high number of grains per panicle and under less favourable conditions by a high number of panicles per unit area.

yield programming; ecological conditions; simulation; ideotypes; oats

Adresa autorů:

Jan Lipavský, prom. biol., ing. Ladislav Niklíček, RNDr. Květuše Schwammenhöferová, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

VLIV NĚKTERÝCH REGULOVATELNÝCH FAKTORŮ NA TVORBU VÝNOSŮ OZIMÉ PŠENICE VE VELKOVÝROBNÍCH PODMÍNKÁCH

J. Janovec

JANOVEC, J. (Státní statky, Tachov): *Vliv některých regulovatelných faktorů na tvorbu výnosů ozimé pšenice ve velkovýrobních podmínkách*. Rostl. Výr., 30, 1984 (10) : 1071-1076.

Pro zabezpečení stability vysokých výnosů ozimé pšenice je výchozí podmínkou dosažení dobré půdní úrodnosti. Jde zejména o pravidelný přísun organické hmoty do půdy alespoň v přepočtu 1,5—1,8 t na ha a rok, o zařazení ozimé pšenice po vhodných předplodinách, zejména po ozimé řepce, výnosném jeteli a včas sklizené kukuřici. Realizaci vysokých výnosů umožňuje též dobrá zásoba živin v půdě, pH nad 5,8, P minimálně nad 35 mg na kg půdy, K minimálně nad 125 mg na kg půdy a Mg nejméně nad 50 mg na kg půdy. Nezbytnou podmínkou pro vysoké výnosy ozimé pšenice je setí v optimálním termínu podle oblastí.

programování výnosů; ozimá pšenice; regulovatelné faktory; stabilizace vysokých výnosů

Výnosy ozimé pšenice v jednotlivých ročnících dominantně ovlivňuje soubor regulovatelných faktorů. Je to zejména půdní úrodnost jako podmínka vysokých a nekolísavých výnosů ozimé pšenice (Janovec, Nejedlá, 1983). Významný je též soubor agrotechnických opatření při založení porostu i během vegetace, zejména pak v korekci výživy (Burda, Lipavský, Niklíček, 1983; Janovec, Nejedlá, 1982; Tomášková, Janovec, 1983). Uplatněná opatření se promítají významně do tvorby struktury výnosu a mohou pozitivně ovlivnit výnosy i v méně příznivých ročnících (Vrkoč, 1983). Pro stabilizaci vysokých výnosů ozimé pšenice platí pravidlo nezastupitelnosti pro výnos dominantních faktorů. Na jejich vymezení ve velkovýrobních podmínkách OP - SS Tachov, v oblasti méně úrodných půd, je zaměřen tento příspěvek.

MATERIÁL A METODY

Vymezení vlivu regulovatelných faktorů na výnos a strukturu ozimé pšenice bylo provedeno jednak analýzou přesných pokusů na Pokusné stanici VÚRV Pernolec, dále jsou využity analýzy výsledků z provozních honů (ročně na ploše 12 000—14 000 ha) a v neposlední řadě jsou využity výsledky z kontrolních stanovišť (dále KS), zejména ze sledování v rámci OP - SS Tachov.

Pro zpracování takto rozsáhlého faktologického materiálu byly využity zejména regresní analýzy, při hodnocení některých faktorů pak metody maximálních hodnot, popř. další statistické metody. Analýza byla provedena v letech 1979—1983.

VÝSLEDKY

Výchozí podmínkou stabilizace vysokých výnosů ozimé pšenice je faktor půdní úrodnosti. Není zaměnitelný žádným z následných opatření a lze jej zabezpečit jen systematickou dlouholetou péčí. Prvořadá pozornost patří přísunu organické hmoty do půdy. Vztah mezi výnosem ozimé pšenice a dodáním organické hmoty do půdy vyjadřuje tab. I.

Analýza ukázala, že k dosažení stabilních vysokých výnosů, musí být do půdy dodáno alespoň 40 t hnoje na ha za 4 roky (1,5—1,8 t organické hmoty na rok a ha). Přitom v méně příznivých ročnících a na méně úrodných stanovištích je vliv sníženého přísunu organických látek významnější.

U ozimé pšenice je v podmínkách OP - SS Tachov významným faktorem zařazení pšenice po předplodině (tab. II). Výnosový rozdíl je trvale velice významný a pro dosažení nekolísavých vysokých výnosů ozimé pšenice je zařazení po zlepšujících předplodinách nezbytnou podmínkou. Ve skupině zlepšujících předplodin je nejlepší ozimá řepka. Tato skutečnost byla již v podmínkách OP - SS Tachov mnohokrát prokázána. Umožňuje dosahovat výnosy nad úrovní 5 t na ha. Velmi vhodnou předplodinou je jetel, a to zejména při jeho vysokých výnosech.

V pokuse byl kvantifikován vliv vyššího výnosu jetele. Při výnosech jetele 50 t na ha zelené hmoty byl výnos následné ozimé pšenice 7,62 t na ha, při výnosu jetele 60 t na ha, došlo ke zvýšení výnosů ozimé pšenice o 1 t na ha. To dokládá, že vysoký výnos jetele umožňuje i vysoký výnos následné ozimé pšenice. Nezapojený, málo výnosný nebo pozdě zaoraný pozemek po jeteli nedává záruku vysokých výnosů ozimé pšenice. Ještě složitější je to s předplodinovou hodnotou jetelotrávy.

Zařazení pšenice bezprostředně po jeteli umožnilo dosáhnout vyšší výnosy o 0,2 t na ha, podobně tomu bylo, pokud byl jetel zařazen jako předplodina ve 4letém sledu. To dokládá, že cestou ke stabilitě vysokých výnosů ozimé pšenice je i zvýšení podílu jetele náhradou za jetelotrávu.

Postupně je stále vyšší podíl pšenice ozimé zařazován po kukuřici. Výsledky přesných pokusů dokládají, že kukuřice jako předplodina se

I. Závislost výnosů ozimé pšenice na organickém hnojení (provozní hony OP-SS Tachov, 1980—1982) — The relation between the yields of winter wheat and organic manuring (production fields of the Tachov State Farms, 1980—1982)

Dávka hnoje za 4 roky v t na ha	Výnos v t na ha	
	Ø let 1980—1981	1982
0	1,65	3,50
10	3,10	4,20
20	3,75	4,80
30	3,90	5,30
40	4,15	5,60
50	4,65	—
60	5,20	—

II. Závislost výnosů ozimé pšenice na předplodině (provozní hony OP-SS Tachov, 1979—1982) — The relation between winter wheat yields and forecrop (production fields of the Tachov State Farms, 1979—1982)

Předplodiny	Výnos v t na ha v roce				Index
	1979—1980	1981	1982	Ø 4 let	
3 zlepšující	—	3,93	4,64	—	—
2 zlepšující	4,36	3,88	3,91	4,05	1,00
1 zlepšující	3,63	3,73	3,39	3,58	0,88
1 zhoršující	3,17	3,46	3,07	3,23	0,80
2 zhoršující	2,94	3,09	2,96	3,00	0,74
3 zhoršující	2,94	2,62	3,05	2,87	0,70

III. Výnosy ozimé pšenice po jeteli a kukuřici (pokusná stanice Pernolec, 1982) — Winter wheat yields after clover and maize (Pernolec testing station, 1982)

Dávka N*) v kg celkem	Výnos v t na ha podle předplodin		
	jetel	kukuřice	index
0	5,00	4,25	1,18
60	6,82	5,39	1,26
120	7,74	5,99	1,29
150	7,86	6,09	1,29
180	7,75	6,06	1,28

*) Dávka N aplikována ve 3 částech.

IV. Závislost výnosů ozimé pšenice na pH půdy a zásobě P v půdě (OP-SS Tachov, 1980—1982) — The relation between winter wheat yields and soil pH and P content in soil (Tachov State Farms, 1980—1982)

pH půdy	Výnos v t na ha v letech		Zásoba P v půdě (mg/kg půdy)	Výnos v t na ha v letech	
	1980—1981	1982		1980—1981	1982
4,5	—	2,0	15	3,65	2,80
5,0	5,0	3,5	20	4,50	3,50
5,5	5,3	4,6	30	5,30	4,60
6,0	5,4	4,9	40	5,50	5,10
6,5	5,3	4,8	50	5,60	5,40
7,0	4,7	4,2	60	—	5,50

V. Výnos ozimé pšenice v závislosti na zásobě K a Mg v půdě (OP-SS Tachov, 1980—1982) — Winter wheat yield in relation to the K and Mg content in soil (Tachov State Farms, 1980—1982)

Zásoba K v půdě (mg/kg půdy)	Výnos t na ha		Zásoba Mg v půdě (mg/kg půdy)	Výnos v t na ha	
	1980—1981	1982		1980—1981	1982
85	3,20	2,50	30	3,20	2,00
95	4,20	3,50	50	5,00	4,40
110	5,10	4,40	70	5,40	5,50
130	5,35	5,10	90	5,50	5,60
150	5,50	5,40	100	5,30	5,40

VI. Závislost výnosů ozimé pšenice na termínu setí (OP-SS Tachov, 1979—1982) — The relation between winter wheat yields and sowing term (Tachov State Farms, 1979—1982)

Termín setí	Výnos v t na ha v roce				
	1979	1980		1981	1982
		bramb. obl.	podh. obl.		
10. 9.	—	4,23	3,54	4,38	3,86
20. 9.	—	4,17	3,34	4,14	3,75
30. 9.	4,14	4,10	3,20	3,91	3,59
10. 10.	3,52	4,01	3,08	3,68	3,39
20. 10.	3,09	3,91	3,00	3,47	3,15
30. 10.	2,90	3,79	2,94	3,27	2,86
10. 11.	—	3,66	2,91	3,08	2,53
Index	0,70	0,87	0,82	0,70	0,66

VII. Výnos ozimé pšenice v závislosti na termínu setí (pokusná stanice Pernolec, 1983) — Winter wheat yield in relation to sowing term (Pernolec testing station, 1983)

Odrůda	Výnos v t na ha podle termínu setí		
	24. 9.	18. 10.	index
Vala	8,49	6,26	1,36
Regina	8,92	6,42	1,39
Ø	8,70	6,34	1,37

VIII. Výnos ozimé pšenice v závislosti na termínu setové orby (OP-SS Tachov, 1982) — Winter wheat yield in relation to the term of pre-sowing tillage (Tachov State Farms, 1982)

Termín setové orby	Výnos v t na ha	Index
do 1. 9.	3,79	1,00
10. 9.	3,68	0,97
20. 9.	3,55	0,94
30. 9.	3,41	0,90
10. 10.	3,26	0,86

plně nevyrovná jeteli (tab. III). Výnosový rozdíl představuje + 26 až 29 % ve prospěch jetele.

V provozních podmínkách analýza ukázala pozitivní vliv zařazení pšenice po kukuřici na snížení zaplevelení vytrvalými pleveli. Jednoznačně negativně působila opožděná naorávka a setí pšenice do čerstvé brázdy nebo po optimálním termínu. To bylo příčinou, proč 29 % porostů pšenice po kukuřici dalo v roce 1982 jen nízké výnosy.

Z analýzy předplodinové hodnoty vyplývá, že při zařazení pšenice je podmínkou stability vysokých výnosů zlepšující předplodina, a to ozimá řepka, včas sklizený výnosný jetel, včas sklizená kukuřice, a naproti tomu úplné vyloučení zhoršujících předplodin.

Při hodnocení faktoru půdní úrodnosti významnou roli mají agrochemické vlastnosti půdy. Zde výnosovou závislost uvádějí tabulky IV a V. Podmínkou pro dosažení stabilně vysokých výnosů ozimé pšenice v podmínkách OP - SS Tachov je pH pozemku od 5,8 do 6,5; zásoba P minimální 35 mg na kg půdy, optimální 55—65 mg; zásoba K minimálně 125 mg na kg půdy; zásoba Mg minimálně 50 mg na kg půdy, optimální je pak 70—90 mg.

Vliv zhoršené zásoby živin se výrazně projeví hlavně v méně příznivých ročnících, např. v roce 1982. Naproti tomu při dosažení optimální zásoby živin v půdě bylo možné i v méně příznivých letech stabilizovat vysoké výnosy.

Nutným předpokladem pro tvorbu vysokých výnosů ozimé pšenice je realizace dominantních agrotechnických opatření. Zde je nejvýznamnější termín setí, jak to dokládají tabulky VI—VII a termín seťové orby (tab. VIII). Analýza výsledků jednoznačně prokazuje, že termín setí ovlivní výnos dominantně. Opožděné setí znamená vývojový pokles 13—39 % a to nelze žádným dalším opatřením kompenzovat. V některých ročnících se projeví vliv termínu setí méně (zde například v pěti hodnocených letech 1X — rok 1980), ovšem i v ročníku 1982—1983 (příznivé podmínky zimy) znamenalo opožděné setí podle přesných pokusů pokles výnosů za dekádu o 1 t na ha. Jednoznačně proto platí, že pro vysoký výnos ozimé pšenice je optimální termín setí dominantním předpokladem. Rovněž včasná seťová orba umožňuje dosažení vyšších výnosů.

Literatura

- BURDA, V. — LIPAŤSKÝ, J. — NIKLÍČEK, L.: Úprava dávek živin podle průběhu povětrnosti. Lišno, ČSVTS při OP - SS Tachov, 1983, s. 102-111.
- JANOVEC, J. — NEJEDLÁ, L.: Předpoklady a podmínky vysokých výnosů ozimé pšenice podle analýzy na OP - SS Tachov. Plzeň ČSVTS při OP - SS Tachov, 1982, s. 32-42.
- JANOVEC, J. — NEJEDLÁ, L.: Vymezení předpokladů, podmínek a dominantních agrotechnických opatření při realizaci prováděcích projektů pěstování polních plodin na OP Tachov Lišno, MZVŽ ČSR, VÚRV Ruzyně, VŠZ Praha, Státní statky v Tachově OP, ČSVTS při OP Tachov, ACHP Benešov, 1983, s. 20-93.
- TOMAŠKOVÁ, J. — JANOVEC, J.: Účinnost korekce výživy ozimých obilovin a řepky ozimé v klimatických podmínkách roku 1982. In: „Prováděcí projekty pěstování polních plodin“, Lišno, 14.—16. 2. 1983, MZVŽ ČSR, VÚRV Praha-Ruzyně, VŠZ Praha, Státní statky, o. p. Tachov, s. 112-122.
- VRKOČ, F.: Agroekologické základy tvorby výnosů hlavních polních plodin. VÚRV Praha-Ruzyně. Doktorská disertační práce. 1981, s. 192.

Došlo dne 1. 6. 1984

ЯНОВЕЦ, Й. (Госхозы, Тахов): Влияние некоторых регулируемых факторов на формирование урожаев озимой пшеницы в промышленных условиях. Rostl. Výr., 30, 1984 (10) : 1071-1076.

Для обеспечения стабильности высоких урожаев озимой пшеницы исходным условием считается достижение хорошего почвенного плодородия. Речь, главным образом, идет о систематическом поступлении органической массы в почву хотя бы в пересчете 1,5—1,8 т/га в год, о включении озимой пшеницы после пригодных предшественников, главным образом после озимого рапса, продуктивного клевера и после вовремя убранной кукурузы. Далее реализации высоких урожаев помогает запас питательных веществ в почве, pH выше 5,8, P минимально выше 35 мг на кг почвы, K минимально выше 125 мг на кг почвы и Mg по крайней мере выше 50 мг на кг почвы. Необходимым условием для высоких урожаев озимой пшеницы является высеv в оптимальный срок согласно областям.

программирование урожаев; озимая пшеница; регулируемые условия (факторы); стабилизация высоких урожаев

JANOVEC, J. (State Farms, Tachov): *The Effect of some Controllable Factors on the Formation of Winter Wheat Yields under the Conditions of Large-Scale Production.* Rostl. Výr., 30, 1984 (10) : 1071-1076.

If winter wheat yields are to be kept high, good soil capability should be provided. This implies, in particular, a regular supply of organic matter to the soil at a converted rate of at least 1.5—1.8 tons per ha/annum, inclusion of winter wheat after good forecrops, mainly winter rape, high-yielding clover, and maize harvested in time. High yields also require a good nutrient store in the soil, pH value above 5.8, P content at least above 35 mg per kg of soil, K at least above 125 mg per kg of soil, and Mg at least above 50 mg per kg of soil. Sowing at the best term according to the region is necessary for high yields of winter wheat.

yield programming; winter wheat; controllable factors; stabilization of high yields

Adresa autora:

Ing. Jiří Janovec, Státní statky, o. p., Pivovarská 1371, 347 27 Tachov

MODEL PROJEKCE REGENERAČNÍ DÁVKY DUSÍKU PRO OZIMOU PŠENICI

L. Niklíček, V. Burda, Z. Strnadová

NIKLÍČEK, L. — BURDA, V. — STRNADOVÁ, Z. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně): *Model projekce regenerační dávky dusíku pro ozimou pšenici*. Rostl. Vyr., 30, 1984 (10) : 1077-1084.

Metoda stanovení optimální dávky dusíku v období jarní regenerace porostu ozimé pšenice záleží ve využití empirického modelu závislosti výnosu na základním hnojení, výsevku, hustotě porostu a srážkách od předseťové přípravy do nástupu jara. Tyto podmínky vyjadřují přibližně 30 % variability 1446 zjištěných výnosů za 5 let na stanovišti Pernolec u Tachova. Vypočtené optimální dávky dusíku v období regenerace se pohybovaly v rozpětí 0—50 kg dusíku na ha.

programování výnosů; ozimá pšenice; dusík; modelování

Pro stanovení optimálních regeneračních dávek dusíku je v literatuře popsána řada metod. Baier (1982) odhaduje potřebu hnojení ozimé pšenice po přezimování podle výživného stavu rostlin. Podobně Nielsen (1982) vypracoval diagnostiku potřeby dusíku pomocí korekčního modelu na základě chemického složení mladých rostlin. Naopak Papastylianou a Puckridge (1981) poukazují na malou spolehlivost ukazatele obsahu nitrátů v rostlinách pro stanovení dávek hnojiv. Další skupina autorů (Müller, Ansoerge, Hagemann, 1976; Vielmayer et al., 1980; Bielek, 1982 aj.) vypracovala metody projekce dávek dusíku na základě obsahu nitrátového dusíku v půdě.

Z našich prací (Burda, Lipavský, Pokorný, 1981) vyplývá, že vhodnost každého opatření je nutno posuzovat z hlediska uplatnění ve vazbách celého systému faktorů prostředí a formování výnosu.

Proto jsme se v předkládané práci pokusili o využití empirického modelu formování výnosu ozimé pšenice k výpočtu optimální výše regenerační dávky dusíku pro tuto plodinu.

MATERIÁL A METODY

K výpočtům jsme použili soubor výsledků přesných výživářských polních pokusů s ozimou pšenicí konaných v letech 1976—1980 na pokusné stanici rostlinné výroby VÚRV Praha v Pernolci (okres Tachov). Ke každému výnosovému výsledku byly přiřazeny údaje o vývoji porostu, hnojařských a agrotechnických opatřeních a průběhu počasí během vegetace (podle jednotlivých růstových fází). Jde přibližně o 1500 výnosových výsledků.

Pokusná stanice rostlinné výroby je v nadmořské výšce 545 m v bramborářském výrobním typu (seskupení BPEJ č. 10), půdní typ hnědá půda kyselá. Dlouhodobý průměrný roční úhrn srážek činí 665 mm, průměrná denní teplota 7,0 °C.

Soubor výsledků jsme hodnotili sedminásobnou kvadratickou regresní a korelační analýzou s interakcemi. Regenerační dávku dusíku jsme počítali jako interakci působení vybraných faktorů, působících od doby setí do doby jarního odpočtu rostlin.

Výsledkem hodnocení byla regresní rovnice tohoto tvaru:

$$N_{\text{reg}} = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 + a_5x_5 + a_6x_6 + a_7x_7 + a_{11}x_1^2 + a_{22}x_2^2 + a_{33}x_3^2 + a_{44}x_4^2 + a_{55}x_5^2 + a_{66}x_6^2 + a_{77}x_7^2 + a_{12}x_1x_2 + a_{13}x_1x_3 + a_{14}x_1x_4 + a_{15}x_1x_5 + a_{16}x_1x_6 + a_{17}x_1x_7 + a_{23}x_2x_3 + a_{24}x_2x_4 + a_{25}x_2x_5 + a_{26}x_2x_6 + a_{27}x_2x_7 + a_{34}x_3x_4 + a_{35}x_3x_5 + a_{36}x_3x_6 + a_{37}x_3x_7 + a_{45}x_4x_5 + a_{46}x_4x_6 + a_{47}x_4x_7 + a_{56}x_5x_6 + a_{57}x_5x_7 + a_{67}x_6x_7 + a_0,$$

N_{reg} — vypočtená výše regenerační dávky dusíku,

a_i — regresní koeficienty,

x_1 — velikost výsevu (počet klíčivých zrn na m^2),

x_2 — počet přezimovaných rostlin na m^2 ,

x_3 — srážky od setí do 30. listopadu (mm),

x_4 — srážky od 1. prosince do 15. března (mm),

x_5 — dávka N před setím (kg N na ha),

x_6 — dávka P před setím (kg P na ha),

x_7 — výše výnosu (t na ha).

Těsnost vypočítaného vztahu jsme hodnotili korelačním indexem na významnost od nuly.

Do vypočítané regresní rovnice jsme dosazovali konkrétní hodnoty sledovaných faktorů a regenerační dávku dusíku jsme počítali pro určitou výši výnosu při různých kombinacích ostatních sledovaných nezávisle proměnných veličin. Všechny hodnoty nezávisle proměnných veličin jsme dosazovali v reálném rozpětí přibližně ± 1 směrodatnou odchylku.

Při hodnocení výsledků jsme se zaměřili nejdříve na sledování vlivu jednotlivých faktorů na potřebnou výši regenerační dávky dusíku. V druhé části jsme potom hodnotili interakci vlivu výše požadovaného výnosu spolu s ostatními nezávisle proměnnými veličinami na potřebnou výši regenerační dávky dusíku.

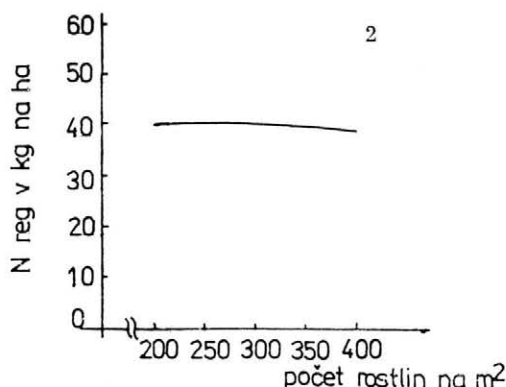
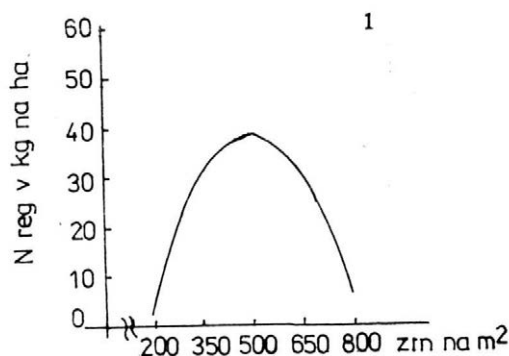
VÝSLEDKY

V první části práce (obr. 1—7) jsme hodnotili vliv jednotlivých sledovaných faktorů na výši potřebné regenerační dávky dusíku při průměrné hodnotě ostatních sledovaných faktorů (tab. I).

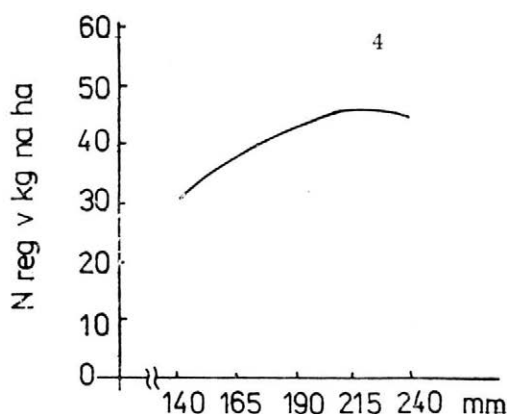
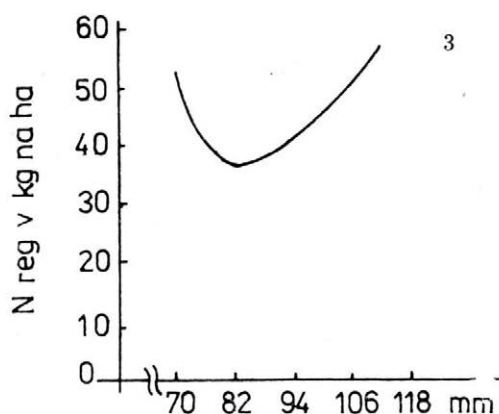
Výsevek (obr. 1) se podílel na velikosti potřebné regenerační dávky dusíku (pro dosažení průměrného výnosu na úrovni 6 t na ha) poměrně výrazně. Jeho velikost od 200 do 500 zrn na m^2 zvyšovala potřebnou dávku N_{reg} z 5 na 40 kg N na ha. Při výsevu vyšším než 500 zrn na m^2 potřeba dusíku klesala.

Počet přezimovaných rostlin (obr. 2) se naopak na potřebné výši N_{reg} sám o sobě výrazněji neprojevil. V celém sledovaném rozpětí počtu rostlin po přezimování (200—400 rostlin na m^2) se potřebná výše N_{reg} pro dosažení výnosu na úrovni průměru pro soubor pohybovala na hladině 40 kg N na ha.

Potřeba N_{reg} stoupala spolu s rostoucím množstvím srážek v období od setí do 30. listopadu i období zimním (1. prosince — 15. března) (obr. 3 a 4).



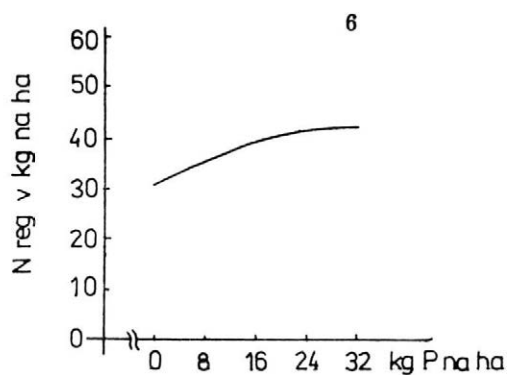
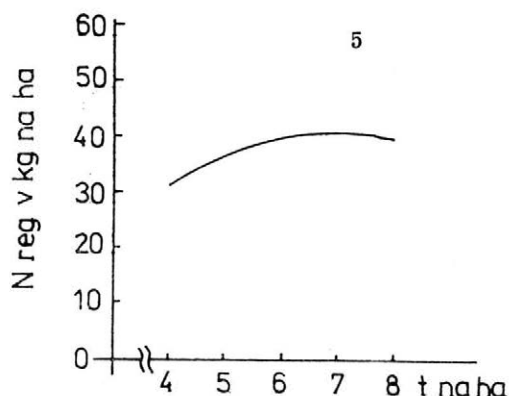
1. Výsevek (počet zrn na m²) — Sowing rate (number of grains per square metre)
 2. Počet přezimovaných rostlin na m² — The number of wintered plants per square metre



3. Srážky v období od setí do 30. 11. v mm — Precipitation from sowing to the 30th of November, mm
 4. Srážky v období od 1. 12. do 15. 3. v mm — Precipitation from the 1st of December to the 15th of March, mm

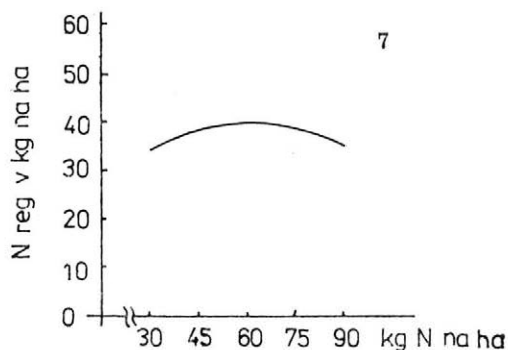
I. Průměrné hodnoty sledovaných faktorů na stanovišti Pernolec v letech 1976—1980 — The average values of the factors studied at Pernolec in 1976—1980

Faktor	Jednotka	Hodnota
Výnos zrna	t na ha	6,066
Výsevek	klíč. zrna na m ²	499
Přezimované rostliny	počet na m ²	319
Srážky setí — 30. 11.	mm	95
Srážky 30. 11. — 15. 3.	mm	188
Dávka N před setím	kg na ha	58
Dávka P před setím	kg na ha	18
Regenerační dávka N	kg na ha	29



5. Požadovaný výnos zrna v t na ha — The required yield, t per ha

6. Podzimní předseťová dávka fosforu v kg na ha — The autumn pre-sowing phosphorus application rate, kg per ha



7. Podzimní předseťová dávka dusíku v kg na ha — The autumn pre-sowing nitrogen application rate, kg per ha

S rostoucím požadovaným výnosem (obr. 5) rostla i potřebná výše regenerační dávky dusíku až na úroveň 40 kg N na ha pro výnosy nad 6 t na ha (ovšem při průměrné hodnotě ostatních sledovaných faktorů).

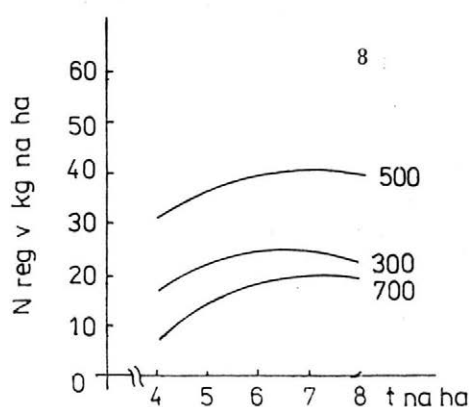
Také podzimní předseťová dávka fosforu (obr. 6) zvyšovala potřebu N_{reg} v celém rozsahu použitých dávek P (0–32 kg P na ha) z 30 až na přibližně 45 kg N na ha.

Podzimní dávka dusíku před setím (obr. 7) se na výši potřebné dávky N_{reg} výrazněji neprojevovala.

V druhé části práce jsme se pokusili zachytit interakci vlivů požadované výše výnosu a dalších sledovaných faktorů na potřebnou výši regenerační dávky dusíku.

Vyšší výsevok v interakci se stoupajícím požadovaným výnosem zvyšuje úroveň potřebné regenerační dávky dusíku až do velikosti výsevku 500 zrn na m^2 a v celém rozsahu stanovených výnosů (4–8 t na ha) na 30–40 kg N na ha. Výsevok vyšší než 500 zrn na m^2 úroveň potřebné dávky snižuje na 5–20 kg N na ha (obr. 8).

Počet přezimovaných rostlin se v interakci s výší výnosu na úrovni potřebné regenerační dávky dusíku výrazně neprojevil (obr. 9). V celém sledovaném rozpětí výnosů i počtu přezimovaných rostlin jsme zaznamenali maximální rozdíl mezi potřebnými dávkami N_{reg} přibližně 10 kg N na ha. Podobně jako při interakci vlivu výše výnosu s výsevokem, vyšší výnos i zde vyžadoval vyšší regenerační dávku dusíku, ale

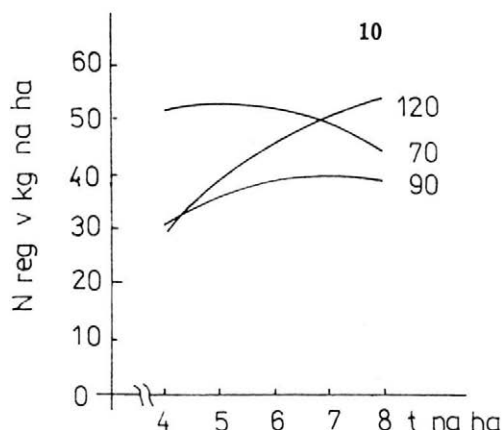


8. Vliv velikosti výsevu a stoupajícího výnosu na potřebnou regenerační dávku dusíku N_{reg} (zrn. m^{-2}) — The relationship of sowing rate and increasing yield to the regeneration nitrogen rate N_{reg} (grains per m^2)

9. Vliv počtu přezimovaných rostlin a stoupajícího výnosu na potřebnou regenerační dávku dusíku N_{reg} (rostlin. m^{-2}) — The relationship of the number of wintered plants and increasing yield to the regeneration nitrogen rate N_{reg} (plants per m^2)

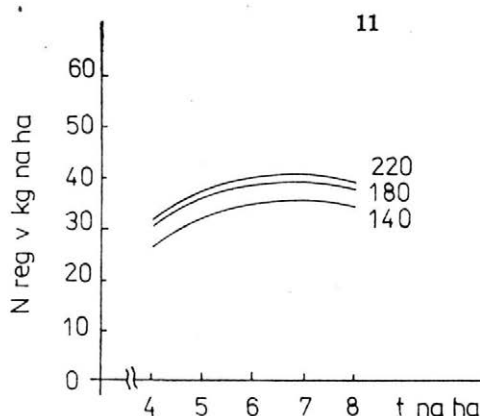
počet přezimovaných rostlin její výši téměř neovlivnil (při průměrné úrovni ostatních faktorů).

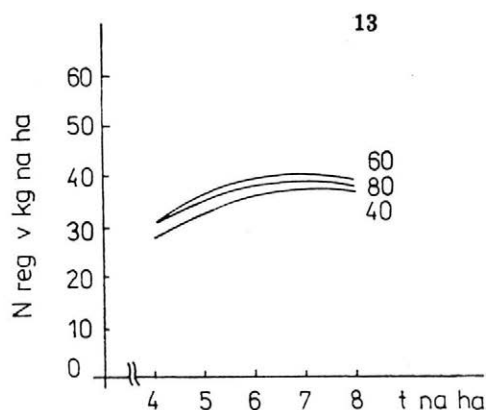
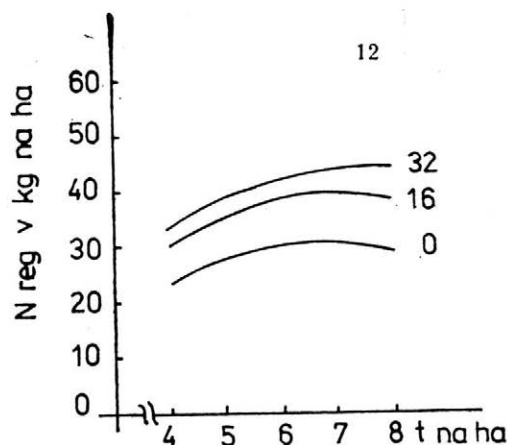
Zatímco nízké srážky v období od setí do 30. listopadu snižovaly výši potřebné regenerační dávky dusíku pro vyšší výnosy až o 7 $kg N$ na ha (obr. 10), vysoké srážky v tomto období působily zcela opačně zvýšením potřebných dávek až o 20 $kg N$ na ha (pro výnos 8 t na ha). Průměrné srážky se vyznačovaly celkově nejnižší úrovní potřeby N_{reg} , tj. 30–40 $kg N$ na ha ve sledovaném rozpětí výnosů.



10. Vliv srážek v období od setí do 30. 11. a stoupajícího výnosu na potřebnou regenerační dávku dusíku N_{reg} (mm) — The relationship of precipitation from sowing to the 30th of November and increasing yield to the regeneration nitrogen rate N_{reg} (in mm)

11. Vliv srážek v období od 1. 12. do 15. 3. a stoupajícího výnosu na potřebnou regenerační dávku dusíku N_{reg} (mm) — The relationship of precipitation from the 1st of December to the 15th of March and increasing yield to the regeneration nitrogen rate N_{reg} (in mm)





12. Vliv podzimního předsetového hnojení fosforem a stoupajícího výnosu na potřebnou regenerační dávku dusíku N_{reg} (kg) — The relationship of autumn pre-sowing phosphorus fertilization and increasing yield to the regeneration nitrogen rate N_{reg} (in kg)

13. Vliv podzimního předsetového hnojení dusíkem a stoupajícího výnosu na potřebnou regenerační dávku dusíku N_{reg} (kg) — The relationship of autumn pre-sowing nitrogen fertilization and increasing yield to the regeneration nitrogen rate N_{reg} (in kg)

Jako méně významné se v interakci s výší výnosu projeví zimní srážky [1. prosinec — 15. březen]. Rozpětí potřebných dávek N_{reg} pro sušší i vlhčí rok ve sledovaném období je velmi malé (v celém sledovaném intervalu výnosů činilo pouze asi 5 kg N na ha). Vyšší srážky potřebu N_{reg} mírně zvyšovaly (obr. 11).

Podzimní předsetové hnojení fosforem v interakci s výší výnosu zvyšovalo potřebnou regenerační dávku dusíku v celém rozpětí použitých dávek fosforu až o 10–15 N na ha (obr. 12).

Dávka dusíku před setím se ani v interakci s výší výnosu na výši N_{reg} výrazněji neprojevovala (obr. 13).

Velikost mnohonásobného korelačního indexu ($I_k = 0,55$) dokumentuje při vysokém počtu opakování ($n = 1446$) poměrně vysokou těsnost popisovaných vztahů. Pomocí hodnocených nezávisle proměnných veličin můžeme popsat asi 30 % variability dávek N_{reg} . Zbytek variability můžeme připsat vlivu faktorů, které jsme nesledovali nebo ani sledovat nemohli. Je to především průběh počasí po aplikaci regenerační dávky dusíku, který neumíme předpovědět a který výrazně ovlivňuje chování porostu v dalších fázích růstu a etapách vývoje.

DISKUSE

Výsledky práce ukazují, jak výrazně se v podmínkách sledovaného stanoviště na výši potřebné regenerační dávky dusíku podílely studované faktory.

Velikost výsevu se sama o sobě i v interakci s plánovanou výší výnosu ukázala jako velmi výrazně působící faktor. Nejnížší dávku N_{reg} vyžadovaly porosty založené buď velmi nízkým (200–300 zrn na m^2), nebo naopak velmi vysokým (700–800 zrn na m^2) výsevkem.

Nízký výsevek vytváří menší počet rostlin, které mají k dispozici dostatečnou úživnou plochu a lepší podmínky pro tvorbu odnoží. Větší regenerační dávka dusíku by mohla tudíž podpořit tvorbu odnoží vyšších řadů s malou nebo žádnou produktivitou. Petr (1980) přisuzuje řídkým porostům větší rozvoj kořenového systému. Přehoustlý porost naopak další zahuštění vyšší regenerační dávkou dusíku nepotřebuje.

V práci se nám nepodařilo dostatečně prokázat výrazný vliv počtu přezimovaných rostlin na potřebu N_{reg} pro značnou variabilitu naměřených hodnot.

Výše srážek ve sledovaných obdobích obecně zvyšovala potřebnou výši N_{reg} . Při vyšších srážkách zřejmě dochází k vyšším ztrátám dusíku z půdy vyplavením (Chvoščeva, 1977; Stephanson, Collis, 1974).

Příznivý vliv hnojení fosforem před setím na výši výnosu potvrzují i práce Knappa W. R. a Knappa J. S. (1978). Vyšší potřebu N_{reg} při vyšších dávkách fosforu lze vysvětlit nižší účinností hnojení dusíku při hnojení fosforem (Burda, Pokorný, 1979).

Nevýrazný vliv dávky dusíku před setím na potřebnou výši regenerační dávky dusíku koresponduje s výsledky práce Smetánkové (1980).

Stanovení regenerační dávky dusíku jako jednoho prvku v systému faktorů ovlivňujících výnos je jedním z případů možného využití obdobných modelů. Předností tohoto přístupu je respektování podmínek prostředí a implicitně též ekologicky optimální dynamiky formování výnosů. Plné využití však vyžaduje shromáždit dostatek podkladů pro možnost respektování kvalitativních faktorů (předplodina, odrůda atd.), jejichž vliv lze vyjádřit tříděním souboru dat. V případě námi předloženého modelu je vliv těchto faktorů zahrnut v nevysvětlené části variability.

Obecně výsledky práce naznačily možnost využití podobných modelů k projektování procesů v komplexu tvorby výnosu polních plodin.

Literatura

- BAIER, J.: Odras stupňované intenzity hnojení na koncentraci živin v rostlinách. Rostl. Výr., 28, 1982, č. 6, s. 483-488.
- BIELEK, P.: Akumulácia nitrátov v pôde ako funkcia teploty, vlhkosti a času. Rostl. Výr., 28, 1982, č. 7, s. 384-394.
- BURDA, V. — POKORNÝ, V.: Vliv dávek a doby aplikace dusíku na přírůstek výnosu zrna ozimé pšenice v řepářském a bramborářském výrobním typu. Rostl. Výr., 25, 1979, č. 2, s. 161-166.
- BURDA, V. — LIPAVSKÝ, J. — POKORNÝ, V.: Applicability of the system concept of yield formation in the optimisation of fertilizing of cereals. Vědecké práce VÚRV Praha-Ruzyně 21, 1981, s. 111-121.
- CHVOŠČEVA, B. G.: Poteri azota v počvě. Dostiž. Nauki i pered. Opyt sel.-Choz., Ser. 1, Zemled. i Rasteniev., 12, 1977, č. 8, s. 33-39.
- KNAPP, W. R. — KNAPP, J. S.: Response of winter wheat to date of planting and soil fertilisation. Agron. J., 70, 1978, č. 6, s. 1048-1053.
- MÜLLER, S. — ANSORGE, H. — HAGEMANN, O. a kol.: Untersuchungen über die Möglichkeiten einer Bemessung der ersten N-Gabe zu Getreide durch Berücksichtigung des Gehaltes an anorganischem Stickstoff im Boden. Arch. Acker- u. Pfl.-Bau u. Bodenkunde, Bd. 20, 1976, č. 10, s. 713-722.
- NIELSEN, J. M.: Evaluation and control of the nutritional status of cereals. VII. The fertilization system transferred to cereals grown under field conditions. Pl. Soil 64, 1982, č. 3, s. 403-423.

- PAPASTYLIANOU, I. — PUCKRIDGE, D. W.: Nitrogen nutrition of cereals in a short-term rotation. II. Stem nitrogen as a indicator of nitrogen availability. Aust. J. Agric. Res. 32, 1981, č. 5, s. 713-723.
- PETR, J.: Odnožování a výnos obilnin. Úroda 28, 1980, č. 1, s. 22-23.
- STEPHANSON, R. C. — COLLIS, G. N.: The importance of environmental factors in soil fertility assessment. II. Nutrient concentration and uptake. Aust. J. Agric. Res. 25, 1974, č. 2, s. 309-316.
- SMETÁNKOVÁ, M.: Vliv hnojení před setím ozimé pšenice na příjem živin. Rostl. Výr. 26, 1980, č. 7, s. 743-754.
- VIELEMAYER, H. P.: Untersuchungen zur Weiterentwicklung des Pflanzenanalyseverfahrens zur operativen Korrektur der 2. N-Gabe bei Wintergetreide. Arch. Acker- u. Pfl.-Bau u. Bodenkunde 24, 1980, č. 4, s. 261-266.

Došlo dne 16. 5. 1984

НИКЛИЧЕК, Л. — БУРДА, В. — СТНАДОВА, З. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Прага - Рузыне): Модель проектирования регенеративной дозы азота для озимой пшеницы. Rostl. Výr., 30, 1984 (10): 1077-1084.

Метод определения оптимальной дозы азота в период весенней регенерации стеблестоя озимой пшеницы зависит от использования эмпирической модели зависимости урожая от основного удобрения, нормы высева, густоты стеблестоя и осадков, начиная с предпосевной обработки вплоть до ранней весны. Эти условия выражают приблизительно 30 % изменчивости 1446 установленных урожаев в течение пяти лет в районе Пернолец близ Тахова. Вычисленные оптимальные дозы азота в период регенерации находились в диапазоне 0—50 кг/га азота.

программирование урожаев; озимая пшеница; азот; моделирование

NIKLÍČEK, L. — BURDA, V. — STRNADOVÁ, Z. (Research Institute of Crop Production, Praha): A Model of Projecting the Regeneration Nitrogen Rate for Winter Wheat. Rostl. Výr., 30, 1984 (10): 1077-1084.

The method of determining the optimum nitrogen application rate for the spring regeneration of winter wheat stand is based on the use of an empirical model of the relationship of yield to the basic fertilization, to sowing rates, stand density and precipitation from pre-sowing cultivation to the beginning of spring. These factors control about 30 % of the variability of 1446 yields determined within a five-year period at the locality Pernolec near Tachov. The optimum nitrogen application rates computed for the period of spring regeneration ranged from 0 to 50 kg nitrogen per ha.

yield programming; winter wheat; nitrogen; simulation

Adresa autorů:

Ing. Ladislav Niklíček, ing. Vladislav Burda, CSc., ing. Zuzana Strnadová, Výzkumný ústav rostlinné výroby, Koněvova 43, 130 00 Praha 3 - Žižkov

REGULACE PODMÍNEK UTVÁŘENÍ PŘEDPOKLÁDANÉHO VÝNOSU CUKROVKY (*BETA VULGARIS* SUBSP. *ALTISSIMA* DÖLL. VAR. *SACCHARIFERA*)

J. Kraslová

KRASLOVÁ, J. (Vysoká škola zemědělská, Praha-Suchdol): *Regulace podmínek utváření předpokládaného výnosu cukrovky (Beta vulgaris subsp. altissima Döll. var. saccharifera)*. Rostl. Vyr., 30, 1984 (10) : 1085-1093.

V dlouhé časové řadě (1966—1983) pokusů se závlahou cukrovky byly sledovány podmínky těch let, kdy bylo dosaženo nejvyšších a nejnižších výnosů bulev. Jako kritérium vhodnosti vlivu termodynamických parametrů klimatu na utváření výnosů byla použita hodnota změny vnitřní energie Δu v období kritickém pro cukrovku, tj. v srpnu. Této potřebné hodnoty $\Delta u_s < 0$ lze dosáhnout závlahou. Závlaha je regulačním faktorem, kterým je možno omezit negativní působení náhodného prvku, srážek a teplot daného roku na utváření výnosů cukrovky.

programování výnosů; cukrovka; regulace výnosů závlahou; hodnota změny vnitřní energie Δu ; hydrotermický koeficient H_k

Potřeba prognóz pro další vývoj zemědělsko-průmyslové soustavy objektivně vzrůstá. Stanovení reálných výstupů vyžaduje tím přesnější analýzy sledovaných vztahů mezi podsoustavami a prvky, čím obecnější platnost má mít formulace úkolu. Význam dobrých prognóz roste se stupněm otevřenosti řízeného procesu, proto nutným předpokladem je znalost vstupních hodnot, číselných podkladů i podmínek prostředí, v němž chceme daný jev regulovat. Určení vhodné metody programování závisí na znalosti zákonitostí vztahů a procesů v dané soustavě — např. procesů tvorby rostlinné hmoty, a to z hlediska systémové analýzy, zobecňující a tedy platné v širším rozsahu (K u d r n a, 1979).

Početné literární prameny odborného popisu podmínek, ve kterých bylo dosaženo určitého výnosu jednotlivých druhů plodin, dokazují nutnost omezit náhodné vlivy prostředí. Jedním z nevelkého počtu regulačních prvků, jimiž je možno eliminovat vliv náhodných podmínek (např. povětrnostních podmínek jednotlivých roků) je závlaha. Závlahu nutno považovat i za regulační prvek bioenergetických procesů rostlin (K u d r n a, 1966). Optimální průběh biologických procesů v buňce vyžaduje zcela určité termodynamické podmínky v různých obdobích růstu a vývoje, tj. poměr příkonu energie a spotřeby tepla v buňkách rostlin. Vyjádření měřitelného příznaku pro tento regulační faktor je obtížné, proto používáme na teoretickém principu termodynamické analýzy (K u d r n a, 1967, 1979) vlivu klimatických podmínek veličinu změny vnitřní energie Δu .

Každá plodina má kritické období, v němž pro dosažení vysokého výnosu musí být zabezpečena srážkami, a to při vysokých teplotách vzduchu. Jejich nedostatek v tomto kritickém období vede k nízkým výnosům. Závlaha se tedy právě v tomto období může uplatnit jako regulační prvek, který umožní programování veličin, vztahů a operací potřebných k dosažení prognózovaného výnosu. Jako příklad možnosti regulace těchto podmínek bioenergetických procesů rostlin uvádíme výsledky dlouholetých pokusů s regulací výnosů cukrovky závlahou.

MATERIÁL A METODY

Byly použity výsledky pokusů vedených od roku 1966 na Experimentální základně katedry zemědělských soustav VŠZ Praha v Hoříně u Mělníka podle metodiky schválené pro řešení výzkumného úkolu státního badatelského plánu (VI-4-1-5). Od roku 1968 jsou pokusné pozemky umístěny stabilně na téžže polích, což umožňuje ve stejných podmínkách prostředí porovnávat vliv měnlivých, např. meteorologických prvků bioenergetické soustavy $E_s \rightarrow E_{rs} \rightarrow E_p$ v delší časové řadě.

Podkladovým materiálem předložené práce jsou údaje zjišťované u cukrovky odrůdy 'Dobrovická A', pěstované v pětihoonném osevním postupu. Agrotechnické i výživářské podmínky jsou pro pokusné varianty dodržovány stejně. Půdy jsou hlinité, hnědozemní, humózní, sorpčně nasycené. Klimatické pásmo je teplé a suché s dlouhodobým průměrem úhrnu srážek 324 mm za vegetaci a průměrem teplot 15 °C.

Regulovaným prvkem je vláhový režim cukrovky řízený graficko-analytickou metodou (K u d r n a, 1968) a výsledky této regulace jsou měřeny výnosem bulev cukrovky zavlažované (označeno symbolem Z) a nezavlažované (N). Jako kritérium vhodnosti souboru podmínek pro tvorbu výnosu cukrovky bylo použito hodnoty změny vnitřní energie Δu a na dokreslení vláhových a teplotních poměrů hydrotermického koeficientu (H_k) v období kritickém pro cukrovku, tj. v srpnu. U varianty nezavlažované není průběh meteorologických podmínek regulován a závisí na teplotách a srážkách příslušného roku. Zavlažovaná varianta má vliv teplot a srážek regulován podle průběhu charakteristické křivky změny vnitřní energie Δu závlahovými dávkami, které byly do hodnoty hydrotermického koeficientu H_k zavlažované varianty započteny.

VÝSLEDKY

Z šestnáctileté časové řady výsledků byly ke zhodnocení vybrány ty roky, v nichž bylo u zavlažované cukrovky dosaženo nejvyšších výnosů a u nezavlažované varianty naopak nejnižších. Dalším hlediskem k posouzení možnosti regulace výnosu bylo porovnání podmínek těch roků, kdy varianta nezavlažovaná i zavlažovaná vykazovala stejné výnosy bulev.

Na obr. 1 jsou porovnávány podmínky roků, v nichž byly výnosy cukrovky téměř na stejné úrovni, třebaže šlo o variantu nezavlažovanou (N/1977) i zavlažovanou (Z/1970 a Z/1974). Lze předpokládat, že výnos varianty nezavlažované byl stejný jako u varianty zavlažované, proto ve vegetačním období roku 1977 byly běžné povětrnostní podmínky podobné těm, které podle obecné klimatické rovnice (K u d r n a, 1966) pro cukrovku (K r a s l o v á, 1969) splňují požadavek, aby hodnota změny vnitřní energie Δu v kritickém období (v srpnu) byla minimální — tedy $\Delta u_8 < 0$ (tab. I, pořadí 1). Rovněž hydrotermický koeficient H_{k8} je vysoký od 2,44 do 3,21.

Stejná situace je dokumentována na obr. 2, třebaže výnosová úroveň je nižší (tab. I, pořadí 2), ale $\Delta u_8 \equiv \Delta u_{min}$ nastalo u varianty nezavla-

I. Výnosy cukrovky, hodnoty změny vnitřní energie Δu a hydrotermický koeficient H_k — The yields of sugar-beet and the values of the variation in internal energy Δu and hydrothermic coefficient H_k

Pořadí	Rok	Varianta pokusu	Výnos bulev t/ha	Hydrotermický koeficient H_{k8}	Změna vnitřní energie Δu_8
1	1970	Z	57,2	3,21	— 6,32
	1977	N	57,8	2,77	— 5,88
	1974	Z	54,3	2,44	— 5,14
2	1969	Z	44,5	1,60	— 5,98
	1982	N	44,5	1,33	— 4,19
	1978	N	45,4	2,25	— 2,98
3	1973	N	22,3	0,14	+ 3,92
	1969	N	22,5	0,87	+ 0,66
	1975	N	31,6	0,39	+ 3,56
4	1975	Z	70,7	2,25	— 3,38
	1982	Z	71,6	2,47	— 6,97
	1979	Z	76,3	3,34	— 6,03
	1978	Z	76,7	3,93	— 11,80
5	1976	Z	60,4	2,99	— 8,38
	1976	N	16,9	0,71	— 0,17
6	1973	Z	63,5	1,96	— 3,41
	1973	N	22,3	0,14	+ 3,92
7	1977	Z	79,9	2,78	— 4,29
	1977	N	57,8	2,77	— 5,88
8	1978	Z	76,7	3,93	— 11,80
	1978	N	45,4	2,25	— 2,98

N — varianta nezavlažovaná;

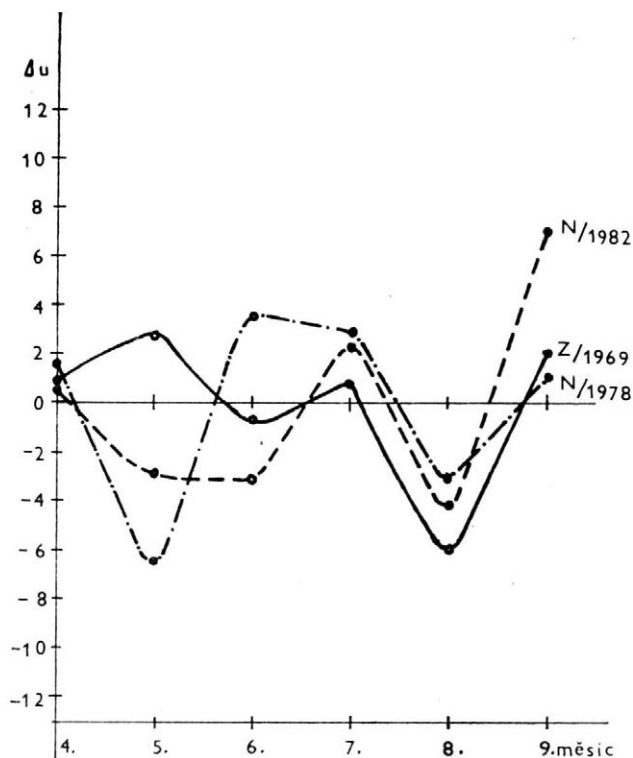
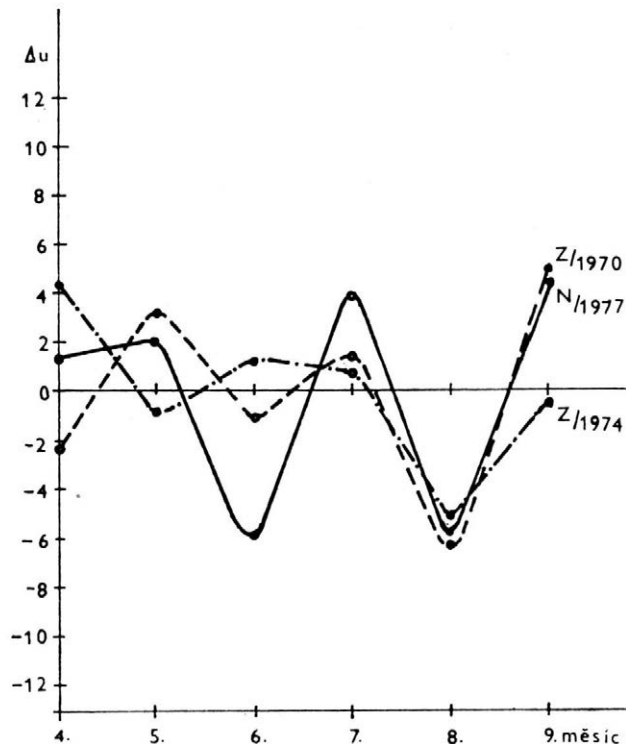
Z — varianta zavlažovaná;

H_{k8} — hydrotermický koeficient v srpnu, u varianty zavlažované jsou ke srážkám připočteny závlahové dávky;

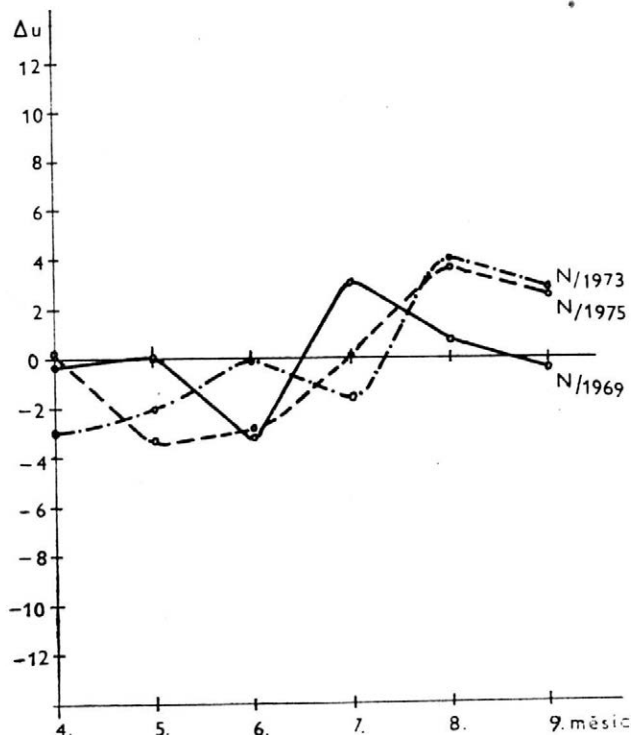
Δu_8 — dosažená hodnota změny vnitřní energie Δu v srpnu.

žované i zavlažované v tomtéž období a bylo < 0 . Varianta nezavlažovaná v roce 1982 a 1978 má stejný výnos jako varianta zavlažovaná roku 1969, protože teplotní a srážkové podmínky u zavlažované varianty regulované doplňkovou závlahou na určený průběh charakteristické křivky změny vnitřní energie Δu byly ve všech těchto letech stejné.

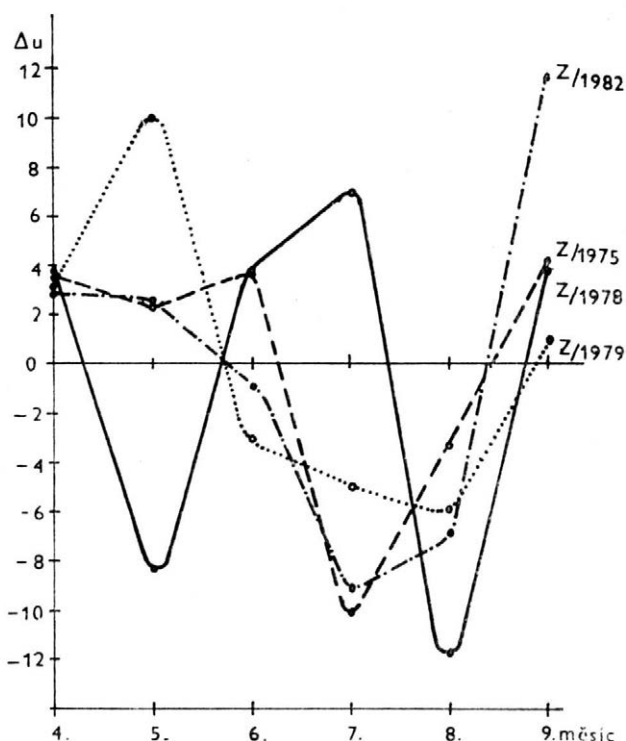
Naopak v letech, kdy hodnota Δu_8 byla > 0 , byly výnosy nízké, neboť byly porušeny termodynamické parametry klimatu v období pro cukrovku kritickém. Tato situace je dokumentována na obr. 3 a v tab. I (pořadí 3) podmínkami těch roků, kdy byly ve sledované časové řadě výnosy nejnižší.

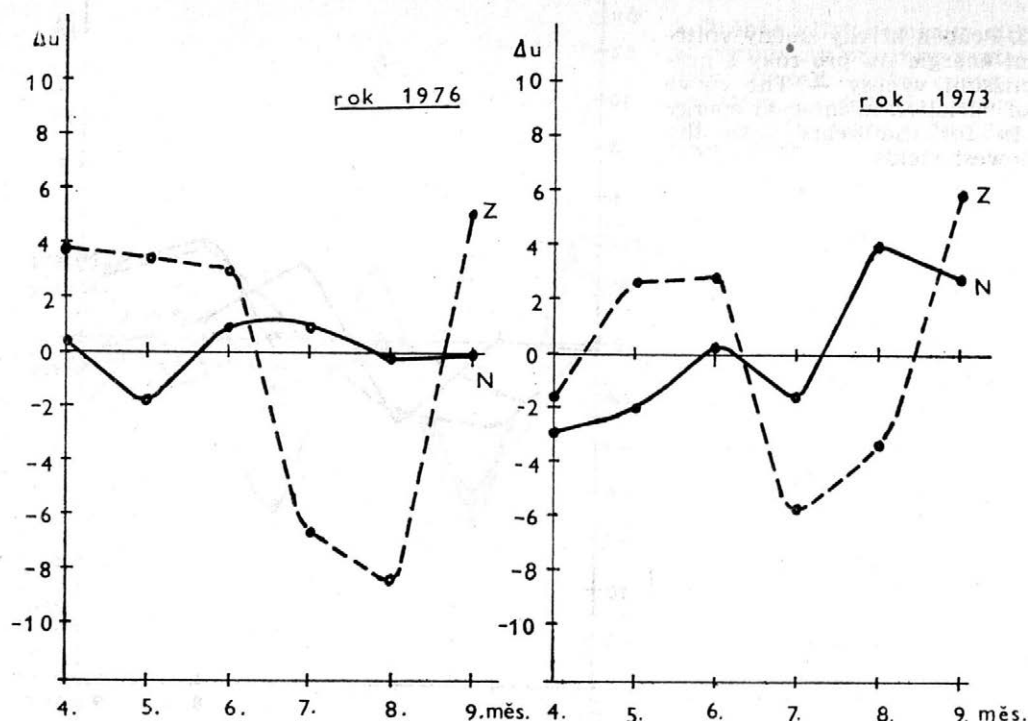


3. Průběh křivky změny vnitřní energie Δu pro roky s nejnižšími výnosy — The curve of variation in internal energy Δu for the years with the lowest yields



4. Průběh křivky změny vnitřní energie Δu pro roky s nejvyššími výnosy — The curve of variation in internal energy Δu for the years with the highest yields





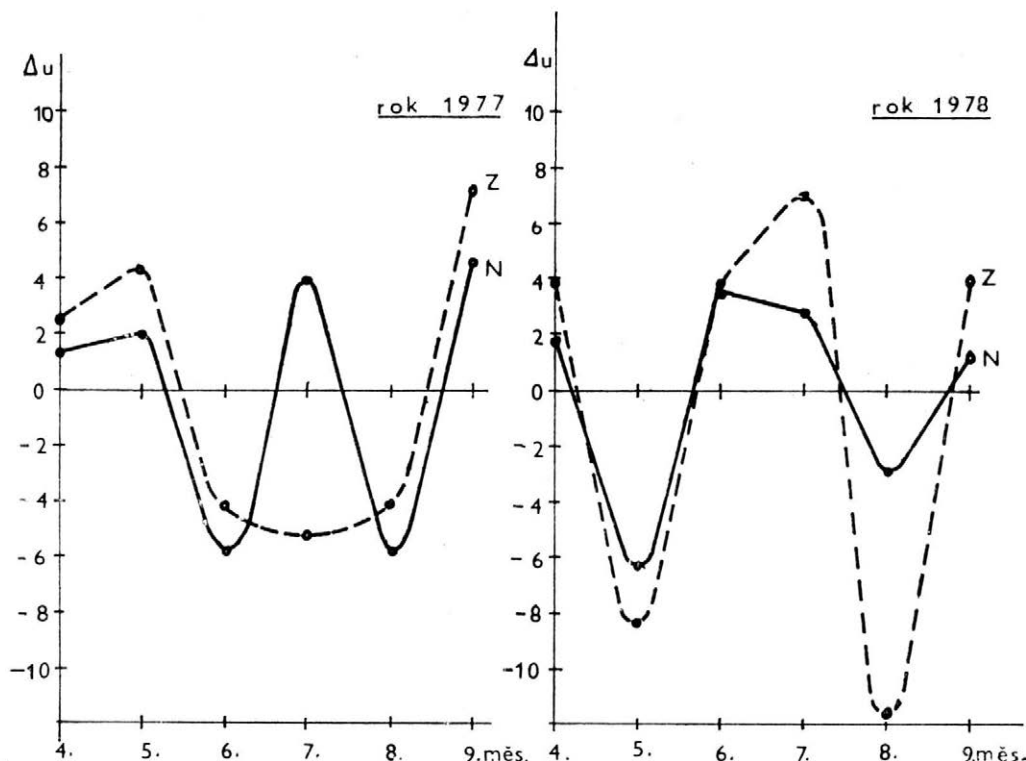
5. Průběh křivek změny vnitřní energie Δu roku s absolutně nejnižším výnosem cukrovky nezavlažované (N) — The curves of variation in internal energy Δu in the year with the absolutely lowest yield of non-irrigated sugar-beet (N)

6. Průběh křivek změny vnitřní energie Δu pro rok s výnosem nejbližším nejnižšímu výnosu cukrovky nezavlažované (N) — The curves of variation in internal energy Δu in the year with a yield closest to the lowest yield of non-irrigated sugar-beet (N)

Protikladem těchto neregulovaných podmínek je tvorba výnosů cukrovky řízená diferencovaným závlahovým režimem podle graficko-analytické metody, čehož jsou dokladem křivky změny vnitřní energie Δu pro varianty zavlažované v letech, kdy výnosy byly nejvyšší (obr. 4, tab. I, pořadí 4).

Rovněž další grafy jsou dokladem možnosti regulace výnosů cukrovky závlahou vhodně řízenou. Absolutně nejnižší výnos v pokusech na Experimentální základně v Hořině byl zjištěn u varianty nezavlažované v roce 1976 [N-1976 $\Rightarrow$ 16,9 t/ha]. V tomtéž roce, hodnoceném jako extrémně suchý rok [$H_{k8} = 0,71$ a H_k za vegetační období = 0,67], bylo regulací podmínek závlahou u varianty zavlažované dosaženo výnosu 60,4 t/ha, tj. 350 % (obr. 5, tab. I, pořadí 5). Že to není náhodný jev je patrné také z obr. 6, na němž je znázorněn průběh změny vnitřní energie Δu pro výnos cukrovky v pořadí druhý nejnižší (N-1973 $\Rightarrow$ 22,3 t/ha) a výnos v tomtéž roce regulovaný závlahou na úroveň 63,5 t/ha (tab. I, pořadí 6).

Absolutně nejvyšší výnos 60,4 t/ha cukrovky byl dosažen v roce 1977 u zavlažované varianty [Z-1977 $\Rightarrow$ 79,9 t/ha]. Běžné povětrnostní podmínky téhož roku lze vyjádřit průběhem křivky změny vnitřní energie Δu blízkým průběhu charakteristické křivky pro cukrovku, což se pro-



7. Průběh křivek změny vnitřní energie Δu roku s absolutně nejvyšším výnosem cukrovky zavlažované (Z) — The curves of variation in internal energy Δu in the year with the absolutely highest yield of irrigated sugar-beet (Z)

8. Průběh křivek změny vnitřní energie Δu pro rok s výnosem nejbližším nejvyššímu výnosu cukrovky zavlažované (Z) — The curves of variation in internal energy Δu in the year with a yield closest to the highest yield of irrigated sugar-beet (Z)

jevilo vytvořením značně vysokého výnosu i u varianty nezavlažované (N-1977 $\Rightarrow$ 57,8 t/ha), jak je patrné z obr. 7 a tab. I [pořadí 7]. Obr. 8 a tab. I [pořadí 8], kde jsou znázorněny podmínky utváření výnosu v pořadí druhého nejvyššího (Z-1978 $\Rightarrow$ 76,7 t/ha) u varianty zavlažované, ukazuje, že ani tady nejde o náhodnou situaci. Protože i v tomto roce poměr teplot a srážek ve vegetačním a hlavně pak v kritickém období pro cukrovku v srpnu odpovídal charakteristické křivce Δu , byl i výnos varianty nezavlažované vysoký (N-1978 $\Rightarrow$ 45,4 t/ha).

DISKUSE

Uvedené výsledky i četné údaje v literatuře svědčí o tom, že závlahou lze podstatně ovlivňovat výnosy i kvalitu cukrovky (Stehlík, 1967; Kudrna, 1967; Kraslová, 1969, 1979; Schmidt, 1971; Derco, 1977; Zahradníček, 1977; Švachula, 1978).

K uskutečnění výhledových plánů na použití automatického řízení závlahových režimů a programovatelných postupů k dosažení prognózovaných výnosů je však nutno vyřešit problém jak dostačujícího počtu, tak i dostatečně přesných údajů o optimálních podmínkách utváření vý-

nosů i požadované kvality plodin [Kudrna, 1979; Minx, 1978; Kraslová, Švachula, 1982].

Analýza meteorologických podmínek ve vztahu k utváření výnosů cukrovky, vyjádřená graficky i tabelárně (obr. 1—8, tab. I), potvrzuje, že kritická fáze plodiny je určena přesně vymezenými klimatickými podmínkami funkce teplot a srážek podle charakteristické křivky změny vnitřní energie Δu [Kudrna, 1967, 1979]. To potvrzují i zpětně zjišťované hodnoty hydrotermických koeficientů H_k pro tyto vztahy [Kraslová, 1969; Schmidt, 1971]. Ukázala se oprávněnost použití H_k jako měřitelného příznaku pro vztahy mezi povětrnostními podmínkami, výnosem a hmotností bulev cukrovky [Schmidt, 1971] a jednoznačně naznačila perspektivu závlah.

Jako regulační prvek lze závlahu diferencovaně uplatnit, aby pro cukrovku v kritickém období srpna byly hodnoty změny vnitřní energie $\Delta u_s < 0$ minimální [Kudrna, 1968, 1979], což je charakterizováno i hodnotou hydrotermického koeficientu $H_{k8} > 1,0$ [Schmidt, 1971; Kraslová, 1969; Kudrna, 1966]. Závlahou je možno omezit působení náhodného prvku v bioenergetické soustavě a stabilizovat podmínky utváření předpokládaného výnosu pro reálné prognózy v zemědělské soustavě.

Literatura

- DERCO, M.: Vplyv závlahy a hnojenia na úrodu a ekonomický efekt cukrovej repy. Rostl. Výr., 23, 1977, č. 1, s. 67-77.
- KRASLOVÁ, J.: Dynamika cukrů v listech a bulvách cukrové řepy jako měřitelný příznak změn energetických podmínek. Rostl. Výr., 25, 1979, č. 10, s. 1057-1064.
- KRASLOVÁ, J.: Příspěvek k utváření výnosů cukrové řepy a jejích technologických vlastností v ČSSR. [Habilitation práce.] Praha, VŠZ 1969.
- KRASLOVÁ, J. — ŠVACHULA, V.: Vliv regulace termodynamických parametrů klimatu na kvalitu cukrovky. In: Sborník vědecké konference AF, VŠZ Praha 1982, s. 253-265.
- KUDRNA, K.: Zemědělské soustavy. Praha, SZN 1979.
- KUDRNA, K.: Graphisch-analytische Methode der Festlegung und Steuerung einer differenzierten Berechnung bei Großflächenberechnungssystemen. Z. Landeskultur, 9, 1968, s. 187-200.
- KUDRNA, K.: Termodynamický charakter vlivu klimatických faktorů na utváření výnosů polních plodin. Rostl. Výr., 13, 1967, č. 6, s. 637-655.
- KUDRNA, K.: Příspěvek k poznání některých zákonitostí vývoje a utváření výnosů polních plodin při řešení teoretických problémů zemědělských soustav. [Doktorská dizertace.] Praha, VŠZ 1966.
- MINX, L.: Tvorba maximálního výnosu cukrovky. In: Sborník ČSAZ, Praha, 1978, s. 33-37.
- SCHMIDT, L. — ŽELEZNÝ, R.: Vliv povětrnostních podmínek na vývoj cukrovky. Listy cukrovarnické, 87, 1971, č. 1, s. 1-13.
- STEHLÍK, V.: Základní požadavky k zajištění dalšího pokroku našeho řepářství. In: Sborník ČSAZ, Praha 1978, s. 79-83.
- ZAHRADNÍČEK, J.: Studium korelace mezi hmotností bulev cukrovky a chemicko-technologickým složením. Rostl. Výr., 23, 1977, č. 4, s. 391-399.

Došlo dne 16. 5. 1984

КРАСЛОВА, Я. (Сельскохозяйственный институт, Прага - Сухдол): Регулирование условий формирования предполагаемого урожая сахарной свеклы. Rostl. V ýr., 30, 1984 (10) : 1085-1093.

В длинном временном ряду (1966—1983 гг.) проведенных опытов с орошением сахарной свеклы изучались условия тех лет, когда были достигнуты самые высокие и самые низкие урожаи корней. В качестве критерия пригодности влияния термодинамических параметров климата на формирование урожая брались значения изменения внутренней энергии Δu в критический период для сахарной свеклы, т. е. в августе. Этого необходимого значения $\Delta u < 0$ можно достичь орошением. Орошение — регулирующий фактор, которым можно ограничить отрицательное действие случайного элемента, осадков и температур данного года на формирование урожая сахарной свеклы.

программирование урожая; сахарная свекла; регулирование урожая орошением; значение изменения внутренней энергии Δu ; гидротермический коэффициент H_k

KRASLOVÁ, J. (University of Agriculture, Praha-Suchdol): *Controlling the Conditions of the Expected Yield Formation in Sugar-Beet*. Rostl. V ýr., 30, 1984 (10) : 1085-1093.

The conditions prevailing in the years with the highest and lowest yields of sugar-beet roots were studied in a long time series (1966—1983) of experiments with sugar-beet irrigation. The value of the variation in internal energy Δu in the period critical for sugar-beet (August) was used as the criterion of suitability of the effect of the thermodynamic parameters of climate on yield formation. The desired value of $\Delta u < 0$ can be achieved through irrigation. Irrigation is a regulatory factor which enables to reduce the adverse influence of random effects, precipitation and temperatures of the given year upon the formation of sugar-beet yields.

yield programming; sugar-beet; yield regulation through irrigation; variation in internal energy Δu ; hydrothermic coefficient H_k

Adresa autorky:

Doc. ing. Jana Kraslová, CSc., Vysoká škola zemědělská, katedra zemědělských soustav, 160 21 Praha 6 - Suchdol

Výběr z nových příspěvků

Ústřední zemědělské a lesnické knihovny

z oboru rostlinné výroby

Uvedené publikace je možno si půjčit osobně nebo písemně v ÚZLK, výpůjční oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Půjčovní doba: pondělí, úterý a čtvrtky od 9 do 16.30 hod., středa od 9 do 18 hod., pátek od 9 do 15.30 hod. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

E 43.593

Analyse der Kartoffelproduktion ausgewählter Betriebe der DDR 1981.

Gross Lüsewitz, Int. f. Kartoffelforschung der AdL der DDR 1982. 24 s., tab. (Brambory — pěstování — NDR — rozbor)

Industrialnaja tehnologija proizvodstva sacharnoj svekly. D 74.660

Kijev, Urožaj 1983. 135 s., 44 obr., 23 tab. (Cukrovka — pěstování — technologie velkovýroby — příručka)

SMIT, A. L.

D 51.973/147

Influence of external factors on growth and development of sugar-beet (*Beta vulgaris* L.). Proefschrift.

Wageningen, PUDOC 1983. 109 s., 36 obr., 28 tab.; res. angl., hol. (Cukrovka — růst a vývoj — vlivy — výzkum — Holandsko)

D 74.463/7

Prozessoptimierung in der Zuckerrübenenernte als Bestandteil der schlagbezogenen Höchstertragskonzeption Zuckerrüben.

Magdeburg, Ministerium für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft 1983. 16 s., tab. Anwenderinformation Nr 7. (Cukrovka — sklizeň — organizace / Cukrovka — sklizeň — optimalizace)

AVANESOV, JU. B. — BESSARABOV, V. I. — ZUJEV, N. M. E 43.477

Uborka sacharnoj svekly v složnych uslovijach.

Moskva, Kolos 1983. 158 s., obr., tab. (Cukrovka — sklizeň — podmínky nepříznivé — příručka)

VLIV ZÁKLADNÍHO VÝNOSOTVORNÉHO PRVKU NA PRODUKCI CUKROVKY (*BETA VULGARIS* SUBSP. *ALTISSIMA* DÖLL. VAR. *SACCHARIFERA*) — STUDIUM PODKLADŮ PRO PROGRAMOVÁNÍ VZTAHU MEZEROVITOSTI POROSTU A VÝNOSU

L. Minx

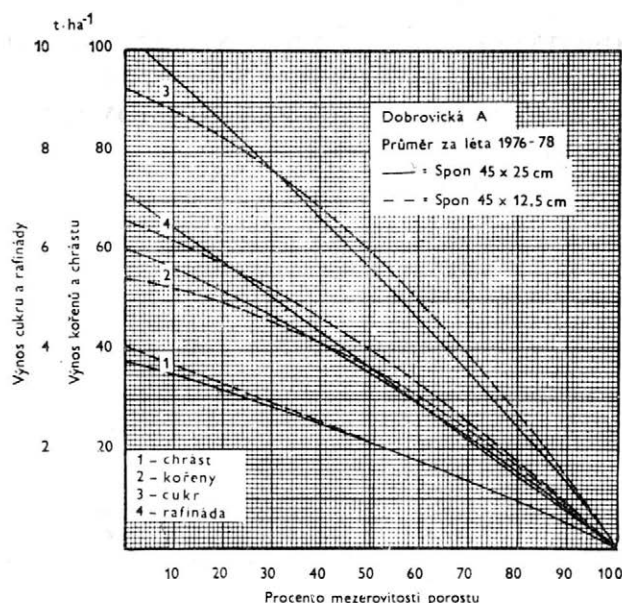
MINX, L. (Vysoká škola zemědělská, Brno): *Vliv základního výnosotvorného prvku na produkci cukrovky (Beta vulgaris subsp. altissima Döll. var. saccharifera) — Studium podkladů pro programování vztahu mezerovitosti porostu a výnosu.* Rostl. Vyr., 30, 1984 (10) : 1095-1102.

V kompletních porostech setých na konečnou vzdálenost 125 mm se nepříznivě projevilo přehustění. U odrůdy 'Dobrovická A' poklesl výnos bulev o 9, cukru o 8 a rafinády o 7 %. S nárůstem mezerovitosti se uvedené rozdíly stíraly. Ve značně mezerovitých porostech výsev na 125 mm dokonce příznivě ovlivňoval výnosy, pěstování s dojednocováním na 250 mm naopak vedlo s nárůstem mezerovitosti k výraznějšímu poklesu technologické hodnoty bulev. Méně výkonný 'Monohybrid 1' reagoval obdobně, rozdíly ve výnosech však byly malé. Průběh křivek závislosti výnosu na mezerovitosti porostu nejvíce ovlivňoval ročník, méně spon a nejméně odrůda. Spodní hranici konečné vzdálenosti výsevu je třeba u rozteče řádků 450 mm posunout na 150 mm. Za únosnou je možno i pro tuto technologii pěstování považovat 5% mezerovitost nad 0,4 m.

programování výnosů; cukrovka; odrůdy; vzdálenost výsevu; mezerovitost porostů

Sdělení navazuje na práci uveřejněnou v minulém čísle, z níž vyplývá, že ručním výsevem rozdílného počtu klubíček na vzdálenosti 125 a 250 mm v řádku bylo u osiva s odstupňovanou klíčivostí po vyjednocení shluků rostlin dosaženo velmi rozdílných stavů v počtech rostlin a kompletnosti porostů odrůd 'Dobrovická A' a 'Monohybrid 1'. Spon výsevu 450 X 125 mm představoval pěstování s výsevem na konečnou vzdálenost, 450 X 250 mm pak stav při pěstování s jednocením. Pro výpočet závislosti byly u každé varianty číselné podklady ze 36 pokusných parcelek.

Vyhodnocením vztahů mezi výnosy bulev, cukru a rafinády a ukazateli základního výnosotvorného prvku bylo zjištěno, že výnosy jsou více ovlivňovány kompletností porostu než počtem rostlin. Kompletnost porostu je narušována výskytem mezer. Za mezeru je považována část vzdálenosti dvou sousedních rostlin v řádku převyšující 0,4 m. Odpočítáme-li od sta procentuální podíl součtu délek mezer na celkové délce řádků (tj. procento mezerovitosti porostu), obdržíme údaj o kompletnosti porostu.

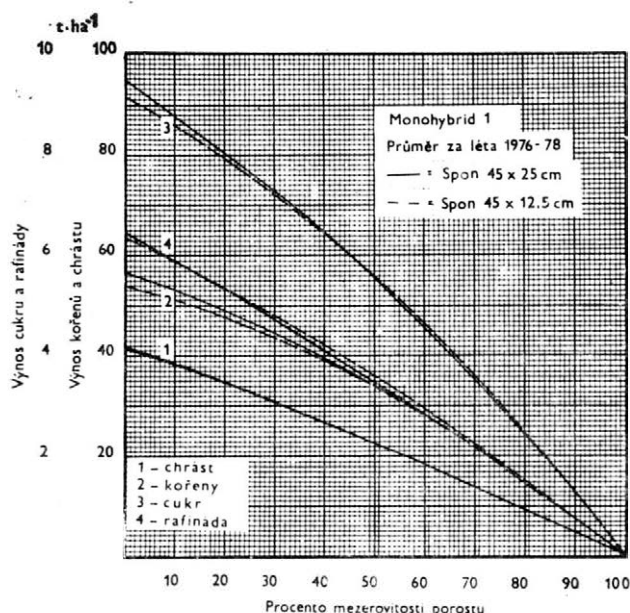


1. Závislost výnosů na mezerovitosti porostů (DA oba spony) — The relation of yields to the gap rate in sugar-beet stand (DA, both spacings)

VÝSLEDKY

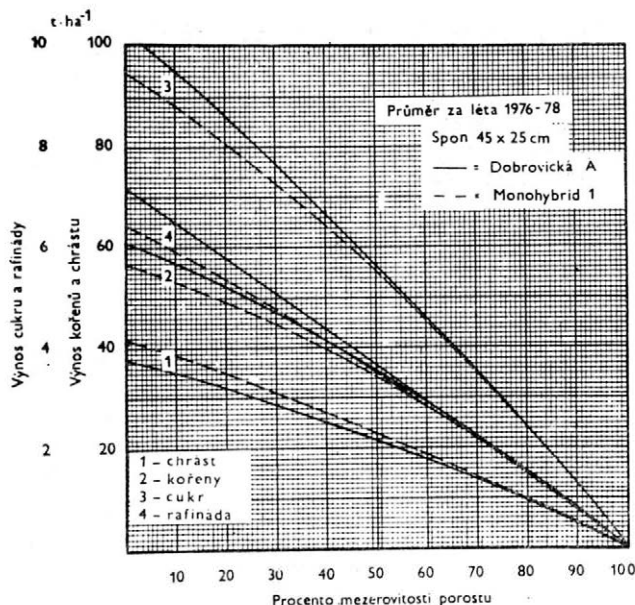
Zjištění, že výnos cukrovky je více ovlivňován kompletností porostu než počtem rostlin na jednotku plochy půdy, vedlo k podrobnějšímu studiu průběhu výnosových depresí působených mezerovitostí porostu. Pro značný rozsah číselných údajů a pro snazší představu jsou tyto závislosti interpretovány graficky.

Odrůda 'Dobrovická A', jak vyplývá z průběhu křivek (obr. 1), reaguje na vyšší hustotu porostu (450 X 125 mm) v kompletních nebo málo mezerovitých porostech poklesem výnosu. Naopak ve velmi mezerovitých



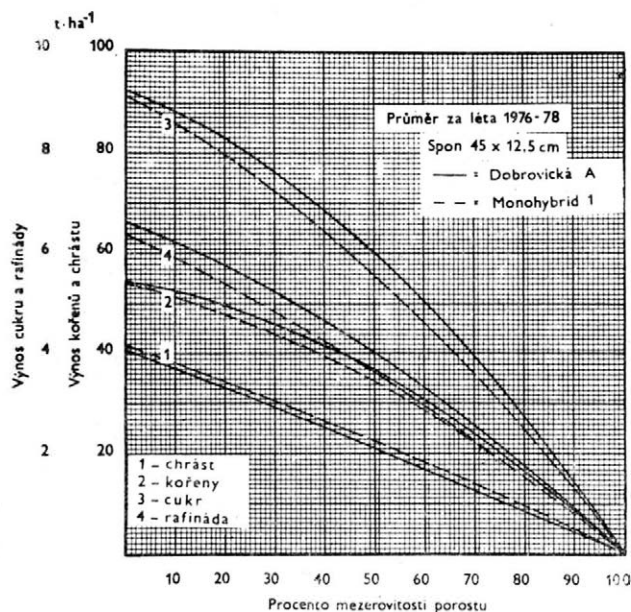
2. Závislost výnosů na mezerovitosti porostů (Mo oba spony) — The relation of yields to the gap rate in sugar-beet stand (Mo, both spacings)

3. Závislost výnosů na mezerovitosti porostů (DA, Mo, 45 X 25 cm) — The relation of yields to the gap rate in sugar-beet stand (DA, Mo, 45 X 25 cm)

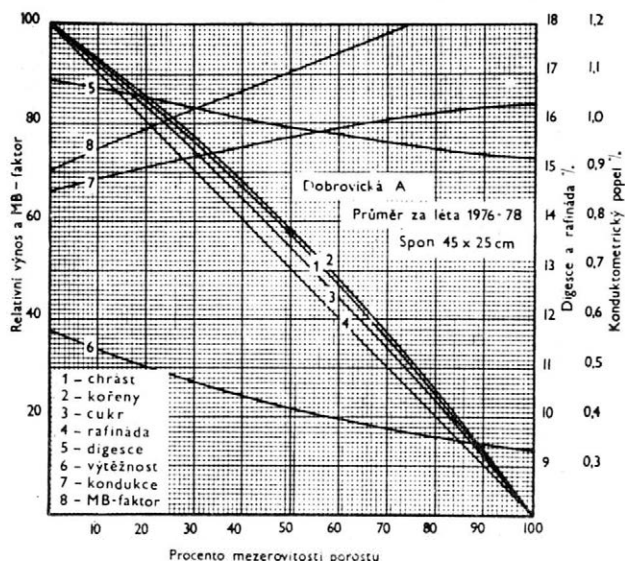


porostech zvýšený počet rostlin hustšího sponu výsevu ovlivňuje produkci příznivě. K vyrovnání výnosů bulev obou sponů došlo při mezerovitosti přibližně 40 %, cukru při 30% a rafinady při 20% mezerovitosti. 'Monohybrid 1' reagoval obdobně, rozdíly však byly poměrně malé (obr. 2).

Porovnání odrůd naznačuje, že v jednocených porostech (obr. 3) 'Dobrovická A' dává vyšší výnosy. Průběh poklesu výnosu v závislosti na mezerovitosti porostu byl u obou odrůd podobný. Naopak v porostech setých na konečnou vzdálenost 125 mm byly rozdíly ve výnosech kompletních porostů podstatně menší, ale při větší mezerovitosti odrůda



4. Závislost výnosů na mezerovitosti porostů (DA, Mo, 45 X 12,5 cm) — The relation of yields to the gap rate in sugar-beet stand (DA, Mo, 45 X 12.5 cm)

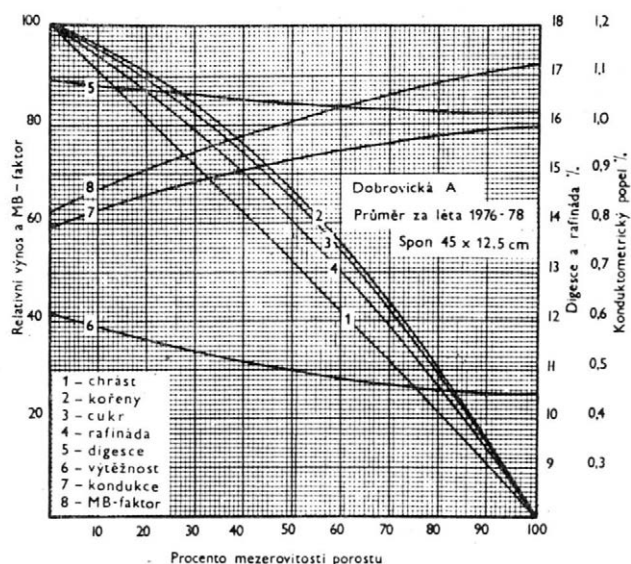


5. Výnosová deprese a změny v technologické hodnotě v závislosti na mezerovitosti porostů (DA 45 X 25 cm) — Yield depression and variations in the technological value in relation to the gap rate of the stands (DA 45 X 25 cm)

'Dobrovická A' lépe využívala prostor okolních mezer než 'Monohybrid 1' (obr. 4).

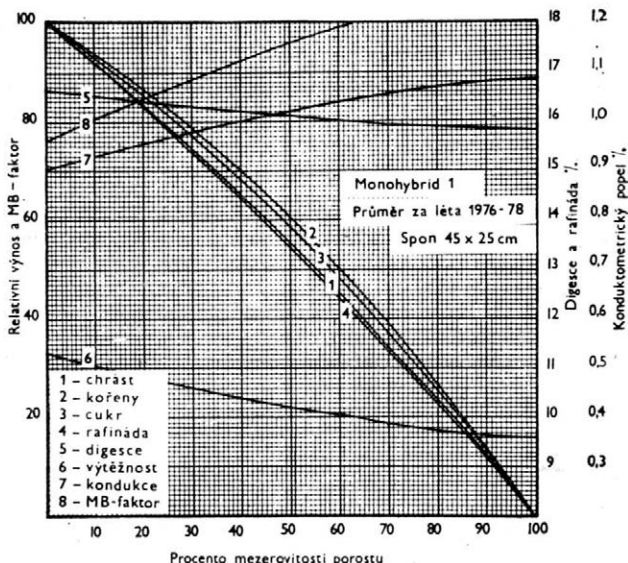
Názorně to dokládají též křivky procentuálního poklesu výnosů v závislosti na mezerovitosti porostů uvedené na obr. 5—8. Při mezerovitosti porostu např. 20% relativní výnos bulev odrůdy 'Dobrovická A' dosahuje v průměru 85,4 % výnosu kompletního porostu setého do sponu 450 X 250 mm (obr. 5) a 90,9 % výnosu kompletního porostu pěstovaného ve sponu 450 X 125 mm (obr. 6). U novošlechtění 'Monohybrid 1' (obr. 7 a 8) byly při mezerovitosti 20 % tyto rozdíly podstatně menší (86,9 a 88,4 % výnosu kompletních porostů).

Relativní vyjádření závislosti výnosů na mezerovitosti porostu umožňuje též posoudit vliv jednotlivých faktorů na výnosovou depresi. Jak vyplývá z údajů tabulky I, nejvýrazněji se projevil vliv ročníku.



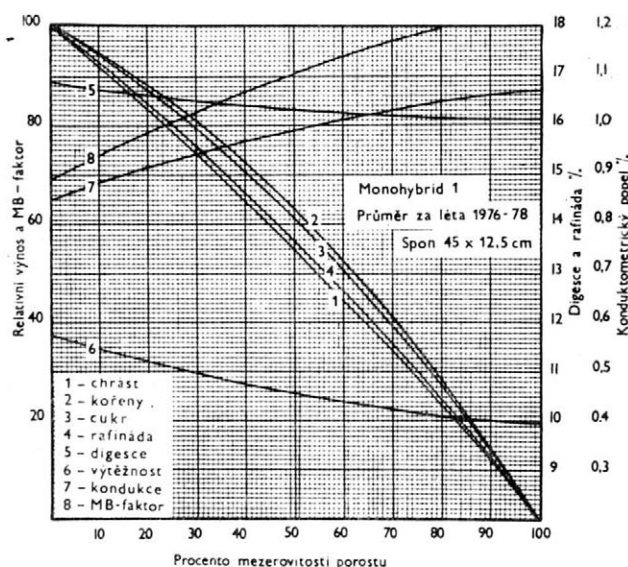
6. Výnosová deprese a změny v technologické hodnotě v závislosti na mezerovitosti porostů (DA 45 X 12,5 cm) — Yield depression and variations in the technological value in relation to the gap rate of the stands (DA 45 X 12,5 cm)

7. Výnosová deprese a změny v technologické hodnotě v závislosti na mezerovitosti porostů (Mo 45 X 25 cm) — Yield depression and variations in the technological value in relation to the gap rate of the stands (Mo 45 X 25 cm)



Podstatně méně ovlivňoval průběh výnosové deprese bulev spon. Výraznější byl počáteční pokles výnosu u jednocených porostů, zejména u odrůdy 'Dobrovická A'. Nejmenší rozdíly byly zjištěny mezi odrůdami.

Obr. 5—8 znázorňují též průběh změn hlavních ukazatelů technologické hodnoty bulev. Spon 450 X 125 mm vykazoval u obou odrůd všechny kvalitativní parametry poněkud příznivější. Novošlechtění 'Monohybrid 1' však nereagovalo tak výrazně jako odrůda 'Dobrovická A'. U jednocených porostů této odrůdy byl zjištěn značnější rozsah změn procenta výtěžnosti. Rozdíly krajních hodnot dosáhly 2,4 % (absol.), zatímco rozdíl v digesci byl přibližně 1,6 %. Je to jeden z důvodů značného poklesu technologické hodnoty této odrůdy na produkčních plochách. 'Dobrovická A' stále zaujímá rozhodující postavení v našem sortimentu cukrovek. Nejčastěji se vysévá na 60 i více mm. Při dojedno-



8. Výnosová deprese a změny v technologické hodnotě v závislosti na mezerovitosti porostů (Mo 45 X 12,5 cm) — Yield depression and variations in the technological value in relation to the gap rate of the stands (Mo 45 X 12.5 cm)

Mezerovitost %	Relativní výnos bulev (%)						
	ročník*)			spon (mm)**)		odrůda***)	
	1976	1977	1978	450 × 250	450 × 125	Dobrovická A	Mono- hybrid 1
0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
5	94,0	97,7	99,7	96,8	97,9	97,4	97,3
10	88,0	95,2	98,8	93,4	95,4	94,5	94,3
20	76,5	89,3	95,7	86,1	89,7	88,0	87,6

*) průměr obou odrůd a sponů; **) průměr odrůd a let; ***) průměr let a sponů.

cování je vlivem odstraňování většiny (nebo dokonce všech) dvojáků značně narušována kompletnost porostů, což nepříznivě poznamenává nejen výši výnosů bulev, ale i jejich kvalitu.

DISKUSE

Sdělení modelově řeší průběh výnosových depresí podmíněný nekompletností porostů cukrovky. Zahrnuje maximálně možný rozsah mezerovitosti, tj. od nuly do 100 %.

Původně některými autory uvažovanou spodní hranici konečné vzdálenosti výsevu 110–120 mm (např. Fiedler, 1975; Haase, Steverwald, 1977 aj.) je třeba posunout minimálně na 150 mm. Předpokladem k tomu je však dosažení vzešlosti porostu blížící se 70 % (Minx, 1976, 1980). Názor Fiedlera (1975) na vyvážení určité nestejnoměrnosti v rozmístění rostlin jejich zvýšeným počtem se potvrdil pouze v případech nežádoucí vysoké mezerovitosti. V kompletních porostech odrůdy 'Dobrovická A' vysévané na 125 mm v řádku (dvojáky byly vyjednoceny) poklesl výnos bulev o 9, cukru o 8 a rafinády o 7 %. Haase, Steverwald (1977) zjistili u nejednocenných porostů 2–5% pokles výnosů, Christensen (1975) 5–16% snížení. Kromě částečného omezení produkčních předpokladů vede přehustění porostů i k potížím při mechanizované sklizni (kvalita sřezu, ztráty propadem malých řep). Proto též mnozí autoři (Neeb, 1971; Wiebe, 1971; Mitrus, Hagno, 1973; Matevosjan, Avetisjan, 1972 a další) uvádějí, že dojednocení nevyžadují porosty cukrovky vysévané na 150–200 mm.

Naše výnosové výsledky je problematické konfrontovat s údaji většiny autorů. Tito řeší buď vztah výnosu a počtu rostlin (např. Schmidt, Železný, Bureš, 1975; Fornstrom, Becker, 1972), který je podle našeho zjištění méně těsný než vztah výnosu a kompletnosti porostu, nebo částečnou nekompletnost porostu charakterizují výskytem prázdných míst (Lachowski, Gutmanski, 1965; Stanačev, 1973 aj.). Riedel (1966) považuje za prázdné místo vzdálenosti nad 0,48 m (popř. 0,4 m u rozteče řádků 500 mm). Pokusil se širěji charakte-

rizovat vztah počtu prázdných míst a výnosu (Riedel, 1959, cit. Stanačev, 1973) odvozením závislosti výnosu (P) na procentu prázdných míst (A). Podle něho $P = 100 - 0,01A^2$. Způsob založení našich pokusů dovoluje částečné srovnání výsledků.

U sponu 450 X 250 mm je při mezerovitosti 10, 20 a 30 % počet rostlin na ha 71 640, 59 290 a 49 070 při 19,4, 33,3 a 44,8 % prázdných výsevních míst. Po dosazení uvedených hodnot do Riedelova vzorce zjistíme, že procentuální výše výnosu je 96,2, 88,9 a 79,9 %. Podle naší regresní rovnice z pokusných let 1976—1978 je to pak 93,4, 86,1 a 78 %. Rozdíly činí 2,8, 2,8 a 1,9 %, což v rozsahu běžných kvalit organizace porostů zajisté není značné. Toto srovnání však není zcela přesné, neboť údaje o procentuálním počtu prázdných míst a procentu mezerovitosti se mohou v témže porostu i značněji lišit (Minx, 1975).

Přesto, že výnosová deprese je značnější při téže mezerovitosti u jednocených porostů než u porostů setých na konečnou vzdálenost, je pěstitelské praxi doporučována tolerovaná 5% mezerovitost (Minx, 1976) ve stejné výši pro obojí porosty. Doporučení vychází ze zkušenosti, že u jednocených porostů je od jednocení do sklizně pozorován pravidelně menší úbytek rostlin než za obdobný časový úsek u porostů zakládaných výsevem na konečnou vzdálenost.

Literatura

- BERNDT, K. — KÄSTNER, B. — REIHER, W. et al.: Pflanzenaufgang und -verteilung von Zuckerrüben bei handarbeitsloser Standraumzumessung als Gegenstand von System- und Modellbetrachtungen. Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenkd., 19, 1975, s. 587-600.
- FORNSTROM, K. J. — BECKER, C. F.: Sugarbeet Plant Spacing — Thinning Considerations and a Space Planter. J. Amer. Soc. Sugar Beet Technol., 17, 1972, s. 165-179.
- HAASE, K. — STEVERWALD, M.: Endabstand bringt bei Zuckerrüben soviel wie Vereinzelung. Landwirtsch. Wbl. Westf., 134, 1977, s. 30.
- CHRISTENSEN, S. P. L.: Forskellig frøafstand i bederoer, udsæt til blivende bestand. Tidsskr. Pl. Avl., 79, 1975, s. 509-516.
- KÄSTNER, B.: Untersuchung der Pflanzenverteilung in Zuckerrübenbeständen und deren Auswirkung auf Ertragsmerkmale und die Form des Rübenkörpers. 1. Mitteilung: Untersuchung der Pflanzenverteilung. Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenkd., Berlin 23, 1979, s. 245-254.
- LACHOWSKI, J. — GUTMANSKI, I.: Wpływ ilości pustych miejsc na plony buraków cukrowych. Buletyn IHAR 1-2, 1965.
- MAKOVECKIJ, O. A.: Osobennosti predposevnoj podgotovki počvy i poseva pri vozdelivaniji sacharnoj svekly bez zatrat ručnogogo truda. Sacharnaja svekla, 24, 1979, č. 4, s. 20-24.
- MATEVOSJAN, A. A. — AVETISJAN, G. S.: Širina meždurjadij i gustota nasaždenija sacharnoj svekly v uslovijach Achurjanskogo rajona Armjanskoj SSR. Vopr. Rastenij. Zemled. Armjanskoj SSR, 27, 1972, s. 182-187.
- MINX, L.: Srovnání dvou metod stanovení procenta mezerovitosti porostů cukrovky. Rostl. výroba, 21, 1975, s. 1287-1294.
- MINX, L.: Metodické řešení optimalizace vzdálenosti výsevu v řádku. Závěr. zpráva za výzk. úkol. VŠZ Brno, 1976. 126 s.
- MINX, L.: Studium vztahu mezerovitosti porostu a výnosové deprese u cukrovky. Závěr. zpráva za výzk. úkol. VŠZ Brno, 1980, 71 s.
- MINX, L.: Volba optimální vzdálenosti výsevu cukrovky v řádku. Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do praxe, ÚVTIZ Praha, 1980, č. 4. 28 s.
- MITRUS, J. — HAGNO, H.: Wpływ sposobu siewu buraków cukrowych na pracochłonność pojedynkowania wschodów. Gaz. cukrow., 81, 1973, s. 41-44.
- NEEB, O.: Voraussetzungen für den vereinzelungslosen Zuckerrübenbau. Landwirtsch. Wbl. Westf., 128, 1971, s. 24-25.

RIEDEL, K.: Probleme der weiteren Mechanisierung im Zuckerrübenbau mit dem Ziele der Produktivitätssteigerung. Zu Fragen der Zuckerrübenproduktion. Wissenschaftl. Beiträge der Martin-Luther-Universität Halle Wittenberg, 1966/20, s. 117-126.

SCHMIDT, L. — ZELEZNÝ, R. — BUREŠ, R.: Vliv počtu jedinců na výnos bulev a technologickou jakost cukrovky. Listy cukr., 91, 1975, s. 169-174.

STANAČEV, S.: Vplyv prázdnych miest na úrodu a niektoré akostné znaky cukrovej repy. Acta fytotechnika (Nitra), XXVIII., 1973, s. 65-75.

WIEBE, G.: Der vereinzeltungslose Zuckerrübenbau aus landtechnischer Sicht. Kali - Briefe, Fachgebiet 3, 9, 1971, 8 s.

Došlo dne 30. 3. 1984

МИНКС, Л. (Сельскохозяйственный институт, Брно): Влияние основного элемента формирования урожая на продукцию сахарной свеклы (*Beta vulgaris* subsp. *altissima* Döhl. var. *saccharifera*). Изучение отпавных материалов для программирования соотношения изреженных посевов и урожая. Rostl. Výr., 30, 1984 (10) : 1095-1102.

В комплектных насаждениях, высеянных на расстояние 125 мм, плохо проявилась загущенность. У сорта 'Добровицка А' урожай корней понизился на 9, сахара на 8 и сахара-рафинада на 7%. С изреженностью посевов приведенные различия теряются. В сильно изреженных посевах, высев на 125 мм даже хорошо обусловил урожай, наоборот, возделывание с прорывкой до 250 мм с последующей изреженностью явно понижало технологическую ценность корней. Менее продуктивный 'Моногибрид 1' реагировал аналогично, однако различия в урожаях были малыми. Ход кривых зависимости урожая от изреженности посева больше всего был обусловлен годом посева, меньше схемой посадки и еще меньше сортом. Нижнюю границу окончательно расстояния посева желательно у междурядия 450 мм сдвинуть на 150 мм. При такой технологии выращивания допустимой можно считать 50%-ную изреженность свыше 0,4 м.

программирование урожаев; сахарная свекла; сорта; расстояние посева; изреженность посевов

MINX, L. (University of Agriculture, Brno): The Effect of the Main Yield Component on the Output of Sugar-Beet (*Beta vulgaris* subsp. *altissima* Döhl. var. *saccharifera*). Studying the Data for Programming the Relation between the Gap Rate and Root Yield. Rostl. Výr., 30, 1984 (10) : 1095-1102.

Excess stand density had an unfavourable effect on the plants in stands sown at the final spacing of 125 mm. In the 'Dobrovická A' cultivar the yield of roots decreased by 9%, sugar yield by 8% and refined sugar yield by 7%. The differences disappeared when the gap rates were high. In stands with a considerable proportion of gaps, the 125mm spacing even favourably influenced the yields; on the other hand, cultivation with singling to get the spacing of 250 mm resulted in a greater decrease in the technological value of the roots when the gap rate was higher. The 'Monohybrid' cultivar, giving lower yields, exhibited a similar response, but the yield differences were small. The curves characterizing the relationship of yields to the gap rate were most significantly influenced by the year of growing; spacing had a smaller influence and the cultivar had the least effect. When the rows are 450 mm apart, the lower limit of the final spacing of plants in row should be 150 mm. A 50% occurrence of gaps above 0.4 m is considered as bearable in this technology of sugar-beet growing.

yield programming; sugar-beet; cultivars; seed spacing; gap rate in sugar-beet stand

Adresa autora:

Doc. ing. Lubomír Minx, CSc., Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1, 613 00 Brno

FOTOSYNTETICKÁ PRODUKTIVITA ROSTLIN I POROSTU BRAMBOR A POTENCIÁLNÍ VÝNOS

J. Zrůst

ZRŮST, J. (Výzkumný a šlechtitelský ústav bramborářský, Havlíčkův Brod): *Fotosyntetická produktivita rostlin i porostu brambor a potenciální výnos*. Rostl. Vyr., 30, 1984 (10) : 1103-1111.

Pro vyhodnocení některých faktorů ovlivňujících výnos byly využity výsledky tří polních pokusů založených postupně v letech 1972 až 1982 s větším počtem odrůd (2, 4, 22). Výsledky výnosů hlíz z těchto pokusů byly porovnány s výsledky získanými zahraničními autory i domácími odrůdovými pokusy (SOZ). Vyčísleny byly rozdíly v hmotnosti natě, v denní produkci a celkových výnosech hlíz mezi výsledky získanými z pokusů a výsledky teoreticky vypočítaného potenciálního výnosu pro podmínky Nizozemí (52° s. š.). Porovnány byly i denní přírůstky sušiny hlíz z pokusů s maximálně možnými denními přírůstky teoreticky vypočítanými a krátce upozorněno na některé faktory i odrůdové rozdíly v rychlosti fotosyntézy, které mohou konečné výsledky ovlivnit.

programování výnosů; brambory; výnos; akumulace sušiny v hlízách; maximální denní přírůstky hlíz

Získání stabilizovaných výnosů na určité vysoké úrovni předpokládá zajištění optimálních podmínek pro růst a vývin rostlin (porostu) té které plodiny. Pro praktické zvládnutí tohoto úkolu je nezbytná znalost faktorů, podmiňujících vysokou fotosyntetickou produktivitu rostlin (porostu) a zvláštností tvorby výnosu určité plodiny v daných podmínkách.

V našem ústavu jsme studovali produkční výkonnost bramborů a dílčí výsledky jsme publikovali. Byly to především práce uvádějící rozdíly v rychlosti fotosyntézy různých genotypů bramborů (Zrůst, Smolíková, 1977; Zrůst, 1978a, 1983), poznatky o tvorbě výnosu brambor (Zrůst, 1977; Hruška, Zrůst, 1980), některé poznatky z fyziologického studia produkčního procesu ve vztahu k výnosovému potenciálu ideotypu bramborů (Zrůst, 1978b), hodnocení některých charakteristik podmiňujících produktivitu bramborů (Zrůst, Smolíková, 1983).

Na základě těchto a dalších prací a současných poznatků zahraničních, týkajících se studia důležitých faktorů ovlivňujících tvorbu výnosu brambor, bude nyní možno přistoupit k programování dosažitelných výnosů. Jde o novou oblast výzkumu, jež se mohla rozvinout až po dosažení určité úrovně rostlinné výroby a nahromadění základních poznatků o mechanismu tvorby výnosu.

Základní principy vědeckého programování výnosů uvádí Šatilov (1975a, b). U nás zpracoval studijní zprávu o programování, modelování a prognózách výnosu obilovin Nátr (1978).

V tomto příspěvku, který může být úvodem k problematice programování výnosů brambor, pojednávám pouze o některých faktorech působících na výnos.

MATERIÁL A METODY

Pro vyhodnocení faktorů ovlivňujících výnos brambor jsem využil tří polních pokusů založených v minulých letech s větším počtem odrůd čs. sortimentu a s některými vybranými odrůdami zahraničními. V prvním pokusu byly zařazeny polorané odrůdy 'Jiskra' a 'Jizera', ve druhém raná odrůda 'Cira', poloraná 'Radka' a 'Ronda', pozdní 'Blaník' a ve třetím pokusu 22 odrůd — ze skupiny velmi raných a raných zde byly zastoupeny odrůdy: 'Ostara', 'Resy', 'Adretta', 'Cira', 'Karin', 'Otava' a 'Tempora', z poloraných: 'Astra', 'Galina', 'Radka', 'Sosna', 'Svatava', z polopozdních a pozdních: 'Alma', 'Boubín', 'Eba', 'Juliver', 'Nora', 'Nicola', 'Oreb', 'Kamýk', 'Blaník' a 'Tonika'.

Pokusy jsme zakládali na ŠS ve Valečové (470 m n. m.) ve čtyřech opakováních metodou znáhodněných bloků. Ve všech pokusech jsme použili III. intenzitu hnojení, tj. 80 kg N, 52,32 kg P a 132,8 kg K na ha.

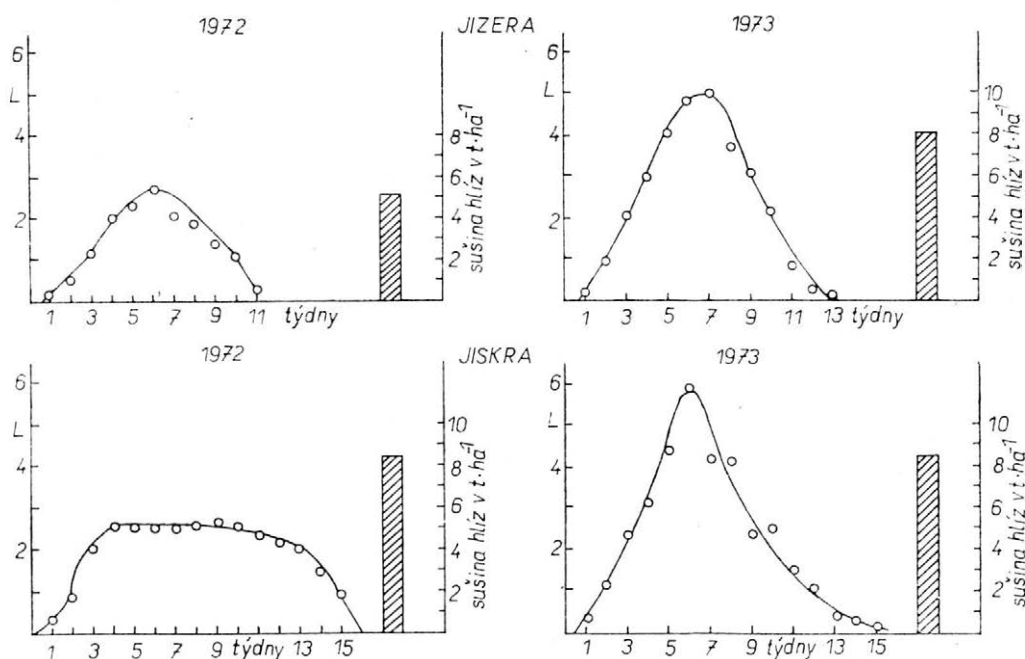
Rychlost fotosyntézy — P_N v mg sušiny na dm^2 za h jsme stanovili jako přírůstek sušiny listových terčů po pětihodinové expozici v rotační aparatuře popsané Avratovščukovou (1973) při teplotě 17,5–19 °C. Podrobnosti o metodice vlastního měření jsme uvedli dříve (Zrůst, Smolíková, 1977).

Pro posouzení produkčních poměrů v porostech během vegetace jsme využili metody růstové analýzy (Nečas et al., 1966; Zrůst, 1976). Růstové analytické charakteristiky jsme počítali zvlášť pro každé patro porostu (výšky 10 cm) (Zrůst, Smolíková, 1983).

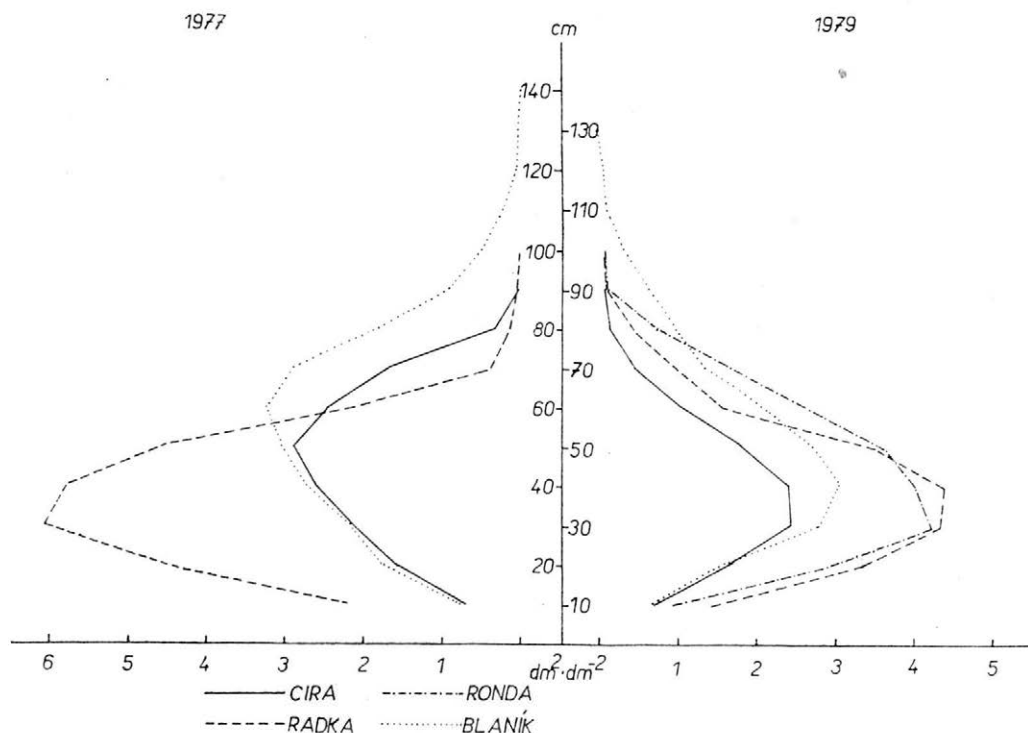
VÝSLEDKY

Na obr. 1 jsou zakresleny průběhy listové pokryvnosti (L) v průběhu dvou vegetací u dvou odrůd. Jsou zde patrné rozdíly ve velikosti listové plochy mezi oběma odrůdami i v obou letech. Zatímco u odrůdy 'Jizera' se vliv menší listové plochy v r. 1972 projevil ve sníženém výnosu hlíz, odrůda 'Jiskra' dokázala překonat nepříznivý vliv sucha v měsících červnu a červenci a udržet listovou pokryvnost (L) nad hodnotou 2 po dobu 11 týdnů, a tím dosáhnout výnosu sušiny hlíz 8,5 t (33,97 t. ha^{-1} v čerstvé hmotnosti hlíz), tedy téměř tak vysokého výnosu, jaký dosáhla těž odrůda v následujícím roce při jednotýdenním průměru $L = 5,58$ a osmi týdnech nad $L = 2$ (výnos čerstvé hmotnosti hlíz 38,34 t na ha).

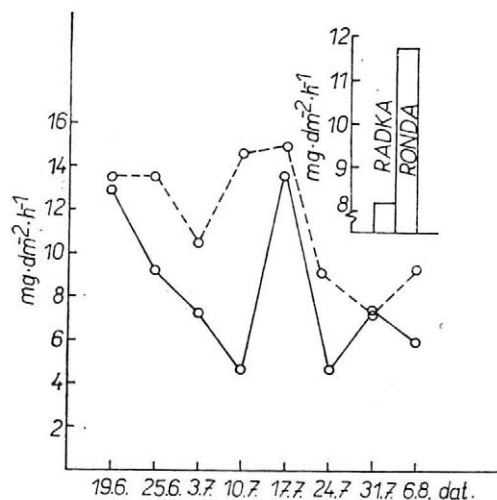
Na obr. 2 je znázorněna vertikální struktura porostu hodnotami L v 10 cm patrech (vrstvách) a ukázány rozdíly jak mezi odrůdami v témže roce, tak ve dvou letech u stejných odrůd. Např. odrůda 'Blaník' s lepším rozložením listové plochy a větší její plochou ve vyšších patrech v r. 1977 dosáhla výnosu 53,66 t na ha (v jednom opakování dokonce 56,72 t na ha), zatímco v r. 1979 pouze 47,35 t na ha. Odrůda 'Cira' s viditelně lepším rozložením listové plochy a rovněž větší její plochou v celém vertikálním profilu v r. 1977 dosáhla průměrného výnosu 47,22 t na ha a v r. 1979 43,73 t na ha. Odrůda 'Radka' s L ve třetím patru přes



1. Hodnoty listové pokrývnosti L v dm^2 na dm^2 v průběhu vegetace a výnos sušiny hlíz po fyziologickém dozrání porostu v t na ha (šrafované sloupce) — The values of leaf area index L in dm^2 per dm^2 in the course of the growing season and the tuber dry matter yield after the physiological ripening of the stand, t per ha (cross-hatched columns)



2. Listová pokrývnost L v dm^2 na dm^2 (abscisa) v jednotlivých patrech v cm (ordináta). Odrůdy 'Cira', 'Radka', 'Ronda', 'Blaník' ve dvou letech pokusů: 1977 a 1979 — Leaf area index L in dm^2 per dm^2 (abscissa) at different leaf layers in cm (ordinate). Cultivars 'Cira', 'Radka', 'Ronda', 'Blaník' in the two years of trials: 1977 and 1979

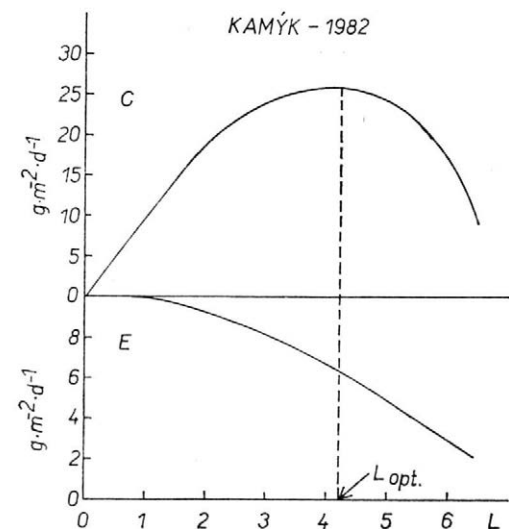


posed to a radiation density which — at the level of the discs — exceeded the values of full sunshine, at a temperature of 19 °C and at the normal CO₂ concentration in the air (ca. 320 ppm). The mean for the time of measurements is expressed by the column diagram

6 a ve druhém až pátém patru přes 4 dosáhla v r. 1977 průměrného výnosu 58,98 t na ha (v jednom opakování 61,06 t na ha) a v r. 1979 46,85 t na ha, kdy měla L přes 4 pouze ve třetím a čtvrtém patru.

Jaký průběh měla rychlost fotosyntézy u odrůdy 'Radka' v r. 1979 v porovnání s odrůdou 'Ronda' ukazuje obr. 3. Výnos 'Rondy' v r. 1979 byl 48,63 t na ha, kdežto 'Radky' 46,85 t na ha.

Na posledním grafu (obr. 4) je rychlost růstu porostu (C), čistý výkon asimilace (E) a naznačeno optimum L pro daný porost odrůdy 'Kamýk' v r. 1982. Po překročení optima L klesá rychleji E (účinnost listové plochy v tvorbě asimilátů) i koeficient ekonomičnosti při tvorbě hospodářského výnosu.



4. Závislost čistého výkonu asimilace E v g na m² listové plochy za d a rychlosti růstu porostu C v g na m² plochy porostu za d na listové pokryvnosti L v m² listové plochy na m² plochy porostu brambor odrůdy 'Kamýk' v r. 1982, představující existenci optimální L (L opt.) — The relation between net assimilation rate E (g per m² of leaf area per day), crops growth rate C (g per m² of stand area per day) and the leaf area index L (m² of leaf area per m² of stand area) in the stand of the 'Kamýk' potato cultivar in 1982, representing the optimum leaf area index (L_{opt})

I. Výnos hlíz jednoho trsu a v přepočtu na ha, počet stonků na trs, počet hlíz na trs, počet hlíz na stonek, procento škrobnatosti a výnos škrobu na ha v roce 1982 (průměry ze čtyř opakování) — Tuber yield from a single potato hill and in conversion per ha, the number of stems per hill, number of tubers per hill, number of tubers per stem, starch percentage and starch yield per ha in 1982 (means for four replications)

Číslo	Odrůda	Výnos hlíz		Počet			Škrobnatost %	Výnos škrobu t na ha
		1 trsu v g	t na ha	hlíz na trs	stonků na trs	hlíz na stonek		
1	Ostara	464	20,6	8,9	4,7	1,89	14,52	2,99
2	Resy	593	26,4	10,3	4,8	2,15	13,85	3,66
3	Adretta	534	23,7	8,1	8,0	1,01	17,75	4,21
4	Otava	571	25,4	8,3	4,6	1,80	15,28	3,88
5	Karin	497	22,0	9,1	6,7	1,36	15,45	3,40
6	Cira	563	25,0	11,5	9,1	1,26	15,75	3,94
7	Tempora	507	22,5	12,8	5,2	2,46	18,10	4,07
8	Svatava	522	23,2	12,6	4,6	2,74	14,52	3,37
9	Radka	550	24,4	9,6	3,5	2,74	16,62	4,06
10	Astra	613	27,2	11,2	6,3	1,78	16,65	4,53
11	Sosna	569	25,3	13,4	6,7	2,00	17,55	4,44
12	Galina	547	24,3	10,5	5,02	2,01	18,78	4,56
13	Juliver	595	26,4	12,6	4,4	2,86	16,85	4,45
14	Nora	606	26,9	14,6	5,3	2,75	17,78	4,78
15	Alma	669	29,7	12,4	5,7	2,18	16,50	4,90
16	Nicola	632	28,1	12,0	6,4	1,88	15,62	4,39
17	Boubín	538	23,9	12,0	8,5	1,41	19,98	4,78
18	Eba	636	28,3	10,9	2,1	5,19	17,98	5,09
19	Oreb	518	23,0	11,02	4,0	2,76	21,72	5,00
20	Kamýk	529	23,5	11,1	6,7	1,66	19,82	4,66
21	Blaník	589	26,2	10,2	5,3	1,93	19,98	5,23
22	Tonika	541	24,0	8,7	5,8	1,50	20,85	5,00

Průměry výnosu hlíz, škrobnatosti, výnos škrobu a některé výnosotvorné prvky získané u složky výnosu 22 odrůd v r. 1982 uvádí tab. I. Na první pohled je zarážející nízký výnos hlíz u skupin odrůd s delší vegetací. Byl to pokus, ve kterém byly odrůdy sklizeny ručním kopáním, takže všechny hlízy byly z pokusných parcelek sebrány. Rok 1982 byl výjimečný v průběhu počasí — značné sucho a zvýšené teploty. Během roku spadlo ve Valečově pouze 68,7 % deštových srážek proti dlouhodobému normálu (50letému); ve vegetaci (duben až září včetně) pouze 64,4 % (nejsušší byly měsíce červenec — 41,6 % a srpen — 46,5 %, v ostatních měsících byly srážky na úrovni 70 až 80 % dlouhodobého normálu). Teplotně nadnormální byly zejména měsíce květen (120 %), srpen (123 %) a září (152 %).

V našich pokusech jsme dosáhli v letech s normálním průběhem počasí, kdy nedocházelo u rostlin k fyziologickým stressům, ve zdravých porostech poměrně vysokého hospodářského výnosu na úrovni 40–60 t na ha. Jak tento výnos hodnotit? Je vysoko nad skutečným (reálným) výnosem běžně dosahovaným zemědělskou praxí v naší republice, pohybuje se v úrovni dosažitelného výnosu (Zrůst, 1981). V ČSR je za dosažitelný výnos považován výnos ve Státních odrůdových zkouškách (SOZ) zabezpečovaných stanicemi ÚKZÚZ. V praxi se dosahuje jen 40 až 45 % výnosu z odrůdových zkoušek ÚKZÚZ. Dosahované procento kolísá v jednotlivých oblastech i letech (Dobiáš, Novák, 1983). V časové řadě šedesáti let (sledovaných Rasochovou, 1981) vyznívá srovnání zvyšování obou výnosů v neprospěch výnosu skutečného dosahovaného v produkční praxi, u kterého došlo v ČSSR pouze k velmi pozvolnému vzestupu od zhruba v průměru 10 t na ha po roce 1920 k 16 až 17 t na ha v letech sedmdesátých, s menšími nebo většími výkyvy. Trend odrůdových pokusů v ÚKZÚZ měl tendenci lepší. Po r. 1920 se v průměru pokusů dosahovalo výnosu 20 t na ha, kolem r. 1960 se zvýšily výnosy na zhruba 28 t na ha. Po r. 1960 došlo k prudkému vzestupu, takže před r. 1980 byly výnosy již na úrovni téměř 50 t na ha. V r. 1981 byla nejvýnosnější poloraná odrůda 'Nšl. KE 21', která dosáhla v ČSSR průměrného výnosu 51,7 t na ha. Špičkové výnosy dala odrůda 'Astra' na stanici Svitavy — Hradec, a to 77,0 t na ha (Rasochová, 1982).

Výnosy zaznamenané v našich pokusech a dosahované v odrůdových pokusech ÚKZÚZ mají ještě daleko k potenciálnímu výnosu, který vypočítal z denní rychlosti fotosyntézy uvedený de Wittem (1965) na 52° s. š. pro podmínky Nizozemí Sibma (1977) podle postupu Rytima a Endrődiho (1970) jako 100 t čerstvé hmotnosti hlíz. Hrubou potenciální produkci vypočítal na téměř 37 t sušiny z ha (v porostu od května do září). Předpokládal při tom, že se 25 % hrubé produkce prodýchá a 20 % čisté produkce zabuduje do natě a kořenů, tzn. z 37 t celkové sušiny připadne na sušinu hlíz 22 t, což představuje zhruba oněch 100 t hlíz.

Podle těchto výpočtů sestrojili van der Zaag a Burton (1978) růstové křivky pro čerstvou nať a hlízy. Z nich odečetli, že by denní produkce hlíz v průměru 4 měsíců mohla být řádově 800 kg na ha a den, v době maximálního růstu 1,3 t na ha a den, při kterém dosahuje nať čerstvé hmotnosti 4,5 t na ha. V našich pokusech jsme v době maximálního růstu zjišťovali hmotnost natě okolo 3 t na ha v průměru odrůd a dosahovali 1,5–2,1 t na ha a den přírůstku hlíz. Nedokázali jsme však udržet listovou plochu na potřebné výši a v plné výkonnosti po čtyři měsíce (obr. 1). Údaj o hmotnosti natě ještě mnoho neříká. Záleží na vertikálním rozložení listové plochy (obr. 2) (Zrůst, 1980), listové pokryvnosti v průběhu vegetace, poměrné listové ploše a integrální listové ploše (Zrůst, Smolíková, 1983). Je třeba vzít v úvahu též vztahy mezi růstově analytickými charakteristikami — prům. L a prům. E (obr. 4) a dalšími parametry porostu, jako je prostorová orientace listů aj.

Je také otázkou zda vypočítaný potenciální výnos okolo 100 t na ha je možno ve skutečnosti dosáhnout. Údaje z pokusů, které jsou již ve světě k dispozici, naznačují, že tyto výpočty jsou reálné. Tak např.

Wiersema et al. (1975) se zmiňují o odrůdě, která vyprodukovala v odrůdových zkouškách 21 t na ha sušiny hlíz. Evans (1975) uvádí, že byl v Stockbridge House (výzkumné stanici v Anglii) dosažen výnos 93 t na ha. Evans a Neild (1981) popisují detailně podmínky, za kterých bylo pokusně na téže stanici dosaženo na plochách 0,2—0,3 ha výnosu hlíz 70—94 t v přepočtu na ha. Allen a Scott (1980) publikovali výpočet potenciálního výnosu dokonce ve výši 115 t na ha při předpokladu 20 % sušiny, nebo 105 t na ha při obsahu sušiny 22 % a na pobřeží Anglie při vyšší světelné intenzitě (řádově o 20 %) možnost zvýšení na 125 až 140 t na ha.

Jaké jsou maximální denní přírůstky sušiny v hlízách při těchto potenciálních výnosech? Využitím výsledků Winklerových (1961, 1971) a svých vlastních měření světelné intenzity v poli vypočítal Burton (1981) teoretickou hrubou produkci sacharidů na rostlinu v porostu s $L = 4,1$ ve výši 13,5 g při bezmračném počasí s optimálním vodním režimem, při 20 °C do přibližně 1 g při souvislé pokrývce oblohy mraky. Při přepočtu na 35 600 trsů na ha dávají tyto hodnoty přibližně 480 kg sušiny za jasného počasí a asi 36 kg při oblačném počasí. Při výpočtech kalkuloval Burton s dýcháním listů (průměrně 0,6 g sušiny prodýchané na rostlinu denně po iniciaci hlíz), se zabudováním sušiny do listové a stonkové (průměrně 0,8 g), prodýcháním v kořenech (0,1 g) a hlízách (0,7 g). Za těchto předpokladů vypočítal potenciální zvýšení sušiny akumulované v hlízách přibližně 11,3 g na rostlinu a den za bezmračného počasí a nulový přírůstek při velmi husté oblačnosti.

V našich pokusech jsme zaznamenali průměrnou čistou akumulaci sušiny hlíz pouze v kratších úsecích vegetace (1—2, výjimečně 3 týdních) ve výši 5—6 g na rostlinu a den (mimořádně hodnoty až 7 g po dobu 1 týdne), v čerstvé hmotnosti okolo 40 g, výjimečně až 50 g, na rostlinu a den. Bylo to 44—53 %, v případě 7 g až 62 % vypočítaného teoretického maxima. Průměrné výnosy v pokusech 35 t na ha, dosažené během ca 90 dnů po iniciaci hlíz, představují průměrné denní zvýšení výnosu méně než 400 kg na ha a den, tedy méně než čtvrtinu vypočítaného maxima.

Teoretické výpočty maximálních denních přírůstků předpokládají zdravý porost bez výskytu chorob, zajištění optimální agrotechniky včetně dostatečného množství přijatelných minerálních živin a vody pro rostliny. Deficit vody v průběhu vegetace je vůbec považován za jednu z hlavních příčin tak velikého rozdílu mezi skutečnými a dosažitelnými, ale zejména mezi dosažitelnými a potenciálními výnosy. Výsledky v tab. I v porovnání k výše uvedeným výsledkům výnosů zaznamenaným u grafů názorně dokumentují jak vliv vodního deficitu, tak vliv zvýšených teplot na fotosyntézu a zvýšené dýchání.

Podle obecného názoru je optimální teplota pro fotosyntézu listů evropských odrůd brambor kolem 20 °C a každých 5 °C nad tuto teplotu znamená snížení rychlosti fotosyntézy o přibližně 25 %. Rovněž dýchání listů se zdvojnásobí při zvýšení teploty o 10 °C (Burton, 1981). Existují také poměrně velké rozdíly v rychlosti fotosyntézy mezi některými genotypy (např. Mollová, 1983; Zrůst, 1983), které rovněž mohou být příčinou rozdílných konečných výsledků v tvorbě sušiny — pokud nejsou asimiláty prodýchány nebo spotřebovány v produkčním procesu (obr. 3).

Literatura

- ALLEN, E. J. — SCOTT, R. K.: An analysis of growth of the potato crop. *J. agric. Sci., Camb.*, 94, 1980, s. 583-606.
- AVRATOVŠČUKOVÁ, N.: Genetické studium fotosyntetické aktivity listů, aktivity Hillovy reakce a některých struktur listu významných pro fotosyntézu. (Dílčí záv. zpráva za úkol VI-4-4-4/1) Praha, PrFUK 1973, s. 67.
- BURTON, W. G.: Challenges for stress physiology in potato. *Am. Potato J.*, 58, 1981, s. 3-14.
- DOBIÁŠ, K. — NOVÁK, F.: Využití dosažitelného výnosu brambor. *Úroda*, 31, 1983, s. 410-411.
- EVANS, S. A.: Maximum potato yield in the United Kingdom. *Outlook on Agric.*, 8, 1975, s. 184-187.
- EVANS, S. A. — NEILD, J. R. A.: The achievement of very high yields of potato in the U. K. *J. agric. Sci., Camb.*, 97, 1981, s. 391-396.
- HRUŠKA, L. — ZRŮST, J.: Tvorba výnosu u brambor. In.: PETR, J. — ČERNÝ, V. — HRUŠKA, L. a kol.: Tvorba výnosu hlavních polních plodin, Praha, SZN, 1980, s. 349-384.
- MOLL, A.: Photosyntheserate und Ertragsleistung von Kartoffelklonen. *Potato Res.*, 26, 1983, s. 191-202.
- NÁTR, L.: Programování, modelování a prognózy výnosů obilovin (biologické aspekty). *Stud. Inform. ÚVTIZ — Zák. Vědy Zeměd.*, č. 2, 1978, s. 84.
- NEČAS, J. — ZRŮST, J. — HAŠKOVÁ, B.: Růstová analýza jako metoda hodnocení produktivity brambor při vytváření jejich biologického a hospodářského výnosu. *Věd. práce VÚB, Havl. Brod*, č. 3, 1966, s. 33-57.
- RASOCHOVÁ, M.: Historie vývoje odrůdové skladby brambor a její současná perspektiva. *Zpravodaj šlechtitelů a semenářů. (Příloha časopisu Úroda)*, Oseva, č. 5, 1981, s. 1-3.
- RASOCHOVÁ, M.: Loňské výsledky státních odrůdových zkoušek s bramborami. *Úroda*, 30, 1982, s. 168-170.
- RYTEMA, P. E. — ENDRÖDI, G.: Calculation of production of potatoes. *Neth. J. agric. Sci.*, 18, 1970, s. 26-36.
- SIBMA, L.: Maximization of arable crop yields in the Netherlands. *Neth. J. agric. Sci.*, 25, 1977, s. 211-216.
- ŠATILOV, I. S.: Principy programování urožajnosti. In.: ŠATILOV, I. S. — KAJUMOV, M. K. (ed.): Programování urožajev sel.-choz. kultur. Moskva, Kolos, 1975a, s. 7-17.
- ŠATILOV, I. S.: Metodika issledovanij pri postanovke balansovyh polevyh opytov. In.: ŠATILOV, I. S. — KAJUMOV, M. K. (ed.): Programování urožajev sel.-choz. kultur. Moskva, Kolos, 1975b, s. 34-45.
- WIERSEMA, H. T. — van GELDER, W. J. M. — KRECHTING, C. F.: Screening for a high content of coagulable protein in potatoes with the microbiuret method. *Abstracts Conf. Papers 6th Trienn. Conf. EAPR, Wageningen*, 1975, s. 68-69.
- WINKLER, E.: Assimilationsvermögen, Atmung und Erträge der Kartoffelsorten Oberarnbacher Frühe, Planet, Lori und Agnes im Tal (610 m) und an der Waldgrenze bei Innsbruck und Vent (1880 m bzw. 2014 m). *Flora, Jena*, 151, 1961, s. 621-662.
- WINKLER, E.: Kartoffelbau in Tirol II. Photosynthesevermögen und Respiration von verschiedenen Kartoffelsorten. *Potato Res.*, 14, 1971, s. 1-18.
- WIT, C. T. de: Photosynthesis of leaf canopies. *Agric. Res. Rep.*, 663, 1965, s. 1-57.
- ZAAG, D. E. van der — BURTON, W. G.: Potential yield of the potato crop and its limitations (Suggestions for research to improve actual yield). *Survey Papers. 7th Trienn. Conf. EAPR, Warsaw* 26. 06.—01. 07. 1978, s. 7-22.
- ZRŮST, J.: Hodnocení výnosové schopnosti bramboru metodou růstové analýzy. In.: ZADINA, J. — JERMOLJEV, E. (ed.): Šlechtění bramboru, Academia (Praha), 1976, s. 258-270.
- ZRŮST, J.: Teorie tvorby výnosů brambor. In.: Stabilizace výnosů a rozvoj bramborářství. Praha, ČSAZ, 1977, s. 57-66.
- ZRŮST, J.: Photosyntheserate bei Kartoffeln. *Proc. 7th Trienn. Conf. EAPR, Warsaw* 26. 06.—01. 07. 1978a, s. 3-4.
- ZRŮST, J.: Některé poznatky z fyziologického studia produkčního potenciálu ve vztahu k ideotypu brambor. In.: Ideotyp brambor do roku 2000, Praha, ČSAZ, 1978b, s. 35-44.

ZRŮST, J.: Význam vertikální struktury porostů stonkových a listových typů trsů brambor pro produkci hlíz. Rostl. Výr., 26, 1980, s. 483-492.

ZRŮST, J.: Proces tvorby výnosu brambor a jeho možné ovlivnění. In.: Programování a modelování tvorby výnosů polních plodin. Mariánské Lázně, 1981, s. 11-21.

ZRŮST, J.: Rychlost fotosyntézy různých genotypů bramborů. Rostl. Výr., 29, 1983, s. 563-576.

ZRŮST, J. — SMOLÍKOVÁ, A.: Rozdíly v rychlosti fotosyntézy u kříženců a některých rodičovských odrůd brambor. Rostl. Výr., 23, 1977, s. 723-732.

ZRŮST, J. — SMOLÍKOVÁ, A.: Hodnocení některých charakteristik podmiňujících produktivitu bramborů. Rostl. Výr., 29, 1983, s. 117-129.

Došlo dne 16. 5. 1984

ЗРУСТ, Я. (Научно-исследовательский и селекционный институт картофелеводства, Гавличкув Брод): Фотосинтетическая продукция растений и культуры картофеля и потенциальный урожай. Rostl. Výr., 30, 1984 (10) : 1103-1111.

Для оценки некоторых факторов, обуславливающих урожай, брались результаты трех полевых опытов, заложенных постепенно в 1972--1982 гг. с большим числом сортов (2, 4, 22). Результаты урожая клубней с этих опытов сравнивались с результатами, полученными заграничными авторами, и с отечественными госсортоиспытаниями. Вычислялись различия по массе ботвы, суточной продукции и по общим урожаям клубней между результатами, полученными в опытах, и результатами теоретически вычисленного потенциального урожая для условий Нидерландов (52° с. ш.). Также сравнивались суточные приросты сухого вещества клубней из опытов с максимально возможными, теоретически вычисленными суточными приростами; коротко описываются некоторые факторы и сортовые различия по скорости фотосинтеза, которые могут обусловить конечные результаты.

программирование урожая; картофель, урожай; накопление сухого вещества в клубнях; максимальные суточные приросты клубней

ZRŮST, J. (Research and Breeding Institute of Potatoes, Havlíčkův Brod): *The Photosynthetic Productivity of Potato Plants and Crop and the Potential Yield*. Rostl. Výr., 30, 1984 (10) : 1103-1111.

The results of three field trials laid out in the years 1972 to 1982 were used for the evaluation of some factors underlying potato yield. The trials comprised a higher number of cultivars (2, 4, 22). The tuber-yield results from these trials were compared with those published by some foreign authors and with the records from state variety tests performed in Czechoslovakia. This made it possible to determine the differences in the weight of haulms, in the daily output and total tuber yields between the results from trials and the results of the potential yield theoretically computed for conditions in the Netherlands (52° NL). Comparisons were also made between the daily tuber dry matter increments obtained in the trials and the maximum possible theoretically computed daily increments, and attention was drawn to some factors and varietal differences in assimilation rate that might affect the final results.

yield programming; potatoes; yield; dry matter accumulation in tubers; maximum daily tuber increments

Adresa autora:

Ing. Jaromír Zrůst, CSc., Výzkumný a šlechtitelský ústav bramborářský, Dobrovského 2366, 580 03 Havlíčkův Brod

Výběr z nových příspěvků

Ústřední zemědělské a lesnické knihovny

z oboru rostlinné výroby

Uvedené publikace je možno si půjčit osobně nebo písemně v ÚZLK, výpůjční oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Půjčovní doba: pondělí, úterý a čtvrtek od 9 do 16.30 hod., středa od 9 do 18 hod., pátek od 9 do 15.30 hod. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

D 67.447/2

Grasses and legumes for conservation. Technical leaflet No 2.

Cambridge, National Institute of agricultural botany. 1979/80 1979. 11 s.; 1982/83. 1982. 11 s., 1 obr. (Trávy — odrůdy / Pícniny — odrůdy — Anglie)

SKOBLIN, G. S.

D 74.404

Ježa sbornaja.

Moskva, Kolos 1983. 98 s., 59 tab. (Srha říznatka — pěstování — příručka)

Seed mixtures.

D 69.889/2041

Grassland practice No 1.

Pinner, MAFF. 1979—80. (1979). 20 s., Booklet 2041; 1983. (1983). 14 s., tab., Booklet 2041 (83). (Jetelotravní směsky — odrůdy)

Red clover.

D 69.889/2054/1983

Alnwick, MAFF 1983. 11 s., tab. Booklet 2054. Revised 1983. (Jetel červený — pěstování)

The future of sainfoin in British agriculture.

C 28.120

Hurley, Grassland Research Institute 1982. 19 s., tab. (Vičenec — pěstování — využití — Anglie)

ОБСАН — Programování výnosů

Burda V.: Programování výnosů v rostlinné výrobě	1001
Klír J.: Matematický model přeměn a pohybu dusíku v půdě v zimním období	1005
Pešek J., Hlavička A., Hartmann J., Suškevič M.: Analýza stability a tvorby vysokých výnosů odrůd ozimé pšenice	1011
Hubík E.: Vliv meteorologických faktorů na výnos a výnosové složky ozimé pšenice v Kroměříži	1025
Hnilica P., Petr J., Schmidt J.: Studium optimální úrovně výnosových prvků obilovin	1033
Burda V., Lipavský J., Leština J.: Stanovení optimální dynamiky tvorby výnosu ozimé pšenice	1043
Petr J., Hradecká D., Hodan V., Bubnová J.: Potenciální a reálná produktivita klasu žita ozimého (<i>Secale cereale</i> L.)	1049
Lipavský J., Niklíček L., Schwammenhöferová K.: Stanovení optimálních úrovní výnosových prvků ovsa	1059
Janovec J.: Vliv některých regulovatelných faktorů na tvorbu výnosů ozimé pšenice ve velkovýrobních podmínkách	1071
Niklíček L., Burda V., Strnadová Z.: Model projekce regenerační dávky dusíku pro ozimou pšenici	1077
Kraslová J.: Regulace podmínek utváření předpokládaného výnosu cukrovky (<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>altissima</i> Döll. var. <i>saccharifera</i>)	1085
Minx L.: Vliv základního výnosotvorného prvku na produkci cukrovky (<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>altissima</i> Döll. var. <i>saccharifera</i>) — Studium podkladů pro programování vztahu mezerovitosti porostu a výnosu	1095
Zrůst J.: Fotosyntetická produktivita rostlin i porostu brambor a potenciální výnos	1103

СОДЕРЖАНИЕ

Клир Я.: Математическая модель преобразования и движения азота в почве в зимний период	1009
Пешек Й., Главичка А., Гартман Й., Шушкович М.: Анализ стабильности и формирования высоких урожаев сортов озимой пшеницы	1023
Губик Э.: Влияние метеорологических факторов на урожай и элементы урожая озимой пшеницы в Кромержиже	1031
Гнилица П., Петр Й., Шмидт Я.: Изучение оптимального уровня урожая зерновых	1042
Бурда В., Липавски Я., Лештина Я.: Определение оптимальной динамики формирования урожая озимой пшеницы (A)	1048
Петр Й., Градецка Д., Годан В., Бубнова Я.: Потенциальная и реальная продуктивность колоса озимой ржи (<i>Secale cereale</i> L.)	1057
Липавски Я., Никличек Л., Швамменгёферова К.: Определение оптимальных уровней элементов урожая овса	1069
Яновец Й.: Влияние некоторых регулируемых факторов на формирование урожая озимой пшеницы в промышленных условиях	1076
Никличек Л., Бурда В., Стрнадова З.: Модель проектирования регенеративной дозы азота для озимой пшеницы	1084
Краслова Я.: Регулирование условий формирования предполагаемого урожая сахарной свеклы	1093
Минкс Л.: Влияние основного элемента формирования урожая на продукцию сахарной свеклы. — Изучение отпавных материалов для программирования соотношения изреженных посевов и урожая	1102
Зруст Я.: Фотосинтетическая продукция растений и культуры картофеля и потенциальный урожай	1111

CONTENTS — Crop Yield Programming

Klír J.: A Mathematical Model of the Transformations and Movement of Soil Nitrogen in the Winter Season	1010
Pešek J., Hlavička A., Hartmann J., Suškevič M.: An Analysis of the Stability and Formation of High Yields in Winter Wheat Cultivars	1023
Hubík E.: The Effect of Meteorological Factors on Winter Wheat Yields and Yield Components at Kroměříž	1031
Hnilica P., Petr J., Schmidt J.: Study on the Optimum Level of Yield Components in Cereals	1042
Burda V., Lipavský J., Leština J.: Determination of the Optimum Dynamics of the Formation of Winter Wheat Yield	1048
Petr J., Hradecká D., Hodan V., Bubnová J.: The Potential and Real Productivity of Ears in Winter Rye (<i>Secale cereale</i> L.)	1057
Lipavský J., Niklíček L., Schwammenhöferová K.: Determination of the Optimum Levels of Yield Components in Oats	1069
Janovec J.: The Effect of some Controllable Factors on the Formation of Winter Wheat Yields under the Conditions of Large-Scale Production	1076
Niklíček L., Burda V., Strnadová Z.: A Model of Projecting the Regeneration Nitrogen Rate for Winter Wheat	1084
Kraslová J.: Controlling the Conditions of the Expected Yield Formation in Sugar-Beet	1093
Minx L.: The Effect of the Main Yield Component on the Output of Sugar-Beet (<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>altissima</i> Döll. var. <i>saccharifera</i>) — Studying the Data for Programming the Relation between the Gap Rate and Root Yield	1102
Zrůst J.: The Photosynthetic Productivity of Potato Plants and Crop and the Potential Yield	1111

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.