

VĚDECKÝ ČASOPIS



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

6

ROČNÍK 34 (LXI)
PRAHA
ČERVEN 1988
CENA 10 Kčs
CS ISSN 0044-3883

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Řídí redakční rada: prof. ing. Miloslav Velebil, DrSc. (předseda), ing. Miloslav Adam, CSc., ing. Vladimír Dufek, CSc., prof. ing. Marko Ďuriš, CSc., ing. Jiří Fiala, DrSc., ing. František Fortuník, CSc., ing. Stanislav Haš, CSc., ing. Dušan Hutla, doc. ing. Ján Jech, CSc., ing. Zdeněk Pastorek, CSc., ing. Miroslav Posekaný, ing. Bohumil Studeník, CSc., prof. ing. Vladimír Suchý, CSc., prof. ing. Zdeněk Šteffl, DrSc., Josef Višínský, CSc.

Za vedení časopisu odpovídá prof. ing. Miloslav Velebil, DrSc.

Redaktorka ing. Jovanka Václavíková

OBSAH

Pastorek Z.: Vědecké práce Výzkumného ústavu zemědělské techniky v Praze-Řepích	321
Maleř J.: Statická stabilita standardních sklízecích mlátiček	323
Pawlica R.: Vícestupňové kombinované sušení kukuřice	335
Pastorek Z.: Analýza sušicího procesu s vnitřním zdrojem energie	349
Čech V., Mašková H., Dubnová D.: Měření vlhkosti píce přenosným vlhkoměrem DJ FMT	359
Volná Z.: Podniková normativní základna pro oblast zemědělské strojové techniky	367
Kubín K.: Mechanismus působení gama-záření na hlízy brambor a možnosti jeho využití k retardaci klíčení	377

ŽIVOTNÍ JUBILEA

Životní jubileum prof. ing. Miloslava Velebila, DrSc.	348
---	-----

СОДЕРЖАНИЕ

Малерж Й.: Статистическая устойчивость стандартных уборочных молотилок	333
Павлица Р.: Многофазная комбинированная сушка кукурузы	346
Пасторек З.: Анализ процесса сушки с внутренним источником энергии	357
Чех В., Машкова Г., Дубнова Д.: Измерение влажности кормовых переносным влагомером ДИ ФМТ	366
Волна З.: База нормативов применяемая в хозяйстве для области сельскохозяйственных машин	375
Кубин К.: Механизм действия гамма-облучения на клубни картофеля и возможности его применения для ретардирования прорастания картофеля	384

CONTENTS

Maleř J.: Static Stability of the Standard Harvester-Threshers	334
Pawlica R.: Multistage Combined Drying of Maize	346
Pastorek Z.: Analysis of the Drying Process with an Internal Power Source	357
Čech V., Mašková H., Dubnová D.: Measuring the Moisture Content of Forage by the DJ FMT Portable Moisture Tester	366
Volná Z.: The Farm Standard Base for Agricultural Machines	375
Kubín K.: Mechanism of the Action of Gamma Radiation on Potato Tubers and the Possibilities of Using it for the Retardation of Sprouting	384

Vědecké práce Výzkumného ústavu zemědělské techniky v Praze - Řepích

Výsledky vědeckovýzkumné činnosti Výzkumného ústavu zemědělské techniky v Praze-Řepích jsou systematicky získávány a syntetizovány podle potřeb hlavních uživatelů, kterými jsou řídicí orgány všech stupňů, zemědělská praxe, výrobci technických prostředků a zařízení pro zemědělství a další organizace. Zdánlivě se jedná o řešení velkého množství dílčích problémů. Koordinaci vědeckovýzkumných prací a metodickým usměrňováním činnosti pracovních kolektivů se však prosazuje komplexní řešení stěžejních problémů. Na tomto základě je vytvářena jednotná zemědělská technická soustava sloužící k řízení zemědělské technické politiky od centra až k zemědělským podnikům.

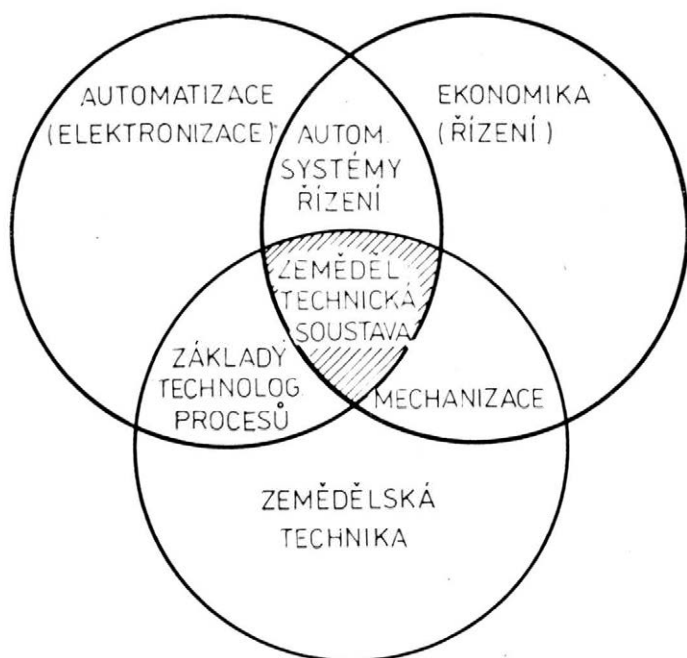


Schéma charakteru zemědělské technické soustavy

Vedle praktického významu mají vědecké práce pracovníků VÚZT význam i pro teoretický rozvoj jednoho z nejmladších zemědělských vědních oborů, tj. zemědělské techniky. Svědčí o tom řada prací publikovaných ve vědeckém časopisu *Zemědělská technika* v minulém období, jakož i vybrané příspěvky zařazené do tohoto čísla.

V článku doc. ing. J. Maleře, DrSc., jsou hodnoceny podmínky bezpečnosti práce se sklízecími mlátičkami na svazích. Hodnotí se statická stabilita základních typů strojů a její změny vyvolané různými úpravami.

Ing. R. Pawlica, CSc., se zabývá intenzifikací sušení zrna kuřice a snižováním měrné spotřeby energie využitím kombinovaných způsobů sušení.

V článku ing. Z. Pastorka, CSc., je teoreticky analyzováno sušení materiálů s vnitřním zdrojem energie, konkrétně mikrovlnným ohřevem.

Měření vlhkosti materiálů, zvláště píce, je stále přetrvávajícím obtížným problémem, který brzdí rozvoj automatizace sušení i urychlení laboratorních a kontrolních prací. V článku ing. H. Maškové, CSc., ing. V. Čecha a ing. D. Dubnové jsou prezentovány výsledky činnosti vlhkoměru DJ FMT a stanovena oblast jeho použití.

Ing. Z. Volná ve své práci rozebírá otázku tvorby podnikové normativní základny pro oblast strojové techniky. Jde o součást podnikové databáze nezbytné pro efektivní řízení provozu zemědělské techniky ve velkovýrobních podmínkách.

Ing. K. Kubín, CSc., ve své práci shrnuje naše i zahraniční zkušenosti z výzkumu mechanismu působení gama-záření na hlízy brambor a možnosti jeho využití k retardaci klíčení.

Ing. Zdeněk Pastorek, CSc.

Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy

STATICKÁ STABILITA STANDARDNÍCH SKLÍZECÍCH MLÁTIČEK

J. Maleř

MALEŘ, J. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy): *Statická stabilita standardních sklízecích mlátiček*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (6) : 323-334.

Statickou stabilitou sklízecí mlátičky rozumíme odolnost proti převržení, je-li sklízecí mlátička v klidu nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu. Dynamická stabilita sklízecí mlátičky je odolnost proti převržení za pohybu při působení setrvačných účinků (existenci zrychlení). Statická stabilita se posuzuje podle úhlu boční stability. Úhel boční stability je menší než hodnota úhlů změřených při naklápění sklízecí mlátičky napravo a nalevo na naklápěcí plošině v případě, že některé z kol ztratilo styk s podložkou. V rámci výzkumu se na zkušební stoličce vyšetřovala statická stabilita standardních sklízecích mlátiček E-514 a E-512 za rozdílných podmínek. Sklízecí mlátičky byly různě adaptovány tak, aby se zvýšila jejich statická stabilita. V průběhu výzkumu jsme zkoumali: vliv plnění zásobníku zrnem, zvednutí žacího stolu, přidavného zatížení, rozšířeného rozchodu předních kol a dvojmontáží na statickou stabilitu. Adaptací se zvýšila statická stabilita u sklízecí mlátičky E-514 z hodnoty $23^{\circ}23'$ na hodnotu $33^{\circ}51'$ a u sklízecí mlátičky E-512 z hodnoty $27^{\circ}06'$ na hodnotu $36^{\circ}17'$. Statická stabilita slouží k posouzení svahové dostupnosti sklízecích mlátiček.

přidavné zatížení; rozšíření rozchodu; dvojmontáže; naklápěcí plošina; úhel boční stability

V posledních letech se statickou stabilitou traktorů a zemědělských strojů zabýval Grečenko [1985]. Ve své práci poukazuje na problémy vazby mezi statickou stabilitou a svahovou dostupností. Tato vazba byla řešena součinitelem bezpečnosti. Součinitel bezpečnosti je dán úhlem statické stability, děleným úhlem svahové dostupnosti. Pro sklízecí mlátičky byl na začátku 70. let dohodnut součinitel bezpečnosti 2,5, pro traktory, automobily a tahače součinitel bezpečnosti 3.

Statická stabilita se stala určujícím veličinou pro posuzování svahové dostupnosti strojů. Její měření upřesňuje norma ST SEV 3921-82. Statická stabilita se zjišťuje vážením a výpočtem nebo na naklápěcím můstku, na kterém je podélná i příčná statická stabilita charakterizována velikostí mezních úhlů naklápění.

Základním předpokladem adaptace standardních sklízecích mlátiček pro sklizeň na svazích [Maleř, 1982] je zvýšení jejich statické stability. Proto bylo v rámci výzkumu ve VÚZT Praha navrženo a ověřeno několik variant úprav podvozků sklízecích mlátiček E-514 a E-512. Úpravami se měla zvýšit statická stabilita těchto mlátiček.

Byl posuzován vliv přidavného zatížení přední i zadní nápravy sklízecí mlátičky, vliv rozšířeného rozchodu předních kol i vliv dvojmontáží na statickou stabilitu.

Smyslem práce bylo experimentálně zjistit statickou stabilitu u různých úprav podvozku sklízecích mlátiček s cílem dosáhnout maximální svahové dostupnosti.

METODIKA

K úpravám jsme použili sklízecí mlátičky E-514 a E-512. Úkolem bylo dosáhnout maximální konstrukčně možné statické stability, a to bez automatického svahového vyrovnávání.

Na řešení se utvořil řešitelský kolektiv složený z pracovníků VÚZT Praha, JZD Rozvoj Posázaví Jílové a AGROZET, k. VÚZS Praha.

V dílnách technického rozvoje JZD Rozvoj Posázaví, Jílové, se postupně zhotovily různé varianty úprav, které byly posouzeny resortní zkušebnou Agrozetu, k. VÚZS Praha (obr. 1, 2).

Statická stabilita všech variant úprav se zjišťovala na zkušební stolici ve čtyřech laboratorních zkouškách (14. až 18. 4. 1986; 1. až 2. 7. 1986; 25. 11. až 2. 12.



1. Zjišťování statické stability na zkušební stolici — Determination of static stability on the testing bench



2. Zjišťování statické stability na zkušební stolici (mezí poloha stroje E-514 s dvojmontážemi předních kol) — Determination of static stability on the testing bench (extreme position of the E-514 machine with twin front wheels)

1986; 30. 3. až 10. 4. 1987) — (Horský, 1986a, b; 1987a, b). Jednotlivé varianty úprav se konzultovaly s výrobcem sklízecích mlátiček, tj. Kombinátem Fortschritt, Neustadt (NDR), který se podílel na zajišťování některých potřebných dílů.

VLASTNÍ PRÁCE

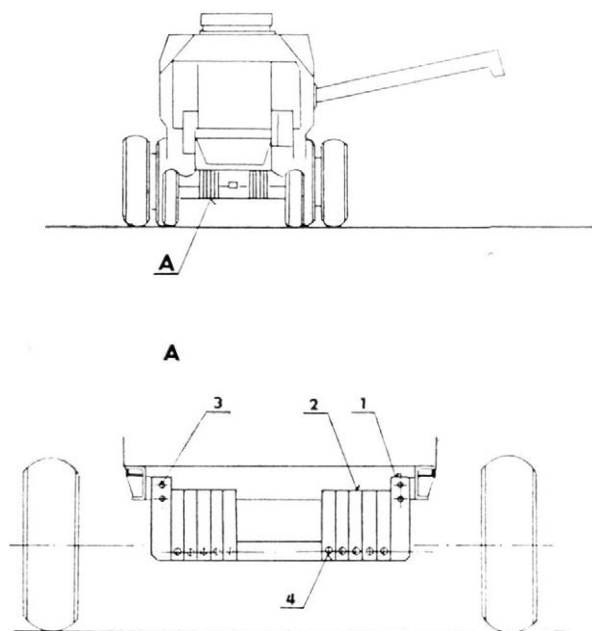
ÚPRAVY SKLÍZECÍCH MLÁTIČEK

Přídavné zatížení

Pro zvýšení statické stability bylo použito různých variant dotížení zadní i přední nápravy. Přední náprava byla dotížena závažími umístěnými v kolech a u středu nápravy. Smyslem zatěžování zadní nápravy bylo zvýšit podélnou statickou stabilitu stroje. K dotížení obou náprav se použilo přídavné závaží traktoru ZT-300, uchycené k nápravě rámem a šrouby (obr. 3).

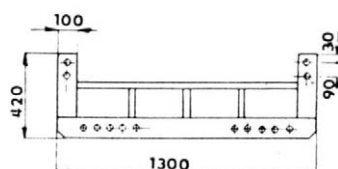
Rozšíření rozchodu předních kol

U sklízecí mlátičky E-514 se rozchod rozšířil tím, že byly obráceny disky kol a použity pneumatiky ze sklízecí mlátičky E-516. U sklízecí



3. Řídící zadní náprava sklízecí mlátičky E-514 adaptované pro svahy (1 — rám, 2 — závaží, 3, 4 — šrouby M 18) — Driving rear axle of the E-514 harvester-thresher adapted for work on hillsides (1 — frame, 2 — weight, 3, 4 — M 18 screws)

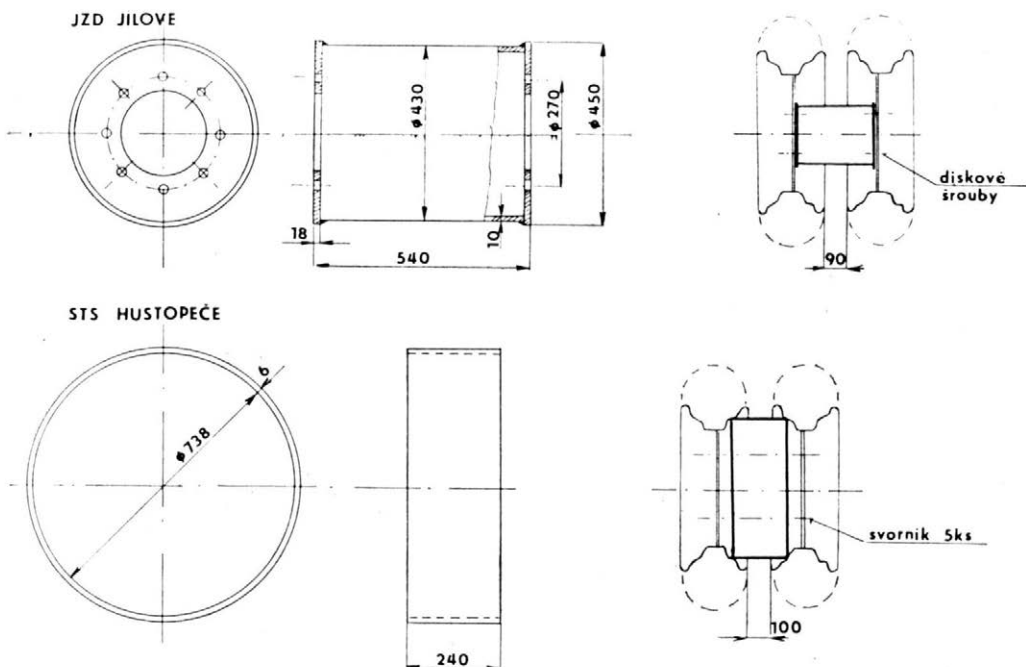
1 — RÁM, 2 — ZÁVAŽÍ, 3 — 4 — ŠROUBY M 18.



mlátičky E-512 se rozšířil dvěma mezikusy montovanými mezi nápravu a koncové převody.

Použití dvojmontáže

Statickou stabilitu stroje, a tím i svahovou dostupnost lze zvýšit především dvojmontáží. Ověřovali jsme dvě varianty (obr. 4): A — varianta JZD Jílové, B — varianta STS Hustopeče. Z hlediska pevnosti se v průběhu ověřování projevila jako výhodnější varianta JZD Jílové, která také byla začleněna do konečného řešení adaptace. Protože se u dvojmontáže zvyšuje namáhání koncových převodů, uplatnily se v dohodě s výrobcem zesílené koncové převody. U těchto převodů jsme upravili ruční brzdu (obr. 5).



4. Dvojmontáž hnacích kol sklízecí mlátičky E-514 pro svahy — Twin front driving wheels of the E-514 harvester-thresher for work on hillsides

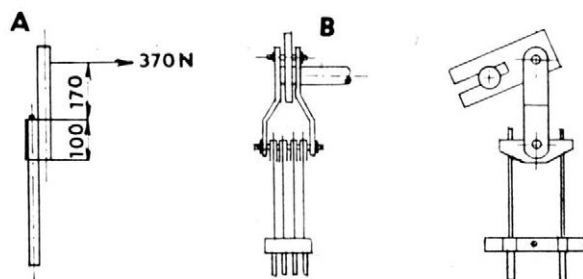
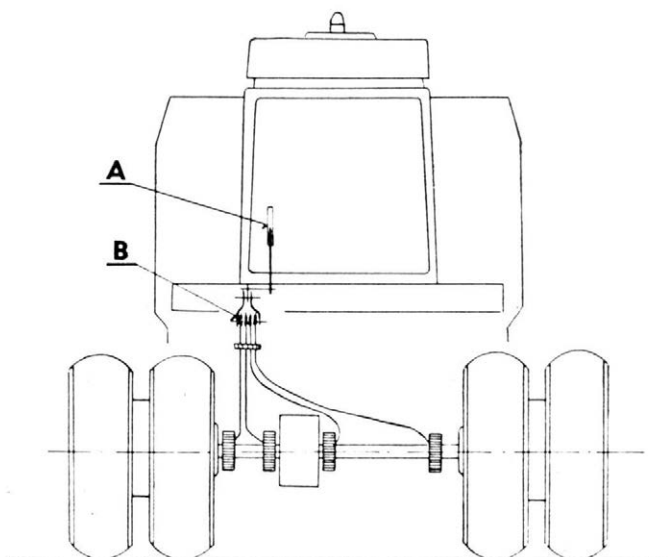
Charakteristika podvozků

Poloměr zatáčení činí u E-514 6,54 m, u E-512 7,65 m. Rozvor náprav je 3493 mm. Přední pneumatiky jsou pro oba stroje stejné: 18,4/15-30 Pneumant, Felge DW 16×130/DW 14×30, Q = 3180 kg, 30 km · h⁻¹, TLG 6504/01, zadní pneumatiky u E-514: 10 — 20 8 PR S+G U10 Pneumant, TLG 11957, silniční dezén a u E-512: 10 — 15 AM, 6 PR, Pneumant, pásový dezén. S ohledem na velikost zatížení a největší pojezdovou rychlost je nosnost pneumatik dostatečná.

MĚŘENÍ STATICKÉ STABILITY

Statickou stabilitu po všech provedených úpravách jsme měřili na zkušební stoličce VÚZS Praha.

5. Úprava ruční brzdy sklízecí mlátičky E-514 pro svahy — Adapted hand brake in the E-514 harvester-thresher for work in hillsides



Vliv plnění zásobníku zrnem na statickou stabilitu je uveden v tab. I.

Rozdíl mezi plným a prázdným zásobníkem je nepatrný ($3^{\circ}06'$), a to proto, že v zásobníku je sypké zrno, které se sesouvá ve směru sklonu stroje. Vliv plnění zásobníku zrnem na statickou stabilitu je možné zvý-

I. Vliv plnění zásobníku zrnem na statickou stabilitu — The effect of the filling of the bin with grain on static stability

Měření	Sklízecí mlátička	Podmínky	Statická stabilita
1.	E-514	— rozchod předních kol rozšířený (obrácením disků) o 124 mm (z 2376 na 2500 mm) — dotížení předních kol 400 kg (2×5 ks à 40 kg) — dotížení přední nápravy 296 kg ($\times 4$ ks à 37 kg) — plná nádrž nafty — stůl zvednutý na 1280 mm — 1530 kg zrna v zásobníku	$26^{\circ}02'$
2.	E-514	— 1120 kg zrna v zásobníku	$26^{\circ}38'$
3.	E-514	— 680 kg zrna v zásobníku	$27^{\circ}29'$
4.	E-514	— 0 kg zrna v zásobníku	$29^{\circ}08'$

II. Vliv polohy žacího stolu na statickou stabilitu — The effect of the position of the header on static stability

Měření	Sklizací mlátička	Podmínky	Statická stabilita
1.	E-514	— standardní provedení bez úprav — plná nádrž nafty — 1530 kg zrna v zásobníku — žací stůl zvednutý na 1280 mm	23°23'
2.	E-514	— žací stůl zvednutý na 660 mm	24°14'
3.	E-514	— nezvednutý žací stůl	25°33'

III. Vliv řidiče sklizací mlátičky na statickou stabilitu — The influence of the driver of the harvester-thresher on static stability

Měření	Sklizací mlátička	Podmínky	Statická stabilita
1.	E-512	— standardní provedení bez úprav — plná nádrž nafty — 800 kg zrna v zásobníku — žací stůl zvednutý na 1280 mm — bez řidiče	27°11'
2.	E-512	— s řidičem	27°06'

IV. Vliv rozšířeného rozchodu předních kol na statickou stabilitu — The effect of the extension of front wheel spacing on static stability

Měření	Sklizací mlátička	Podmínky	Statická stabilita
1.	E-512	— rozchod předních kol dvěma mezikusy montovanými mezi nápravu a koncové převody rozšířený o $200 + 200 = 400$ mm — hmotnost mezikusů $2 \times 20 = 40$ kg — závaží v kolech 312 kg (2×4 ks) — závaží na nápravě 370 kg (11 ks) — 1290 kg zrna v zásobníku — plná nádrž nafty — žací stůl zvednutý na 1280 mm	32°55'
2.	E-512	— bez závaží na nápravě — bez závaží v kolech	31°39'
3.	E-514	— zesílené koncové převody — pneu z E-516, rozšiřující rozchod předních kol o 134 mm (šířka pneu 610 mm) — 1700 kg zrna v zásobníku — plná nádrž nafty — žací stůl zvednutý na 1280 mm	24°14'

šit rozdělením zásobníku jednou nebo několika podélnými přepážkami.

Vliv polohy žacího stolu na statickou stabilitu je uveden v tab. II. Rozdíl mezi úplně zvednutým a spuštěným žacím stolem je rovněž nevýrazný ($2^\circ 10'$).

Měření	Skřížecí mlátička	Podmínky	Statická stabilita
1.	E-514	— zesílené koncové převody — dvojmontáž JZD Jilové (hmotnost mezikusu $2 \times 80 = 160$ kg) — hmotnost přídavných kol 2×180 kg = 360 kg — 1700 kg zrna v zásobníku — plná nádrž nafty — žací stůl zvednutý na 1280 mm	33°33'
2.	E-514	— 0 kg zrna v zásobníku	37°30'
3.	E-514	— zesílené koncové převody — dvojmontáž JZD Jilové (navíc 520 kg) — závaží v kolech (2×4 ks) 312 kg — závaží na přední nápravě 370 kg (10 ks) — 1932 kg zrna v zásobníku — plná nádrž nafty — žací stůl zvednutý na 1280 mm	34°57'
4.	E-514	— zesílené koncové převody — dvojmontáž STS Hustopeče (hmotnost mezikusu $2 \times 30 = 60$ kg) — hmotnost přídavných kol 2×180 kg = 360 kg — závaží v kolech (2×4 ks) 312 kg — závaží na přední nápravě 370 kg (10 ks) — 1932 kg zrna v zásobníku — plná nádrž nafty — žací stůl zvednutý na 1280 mm	35°07'
5.	E-512	— zesílené koncové převody — dvojmontáž STS Hustopeče (hmotnost mezikusu $2 \times 30 = 60$ kg) — hmotnost přídavných kol 2×180 kg = 360 kg — závaží v kolech (2×4 ks) 312 kg — závaží na přední nápravě 370 kg (10 ks) — 1292 kg zrna v zásobníku — plná nádrž nafty — žací stůl zvednutý na 1280 mm	37°02'

Vliv řidiče sklízecí mlátičky na statickou stabilitu, který je také nepatrný, je uveden v tab. III.

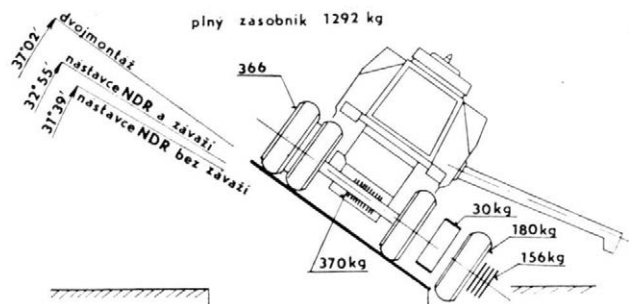
Vliv rozšířeného rozchodu předních kol na statickou stabilitu je uveden v tab. IV. U sklízecí mlátičky E-512 lze použitím mezikusů rozšiřujících rozchod předních kol zvýšit statickou stabilitu ve srovnání s neupraveným strojem cca o 5°. U sklízecí mlátičky E-514 mohou pneumatiky z E-516, rozšiřující rozchod předních kol, zvýšit statickou stabilitu ve srovnání s neupraveným strojem jen nepatrně — o necelý 1°.

Vliv dvojmontáže na statickou stabilitu je uveden v tab. V a obr. 6.

Vliv podélné stability: uvedenými úpravami sklízecích mlátiček E-514 a E-512 se jednak snížilo těžiště stroje a zvýšila se jeho boční stabilita, jednak se posunuly podélné souřadnice těžiště směrem dopředu, čímž se zhoršila podélná stabilita stroje. Zatížení zadní řídící nápravy se snížilo, takže u sklízecí mlátičky E-514 bylo v rozmezí 16,44 až 16,59 %, u mlátičky E-512 v rozmezí 14,83 až 16,10 %.

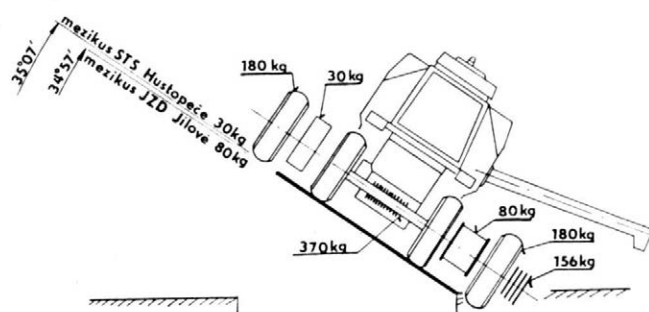
E-512 ADAPTOVANÁ

plný zásobník 1292 kg



E-514 ADAPTOVANÁ

plný zásobník 1932 kg



6. Statická stabilita sklízecích mlátiček —
 vliv dvojmontáže —
 Static stability of the
 harvester-threshers —
 effect of twin wheels

VI. Statická stabilita u konečné úpravy sklízecích mlátiček — Static stability in the final version of adapted harvester-threshers

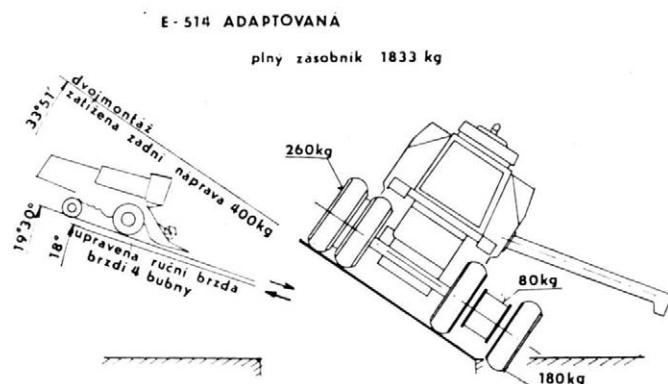
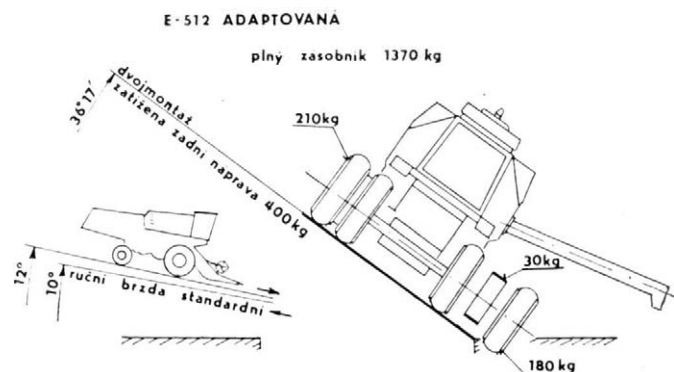
Měření	Sklízecí mlátička	Podmínky	Statická stabilita
1.	E-514	— zesílené koncové převody — dvojmontáž JZD Jílové — závaží na zadní nápravě 400 kg — 1833 kg zrna v zásobníku — plná nádrž nafty — žací stůl zvednutý na 1280 mm	33°51'
2.	E-512	— zesílené koncové převody — dvojmontáž STS Hustopeče — závaží na zadní nápravě 400 kg — 1370 kg zrna v zásobníku — plná nádrž nafty — žací stůl zvednutý na 1280 mm	36°17'

Aby se zvýšila podélná stabilita, bylo rozhodnuto snížit polohu těžiště a současně je posunout dozadu.

Statickou stabilitu u konečné úpravy sklízecích mlátiček uvádí tab. VI a obr. 7.

Souřadnice těžiště a vypočtená statická stabilita u konečné úpravy sklízecích mlátiček je uvedena v tab. VII.

7. Statická stabilita u konečné úpravy sklízecích mlátiček — Static stability in the final version of adapted harvester-threshers



VII. Souřadnice těžiště a vypočtená statická stabilita u konečné úpravy sklízecích mlátiček — The coordinates of the gravity centre and the calculated static stability in the final version of adapted harvester-threshers

Údaj	Stabilita	Sklízecí mlátička s namontovaným a zvednutým žací stolem	
		E-514	E-512
Podélná vzdálenost od osy hnací nápravy [mm]	podélná	715	691
	boční	639	629
Příčná vzdálenost od osy překlápění na levé straně [mm]	podélná	1474	1438
	boční	1100	1080
Výška těžiště [mm]	podélná	1803	1734
	boční	1702	1619
Statická stabilita [°]	podélná	21°38'	21°43'
	boční	32°53'	33°43'

VIII. Zadání pro výpočet statické stability u konečné úpravy sklízecích mlátiček
— The problem of calculation of static stability in the final version of adapted harvester-threshers

Veličina	Jednotka	Konečná úprava sklízecích mlátiček	
		E-514	E-512
Hmotnost celková	kg	10 293	9241
Hmotnost připadající na přední nápravu	kg	8 185	7414
Hmotnost připadající na zadní nápravu	kg	2 108	1827
Rozchod hnací nápravy	mm	3 010	2943
Rozvor	mm	3 493	3493
Vnější stopový poloměr otáčení	mm	6 540	7650

Boční statická stabilita stanovená výpočtem je mírně podhodnocena s ohledem na to, že při výpočtu je brán v úvahu jmenovitý střední rozchod kol hnací nápravy. Ve skutečnosti se osa překlápění posouvá blíže k vnější pneumatice dvojmontáže kol.

Podélná statická stabilita obou sklízecích mlátiček se ve srovnání s výsledky dosaženými při měření strojů bez dotížení zadní nápravy (u E-514 18°30' a u E-512 16°30') zřetelně zvýšila.

Dotížením zadní nápravy se posunulo těžiště směrem dozadu a současně se snížilo. Dalšího příznivějšího posunu polohy těžiště lze dosáhnout doporučeným omezením využití zásobníku zrna na 2/3 objemu. Za cenu mírného snížení boční statické stability se významněji zvýšila podélná statická stabilita. Zatížení zadní řídicí nápravy se zvýšilo cca na 20 % celkové hmotnosti strojů.

Zadání pro výpočet statické stability u konečné úpravy sklízecích mlátiček je uvedeno v tab. VIII.

Přední pneumatiky jsou u obou strojů shodné: rozměr 18,4-30 AS, počet kol na nápravě 4, tlak huštění 230 kPa, nosnost pneumatiky 3180 kg, šířka pneumatiky 467 mm, volný průměr 1550 mm, statický poloměr 706 mm. Zadní pneumatiky se liší: E-514: rozměr 10 — 20 S+G, počet kol na nápravě 2, tlak huštění 150 kPa, nosnost pneumatiky 1490 kg, šířka pneumatiky 270 mm, volný průměr 960 mm, statický poloměr 445 mm; E-512: rozměr 10—15 AM, počet kol na nápravě 2, tlak huštění 250 kPa, nosnost pneumatiky 1110 kg, šířka pneumatiky 268 mm, volný průměr 765 mm, statický poloměr 345 mm.

DISKUSE

Základním předpokladem pro to, aby se zvýšila svahová dostupnost standardních sklízecích mlátiček, je zvýšení jejich statické stability.

Po úpravách se statická stabilita boční na levou stranu (která je méně příznivá než statická stabilita boční na pravou stranu) zvýšila u sklízecí mlátičky E-514 z hodnoty 23°23' na hodnotu 33°51', tedy více než o 10°; u sklízecí mlátičky E-512 se zvýšila z hodnoty 27°11' na hodnotu 36°17', tedy více než o 9°.

Provedená měření prokázala, že výrazného zvýšení statické stability lze dosáhnout u dosavadních standardních sklízecích mlátiček především dvojmontáží na přední hnací nápravě. Ostatní úpravy mají jen omezený význam.

ZÁVĚR

Předkládaná práce rozšiřuje naše poznatky o možnostech nasazení standardních sklízecích mlátiček na svazích. Popsanými úpravami lze podstatně zvýšit statickou stabilitu sklízecích mlátiček, a tím i jejich svahovou dostupnost při sklizni zrnin na svazích.

Vyhodnocení konstrukce standardních sklízecích mlátiček z hlediska sklizně na svazích a vyhodnocení ztrát bude předmětem dalšího příspěvku.

Literatura

- FORTSCHRITT (NDR): Firemní dokumentace ke sklízecím mlátičkám E-514 a E-512.
GREČENKO, A.: Svahová dostupnost traktorů a zemědělských strojů. [Výzkumná zpráva.] Praha-Chodov, AGROZET, k. VÚZS 1985. 18 s.
HORSKÝ, J.: Zpráva o odborné službě č. 1/86. Praha-Chodov, AGROZET, k. VÚZS 1986a. 20 s.
HORSKÝ, J.: Zpráva o odborné službě č. RZ/7/86. Praha-Chodov, AGROZET, k. VÚZS 1986b. 15 s.
HORSKÝ, J.: Zpráva o odborné službě RZ/2/87. Praha-Chodov, AGROZET, k. VÚZS 1987a. 15 s.
HORSKÝ, J.: Zpráva o odborné službě RZ/5/87. Praha-Chodov, AGROZET, k. VÚZS 1987b. 20 s.
MALER, J.: Sklizeň obilovin svahovými sklízecími mlátičkami. Met. Zavád. Výsl. Výzk. Praxe, ÚVTIZ Praha, 1982. 42 s.

Došlo dne 3. 2. 1988

МАЛЕРЖ, И. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага-Ржепы): Статическая устойчивость стандартных уборочных молотилки. Земед. Techn., 34, 1988 (6) : 323-334.

Статическую стабильность уборочной молотилки характеризует устойчивость против опрокидывания, в том случае если молотилка находится в покое или в равномерном прямолинейном движении. Динамическая устойчивость уборочной молотилки — это устойчивость против опрокидывания при передвижении и одновременном влиянии инерционных действий (существование ускорения). Статическая устойчивость оценивается по величине угла боковой устойчивости. Угол боковой устойчивости является меньшим значением углов замеренных при наклоне уборочной молотилки направо и налево на наклонной платформе в том случае, если некоторое из колес не соприкасалось с платформой. В рамках исследования на испытательном стенде проверялась статическая устойчивость стандартных уборочных молотилок E-514 и E-512 при различных условиях. Уборочные молотилки были различным образом адаптируемы, так чтобы была повышена их статическая устойчивость. В ходе исследований изучали: влияние наполнения бункера зерном, подъема хедера, добавочной нагрузки, расширения колеи передних колес, двойным монтажом на статическую устойчивость. Адаптацией повысилась статическая устойчивость у уборочной молотилки E-514 из значения $23^{\circ}23'$ на значение $33^{\circ}51'$ и у уборочной молотилки E-512 из значения $27^{\circ}23'$ на значение $36^{\circ}17'$. Статическая устойчивость служит для оценки склоновой доступности уборочных молотилок.

добавочная нагрузка; расширение колеи колес; двойной монтаж; наклонная платформа; угол боковой устойчивости

MALER, J. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Řepy): *Static Stability of the Standard Harvester-Threshers*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (6) : 323-334.

The static stability of a harvester-thresher means its resistance to overturning if the machine is at rest or in steady rectilinear motion. The dynamic stability of a harvester-thresher is its resistance to overturning during movement influenced by inertia (acceleration). Static stability is assessed according to the angle of lateral stability. The angle of lateral stability is smaller than the value of the angles measured during the tilting of the machine to the right or left on the tilting platform in the cases when one of the wheels has lost contact with the ground. Within the research programme, the static stability of the E-514 and E-512 standard harvester-threshers was tested under various conditions. The harvester-threshers were variously adapted to increase their static stability. The following characteristics were tested during the research: influence of the filling of the bin with grain, lifting of the header, additional load, extended fore wheel spacing, and twin wheels on static stability. The adaptations improved the static stability of the E-514 harvester-thresher from $23^{\circ}23'$ to the value $33^{\circ}51'$ and of the E-512 harvester-thresher from $27^{\circ}06'$ to $36^{\circ}17'$. Static stability serves for evaluating the gradeability of harvester-threshers.

additional load; extended wheel spacing; twin wheels; tilting platform; lateral stability angle

MALER, J. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Praha-Řepy): *Statische Stabilität der Standardmähdrescher*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (6) : 323-334.

Unter dem Begriff statische Stabilität des Mähdreschers verstehen wir die Resistenz gegen Umsturz, wenn der Mähdrescher stillsteht oder sich gleichmässig geradlinig bewegt. Die dynamische Stabilität des Mähdreschers ist die Resistenz gegen Umsturz bei der Bewegung unter der Einwirkung der Trägheitseinflüsse (Beschleunigungsexistenz). Die statische Stabilität wird nach dem Seitenstabilitätswinkel beurteilt. Der Seitenstabilitätswinkel ist der kleinere Wert der beim Kippen des Mähdreschers nach rechts und links auf der Kippbühne gemessenen Winkel in dem Falle, dass eines der Räder den Kontakt mit der Unterlage verloren hat. Im Rahmen der Untersuchungen wurde auf dem Prüfgerüst die statische Stabilität der Standardmähdrescher E-514 und E-512 unter unterschiedlichen Bedingungen getestet. Die Mähdrescher wurden unterschiedlich mit dem Ziel adaptiert, ihre statische Stabilität zu steigern. Im Rahmen der Untersuchung orientierten wir uns auf den Einfluss der folgenden Merkmale: Beschickung des Behälters mit Korn, Hebung des Mähtheiles, Zusatzbelastung, eine grössere Spurweite der Vorderräder, Einsatz der Doppelreifen auf die statische Stabilität. Infolge der durchgeführten Adaptation erhöhte sich die statische Stabilität des Mähdreschers E-514 von $23^{\circ}23'$ auf $33^{\circ}51'$ und des Mähdreschers E-512 von $27^{\circ}23'$ auf $36^{\circ}17'$. Die statische Stabilität dient zur Beurteilung der Hangzugänglichkeit der Mähdrescher.

Zusatzbelastung; Spurweiterweiterung; Doppelreifen; Kippbühne; Seitenstabilitätswinkel

Adresa autora:

Doc. ing. Josef Maler, DrSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha 6 - Řepy

PAWLICA, R. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy): *Vícestupňové kombinované sušení kukuřice*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (6) : 335-347.

Sušení zrna je jediná intenzifikační metoda vhodná pro konzervaci zrna kukuřice. S ohledem na energetickou náročnost je třeba pečovat o uplatnění nových metod sušení zvyšujících výkon a kvalitu zrna a snižujících spotřebu energie. Model metody vícestupňového kombinovaného sušení předpokládá rozdělení úseku teplovzdušného sušení na dva nebo více stupňů tak, že mezi jednotlivé stupně sušení je zařazeno odležení a provětrání materiálu. Posledním stupněm je řízené větrání zahřátého zrna ve speciálním zásobníku. Příklad šestistupňového kombinovaného sušení předpokládá: první stupeň — sušení z 32 na 27 %, druhý stupeň — odležení s provětráním, třetí stupeň — sušení z 26,5 na 22 %, čtvrtý stupeň — odležení s provětráním, pátý stupeň — sušení z 21,5 na 16,5 % a šestý stupeň — řízené větrání s odvedením 2,5 % vlhkosti na hodnotu 14 %. Pro aplikaci metody byla upravena nová sušárna TS 5-065. Úprava spočívá v možnosti zásobovat dosavadní chladicí zónu sušícím vzduchem a ve zvýšení tepelného příkonu o polovinu. Rovněž byl vyvinut speciální větraný zásobník s tepelnou izolací, rychlouzávěrem a rozrušováním klenby. Zásobník má reverzní způsob proudění vzduchu. Vzduch prochází speciálním šterbinovým výsypným otvorem a průduchy po obvodu zásobníku. Experimentální posklizňová linka zahrnující upravenou sušárnu TS 5-065 s baterií osmi speciálních zásobníků a s manipulační technologií pracuje ve třech samostatných okruzích: příjmu, sušení a expedice. Po úpravách se linka doporučuje k širší aplikaci. Výsledky zkoušek potvrdily, že předpokládané zvýšení výkonnosti o jednu třetinu je reálné. Úspory spotřeby tepla činí u metody vícestupňového kombinovaného sušení 25 %.

sušárna; snižování spotřeby tepla; zvýšení výkonnosti sušárny

Zrno kukuřice patří k nejcennějším produktům rostlinné výroby. Pro naše národní hospodářství je velmi důležité a významné zabezpečit jeho dostatečnou produkci a dosáhnout jeho podstatně vyšší jakosti. S ohledem na klimatické podmínky Československa se všechna vypěstovaná kukuřice sklízí se značně vysokou vlhkostí. Vlhké zrno nelze skladovat, je nutné je bezprostředně po sklizni konzervovat.

S ohledem na systém skladování a další použití zrna kukuřice jako komponentu do krmných směsí je nezbytné upravit jeho vlhkost do skladovacích hodnot. Jedinou prakticky použitelnou metodou konzervace kukuřice zůstává teplovzdušné sušení. Je to metoda nezávislá na výkyvech povětrnostních vlivů. Jsou-li dodrženy technologické zásady, je to i jedna z nejdokonalejších metod konzervace vlhkého zrna.

Nevýhodou sušení je vyšší — a u kukuřice s ohledem na vysoké vstupní vlhkosti značná — energetická náročnost. Právě z těchto důvodů je nutné věnovat mimořádnou pozornost možnostem, jak tuto nároč-

nost snižovat, stejně jako technologickým opatřením snižujícím riziko dosud značných ztrát jakosti zrna po sklizni nesprávně ošetřeného a sušeného.

Jsou známa nejružnější opatření, jak snížit energetickou náročnost sušení. Spočívají např. v omezení tepelných ztrát sušáren, v předhřevu zrna, ve zpětném získávání a využívání energie odpadního vzduchu, v účinné regulaci procesu, ve využívání netradičních zdrojů tepla, v aplikaci nových principů a metod sušení. Ze zhodnocení jednotlivých opatření zaměřených k úsporám energie plyne, že uváděné přínosy je nutno posuzovat střídavě (Pawlica, 1986).

Nejvýznamnější přínosy pro úsporu energie a současně i pro zvýšení jakosti sušeného zrna mají nové metody sušení odvozené od systému „dryeration“. Tento systém, spočívající v kombinaci fáze sušení a fáze větrání, byl vyvinut v USA. V Evropě se jeho aplikace rozvinula zejména ve Francii a v Jugoslávii.

Při metodě odvozené podle systému dryeration se kukuřice suší přibližně na 18% vlhkost, potom se dopraví do komory pro zchlazování. Když se zrno „vypotí“, začíná se větrat tak, aby se rovnoměrně zchlazovalo a aby se odvedly vodní páry. Lasseran (1977) doporučuje tento poměr délek jednotlivých fází: plnění osm hodin, odležení čtyři hodiny, větrání patnáct hodin a vyprazdňování čtyři hodiny. Pro spolupráci se sušárnou se využívá skupina zvláštních zásobníků. Loison (1981) doporučuje zchlazovat pouze v jedné rozměrné buňce, v níž pak existuje několik zón: zóna vypocování v horní části, střední zóna pro výstup upotřebného vzduchu, spodní zóna pro vstup vzduchu a základová zóna pro vyprazdňování. Výhodou je úspora manipulace, nevýhodou náročnější technické řešení. Kombinované sušení se ověřuje také u sušáren LSO a výsledky ověřování jsou kladné (Malina, 1986).

Alternativou kombinovaného sušení je sušení ve dvou sušárnách zapojených za sebou (Lasseran, 1977). V první sušárně se kukuřičné zrno suší na 24 až 25 % vlhkosti, postupuje do vyrovnávacího zásobníku, aby se odleželo, a přechází do druhé sušárny upravené na chlazení. Jako výhoda se uvádí o 20 až 30 % vyšší výkonnost a lepší energetická bilance. Tímto způsobem pracuje systém Law Hourdin, jehož druhá sušárna je vybavena systémem pro rekuperaci tepla. Uváděné úspory se blíží 40 %.

V Jugoslávii se používá jiné varianty metody (Šimunovič, 1980). Vstupní zrno o vlhkosti 36 % se suší na 19 až 21 % vlhkosti při teplotě 115 °C, pak se 24 hodiny odleží a je přiváděno do další sušárny s teplotou sušicího vzduchu 70 až 80 °C, v níž se zrno usuší na vlhkost 14 %. Uvádí se, že kvalita není negativně ovlivněna.

METODA

Na základě dosavadních poznatků z výzkumné činnosti byl ve Výzkumném ústavu zemědělské techniky v Praze zpracován rámcový projekt pro aplikaci nové metody vícestupňového kombinovaného sušení. Zahrnoval návrh a realizaci úprav obilní sušárny SSZ-20 pro kombinované sušení, tj. vývoj tzv. kukuřičné verze této sušárny. Dále zahrnoval návrh konstrukčního řešení speciálního zásobníku pro intenzivní větrání. Celkové projekční řešení posklizňové linky pro kombinované sušení a ošetření pak zakončovalo přípravnou část výstavby experimentální linky na Státním statku Moldava nad Bodvou.

Po prvních funkčních zkouškách a po odstranění mechanických závad se přikročilo k provozně laboratorním zkouškám. Rozsah těchto zkoušek byl omezen závěrem sezóny, s nímž souvisel nedostatek materiálu i časové omezení.

Provozně laboratorní měření se skládalo ze systému tzv. základních zkoušek a z jednoúčelových měření. Před zahájením zkoušky byl proces sušení v sušárně seřízen a vyčkalo se, až se poměry ustálí. Při základní zkoušce se v 15minutových intervalech odebíraly vzorky na vstupu sušárny, mezi jejími šachtami a na výstupu. U jednotlivých vzorků byla stanovena vlhkost vlhkoměrem Falling-Number, event. Dickey-John. Paralelně byly odebírány i vzorky zrna a měřena jejich teplota. Teplota se měřila v temperovaných termoláhvích s odečtem po pěti minutách. Stejným způsobem byla měřena vlhkost a teplota zrna na vstupu do větraného zásobníku, při výstupu ze zásobníku byly intervaly měření zkráceny na tři minuty s ohledem na vysoký vyprazdňovací výkon. Hmotnostní průtok byl zjišťován vážením usušeného zrna na mostní váze, a to při převozu materiálu nákladními auty. Spotřeba paliva byla zjišťována z rozdílu hladin topného oleje v předzásobní nádrži; odečet se uskutečnil každou hodinu. V půlhodinových intervalech se dělaly záznamy o procesu sušení, zjišťovala se teplota sušičiho prostředí za výměníkem, na vstupech do jednotlivých pásem, teplota recirkulujícího vzduchu, odpadního vzduchu a okolí, jakož i teplota náhřevu zrna. Proces byl veden kontinuálně systémem sušárna — zásobník.

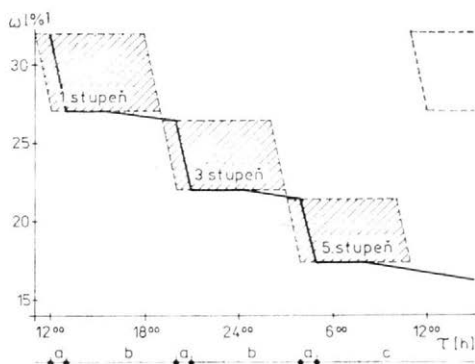
VLASTNÍ PRÁCE

Syntézou dosavadních poznatků o kombinaci teplovzdušného sušení a pomalého zchlazování a poznatků z vlastní výzkumné práce byla ve VÚZT vyvinuta nová metoda — vícestupňové kombinované sušení. Pro aplikaci této metody byly ve VÚZT vyvinuty potřebné technické prostředky, technologická sestava posklizňové linky a technologický postup sušení. Realizace byla zabezpečena výstavbou experimentální posklizňové linky na Státním statku Moldava nad Bodvou, okr. Košice-venkov, která byla vybudována do sklizně kukuřice v roce 1985 a v této sezóně se konaly úspěšné funkční zkoušky. Aplikace této metody je dále zdokonalována, např. u linky v Ivánce u Nitry. Nové technologické řešení se připravuje v JRD Zemianská Olča. S dalším využitím metody se počítá v JRD Budulov, Jaslovské Bohunice, Čečejevica a v dalších.

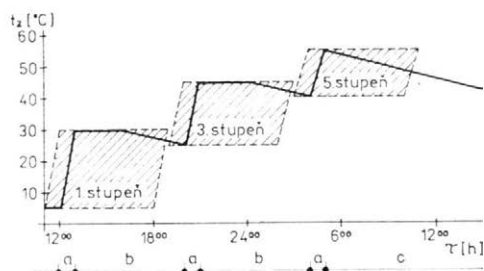
MODEL METODY VÍCESTUPŇOVÉHO KOMBINOVANÉHO SUŠENÍ

Princip nové metody vychází z těchto zásad:

- rozdělení úseku teplovzdušného sušení na dva nebo více úseků — stupňů,
- mezi jednotlivé úseky teplovzdušného sušení je zařazeno odležení a provětrání materiálu se snížením vlhkosti i teploty zrna,
- úsek teplovzdušného sušení končí při vyšší vlhkosti, než je požadovaná konečná vlhkost produktu,
- na poslední stupeň teplovzdušného sušení navazuje speciální větrání v zásobníku, do něhož je zrno naskladněno v zahřátém stavu,
- řízeným větráním tepleho a vlhkého zrna v zásobníku se odvádí ze zrna zbytková vlhkost, uvolňovaná setrvačnou difúzí. Zrno se dosuší a vychladí na požadované výstupní hodnoty,
- teplovzdušná sušárna má vyřazeno pásmo chlazení, popř. je toto pásmo pro zvýšení výkonu zařazeno jako sušicí,
- se sušárnou v daném rytmu spolupracuje baterie zásobníků vybavených vestavbou pro rovnoměrné a intenzivní větrání zrna.



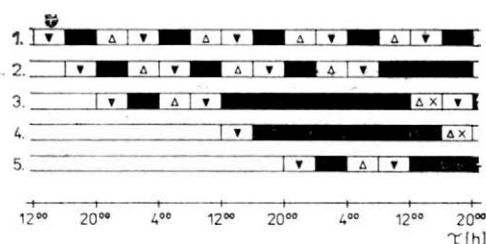
1. Model snižování vlhkosti při vícestupňovém kombinovaném sušení (a — sušení, b — odležení, provětrání, c — řízené větrání, ω — vlhkost zrna, τ — časová osa) — Model of the reduction of moisture content during multistage combined drying (a — drying, b — maturing, aeration, c — controlled ventilation, ω — grain moisture content, τ — time axis)



2. Model zvyšování teploty zrna při vícestupňovém kombinovaném sušení (a — sušení, b — odležení, provětrání, c — řízené větrání, t_z — teplota zrna, τ — časová osa) — Model of increasing the grain temperature during multistage combined drying (a — drying, b — maturing, aeration, c — controlled ventilation, t_z — grain temperature, τ — time axis)

Popisovaný princip je zřejmý z obr. 1, na kterém je znázorněn model sušení kukuřice novou metodou v šesti stupních. Zrno z pole má vlhkost 32 %, prvním průchodem se odsuší 5 % a zrno se ukládá do zásobníku. Po naplnění se zásobník krátce provětrá, aby se odvedly páry ze vzduchového prostoru (stupeň 2). Navazuje stupeň 3 — opakované teplovzdušné sušení s odvodem 4,5 % vlhkosti, uložení do zásobníku a krátké provětrání (stupeň 4). Stupeň 5 je poslední úsek teplovzdušného sušení a odvádí se při něm 4 % vlhkosti. Do tohoto stupně vstupuje zrno o vlhkosti již jen 21,5 % a teplotě kolem 40 °C. Po průchodu pátým stupněm má vlhkost 17,5 % a teplotu 55 °C. V tomto stavu postupuje zrno do posledního stupně (6), kterým je řízené větrání, trvajících (podle seřízení vzduchotechniky) asi 20 hodin. Během tohoto větrání v zásobníku se sníží vlhkost zrna na 14 % a teplota na 5 °C (obr. 2).

Rytmus spolupráce teplovzdušné sušárny se skupinou provětrávaných zásobníků — jedno z možných řešení — znázorňuje obr. 3. Platí pro případ sušení kukuřice, při kterém sušárna za osm hodin zpracuje denní sklizeň v prvním stupni, a postupně tak naplní dva zásobníky k odvětrávání par (stupeň 2) po dobu dvou hodin. Při stupni 3 se zrno odebírá ze zásobníku 1 na sušárnu a odtud jde do zásobníku 3, později ze zásobníku 2 do zásobníku 1. Stupně sušení 4 a 5 jsou variací uvede-



3. Harmonogram technologického skladu (▼ plnění zásobníku, Δ vyprazdňování zásobníku, ■ větrání zrna) — Time table of operation of a technological store (▼ storage bin filling, Δ storage bin emptying, ■ grain aeration)

ného postupu. Stupeň 6 je řízené větrání v zásobnících 3 a 4 po dobu 24 hodin, zrno je již upraveno na konečnou vlhkost i teplotu a je expedováno buď do trvalého skladu, nebo do expedičních zásobníků. Expedice trvá krátkou dobu. Pro znázorněný systém je zapotřebí pěti zásobníků, v jiném harmonogramu může spolupracovat jiný počet zásobníků. Podle místních podmínek a zvoleného seřízení je potřeba při projektování linky vždy vypracovat konkrétní provozní harmonogram.

ÚPRAVA LINKY

Do sestavy experimentální linky pro vícestupňové kombinované sušení byla použita nová sušárna SSZ-20, vyvinutá ve spolupráci VÚZT Praha a Kovodružstva Strážov pro sušení zrnin (nynější označení v sériové výrobě od roku 1986 je TS 5-065). Jedná se o jednověžovou sušárnu s výkonností 20 t.h⁻¹ při sušení pšenice z 19% vlhkosti na vlhkost 15%. Věž má dvě šachty s možností paralelního nebo sériového zapojení a s možností dávkového nebo kontinuálního sušení (tab. I).

I. Parametry sušárny TS 5-065 — Parameters of the TS 5-065 drier

Výkonnost při sušení pšenice z vlhkosti 19 % na 15 %	t.h ⁻¹	20
Odpařivost při sušení pšenice	kg.h ⁻¹	988
Instalovaný tepelný příkon výměníku	MW	1,3
Instalovaný elektrický příkon	kW	85
Měrná spotřeba tepla při sušení pšenice	MJ.kg ⁻¹	4,4—4,8
Měrný elektrický příkon	W.kg ⁻¹	80
Hmotnost náplně zrna	t	22

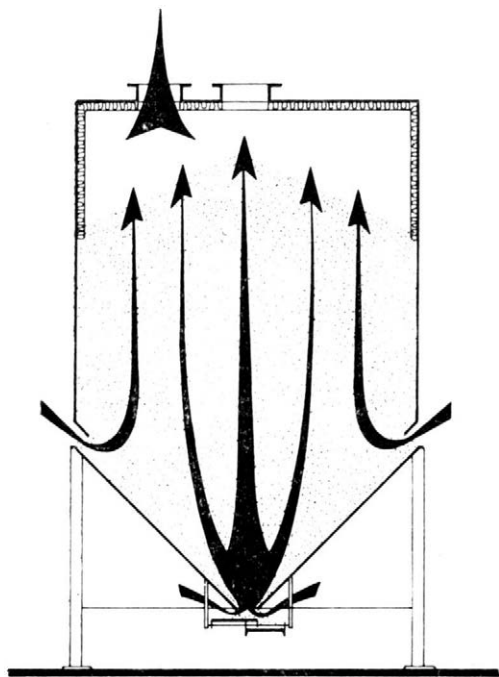
Vzduchotechnický systém je kombinovaný — výměník je na sací větvi a sušicí věž na tlačné větvi dvou hlavních ventilátorů. Ventilátor pro chlazení je samostatný. Na výstupní straně vzduchu je věž kapotovaná pro zachytávání úletu.

Vlastní pracovní prostor šachet byl nově vyřešen tak, že náplň zrna je vedena v oddělených sloupcích, což zajišťuje rovnoměrnost a shodný náhřev všech zrn. Je to významné pro šetrné sušení kvalitních materiálů a pro spotřebu energie.

Sušárna má zabudovaný systém pro využití odpadního tepla výstupního vzduchu, a to částečnou recirkulací. Výstupní vzduch je veden potrubím na sání hlavních ventilátorů a může být ve volitelném poměru přimísen k sušicímu vzduchu pro první nebo druhé pásmo.

Úpravy této sušárny spočívaly ve změně chladicí sekce na sekci sušicí a ve zvýšení výkonu tepelného agregátu. Zvláštním potrubím přes ventilační klapky byl propojen vývod druhého hlavního ventilátoru s difuzorem pro přívod vzduchu do chladicího dílu sušárny. Druhý hlavní ventilátor tak zásoboval sušicím vzduchem dvě pásma. Tento způsob byl zvolen s ohledem na nutnost zachovat standardní použití sušárny s chlazením.

Posílení výkonu tepelného agregátu je nutné s ohledem na to, že v době, kdy se kukuřice suší, jsou teploty okolního vzduchu o 15 až 20 °C nižší než v době, kdy se suší obilí, a také proto, že zavedením sušicího



4. Speciální zásobník pro řízené větrání zrna — Special storage bin for controlled grain aeration

vzduchu do původního chladicího dílu je celková spotřeba vzduchu o 20 % vyšší. Z těchto důvodů byla sušárna vybavena místo výměníkem standardně dodávaným o výkonnosti 1,2 MW větším výměníkem tepla (1,8 MW). Přes toto opatření nepřinesl výměník tepla potřebný výkon, protože instalovaný hořák AOH-15-PZ nedával potřebný příkon.

SPECIÁLNÍ ZÁSObNÍK

Pro potřeby aplikace kombinovaného sušení byl vyvinut speciální zásobník, kapacitou odpovídající pro spolupráci se sušárnou SSZ-20. Je celokovový, utěsněný a jeho kapacita je 60 tun. Má čtvercový půdorys, vhodný pro stavebnicové uspořádání baterie zásobníků. Zvláštní řešení si vyžádaly problémy spolehlivého vyprazdňování a rychlouzávěru a problémy kondenzace vlhkosti, především ve fázi odležení zrna. Zásobník je schematicky znázorněn na obr. 4.

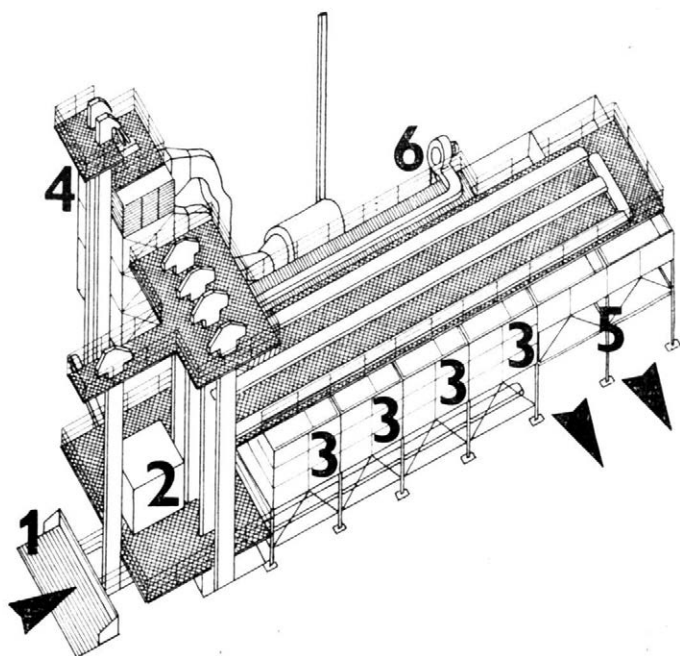
Problémy s kondenzací par byly řešeny tepelnou izolací stropu a horních obvodových stěn. Ověřování potvrdilo možnost tohoto řešení — během provozu byla kondenzace téměř zanedbatelná.

Výpusť zásobníku tvoří podélná rozměrná štěrbiná uzavíraná speciálním rychlouzávěrem. Uzávěr plní funkci rozrušovače kleneb a dávkování na pás podle impulsů detektorů sušárny a současně umožňuje vstup hlavního podílu větracího vzduchu do středního objemu zásobníku.

Větrací vzduch proudí v zásobníku reverzním způsobem; část doby je odsáván, část doby je tlačén. Pro rovnoměrné pokrytí celého prostoru je zásobník po obvodu opatřen regulovatelnými štěrbinami, jimiž prostupuje část vzduchu a provětrává oblasti u stěn a v rozích zásobníku.

Ve stropě zásobníku je těsně uzavíratelný otvor pro plnění zrnem. Je tam i příruba pro připojení jednotlivého ventilátoru nebo společného potrubí pro několik zásobníků. V přírubě je uzavíratelná klapka.

5. Experimentální posklizňová linka (1 — příjmový koš, 2 — čistička, 3 — baterie zásobníků pro řízené větrání, 4 — sušárna upravená pro kombinované sušení, 5 — expediční zásobníky, 6 — ventilátor) — Experimental post-harvest line (1 — acceptance bin, 2 — cleaner, 3 — battery of storage bins for controlled ventilation, 4 — drier adjusted for combined drying, 5 — dispatch bins, 6 — fan)



EXPERIMENTÁLNÍ POSKLIZŇOVÁ LINKA

Posklizňová linka byla řešena pro ošetření jak kukuřice, tak drobnozrnných obilovin. Linku lze rozdělit na příjmovou část, technologický sklad a sušárnu. Celkové řešení linky je znázorněno na obr. 5.

V čelní stěně objektu je příjmová manipulační plocha, na jejím okraji je pak podúrovňový příjmový koš. Příjem uzavírá v přízemí místnost velínu a laboratoř; nad nimi je umístěna čistička K-527. Dále navazuje rozměrný společný keson s blokem čtyř výkonných elevátorů. Za nimi je technologický sklad tvořený baterií speciálních zásobníků, a to ve dvou řadách po čtyřech. Závěr technologického skladu tvoří expediční zásobníky.

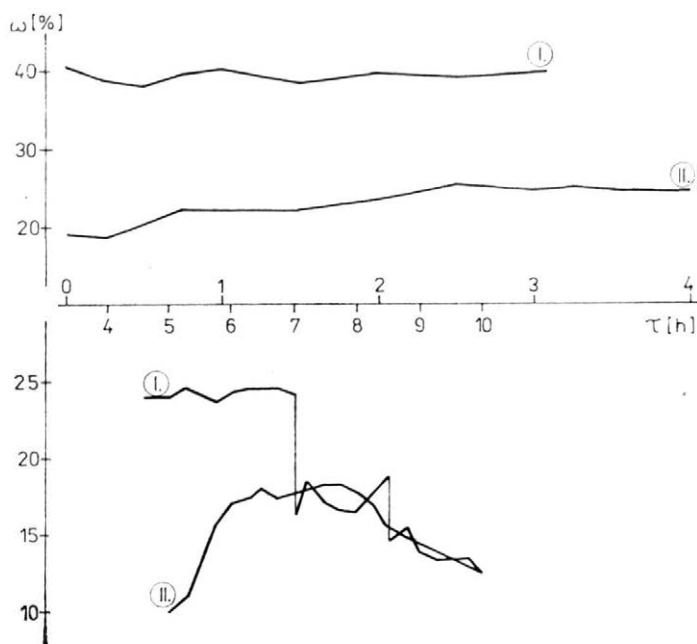
Mimo krytý prostor linky je bočně umístěna sušárna tak, aby její přísunové a odsunové dopravníky navázaly na manipulační centrum u elevátorů.

Linka má vysokou variabilitu dopravních cest, a tedy i režimů provozu. Je schopna současného provozu ve třech samostatných okruzích:

- okruh příjmu zahrnující úsek od koše přes čističku po zásobník levé nebo pravé řady,
- okruh sušení pracující v cyklu zásobník levé nebo pravé řady, sušárna a odsun do jiného zásobníku levé nebo pravé řady,
- okruh expedice zahrnující úsek speciální zásobník — expediční zásobník, a to z levé nebo pravé větve (opačně slouží k plnění sušárny).

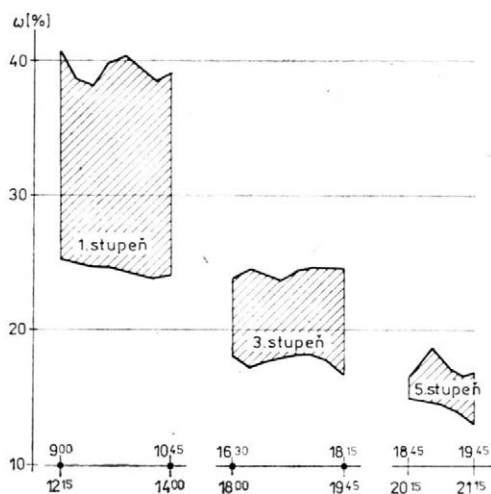
VÝSLEDKY

Linku jsme ověřovali v závěru sklizňové sezóny, kdy bylo k dispozici omezené množství zrna kukuřice o velmi vysoké vlhkosti. To ovlivnilo i volbu postupu tak, že v prvním stupni byl zvolen menší průtok



6. Charakteristika zkoušky (I — vstup, II — výstup, ω — vlhkost zrna, τ — časová osa) — Characteristics of the trial (I — input, II — output, ω — grain moisture, τ — time axis)

s vysokým odsuškem a v posledním stupni bylo k „vytlačení“ zrna ze sušárny použito jiné, již sušené zrna. Způsob práce sušárny byl kontinuální s recyklací zrna prostřednictvím zásobníku. Pro technické závažnosti nebylo zrna v mezistupních 2 a 4 provětráváno. Poněvadž výkon hořáku byl nedostatečný, bylo sníženo množství sušícího vzduchu v sušárně tak, aby teplota vzduchu na vstupu do prvního pásma dosahovala 120 až 130 °C a ve druhém a třetím pásmu 125 až 135 °C. První ventilátor byl seškrácen o 50 %, druhý o 25 %, což se projevilo na sníženém výkonu sušárny. Zapojení šachet bylo sériové, průchodnost při stupni 1 byla 5,96 t · h⁻¹, při stupni 3 a 5 pak 12,56 t · h⁻¹. Sušárna pracovala bez regulace.



7. Analýza jednotlivých stupňů sušení (ω — vlhkost zrna) — Analysis of the individual stages of drying (ω — grain moisture)

Stupeň sušení	Vlhkost zrna			Hmotnostní průtok [t.h ⁻¹]
	vstupní	výstupní	odsušek	
	[%]			
1	39,32	24,38	14,94	5,96
2	24,38	23,94	0,44	5,96
3	23,94	17,56	6,38	12,56
4	17,56	17,56	—	12,56
5	17,56	15,93	1,67	12,56
6	15,93	13,49	2,44	12,56

Zkouška byla zahájena za ustáleného stavu. Včetně dvou přerušení pro technické závady (0,5 a 2 h) probíhalo sušení celkem 12,5 h. Průběh sušení udává obr. 6. Pro určení vzájemně si odpovídajících úseků vstupní a výstupní vlhkosti byl ze vztahu

$$T = \frac{o}{p}$$

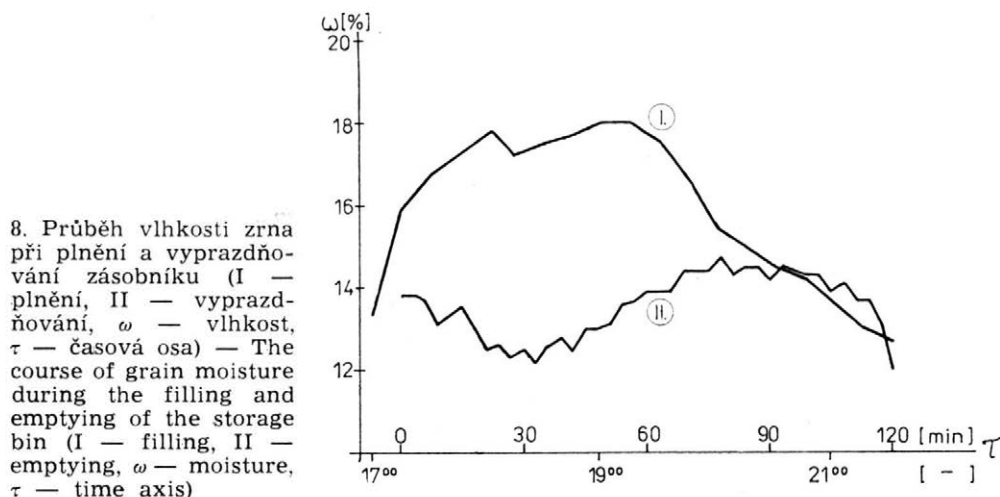
kde: T — průměrná doba zdržení kukuřice v sušárně [h]

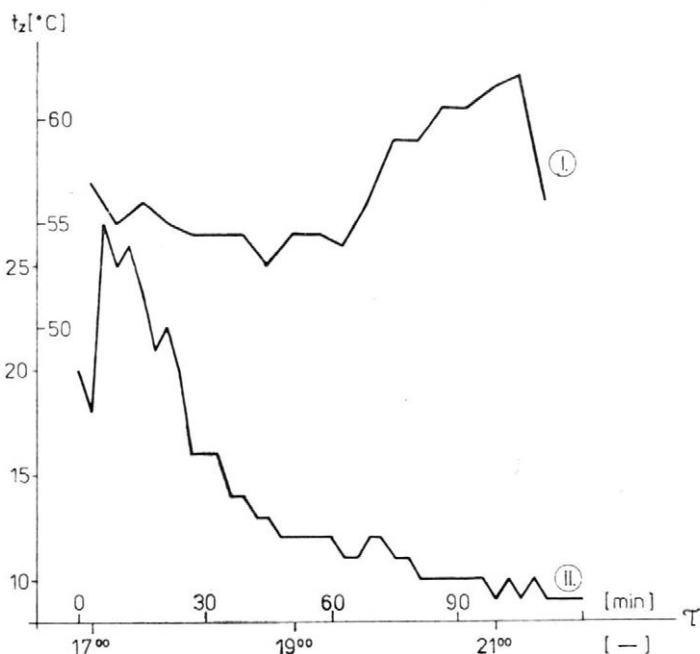
o — hmotnost náplně sušárny [t]

p — hmotnostní průtok zrna [t.h⁻¹]

určen posun ve stupni 1 na 3,5 hodiny, ve stupních 3 a 5 na 1,5 hodiny. Byly vybrány reprezentativní vzájemně si odpovídající úseky v jednotlivých stupních pro další výpočet (obr. 7). Hodnoty pro jednotlivé úseky jsou uvedeny v tab. II.

Hlavním cílem bylo prověřit efekt u větraného zásobníku. Průběh plnění z hlediska vlhkosti udává obr. 8, z hlediska teploty obr. 9. Když se zrno dvě hodiny odleželo, bylo na 17,5 hodiny zapojeno větrání. Na obr. 8 a 9 je pak znázorněn i průběh vlhkosti zrna a jeho teploty při





9. Průběh teploty zrna při plnění a vyprazdňování zásobníku (I — plnění, II — vyprazdňování, t_z — teplota zrna, τ — časová osa) — The course of grain temperature during the filling and emptying of the storage bin (I — filling, II — emptying, t_z — grain temperature, τ — time axis)

vyskladnění v přizpůsobené časové ose — vyprazdňování probíhalo pouze hodinu a vzorky se odebíraly po třech minutách. Obrázky alespoň přibližně poskytují představu o efektu sušení v zásobníku.

DISKUSE

Z obr. 8 plyne, že vlhkost zrna vstupujícího do zásobníku ve stupni 6 byla značně rozdílná — od 12,7 % do 18,0 %; přesto výstupní vlhkost vykazovala srovnatelně lepší rovnoměrnost — od 12,2 do 14,7 %. Je to částečně způsobeno výměnou tepla a hmoty během větrání, především však promícháním vrstev během vyprazdňování, což je příznivý poznatek pro další praxi.

Rovněž u teploty uskladňovaného zrna je podle obr. 9 patrná značná nerovnoměrnost — od 50 do 59 °C. Při vyskladňování se projevil zajímavý efekt (na rozdíl od vlhkosti): na začátku vypouštění bylo zrno výrazně teplejší a teplota se postupně snižovala. S použitím poznatků o toku materiálu při vyprazdňování zásobníku se lze domnívat, že obvodové a spodní části zásobníku jsou provětrávány lépe než jeho střed a horní část.

Z dalších jednoúčelových měření plyne, že je potřeba zvětšit vstupní plochu pro vzduch u výpustného mechanismu na úkor větrání u stěn a celkové množství vzduchu zvýšit.

Doplňující výsledky zkoušky udává tab. III. Z ní plyne, že výkonost sušárny upravené pro kombinované sušení lze při řádném výkonu hořáku očekávat o třetinu vyšší, než je výkonnost standardní sušárny. Vysoká vlhkost způsobila, že dvě třetiny celkového množství vlhkosti odpařené během celého cyklu byly odsušeny již v prvním stupni. Sušení větráním se na odstranění vody podílí jen 8,7 %; lze však odvodit, že

Stupeň sušení	Výkonnost v odpařivosti [kg . h ⁻¹]	Odpařená voda celkem [kg]	Podíl na sušení [%]	Měrná spotřeba tepla [MJ . kg ⁻¹]
1	1 467	15 915	66,9	3,26
2	43	454	1,9	—
3	1 046	4 665	19,6	4,56
5	255	1 135	4,8	21,3
6	365	1 622	6,8	—

při sušení z vlhkosti 30 % na vlhkost 15 % se může očekávat již 15% podíl větrání na celkovém odvodu vody, při sušení z 25 na 15 % vlhkosti je podíl více než 25 %. Při nižší vstupní vlhkosti se tedy efekt zvyšuje.

Měrná spotřeba tepla je ve stupni 1 velmi příznivá; i ve stupni 3 je nižší, než je obvyklý průměr při sušení kukuřice (5 až 5,5 MJ . kg⁻¹). Vztáhneme-li k této hodnotě i měrnou spotřebu dosaženou v naší zkoušce za celý cyklus větrání (3,98 MJ . kg⁻¹), lze konstatovat, že 25% úspora ve spotřebě tepla je u metody víceetapového kombinovaného sušení reálná.

Na základě zkoušek i provozního sledování je třeba přepracovat řešení některých částí větraného zásobníku, aby se zvýšila rovnoměrnost proudění a zvýšilo množství vzduchu. Po těchto úpravách by zásobník měl být výhodný pro spolupráci se sušárnou třídy 20 t . h⁻¹.

U sušárny je nutno dosáhnout potřebného tepelného příkonu instalací výkonnějšího hořáku AOH-30-PZ. Je vhodné rozlišit určení sušárny, a to takto:

a) sušárna pro kombinované i standardní využití; v těchto případech je převod chladicí zóny na zónu sušící řešen uspokojivě;

b) sušárna výhradně pro kombinované sušení; pro tyto účely bude výhodnější přepracovat vzduchotechnický systém. Tato sušárna by pak chladicí zónu vůbec neměla.

Řešení technologické linky danému účelu vyhovovalo. Zejména se osvědčila variabilnost manipulačního systému. Nevyhovovala spolehlivost výkonu dopravních pásů. Kapacitní vazby v lince se osvědčily i při ošetření drobnozrnných obilovin. Vyhovovala funkce čističky na kukuřici. Je nutné zlepšit vzduchotechnickou část linky.

ZÁVĚR

Metoda víceetapového kombinovaného sušení, uplatněná v experimentální posklizňové lince VÚZT, se osvědčila. Řešení linky se projevilo jako vhodné a po naznačených úpravách je lze doporučit k širší aplikaci.

Úpravy sušárny TS 5-065 pro tuto metodu je vhodné řešit ve dvou variantách, a to v první variantě pro sdružené použití pro kombino-

vané i standardní sušení a ve druhé variantě pro výhradní použití v lince pro vícestupňové kombinované sušení.

Lze konstatovat, že předpokládané zvýšení výkonnosti u metody vícestupňového kombinovaného sušení o jednu třetinu proti standardnímu řešení je reálné, stejně jako se zdají být reálné úspory ve spotřebě tepla na úrovni 25 %.

Literatura

- LASSERAN, J. C.: La dryaeration ou refroidissement lent différé. Persp. Agric., 1977, č. 6, s. 59-66.
LOISON, M.: Une séchoir à grains économe en energie. Motor. Techn. agric., 1981, č. 6, s. 51-54.
MALINA, V.: Problémy kolem racionálního sušení kukuřičného zrna. Zemědělec, 1986, č. 37, s. 1-2.
PAWLICA, R.: Energetické aspekty teplovzdušného sušení zrnin. Zeměd. Techn., 32, 1986, č. 12, s. 717-727.
PAWLICA, R.: Poznatky výzkumu, uplatněné u nových sušáren TS 5. Mechaniz. Zeměd., 1986, č. 6, s. 248-252.
ŠIMUNOVIČ, M.: Iskustva sa dvojfaznym sušenjem kukuruza. Krmiva, 1980, č. 3-4, s. 75-76.

Došlo dne 3. 2. 1988

ПАВЛИЦА, Р. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага-Ржепы: Многофазная комбинированная сушка кукурузы. Земěд. Techn., 34, 1988 (6) : 335-347.

Сушка — единственный метод интенсификации, годящийся для консервирования кукурузного зерна. С учетом ее энергоемкости, необходимо стремиться к новым методам сушки, повышающим выработку и качество зерна и понижающим энергорасход. Модель многофазной комбинированной сушки требует разделения воздушного сушения на две или более фазы, чтобы между фазами можно было включить вылежку и аэрацию материала. Последняя фаза — это регулируемое проветривание нагретого зерна в специальном бункере. В 6-фазную сушку входят: I фаза: сушка с 32 до 27 %; II фаза: вылежка с аэрацией; III фаза: сушка с 26,5 до 22 %; IV фаза: вылежка с аэрацией; V фаза: сушка с 21,5 до 16,5 %; VI фаза: регулируемое проветривание с отводом 2,5 % влажности до 14 %. Для применения метода отвели специальную сушилку ТС 5-065 с приспособлениями, которые позволяют снабжать охлаждающую зону сухим воздухом и наполовину повышать подвод тепла. Разработан и специальный проветриваемый бункер с теплоизоляцией, быстродействующим затвором и разбивкой свода. Бункер обладает обратимым воздушным течением. Воздух проходит через щелевое высипное отверстие и через каналы по периферии бункера. Экспериментальная сушильная линия, включающая модифицированную сушилку ТС 5-065, с батареями из 8 специальных бункеров и с манипулируемой технологией, работает по 3 отдельным окружностям: приемка, сушка и отправка. После модификации линия рекомендуется для широкого пользования. Результаты испытаний подтвердили реальность повысить ее производительность на одну треть. Экономия теплорасхода 25 %.

сушилка; сокращение теплорасхода; повышение производительности сушилки

PAWLICA, R. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Řepy): Multistage Combined Drying of Maize. Zeměd. Techn., 34, 1988 (6) : 335-347.

Drying of grain is the only method of intensification suitable for the preservation of maize grain. As drying is a power-consuming process, new methods should be introduced, enabling to raise the performance, improve grain quality, and save power. The method of multistage combined drying requires that the hot air drying section should be divided into two or several stages, the stages being separated from each other by periods of rest to let the material mature and aerate. The last stage is controlled aeration of heated material in a special storage bin. Combined six-stage drying includes the following stages: first stage — drying from 32 to

27⁰/₀, second stage — maturing and aeration, third stage — drying from 26.5 to 22⁰/₀, fourth stage — maturing and aeration, fifth stage — drying from 21.5 to 16.5⁰/₀, and sixth stage — controlled ventilation with the removal of 2.5⁰/₀ of moisture to get a 14⁰/₀ moisture content. A TS 5-065 drier was adjusted for this method. The adjustment means that the former cooling zone can be supplied with drying air and that the heat input is increased by a half. A special ventilated storage bin was also developed, equipped with thermal insulation, with a quick sealing device, and with device for breaking the vaults of clogged material. The bin has reversed air flow. The air passes through a slit-type discharge opening and through air vent holes along the perimeter of the bin. The experimental post-harvest line, including the adjusted TS 5-065 drier with a battery of eight special bins and with handling technology works in three separate circles: acceptance, drying, and dispatching. After due adjustments, the line is recommended for wider application. The results of the trials confirm that the assumed increase of performance by a third can be achieved. The reduction of the heat requirement is 25⁰/₀ in the method of multistage combined drying.

drier; reduction of heat requirement; increase of drier performance

PAWLICA, R. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Praha-Řepý): *Mehrstufige kombinierte Trocknung von Mais*. Zeméd. Techn., 34, 1988 (6) : 335-347.

Die Trocknung ist die einzige für die Konservierung von Körnermais geeignete Intensivierungsmethode. Im Hinblick auf den Energiebedarf müssen neue Methoden gefördert werden, die sowohl die Leistung, als auch die Kornqualität verbessern und den Energieverbrauch herabsetzen. Das Modell der Methode einer mehrstufigen kombinierten Trocknung setzt eine Einteilung der Phase der Warmlufttrocknung in zwei oder mehr Stufen voraus u. zw. so, daß zwischen die einzelnen Stufen der Trocknung eine Ablagerungszeit und eine Durchlüftung des Materials eingereiht werden. Die letzte Stufe ist dann eine gesteuerte Durchlüftung des erhitzten Korns in einem speziellen Speicherbehälter. Als Beispiel einer sechsstufigen kombinierten Trocknung dient folgender Verlauf: erste Stufe — Trocknung von 32 auf 27⁰/₀, zweite Stufe — Ablagern mit Durchlüftung, dritte Stufe — Trocknung von 26,5 auf 22⁰/₀, vierte Stufe — Ablagern mit Durchlüftung, fünfte Stufe — Trocknung von 21,5 auf 16,5⁰/₀ und sechste Stufe — gesteuerte Belüftung mit Abführung von 2,5⁰/₀ der Feuchtigkeit auf den Wert von 14⁰/₀. Für eine Applikation dieser Methode wurde die Trockenanlage TS 5-065 adaptiert. Die Adaptation beruht in der Möglichkeit die bisherige Abkühlungszone mit Luft für das Trocknen zu versorgen und in einer Erhöhung der zugeführten Wärmeleistung um die Hälfte. Es wurde auch ein spezieller Speicherbehälter mit Wärmeisolation, Schnellschließvorrichtung und Zerstörung der Brückenbildung entwickelt. Dieser Behälter ist mit einer Reversierluftströmung ausgestattet. Die Luft läuft durch eine spezielle Schlitzaustrittsöffnung und durch Lüftungskanäle an der Peripherie der Behälter hindurch. Die experimentelle Erntenaufbereitungslinie, die die adaptierte Trocknungsanlage TS 5-065 mit einer Batterie von acht speziellen Speicherbehältern und die entsprechende Manipulationstechnologie umfaßt, arbeitet in drei selbständigen Umkreisen: Annahme, Trocknung und Expedition. Nach entsprechender Umgestaltung wird die Linie zur breiteren Applikation empfohlen. Ergebnisse der Prüfungen bestätigten, daß die vorausgesetzte Leistungserhöhung um ein Drittel reell ist. Die Einsparung des Wärmeverbrauchs beträgt bei der Methode der mehrstufigen kombinierten Trocknung 25⁰/₀.

Trocknungsanlage; Herabsetzung des Wärmeverbrauchs; Leistungserhöhung der Trocknungsanlage

Adresa autora:

Ing. Rudolf Pawlica, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha 6 - Řepý

ŽIVOTNÍ JUBILEA

ŽIVOTNÍ JUBILEUM PROF. ING. MILOSLAVA VELEBILA, DrSc.

Letos v červnu se dožil 60 let člen Československé akademie zemědělské, vedoucí katedry vnitropodnikové mechanizace mechanizační fakulty Vysoké školy zemědělské v Praze prof. ing. Miloslav Velebil, DrSc.

Vědecká činnost prof. ing. M. Velebila, DrSc., se datuje od roku 1952, kdy položil základ novému vědnímu oboru — zemědělská technika. V této oblasti se specializoval na úsek mechanizace živočišné výroby. Patřil mezi zakladatele mechanizační fakulty a jeho publikace se v té době staly vysokoškolskými učebnicemi a skripty. Externě přednášel v Praze, Brně a v Českých Budějovicích.

U nás i v zahraničí publikoval kolem 200 knih, článků ve vědeckých časopisech, vědeckých názorů. Má přihlášených a uznaných několik patentů. Je členem několika redakčních rad vědeckých časopisů našich i zahraničních. V současnosti je předsedou redakční rady vědeckého časopisu Zemědělská technika a ediční komise knižní sbírky „Mechanizace a výstavba“ SZN v Praze.

Stal se členem několika významných vládních a nevládních organizací. V ČSSR je členem vědeckého kolegia teoretických základů zemědělství ČSAV, předsednictva Čs. společnosti pro vědy zemědělské ČSAV, Československé akademie zemědělské, prezidia České komise pro vědecké hodnosti; je předsedou komise pro obhajoby kandidátských a doktorských prací vědního oboru 41-15-9, členem několika vědeckých rad, členem nebo funkcionářem cca 20 dalších vědeckých komisí.

Počínaje rokem 1970 založili spolu s prof. R. Rezníčkem, DrSc., a ing. J. Fialou, DrSc., nový vědní obor — agrofyziku, který nahradil předmět výuky fyziky na zemědělských vysokých školách. V tomto smyslu je nutné hodnotit teoretický přístup k řešení výzkumu zemědělské techniky. Nový vědní obor prof. Velebil neustále rozvíjel v rámci výzkumných úkolů státního plánu základního výzkumu v ČSAV a v roce 1978 obdržel za svou práci Národní cenu ČSR. Od roku 1976 řeší, opět ve státním plánu základního výzkumu, problematiku obecné bioniky, kterou rozvinul do oblasti zemědělské techniky. Problém rozšířil do perspektivních směrů, takže lze konstatovat, že položil základ novému vědnímu oboru — agrobionice. V této oblasti zatím nikdo — ani ve světovém měřítku — systematicky nepracuje. Úkol řešený v plánu základního výzkumu byl oceněn cílovou prémie ČSAV a cenou ČSAZ. V této příležitosti řeší prof. Velebil úkol státního plánu základního výzkumu „Využití agrobioniky v řízení technologických systémů“ v rámci hlavního úkolu „Základní procesy v zemědělských technologických systémech“, jehož je koordinátorem. Významné je propojení teoretických aspektů s praktickou realizací. Průtokoměr vyvinutý v rámci tohoto úkolu obdržel v roce 1986 na výstavě Země živitelka v Českých Budějovicích nejvyšší ocenění Zlatý klas.

Významná je i jeho činnost pedagogická, která byla umocněna jeho příchodem na Vysokou školu zemědělskou v Praze v roce 1984. Od roku 1985 je vedoucím katedry vnitropodnikové mechanizace.

Prof. Velebil spolupracuje s ČSAV a tato práce je podložena i aktivní činností ve vědeckém kolegiu, v radě stěžejního úkolu ČSAV, ale i při řešení různých mimořádných úkolů a akcí. V současné době je členem řešitelského kolektivu ČSAV pro zpracování výhledu v oblasti zemědělství do roku 2000.

Nelze opomenout ani organizačtorskou práci prof. Velebila. Po mnoho let vedl řešitelské týmy, vědecká oddělení výzkumného ústavu a jako ředitel Výzkumný ústav zemědělské techniky. Několik let pracoval ve funkci náměstka ministra zemědělství a výživy, kde zodpovídal za vědeckou činnost a zahraniční vztahy celého resortu.

Je nositelem Státního vyznamenání za zásluhy o výstavbu, laureátem Národní ceny České socialistické republiky, resortního vyznamenání Vynikající pracovník v odvětví zemědělství a výživy, různých vyznamenání vztahujících se k výročí socialistického zemědělství, RVHP, osvobození ČSSR, výročí Vítězného února a plaket vysokých škol.

Jeho dosavadní činnost dotvrzuje to, že řeší nejzávažnější a nejnáročnější problémy ve svém oboru. Výsledky jeho vědeckovýzkumné a pedagogické činnosti jsou významným příspěvkem k rozvoji mechanizace živočišné výroby u nás.

Do dalších let přejeme prof. ing. Miloslavu Velebilovi, DrSc., pevné zdraví, duševní pohodu a plnou spokojenost a hodně úspěchů při rozvíjení oboru zemědělská technika.

Redakční rada časopisu Zemědělská technika

Z. Pastorek

PASTOREK, Z. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy): *Analýza sušicího procesu s vnitřním zdrojem energie*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (6): 349–358.

Sušení zemědělských materiálů je energeticky velmi náročným, ale zatím nezastupitelným konzervačním procesem. V této práci je proveden teoretický rozbor sušení materiálů s vnitřním zdrojem energie. Je brán v úvahu kombinovaný ohřev konvekci a mikrovlnami. Z výsledků měření v periodické laboratorní sušárně byla vyhodnocena měrná spotřeba energie na odvedení jednoho kilogramu vlhkosti sušeného materiálu.

sušení; mikrovlnný ohřev; měrná spotřeba energie

Sušicí proces lze obecně matematicky popsat soustavou nelineárních diferenciálních rovnic typu (Lykov, 1968):

$$\frac{\partial u}{\partial \tau} = k_{11} \nabla^2 u + k_{12} \nabla^2 T + k_{13} \nabla^2 p$$

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = k_{21} \nabla^2 u + k_{22} \nabla^2 T + k_{23} \nabla^2 p$$

$$\frac{\partial p}{\partial \tau} = k_{31} \nabla^2 u + k_{32} \nabla^2 T + k_{33} \nabla^2 p$$

kde: k_{ij} – součinitelé přenosu ($i, j = 1, 2, 3$)

u – měrná vlhkost materiálu

T – teplota sušení

p – tlak vlhkého vzduchu v materiálu

τ – čas

Každá ze tří diferenciálních rovnic obecně popisuje pole příslušné veličiny v sušeném produktu. Pro řešení uvedené soustavy rovnic je třeba stanovit počáteční a okrajové podmínky a formulovat vztahy pro výpočet přenosových koeficientů k_{ij} . Nejčastějším východiskem pro určení přenosových součinitelů jsou základní zákonitosti přenosových jevů, hmotnostní a energetická bilance sušicího procesu s fázovými změnami vlhkosti (Lykov, 1968; Keey, 1972; Jílek, 1987). Někteří autoři vycházejí ze základních principů termodynamiky nevratných procesů (Valchář, 1976). Všechny metody však vedou ke stejné formulaci soustavy rovnic popisujících sušicí proces.

Praktické vyčíslování přenosových koeficientů je velmi obtížné, a proto se takto odvozované matematické metody sušicího procesu maximálně zjednodušují. V souladu s terminologií termodynamiky nevratných procesů jsou za hnací síly sušicího procesu označovány vlhkostní (resp. koncentrační), teplotní a tlakový gradient (∇u , ∇T , ∇p). Tyto hnací síly působí vždy současně a vzájemně se ovlivňují. Jejich účinek není ve všech případech stejný, ale závisí na způsobu sušení, na vnějších a vnitřních podmínkách pro-

cesu sušení. Matematické modely konkrétního sušicího procesu jsou zjednodušovány tím, že se zanedbají nepodstatné účinky hnacích sil. Zpravidla jsou při formulaci matematického modelu sušení brány v úvahu pouze tzv. děje hlavní (řídící), tj. difúze, termomodifúze, molekulární filtrace, a jen některé děje křížové (podřízené) — např. jev Soretův či Dufourův. Situace se poněkud komplikuje, existuje-li nezanedbatelný vnitřní zdroj energie ovlivňující sušicí proces. Takovým případem je samozáhev materiálu při pomalém konvekčním způsobu sušení materiálu v silné vrstvě nebo ohřev sušeného materiálu v elektromagnetickém poli, který umožňuje dosáhnout velmi vysoké intenzity sušicího procesu. Proto se další analýza bude týkat tohoto způsobu sušení materiálů.

TEORETICKÝ ROZBOR SUŠENÍ MATERIÁLŮ S KOMBINOVANÝM OHŘEVEM

Tok vlhkosti v sušeném materiálu ohříváném elektromagnetickým polem je dán vztahem (Lykov, 1968):

$$\vec{j}_w = -a_w \varrho_o \nabla u - a_w^T \varrho_o \delta \nabla T - k_p \nabla p - a_w^e \varrho_o \vec{E}$$

kde: a_w — součinitel difúze vlhkosti
 u — měrná vlhkost
 a_w^T — součinitel termomodifúze
 δ — termogradientní součinitel
 T — teplota
 k_p — součinitel filtračního (molárního) přenosu vlhkosti
 p — tlak vlhkého vzduchu v materiálu
 a_w^e — součinitel elektrodifúze
 $\vec{E}$ — vektor intenzity elektrického pole
 ϱ_o — měrná hmotnost
 ∇ — Hamiltonův operátor

Při konvekčním způsobu sušení dominují první dva členy pravé strany rovnice, při ohřevu v elektromagnetickém poli je dominující třetí člen pravé strany rovnice, tzn., že přenos vlhkosti se děje převážně na principu molekulární filtrace vlhkého vzduchu uvnitř materiálu. Poslední člen pravé strany rovnice je pro svůj malý podíl na výsledném toku zanedbáván.

Pro sestavení energetické bilanční rovnice ohříváného produktu s vnitřním zdrojem tepla definujeme souřadný systém $(0; x, y, z)$, ve kterém ohříváné těleso zaujímá oblast V a pohybuje se vzhledem k systému souřadnic rychlostí v :

$$c \varrho_o \frac{\partial T}{\partial \tau} - \operatorname{div} [\lambda(x, y) \cdot \nabla T(x, y, z, \tau)] + v c \varrho_o \nabla T(x, y, z, \tau) \pm q(x, y, z, \tau) = 0$$

kde: c — měrné teplo materiálu
 ϱ_o — měrná hmotnost materiálu
 T — teplota sušení
 τ — čas
 λ — tepelná vodivost materiálu
 x, y, z — prostorové souřadnice systému $v \in (x, y, z)$
 v — rychlost pohybu materiálu v souřadném systému
 q — rychlost přeměny tepelné energie (generované teplo, latentní teplo, biologické teplo, ...)

První člen rovnice vyjadřuje rychlost akumulace vnitřní energie ohříváného materiálu, druhý výslednou rychlost molekulárního přenosu tepelné energie, třetí výslednou rychlost konvekčního přenosu tepelné energie a čtvrtý, poslední člen vyjadřuje výslednou rychlost přívodu tepelné energie z vnitřních zdrojů.

Jednoduchou úpravou energetické bilanční rovnice získáme obecnou rovnici nestá-

cionárního nelineárního vedení tepla v izotropním tělese s vnitřními zdroji tepla ve tvaru nelineární Fourier-Kirchhoffovy rovnice:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = [c\varrho_0]^{-1}(x, y, z, T) \cdot \operatorname{div} [\lambda(x, y, z, \tau)] - \\ - v \nabla T(x, y, z, \tau) \pm [c\varrho_0]^{-1}(x, y, z, T) \cdot q(x, y, z, \tau)$$

Tato rovnice po doplnění okrajovou a počáteční podmínkou obecně popisuje dynamické teplotní pole v tělese s vnitřními zdroji tepla.

Připustíme-li další zjednodušující předpoklady, tj.:

- zanedbáme vliv nehomogenity materiálu,
 - zanedbáme vliv závislosti $\nabla T(\tau)$,
 - zanedbáme vliv změn tepelné vodivosti a tepelné kapacity materiálu s jeho teplotou,
 - zanedbáme zdroj biologického tepla,
- pak se bilanční energetická rovnice zjednoduší na tvar:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \nabla^2 T(x, y, z) \pm [c\varrho_0]^{-1} q$$

Bilanční energetickou rovnici můžeme dále zobecnit převedením na bezrozměrný tvar:

$$\frac{\partial \Theta}{\partial F_0} = \nabla^2 \Theta(X, Y, Z) \pm P_0$$

kde: $\Theta = \frac{T(x, y, z)}{T^*}$ – bezrozměrná teplota (T^* vztázná teplota)

$F_0 = \frac{a\tau}{L^2}$ – bezrozměrný čas (Fourierovo číslo)

$M(X, Y, Z)$ – bezrozměrný souřadnicový systém

$X = \frac{x}{L}$, $Y = \frac{y}{L}$, $Z = \frac{z}{L}$ (L – vztázná délka)

$P_0 = \frac{qL^2}{\lambda \nabla T^*}$ – bezrozměrný vnitřní zdroj tepla (Pomerancevovo číslo)

Zjednodušený model ohřevu sušeného materiálu v elektromagnetickém poli respektuje změnu tepelné energie ohřívajícího materiálu jednak fázovými změnami vlhkosti (q'), jednak generováním tepla účinkem elektromagnetického pole (q''). Ostatní možnosti změn nejsou pro sušení charakteristické (průběhem chemických reakcí, prací systému apod.)

$$q = q' + q'' = \varepsilon\varrho_0 r \frac{\partial u}{\partial \tau} + p q$$

kde: q – celková změna tepelné energie jednotkového objemu materiálu vlivem změn při ohřevu v elektromagnetickém poli

ε – koeficient fázové přeměny vlhkosti

ϱ_0 – měrná hmotnost

r – latentní teplo

$p q$ – měrný tepelný výkon elektromagnetického ohřevu

Velmi intenzivního ohřevu vlhkých materiálů lze dosáhnout mikrovlnami, tj. ohřevem v pásmech centimetrových a decimetrových vln elektromagnetického pole. Měrný tepelný výkon mikrovln je analyticky vyjadřován přibližným vztahem pro dielektrické ztráty energie elektromagnetického pole v dielektriku (Copson, 1962):

$$p_{QM} = 0,556 \cdot \epsilon_r \cdot \operatorname{tg} \delta \cdot f \cdot E^2$$

kde: p_{QM} — měrný tepelný výkon mikrovln [kW · dm⁻³]
 E — intenzita elektrického pole [kV · cm⁻¹]
 f — frekvence mikrovln [MHz]
 ϵ_r — poměrná permitivita materiálu [1]
 $\operatorname{tg} \delta$ — tangenta ztrátového úhlu δ [1]

Vzhledem k tomu, že dílčí parametry vykazují časové i polohové změny v průběhu procesu, je měrný výkon mikrovln p_{QM} obecně funkcí polohy $v \in (x, y, z)$ a času τ :

$$p_{QM} = p_{QM}(x, y, z, \tau)$$

Příčin nerovnoměrného ohřevu materiálu je několik:

— intenzita elektromagnetického pole není konstantní v celém objemu pracovního prostoru (to se projevuje především tehdy, není-li vlnová délka $\lambda_e = 0,01 - 1$ [m] přibližně větší než rozměr ohřívaného materiálu);

— vysoká frekvence mikrovln (0,3–30 GHz) umožňuje dosáhnout uspokojivé intenzity ohřevu materiálu s velmi malým ztrátovým faktorem ($\epsilon_r \cdot \operatorname{tg} \delta$), ale způsobuje, že u materiálů s poměrně vysokým ztrátovým faktorem řádu 10^{-1} až 10 se nepříznivě uplatňuje tzv. hloubka vzniku mikrovln;

— nehomogenita materiálu způsobuje nerovnoměrný ohřev částic s rozdílným ztrátovým faktorem ($\epsilon_r \cdot \operatorname{tg} \delta$);

— významnou příčinou nerovnoměrného ohřevu je závislost ztrátového faktoru na měrné vlhkosti, měrné hmotnosti, teplotě materiálu a fázi vlhkosti materiálu, frekvenci a intenzitě elektromagnetického pole:

$$(\epsilon_r \cdot \operatorname{tg} \delta) = \operatorname{fun}(u)_{\rho_0, T, f, E}$$

Velikost ztrátového faktoru závisí na parametrech mikrovlnného zařízení, pracovní teplotě materiálu a jeho substancionálních vlastnostech. Nejdůležitější charakteristikou je vlhkostní charakteristika ztrátového faktoru

$$(\epsilon_r \cdot \operatorname{tg} \delta) = \operatorname{fun}(u)_{\rho_0, T, f, E}$$

METODIKA HODNOCENÍ TEPELNÉ BILANCE KOMBINOVANÉ MIKROVLNNÉ A KONVEKČNÍ SUŠÁRNY ZEMĚDĚLSKÝCH MATERIÁLŮ

Tepelná bilance sušárny je charakterizována vztahem:

$$P_{QM} + \dot{Q}_o = \dot{Q}_{H_2O} + \dot{Q}_M \pm \dot{H}_{vzd} + \dot{Q}_z$$

kde: P_{QM} — tepelný výkon mikrovln v sušeném materiálu (je úměrný příkonu zdroje ss proudu mikrovlnného generátoru, frekvenci a materiálovým vlastnostem)
 $\dot{Q}_o$ — tepelný výkon kaloriferu pro ohřev vzduchu (závisí na vstupní a výstupní teplotě kaloriferu, měrném teplu vzduchu a průtočném množství)
 $\dot{Q}_{H_2O}$ — tepelný výkon potřebný k odpaření vlhkosti ze sušeného materiálu (je úměrný časové změně vlhkosti materiálu, koeficientu fázové přeměny vlhkosti)
 $\dot{Q}_M$ — tepelný výkon potřebný k ohřívání sušeného materiálu (závisí na počáteční a konečné teplotě materiálu, měrném teplu a množství materiálu)
 $\dot{H}_{vzd}$ — tepelný výkon předaný nebo přijatý sušicím médiem (závisí na rozdílu výstupní teploty z pracovního prostoru sušárny a vstupní teploty, měrném teplu a množství ohřívaného vzduchu)
 $\dot{Q}_z$ — tepelný výkon ztracený jiným způsobem (sáláním, ohřevem konstrukce, ...)

Pro vyhodnocení tepelné bilance kombinované mikrovlnné sušárny jsou definovány:

1. Účinnost mikrovlnného ohřevu η_m , která vyjadřuje podíl energie spotřebované zdrojem ss proudu generátoru mikrovln, využitě pro odvod vlhkosti a ke změně entalpie sušícího vzduchu.

2. Celková účinnost kombinovaného ohřevu η_c , která vyjadřuje podíl energie spotřebované zdrojem ss proudu generátoru mikrovln a pro ohřev sušícího média využitě pro odvod vlhkosti.

3. Měrná spotřeba tepelné energie k odpaření jednotkového množství vlhkosti c_e .

VÝSLEDKY A DISKUSE

Experimentální měření se uskutečnila v periodické laboratorní mikrovlnné sušárně. Její konstrukce je popsána v literatuře (Haš a Pastorek, 1973).

Modelovým sušeným materiálem byl chmel.

Parametry volené podle pracovního režimu sušárny:

parametr	značka	jednotka	rozsah měření
1. počáteční hmotnost vzorku	M_o	[kg]	0,3 – 0,5
2. příkon zdroje ss proudu generátoru mikrovln	P	[kW]	0 – 3
3. vstupní teplota sušícího vzduchu do pracovního prostoru	T_v	[°C]	30 – 100
4. množství sušícího vzduchu	Q_{vzd}	[Nm ³ · s ⁻¹]	22,6 · 10 ⁻³ – 88,8 · 10 ⁻³

Parametry počítané z naměřených hodnot:

parametr	značka	jednotka	poznámka
1. tepelný výkon potřebný k ohřátí sušícího vzduchu	$\dot{Q}_o$	[kJ · s ⁻¹]	$\dot{Q}_o = Q_{vzd} \cdot \gamma_{vzd} \cdot c_{vzd} \cdot (T_v - T_o)$
2. tepelný výkon potřebný k odpaření vlhkosti	$\dot{Q}_{H_2O}$	[kJ · s ⁻¹]	$\dot{Q}_{H_2O} = [\Delta u \cdot M_s \cdot c_{H_2O} \cdot (T_{výst} - T_o) + \Delta u \cdot M_s \cdot r] \cdot \tau_e^{-1}$
3. celková účinnost mikrovlnného ohřevu	η_c	[1]	$\eta_c = \frac{\dot{Q}_{H_2O}}{(\dot{Q}_o + P)}$
4. účinnost mikrovlnného ohřevu	η_m	[1]	$\eta_m = \frac{\dot{Q}_{H_2O} + \Delta \dot{H}_{vzd}}{P}$
5. měrná spotřeba tepelné energie k odpaření jednotkového množství vlhkosti	q_e	[kJ · kg ⁻¹]	$q_e = \frac{(P + \dot{Q}_o) \cdot \tau_e}{\Delta M_w}$

Obě účinnosti jsou parametry časově proměnné v průběhu sušícího procesu (η_c, η_m) = fun (τ).

I. Měrná spotřeba energie při sušení vzorků chmele v laboratorní periodické mikrovlnné sušárně — Specific power demand for the drying of hop samples in a periodic microwave laboratory drier

Číslo vzorku	Příkon zdroje ss proudu generátoru mikrovln	Vstupní teplota sušícího vzduchu	Počáteční hmotnost vzorku	Průtočné množství sušícího vzduchu	Konečná hmotnost vzorku	Hmotnost sušiny	Počáteční měrná vlhkost	Konečná měrná vlhkost	Doba sušení	Měrná spotřeba energie na odpaření 1 kg vlhkosti
	P	T_v	M_o	Q_{vzd}	M_k	M_s	u_o	u_k	τ_c	q_c
	[kW]	[°C]	[kg]	[m ³ · s ⁻¹]	[kg]	[kg]	[kg · kg ⁻¹]	[kg · kg ⁻¹]	[min]	[kJ · kgH ₂ O ⁻¹]
3.02	3	30	0,4	0,0226	0,104	0,073	4,495	0,429	14	9310
3.04	3	30	0,5	0,0226	0,152	0,091	4,495	0,358	16	8970
3.05	3	30	0,6	0,0226	0,196	0,109	4,495	0,520	18	8265
3.07	3	30	0,7	0,0226	0,279	0,127	4,495	1,190	18	7943
3.10	3	30	0,8	0,0226	0,371	0,146	4,495	1,548	17	7607
3.12	3	50	0,4	0,0226	0,097	0,072	4,528	0,340	11	8305
3.13	3	50	0,5	0,0226	0,126	0,091	4,528	0,392	13	7991
3.14	3	50	0,5	0,0226	0,125	0,091	4,528	0,381	13	7991
3.16	3	50	0,6	0,0226	0,182	0,127	4,528	1,642	11	7258
3.18	3	50	0,7	0,0226	0,189	0,127	4,528	0,497	17	7900
3.20	3	50	0,8	0,0226	0,282	0,145	4,528	0,949	16	6923
3.29	3	40	0,5	0,0226	0,145	0,096	4,198	0,507	15	9000
3.32	3	60	0,5	0,0226	0,138	0,097	4,141	0,418	17	8332
3.34	3	80	0,5	0,022	0,143	0,096	4,198	0,487	9,5	7440
3.38	3	100	0,5	0,0226	0,118	0,096	4,198	0,227	10	8094
4.16	0	55	0,3	0,0888	7,162	0,061	3,916	1,656	70	2508
3.22	0	60	0,5	0,0226	0,212	0,109	3,606	0,952	60	3035
3.23	0	80	0,5	0,0226	0,146	0,109	3,606	0,344	50	3080
3.24	0	100	0,5	0,0226	0,148	0,109	3,606	0,363	30	2530

Maximální hodnoty celkové účinnosti η_c se v průběhu sušení jednotlivých vzorků pohybovaly od 20 do 54 %, maximální hodnoty účinnosti mikrovlnného ohřevu η_m jednotlivých sušených vzorků se pohybovaly od 32 do 55 %. V závislosti na příkonu zdroje ss proudu generátoru mikrovln rostly obě účinnosti významně pouze při nízkých vstupních teplotách sušicího vzduchu.

Srovnáním vstupní (T_v) a výstupní ($T_{v\text{ijst}}$) teploty sušicího vzduchu na vstupu a výstupu pracovního prostoru sušárny můžeme rozlišit tyto základní provozní režimy:

A. tepelná energie přivedená prostřednictvím mikrovln je spotřebována pro sušení materiálu a pro ohřev sušicího média

$$T_v < T_{v\text{ijst}}$$

B. celková tepelná energie potřebná k sušení materiálu je přiváděna prostřednictvím mikrovln

$$T_v = T_{v\text{ijst}}$$

C. celková tepelná energie potřebná k sušení materiálu je přiváděna z části mikrovlnami, z části sušicím médiem

$$T_v > T_{v\text{ijst}}$$

Z energetického hlediska není žádoucí, aby se sušící vzduch ohříval přes sušený produkt mikrovlnami (tj. $T_v < T_{v\text{ijst}}$). V opačném případě, kdy $T_v \gg T_{v\text{ijst}}$, hrozí při intenzivním sušení nebezpečí kondenzace par, narušování kovové konstrukce sušárny nebo znehodnocení sušeného materiálu. Proto jsou pro kombinované mikrovlnné sušení doporučovány pracovní režimy pro teploty sušicího média $T_v \leq T_{v\text{ijst}}$. Výstupní teplota sušicího vzduchu může být vhodným parametrem pro regulaci sušicího procesu kombinované mikrovlnné sušárny.

Z naměřených výsledků vyplývá, že měrná spotřeba energie k odvodu jednoho kilogramu vlhkosti ze vzorku chmele sušeného laboratorní periodickou sušárnou s kombinovaným ohřevem materiálu ve sledovaném rozmezí vstupních teplot sušicího vzduchu T_v (50–100 °C) je nižší než při konvekčním sušení bez mikrovlnného ohřevu.

Dávkový způsob sušení kombinovaným ohřevem konvekčním a mikrovlnným nezajišťuje optimální podmínky pro mikrovlnný ohřev materiálu v průběhu jednoho sušicího cyklu. Lze předpokládat, že kontinualizace sušicího procesu, popřípadě rekuperace odpadní energie ze sušicího média na výstupu ze sušárny, umožní měrnou spotřebu energie sušárny s kombinovaným konvekčním a mikrovlnným ohřevem významně snížit.

ZÁVĚR

Tato práce teoreticky analyzuje sušení materiálů s vnitřním zdrojem energie, konkrétně mikrovlnným ohřevem. Z technického hlediska byla potvrzena možnost intenzifikace sušení zeleného rostlinného materiálu při kombinovaném ohřevu. Výstupní teplota sušicího vzduchu z pracovního prostoru sušárny je vhodným parametrem pro regulaci sušicího procesu. Z technického hlediska je účelné, aby byla přibližně rovna vstupní teplotě sušicího vzduchu, nebo ji mírně převyšovala. V takovém případě sušící médium vystupuje jako nosič odváděné vlhkosti a ohřev zvyšuje jeho vodní jímavost. Mikrovlnná energie transformovaná uvnitř materiálu na teplo slouží především ke krytí spotřeby tepla na uvolnění vlhkosti ze sušeného materiálu.

Rozbor podmínek kontinuálního způsobu sušení s kombinovaným ohřevem materiálu konvekcí a mikrovlnami bude uveden v dalším příspěvku.

Přehled použitého označení

u	— měrná vlhkost	[kg.kg ⁻¹]
u_0	— počáteční měrná vlhkost	[kg.kg ⁻¹]
u_k	— konečná měrná vlhkost	[kg.kg ⁻¹]
ε	— podíl vlhkosti materiálu	[kg.kg ⁻¹]
j_w	— tok vlhkosti	[kg.m ⁻² .s ⁻¹]
ε	— koeficient fázové přeměny	[1]
a_w	— součinitel difúze vlhkosti	[m ² .s ⁻¹]
a_w^T	— součinitel termodifúze	[m ² .s ⁻¹]
a_w^e	— součinitel elektrodifúze	[m ² .s ⁻¹]
k_p	— poměrný součinitel filtračního přenosu vlhkosti	[kg.m ⁻¹ .s ⁻¹ .grad ⁻¹]
Δu	— vlhkostní gradient	[kg.kg ⁻¹]
T	— teplota	[K, °C]
Θ	— bezrozměrná teplota	[1]
T^*	— vztahná teplota	[K, °C]
T_v	— vstupní teplota sušícího vzduchu	[K, °C]
$T_{výst}$	— výstupní teplota sušícího vzduchu	[K, °C]
T_o	— teplota okolí	[K, °C]
ΔT	— teplotní gradient	[K, °C]
δ	— součinitel termogradientní	[K ⁻¹]
a	— součinitel teplotní vodivosti	[m ² .s ⁻¹]
c	— měrné teplo	[J.kg ⁻¹ .K ⁻¹]
c_{vzd}	— měrné teplo vzduchu	[J.kg ⁻¹ .K ⁻¹]
τ	— čas	[s]
τ_c	— celková doba sušení	[s]
F_o	— Fourierovo číslo (bezrozměrný čas)	[1]
f	— pracovní frekvence generátoru mikrovln	[MHz]
E	— intenzita elektrického pole	[V.m ⁻¹]
$\operatorname{tg} \delta$	— tangenta ztrátového úhlu δ	[1]
ε_r	— poměrná permitivita	[1]
$\varepsilon_r \cdot \operatorname{tg} \delta$	— ztrátový faktor	[1]
λ_e	— vlnová délka elmg záření	[m]
P	— příkon zdroje ss proudu generátoru	[kW]
M	— hmotnost vzorku	[kg]
M_o	— počáteční hmotnost vzorku	[kg]
M_k	— konečná hmotnost vzorku	[kg]
M_s	— hmotnost sušiny	[kg]
Q_o	— měrná hmotnost	[kg.m ⁻³]
Q_{vzd}	— objemová hmotnost vzduchu	[kg.m ⁻³]
x, y, z	— souřadnice	[m]
L	— vztahná délka	[m]
X, Y, Z	— bezrozměrné souřadnice	[1]
$M(X, Y, Z)$	— bezrozměrný souřadný systém	[1]
V	— objem	[m ³]
Q_{vzd}	— množství sušícího vzduchu	[m ³ .s ⁻¹]
k_{ij}	— součinitel přenosu	
∇	— Hamiltonův operátor	
c_{H_2O}	— měrné teplo vody	[J.kg ⁻¹ .K ⁻¹]
r	— latentní teplo	[J.kg ⁻¹]
j_Q	— tok tepla	[J.m ⁻² .s ⁻¹]

q	— rychlost přeměny tepelné energie	$[J \cdot m^{-3} \cdot s^{-1}]$
q'	— parciální měrný zdroj tepla	$[J \cdot m^{-3} \cdot s^{-1}]$
q''	— množství tepla generované absorbcí mikrovln	$[J \cdot m^{-3} \cdot s^{-1}]$
P_o	— Pomerancevovo číslo (bezrozměrný vnitřní zdroj)	[1]
λ	— tepelná vodivost	$[W \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}]$
$P_{Q.M}$	— tepelný výkon mikrovln	[W]
$p_{Q.M}$	— měrný tepelný výkon mikrovln	$[W \cdot m^{-3}]$
q_c	— měrná spotřeba energie na odpaření jednotkového množství vlhkosti	$[J \cdot kg^{-1}]$
$\dot{Q}_o$	— tepelný výkon nutný k ohřátí sušícího vzduchu	$[J \cdot s^{-1}]$
$\dot{Q}_{H_2O}$	— tepelný výkon nutný k odpaření vlhkosti	$[J \cdot s^{-1}]$
$\dot{Q}_M$	— tepelný výkon potřebný pro ohřev materiálu	$[J \cdot s^{-1}]$
$\dot{Q}_z$	— ztrátové teplo	$[J \cdot s^{-1}]$
η_c	— celková účinnost kombinovaného ohřevu	[1]
η_m	— účinnost mikrovlnného ohřevu	[1]
$\dot{H}_{vzd}$	— časová změna entalpie vzduchu	$[J \cdot s^{-1}]$
p	— tlak vlhkého vzduchu v materiálu	[Pa]
Δp	— tlakový gradient	[Pa]
M_w	— hmotnost vlhkosti	[kg]

Literatura

COPSON, D. A.: Microwave heating. AVI Publ. Comp. 1962.

HAŠ, S. — PASTOREK, Z.: Intenzifikace sušení chmele mikrovlnným ohřevem. Zeměd. Techn., 19, 1973, č. 10, s. 607-616.

JÍLEK, J.: Matematické modelování konvekčního sušení silné kompaktní profukované vrstvy. Zeměd. Techn., 33, 1987, č. 7, s. 395-404.

KEEY, R. B.: Drying-principles and practice. Pergamon Press 1972.

LYKOV, A. V.: Teoria suški. Moskva, izd. Energija 1968.

VALCHÁŘ, J.: Termokinetika pohybu vlhkosti v materiálu při jeho sušení. Strojírenství, 22, 1976, č. 6, s. 358.

Došlo dne 3. 2. 1988

ПАСТОРЕК, З. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага-Ржепы): Анализ процесса сушки с внутренним источником энергии. Земед. Techn., 34, 1988 (6) : 349-358.

Сушение сельскохозяйственных материалов является весьма энергоемким, но пока незаменимым процессом консервирования. В данной работе приводится теоретический анализ сушки материалов с внутренним источником энергии. Учитывается комбинированный обогрев конвекцией и микроволновой. Из результатов измерений в лабораторной сушилке с периодическим сушением был оценен удельный расход энергии, который нужен для удаления одного килограмма влаги сушимого материала.

сушение; микроволновой обогрев; удельный расход энергии

PASTOREK, Z. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Řepy): Analysis of the Drying Process with an Internal Power Source. Zeměd. Techn., 34, 1988 (6) : 349-358.

Though the drying of agricultural materials requires very much energy, it still remains irreplaceable as a technique of preservation. This paper contains a theoretical analysis of the drying of materials with the use of an internal power source.

Combined heating by convection and by means of microwaves is considered. The specific power demand for removing one kilogram of moisture from the dried material was evaluated on the basis of measurement in a periodic laboratory drier. drying; microwave heating; specific power demand

PASTOREK, Z. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Praha-Řepy): *Analyse des Trocknungsprozesses mit innerer Energiequelle*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (6) : 349-358. Die Trocknung landwirtschaftlicher Erzeugnisse ist ein energetisch sehr anspruchsvoller, aber bisher auch ein unverzichtbarer Konservierungsprozess. Die vorliegende Arbeit führt eine theoretische Analyse der Trocknung der Erzeugnisse mit einer inneren Energiequelle durch. Es wird eine kombinierte Erwärmung durch Konvektion und Mikrowellen berücksichtigt. Anhand der Messergebnisse, die in einer periodischen Labortrocknungskammer gewonnen worden waren, wurde der spezifische Energieverbrauch für die Ableitung eines Kilogrammes Feuchtigkeit des zu trocknenden Materials ausgewertet.

Trocknung; Mikrowellenerwärmung; spezifischer Energieverbrauch

Adresa autora:

Ing. Zdeněk Pastorek, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, K. šancím 50, 163 07 Praha 6 - Řepy

V. Čech, H. Mašková, D. Dubnová

ČECH, V. — MAŠKOVÁ, H. — DUBNOVÁ, D. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy): *Měření vlhkosti přenosným vlhkoměrem DJ FMT*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (6) : 359-366.

V práci je popsána funkce přenosného vlhkoměru pícnin DJ FMT, vyráběného firmou Dickey-John. Jeho parametry byly podrobně prověřeny měřením vlhkosti různě mechanicky zpracované vojtěšky v průběhu dvou let. Vlhkost vojtěšky se pohybovala v rozmezí 6 až 83 %. Jako srovnávací byla použita gravimetrická metoda podle ČSN 46 7092. Ani u jednoho z měřených materiálů nedosahoval přístroj parametrů udávaných výrobcem. Po vytvoření vlastních kalibračních křivek se hodnoty měřené vlhkosti pohybovaly v pásmu absolutní chyby $\pm 5\%$ pouze u vojtěšky se střední délkou částic 11 až 13 mm, u níž minimálně 85 % částic bylo kratších než 20 mm.

vlhkost materiálů; kapacitní metoda měření vlhkosti

Důležitým faktorem, který má vliv na zachování kvality a snížení ztrát objemových krmiv v technologickém procesu sklizně, konzervace, zpracování a skladování, je znalost vlhkosti těchto krmiv. V praxi jsou pro stanovení vlhkosti potřebné zejména jednoduché přenosné vlhkoměry, které umožňují rychlou a dostatečně přesnou kontrolu vlhkosti přímo v provozních podmínkách. Konstrukci těchto přístrojů je v současné době v zahraničí věnována značná pozornost.

Nejčastěji uplatňovaným funkčním principem v přenosných vlhkoměrech je kapacitní metoda měření. Tato metoda vychází ze skutečnosti, že relativní permitivita vlhkého materiálu rostlinného charakteru značně závisí na množství v něm obsažené vody. Jako čidla kapacitních vlhkoměrů slouží v nízkofrekvenční oblasti kondenzátory nejrůznějších tvarů (Fexa a Široký, 1983).

V ČSSR se přenosný přístroj na stanovení vlhkosti krmiv dosud sériově nevyrábí. Jediným vlhkoměrem, který podle údajů SU Labora (1984) při použití doplňkové sondy umožňuje i měření vlhkosti pícnin, je měřič vlhkosti obilovin HG-2 (výrobce Znak Brno). Tento přístroj však pracuje na principu měření vodivosti, což je pro pícniny vzhledem k jejich výrazné iontové vodivosti a vysokým vlhkostem metoda méně vhodná.

Aby mohla být objektivně posouzena vhodnost použití vlhkoměrů zahraniční výroby pro stanovení vlhkosti pícnin, bylo ve Výzkumném ústavu zemědělské techniky v Praze v minulých letech testováno několik přístrojů. Měření byla prováděna s jetelem, vojtěškou a kukuřicí v rozsahu vlhkosti 8 až 85 % (Mašková aj., 1985). Nejlepší výsledky byly získány s přístrojem DJ FMT firmy Dickey-John (USA). Tento vlh-

koměr je typickým představitelem přenosných kapacitních přístrojů a celosvětově je značně rozšířen. V SSSR je např. vyráběna jeho obdoba pod označením Elektronika VLK-01 (VIM, 1984). Z uvedených důvodů byla s vlhkoměrem DJ FMT uskutečněna další podrobná měření.

MATERIÁL A METODY

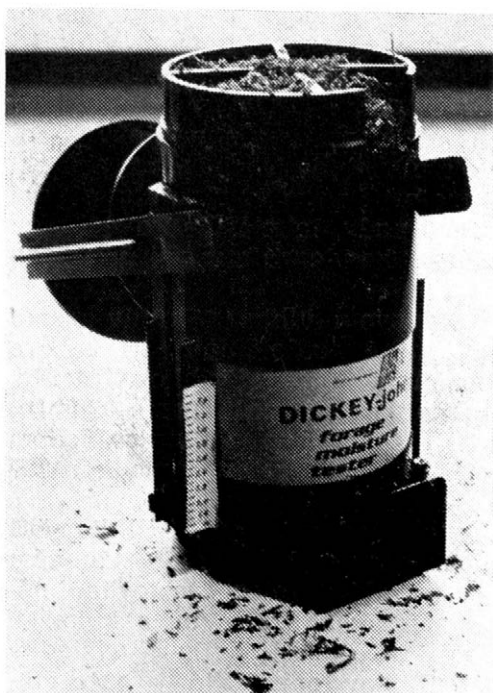
POPIS VLHKOMĚRU

Vlhkoměr DJ FMT (obr. 1) je univerzální přístroj určený především k měření vlhkosti zelených řezaných krmiv, sena, senáže a siláže. Uspořádání kapacitních elektrod válcového tvaru je schematicky znázorněno na obr. 2. Vnější elektroda je umístěna na plášti pouzdra a vnitřní kuželovitá centricky uvnitř měřicí komory. Kompenzace vlivu teploty na snímanou závislost kapacity na vlhkosti měřeného materiálu je automatická na základě velikosti signálu termistorového čidla, které je upraveno ve vnitřní elektrodě.

Objem měřicí komory je přibližně 3 dm³. Sinusový měřicí signál má frekvenci 2 MHz a amplitudu 5 V. Napájení elektronické části přístroje zajišťuje jedna 9V baterie. Indikace měřeného údaje je číslicová na displeji typu LCD. Pro materiál s délkou částic nepřesahující 20 mm udává výrobce v rozsahu měření 15 až 80 % vlhkosti přesnost $\pm 3\%$ při vlhkosti 50 % (Dickey-John, 1976). Hmotnost přístroje činí přibližně 1,7 kg.

POUŽITÝ BIOLOGICKÝ MATERIÁL

Pro ověření funkce přístroje byla jako měřený materiál zvolena vojtěška (*Medicago sativa* L.). Všechny vzorky vojtěšky pocházely ze stejné lokality a z pole byly odebrány v čerstvém stavu. Způsob mechanické úpravy materiálu a doba sklizené jsou uvedeny v tab. I. Pro dosažení požadovaných hodnot vlhkosti byl materiál vysoušen ve větrané místnosti při teplotě vzduchu 18 až 22 °C a relativní vlhkosti asi 70 %. Tím bylo dosaženo pravidelného denního snížení vlhkosti materiálu asi o 10 %.

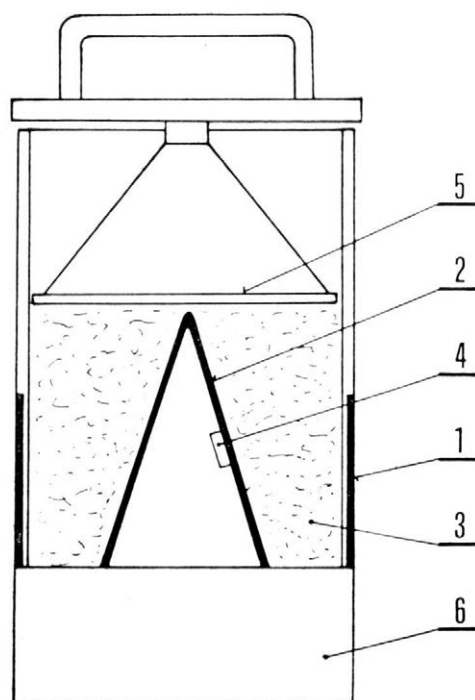


1. Vlhkoměr DJ FMT — The DJ FMT forage moisture tester

Varianta	Způsob sklizně a úpravy vzorku	Délka částic	Sklizeň
A	ruční — pořezáno na laboratorní řezače	střední délka 11 mm 85 % částic do 20 mm	třetí seč 1986
B	E 261	střední délka 44 mm 4,6 % částic do 20 mm 61,5 % částic 21–40 mm	třetí seč 1986
C	ruční — celé rostliny, neřezáno	neměřena	třetí seč 1986
D	ruční — pořezáno na laboratorní řezače	střední délka 13 mm 87 % částic do 20 mm	druhá seč 1987

METODA MĚŘENÍ

Do pracovní komory vlhkoměru se volně vsype zkoušený materiál, který je zvážen. Pístem se stlačí na takový objem, při kterém se na displeji objeví hodnota odpovídající určité vlhkosti. Po 30 sekundách se po vyrovnání teplot odečte z displeje teplotně korigovaný údaj odpovídající v tabulkách sestavených pro jednotlivé materiály konečné vlhkosti. Ze stupnice, která byla umístěna na vnějším plášti vlhkoměru, je možné odečíst objem stlačeného vzduchu, jenž spolu s hmotností slouží k výpočtu objemové hmotnosti měřeného materiálu. Měření pro každý vzorek se třikrát opakovala — ve zpracovaných výsledcích je uvedena průměrná hodnota. Současně s plněním měřicí komory vlhkoměru byly odebrány vzorky ke stanovení vlhkosti gravimetrickou metodou podle ČSN 46 7092 (1986). Gravimetrická metoda



2. Schematické znázornění konstrukce vlhkoměru DJ FMT — Schematic drawing of the design of the DJ FMT forage moisture tester

1 — vnější elektroda, 2 — vnitřní elektroda, 3 — měřený materiál, 4 — čidlo teploty, 5 — píst, 6 — vyhodnocovací jednotka

byla použita jako kontrolní metoda pro hodnocení přesnosti údajů zjištěných vlhkoměrem.

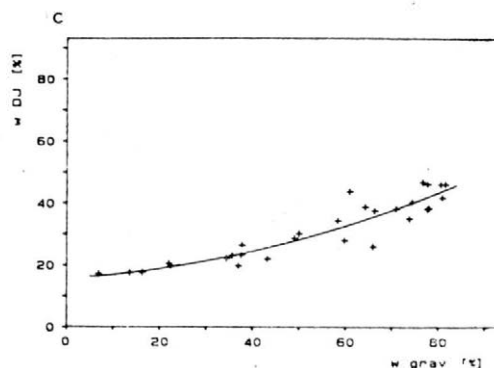
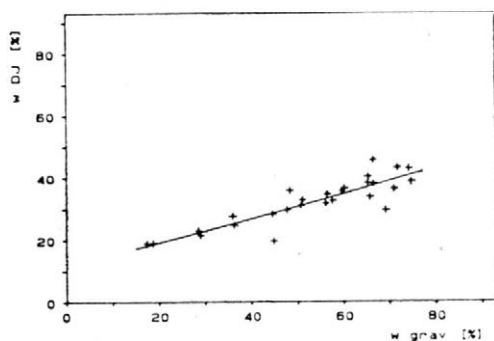
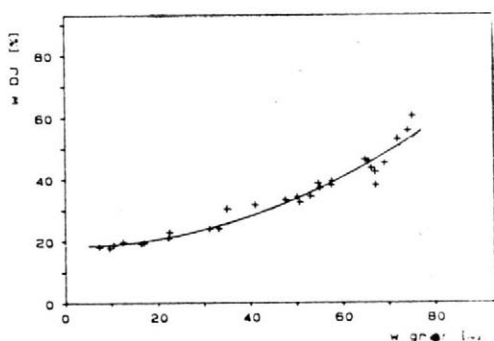
Postupně byl zjišťován vztah mezi přesností hodnoty vlhkosti, objemovou hmotností měřeného vzorku a délkou částic měřeného materiálu. Všechny získané závislosti byly matematicky a graficky zpracovány a jejich průběhy byly (s výjimkou měření vztahu mezi údajem vlhkoměru a objemovou hmotností materiálu) aproximovány metodou nejmenších čtverců polynommickou funkcí 2. stupně (Angot, 1972).

VÝSLEDKY

Na obr. 3a, b, c jsou graficky znázorněny naměřené závislosti mezi vlhkostí materiálu určenou přístrojem DJ FMT a odpovídající vlhkostí stanovenou gravimetrickou metodou. Z průběhu jednotlivých závislostí vyplývá, že se vzrůstající délkou částic se zvyšuje chyba přístroje i rozptyl naměřených hodnot, především pro vyšší hodnoty vlhkosti materiálu. Tento rozdíl je zvláště patrný při srovnání charakteristik pro materiál varianty A a dalších dvou variant B a C. Rozdíl v průběhu závislostí u varianty B a C je zanedbatelný.

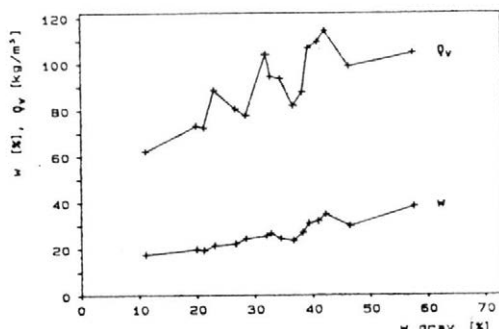
I u jemně řezaného materiálu — střední délka částic 11 mm — převyšuje absolutní chyba měření ve více než polovině měřicího rozsahu hodnotu 15 %. Přitom se rozptyl naměřených hodnot vzhledem k aproximované závislosti pohybuje v pásmu $\pm 5\%$. Pro materiály varianty B a C přesahuje rozptyl pro vyšší vlhkosti hodnotu $\pm 10\%$.

Na obr. 4 je uveden vztah mezi rozptylem hodnot naměřených vlhkoměrem pro materiál varianty A a odpovídající objemovou hmotností tohoto materiálu stlačeného v měřicí komoře. Z obrázku je zřejmé, že



3. Závislost mezi vlhkostí materiálu určenou přístrojem DJ FMT a odpovídající vlhkostí stanovenou gravimetrickou metodou: a — materiál varianty A, b — materiál varianty B, c — materiál varianty C — The relationship between the moisture of the material determined by means of the DJ FMT apparatus and the corresponding moisture content determined by the gravimetric method: a — material of variant A, b — material of variant B, c — material of variant C

4. Závislost mezi vlhkostí w materiálu určenou přístrojem DJ FMT, objemovou hmotností tohoto materiálu ρ_v a odpovídající vlhkostí w_{grav} stanovenou gravimetrickou metodou — The relationship between the moisture content w in material determined by means of the DJ FMT apparatus and the volume weight of the material ρ_v and the corresponding moisture w_{grav} determined by the gravimetric method



k výraznější korelaci mezi oběma sledovanými hodnotami dochází pro vlhkosti materiálu vyšší než 35 %.

K přístroji DJ FMT jsou výrobcem dodávány přepočítávací tabulky, podle kterých je nutné pro každý druh materiálu pro zjištění výsledné hodnoty vlhkosti upravit velikost číselného údaje čteného na displeji vlhkoměru. Tabulky jsou tvořeny dvojicemi vzájemně si odpovídajících hodnot: údaj displeje — vlhkost. Ze všech naměřených závislostí vyplývá, že využití těchto tabulek není, hlavně pro vyšší vlhkost, zcela výhodou. Cílem další práce bylo proto na základě hodnot zjištěných přístrojem vytvořit vlastní kalibrační křivky a po přecejchování posoudit přesnost přístroje. Toto bylo provedeno pro variantu A, která odpovídá požadavkům výrobce na kvalitu měřeného materiálu.

Zatímco funkční závislost tabulkových hodnot udávaných výrobcem charakterizuje po aproximaci vztah:

$$w_{D1} = 13,48 + 0,471 u + 0,0042 u^2 \quad (1)$$

kde: w_{D1} — vlhkost materiálu stanovená vlhkoměrem DJ FMT podle tabulek výrobce
 u — údaj displeje vlhkoměru DJ FMT

námi nově vytvořená přepočítávací funkce má tvar:

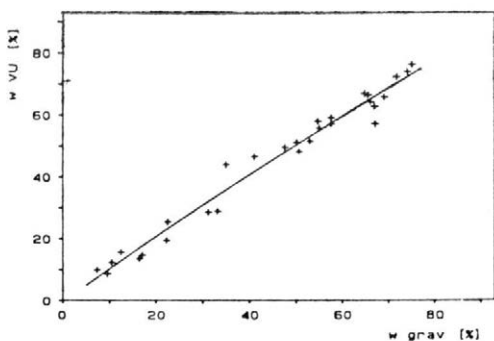
$$w_{vu} = -9,67 + 2,3160 u - 0,0150 u^2 \quad (2)$$

kde: w_{vu} — vlhkost materiálu stanovená vlhkoměrem DJ FMT podle skutečných měření
 u — údaj displeje vlhkoměru DJ FMT

Při porovnání obou vztahů (1) a (2) je zřejmý podstatný rozdíl v koeficientech obou polynomů.

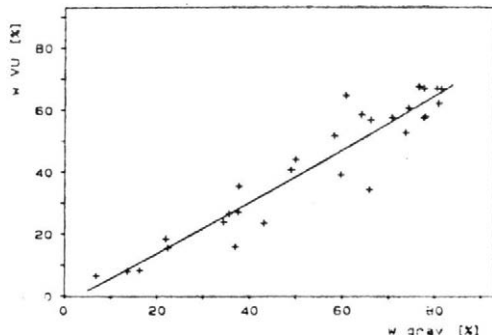
Na základě nově odvozené kalibrační funkce (2) byly zpětně vyhodnoceny výsledné hodnoty vlhkosti změřené vlhkoměrem. Grafický průběh těchto závislostí je uveden na obr. 5a, b, c. Po úpravě se maximální absolutní chyba měření pro materiál varianty A v celém rozsahu měřených vlhkostí přiblížila k hodnotám udávaným výrobcem. Pro materiál varianty B a C se absolutní chyba měření vlhkoměru pohybuje okolo hodnoty 10 %.

Aby byla ověřena platnost předcházejících tvrzení, byla měření pro materiál s jemnou strukturou opakována i v dalším roce u rostlin vojtěšky z druhé seče. Zjištěná závislost je uvedena na obr. 6. Ze srovnání výsledků měření v obou letech vyplývá, že pro odpovídající si varianty zpracování materiálu (A a D) jsou průběhy závislostí téměř shodné.

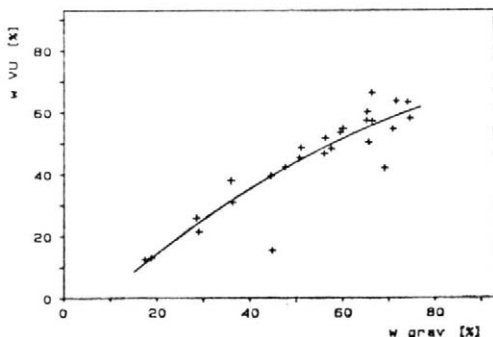


a

c



b

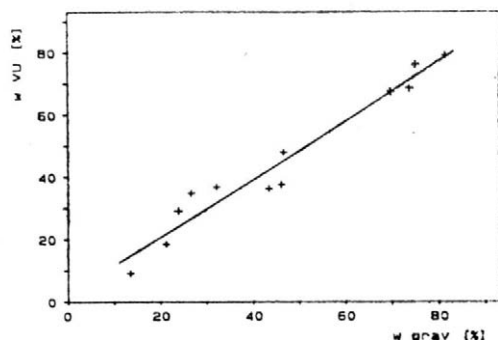


5. Závislost mezi vlhkostí materiálu určenou přístrojem DJ FMT podle vztahu (2) a odpovídající vlhkostí stanovenou gravimetrickou metodou: a — materiál variantu A, b — materiál variantu B, c — materiál variantu C — The relationship between the moisture content of material determined by means of the DJ FMT apparatus according to equation (2) and the corresponding moisture content determined by the gravimetric method: a — material of variant A, b — material of variant B, c — material of variant C

DISKUSE A ZÁVĚRY

Uvedené výsledky měření vlhkosti vojtěšky potvrdily již dříve získané poznatky [Mašková aj., 1985], že vlhkoměr DJ FMT nedosahuje parametrů uváděných výrobcem. Jednou z příčin této skutečnosti je nedokonalé sestavení přepočítávacích tabulek dodávaných spolu s přístrojem. Podkladem pro jejich sestavení byla zřejmě měření uskutečněná s materiály odlišných fyzikálních vlastností (délka částic 6,8 až 9,0 mm) ve srovnání s těmi, pro něž výrobce uvádí přesnost přístroje a které jsou z praktického hlediska únosné. Pro zhodnocení možnosti zpřesnění výsledků vlhkosti získaných měřením na tomto vlhkoměru byly standardní tabulky pro vojtěšku nahrazeny přepočítávacím vztahem (2).

Po zpětné korekci naměřených hodnot podle vztahu (2) byly výsled-



6. Závislost mezi vlhkostí materiálu varianty D určenou přístrojem DJ FMT podle vztahu (2) a odpovídající vlhkostí stanovenou gravimetrickou metodou — The relationship between the moisture content of material in variant D determined by the DJ FMT apparatus according to equation (2) and the corresponding moisture content determined by the gravimetric method

ky významně lepší. Pro materiál s jemnou strukturou leží hodnoty absolutní chyby měření v pásmu $\pm 5\%$. Je zřejmé, že při větším množství opakovaných měření identického materiálu a příslušném statistickém vyhodnocení by se chyba měření dále snížila. To potvrzují i výsledky získané u jemně řezaného materiálu z druhé seče roku 1987. Navrhovaný postup však naráží na zvýšenou pracnost obsluhy.

Pro materiál s převažující délkou částic větší než 20 mm [varianta B a C] převyšuje i po korekci hodnota absolutní chyby měření 10 %. Výrobce sice použití přístroje pro materiály s délkou částic větší než 20 mm nedoporučuje, ale těžko lze v zemědělské praxi, např. v polních podmínkách, předpokládat exaktní provádění jeho mechanické úpravy. Částečným možným řešením by bylo dodávat k přístroji tabulky nejen pro různé druhy materiálů, ale i pro jeho různé zpracování v rámci daného druhu. Například pro vojtěšku by to byly, jak vyplývá z výsledků měření, dva typy:

- vojtěška s délkou částic do 20 mm,
- vojtěška s délkou částic nad 20 mm.

Při hodnocení vzájemného vztahu mezi údajem přístroje a objemovou hmotností materiálu bylo zjištěno, že pro hodnoty vlhkosti vyšší než 35 % je nutné věnovat zvýšenou pozornost způsobu plnění a stlačování materiálu ve vlhkoměru.

Z měření vyplývá, že přestože ověřovaný přístroj představuje ve své třídě jeden z relativně nejlepších vlhkoměrů a je vyráběn v nezměnné podobě již více než deset let, nesplňuje zcela požadavky vyplývající z potřeb zemědělské praxe (Mašková aj., 1987). Pokud jde o přesnost přístroje, výrobce ve svých nejnovějších prospektových materiálech (Dickey-John, 1987) již inzeruje přesnost měření v celém rozsahu pouze $\pm 5\%$.

Při řešení dané problematiky je nutné hledat nové přístupy a zaměřit se i na využití jiných principů měření vlhkosti, u kterých by existující nedostatky kapacitní metody byly v co nejvyšší míře eliminovány.

Literatura

- ANGOT, A.: Užitá matematika pro elektrotechnické inženýry. 2. vyd. Praha, SNTL 1972. 819 s.
- ČSN 46 7092: Metody zkoušení krmiv. 1986.
- DICKEY-JOHN: Dickey-John forage moisture tester. Auburn 1976.
- DICKEY-JOHN: Dickey-John forage moisture tester. Auburn 1987.
- FEXA, J. — ŠIROKÝ, M.: Měření vlhkosti. 1. vyd. Praha, SNLT/ALFA 1983. 262 s.
- MAŠKOVÁ, H. a kol.: Vliv technických systémů na zemědělskou produkci a životní prostředí. [Výzkumná zpráva.] Praha, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1985.
- MAŠKOVÁ, H. — ČECH, V. — POLEDNÍČEK, L.: Kapacitní metoda měření vlhkosti píce. [Výzkumná zpráva.] Praha, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1987.
- SU LABORA: Měřič vlhkosti obilovin. Praha 1984.
- VIM Moskva: Elektronno-cifrovij vlagomer kormovykh materialov. Elektronika VLK-01, 1984.

Došlo dne 3. 2. 1988

ЧЕХ, В. — МАШКОВА, Г. — ДУБНОВА, Д. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага-Ржепы): **Измерение влажности кормовых переносным влагомером ДИ ФМТ.** Zeměd. Techn., 34, 1988 (6) : 359-366.

В работе описывается функция переносного влагомера кормовых ДИ ФМТ, который производит фирма Dickey—John. Его параметры были подробно проверены измерением влажности разным способом механически обработанной люцерны в течении двух лет. Влажность люцерны колебалась в интервале 6—83 %. В качестве метода сравнения был использован гравиметрический по Гост ЧССР (ЧСН) 46 7092. Даже ни у одного из измеряемых вариантов прибор не достигал параметров, приводимых производителем. После построения калибровочных кривых значения измеряемой влажности колебались в поясе абсолютной ошибки $\pm 5\%$ только у люцерны со средней длиной части 11—13 мм, у которой минимально 85 % частиц было более коротких чем 20 мм.

влажность материалов; ёмкостный метод измерения влажности

ČECH, V. — MAŠKOVÁ, H. — DUBNOVÁ, D. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Rěpy): **Measuring the Moisture Content of Forage by the DJ FMT Portable Moisture Tester.** Zeměd. Techn., 34, 1988 (6) : 359-366.

The DJ FMT forage moisture tester, manufactured by the Dickey-John Company, is described in the paper and its function is indicated. Its parameters were tested in detail by measuring for two years the moisture contents of lucerne mechanically processed in various ways. The moisture contents of the material ranged between 6 and 83 %. The gravimetric method after Czechoslovak Standard ČSN 46 7092 was used for reference measurement. In none of the tested variants did the apparatus reach the parameters claimed by the manufacturer. When the calibration curves were drawn, the only case where the measured moisture contents stayed with the range of $\pm 5\%$ absolute error was lucerne chopped to the mean particle length of 11 to 13 mm in which minimally 85 % of the particles were shorter than 20 mm.

moisture content of materials; capacity method of moisture measurement

ČECH, V. — MAŠKOVÁ, H. — DUBNOVÁ, D. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Praha-Rěpy): **Messungen der Feuchtigkeit der Futterpflanzen mit Hilfe des Kleinfeuchtigkeitsmessers DJ FMT.** Zeměd. Techn., 34, 1988 (6) : 359-366.

In der vorliegenden Arbeit ist die Funktion des Kleinfeuchtigkeitsmessers DJ FMT, den die Firma Dickey-John herstellt, ausführlich beschrieben. Seine Parameter wurden auf dem Wege der Messung der Feuchtigkeit der unterschiedlich mechanisch verarbeiteten Luzerne im Verlauf von zwei Jahren getestet. Die Feuchtigkeit der Luzerne schwankte von 6 bis 83 %. Zum Vergleich diente die gravimetrische Methode entsprechend der ČSN 46 7092. Nicht einmal bei einer der gemessenen Varianten erzielte das Gerät die vom Hersteller angeführten Parameter. Nach der Bildung eigener Kalibrationskurven schwankten die Werte der gemessenen Feuchtigkeit im Bereich des absoluten Fehlers von $\pm 5\%$ nur für die Luzerne mit einer mittleren Länge der Teilchen von 11 bis 13 mm, wo mindestens 85 % der Teilchen kürzer als 20 mm waren.

Feuchtigkeit des Materials; Kapazitätsmethode der Feuchtigkeitsmessung

Adresa autorů:

Ing. Vladimír Čech, ing. Hedvika Mašková, CSc., ing. Dana Dubnová,
Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha 6 - Řepy

PODNIKOVÁ NORMATIVNÍ ZÁKLADNA PRO OBLAST ZEMĚDĚLSKÉ STROJOVÉ TECHNIKY

Z. Volná

VOLNÁ, Z. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy): *Podniková normativní základna pro oblast zemědělské strojové techniky*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (6) : 367-376.

Jednou z možností, jak zvyšovat efektivnost řídicí a plánovací činnosti v oblasti zemědělství, je využívání regulačních údajů, především norem a normativů začleněných do podnikové normativní základny. Normativy tvořené na základě výsledků vědy, techniky a praxe uplatňují a prosazují především nové směry dalšího intenzivního rozvoje zemědělství. Při budování podnikové normativní základny je nutné přejít od využívání jednotlivých izolovaných informací a údajů k údajům vědecky zdůvodněným a ověřeným, které jsou objektivním měřítkem spotřeby i úsporného hospodaření živou prací, energetickými zdroji a ostatními materiálovými vstupy.

roční podnikové normativy zemědělské strojové techniky; báze dat; struktura normativů využití zemědělské strojové techniky

Rozvoj efektivního využívání zemědělské strojové techniky se dnes již neobejde bez rozsáhlé soustavy zpracovaných informací o chování zemědělské strojové techniky ve výrobních procesech, ke kterým se řadí normy, normativy a další závazné ukazatele z oblasti nasazení a péče o zemědělskou strojovou techniku.

Závazné normativní ukazatele pak tvoří v organizovaném uspořádání (v bázi dat počítače) specializovanou informační soustavu — normativní základnu zemědělského podniku, která slouží pro plánovací, řídicí, kontrolní a rozborovou činnost.

Součástí normativní základny zemědělského podniku jsou i normativy využití zemědělské strojové techniky ve výrobních procesech.

Podnikové normativy využití (nasazení a péče) zemědělské strojové techniky udávají obecné, číselné a měřitelné hodnoty charakteristických znaků, vlastností o stavu nebo probíhajícím technologickém procesu, v konkrétních normálních podmínkách např. rostlinné výroby v zemědělském podniku. Jsou nepostradatelné při prohlubování vnitropodnikového chozrasčotu a jako kontrolní ukazatele při vnitropodnikovém srovnávání ekonomického přínosu jednotlivých strojů a všude tam, kde jsou vyžadovány maximálně objektivní údaje o provozu zemědělské strojové techniky.

METODICKÝ PŘÍSTUP TVORBY NORMATIVŮ VYUŽITÍ ZEMĚDĚLSKÉ STROJOVÉ TECHNIKY V ROSTLINNÉ VÝROBĚ

Na tvorbu normativů existuje značná názorová nejednotnost. Základem nejrozšířenějších způsobů tvorby normativů jsou:

- poznatky a prakticky ověřené zkušenosti předních zemědělských pracovníků a organizací,
- dlouhodobé časové řady a statistické údaje z výrobního procesu,
- vědeckovýzkumné poznatky s objektivním zjišťováním podkladových hodnot,
- vzájemné kombinace uvedených způsobů tvorby normativů.

Normativ vyjadřuje velikost hodnoty určitého ukazatele v závislosti na jiných hodnotách, nebo vzájemný poměr dvou nebo více veličin mezi sebou ovlivňujících výslednou hodnotu normativů v různých podmínkách výrobního procesu. Normativy mohou mít několik významů, prostorově i časově vymezených; vyjadřují diferencované kvantitativní i kvalitativní charakteristiky procesů nebo předmětů. Představují veličinu dynamickou, proměnnou v čase v souladu s vědeckotechnickým pokrokem.

Normativní základna o zemědělské strojové technice jako součást báze dat obsahuje i normativy využití zemědělské strojové techniky v rostlinné výrobě.

Metoda automatizované tvorby požadovaných podnikových normativů nasazení a péče o zemědělskou strojovou techniku v rostlinné výrobě vyžaduje, aby byl zachován určitý postup. Přístup k tvorbě ročních podnikových normativů využití zemědělské strojové techniky v rostlinné výrobě můžeme rozčlenit do pěti na sebe navazujících základních etap:

— V první etapě je nutné určit funkční závislost zkoumaných ukazatelů a provést faktorovou analýzu. Jedná se o použití matematicko-statistických metod; určení rovnic a funkčních závislostí, ve kterých každý faktor významněji ovlivňující hodnotu zkoumaného normativu je patřičně analyzován.

— Ve druhé etapě se sbírají a třídí potřebná data (s využitím AIS) tak, aby metodicky zpracovaná data uložená v bázi dat byla operativně k dispozici nejen pro tvorbu normativů, ale například při krátkodobém archivování dat i pro potřeby řízení technologických procesů v reálném čase (Špelina aj., 1980; Abraham, 1980).

— Ve třetí etapě dochází k analýze údajů získaných ze sledovaného chování zemědělské strojové techniky v rostlinné výrobě a z prověření jejich upotřebitelnosti a vhodnosti pro tvorbu normativů využití zemědělské strojové techniky v rostlinné výrobě.

— Čtvrtá etapa zahrnuje v podstatě vlastní normotvornou činnost (výpočet, kontrolu a zhodnocení vytvořených hodnot normativů).

— Pátá etapa představuje ověření platnosti a možnosti aplikace hodnot vytvořených v zemědělské praxi.

Podnikové normativy využití zemědělské strojové techniky patří svojí povahou k základním informacím podchycujícím vstupní hodnoty (spotřeba paliva, energie, materiálů atd.) a získané hodnoty (výstupní), dosažené při realizaci technologických operací.

UKAZATELE PRO TVORBU PODNIKOVÉ DATABÁZE NA ÚSEKU VYUŽITÍ ZEMĚDĚLSKÉ STROJOVÉ TECHNIKY V ROSTLINNÉ VÝROBĚ

Podnikové normativy (ukazatele) využití zemědělské strojové techniky v rostlinné výrobě, spolu s ostatními údaji nezbytnými pro hodnocení provozu zemědělské strojové techniky v rostlinné výrobě (např. charakteristika strojových souprav, pracovních operací a pozemků), jsou součástí podnikové báze dat.

Základem metodického přístupu ke tvorbě především ročních hodnot podnikových normativů nasazení a péče o zemědělskou strojovou techniku v rostlinné výrobě je:

— vytýpování a denní individuální sledování ukazatelů využití u zemědělských mechanizačních prostředků (AIS) (např. výkonnost, spotřeba pohonných hmot, čas nasazení práce ap.),

— získávání dalších nezbytných informací o technických a ekonomických parametrech mechanizačních prostředků a dalších informací přímo z probíhajících

technologických procesů v rostlinné výrobě (např. charakteristiky pracovních operací, pracovních souprav atd.) nebo z ostatních subsystémů AIS v zemědělském podniku.

Údaje získané o zemědělské strojové technice v rostlinné výrobě můžeme situovat do dvou základních poloh:

— údaje stálé — všeobecného rázu s dlouhodobou platností (technické parametry strojů, ceny strojů atd.),

— údaje proměnné — s podnikovou platností, získané ze sledování provozu zemědělské strojové techniky během její životnosti.

U zemědělské strojové techniky v rostlinné výrobě můžeme tyto údaje specifikovat například na ukazatele:

— znaků (typ, třídníkové číslo),

— využití (výkonnost stroje, spotřeba PHM atd.),

— provozně-ekonomické (vlastní náklady, náklady na údržbu a opravy atd.),

— provozní pohotovosti (pracnost údržeb a oprav, technické a generální opravy atd.).

Denně sledované ukazatele z oblasti nasazení a péče v rostlinné výrobě je možné podle potřeby krátkodobě či dlouhodobě archivovat (ukládat do paměti počítače).

Krátkodobé archivování hodnot ukazatelů využití zemědělské strojové techniky v rostlinné výrobě (týden) slouží především pro potřeby řízení technologických procesů v reálném času. Vhodným programem je nutné hodnoty denně sledovaných ukazatelů sumarizovat k určitému časovému úseku (např. týden, měsíc, pololetí, rok).

Dlouhodobé archivování slouží především pro tvorbu ročních podnikových hodnot normativů z oblasti nasazení a péče o zemědělskou strojovou techniku v rostlinné výrobě.

Je samozřejmé, že u různých typů zemědělských prostředků v rostlinné výrobě se předpokládá, že budou sledovány různé ukazatele využití a že jejich počet se bude lišit (např. vlivem důležitosti stroje v technologických procesech, ceny stroje atd.).

VLASTNÍ PRÁCE

NÁVRH STRUKTURY NORMATIVŮ VYUŽITÍ ZEMĚDĚLSKÉ STROJOVÉ TECHNIKY V ROSTLINNÉ VÝROBĚ

Pro potřeby plánování, řízení a kontroly na úseku zemědělské strojové techniky v rostlinné výrobě v zemědělském podniku byla navržena struktura normativů využití zemědělské strojové techniky v rostlinné výrobě.

Ve Výzkumném ústavu zemědělské techniky v Praze-Řepích byly navrženy tyto soubory normativů využití zemědělské strojové techniky v rostlinné výrobě:

1. výkonnosti,
2. spotřeby pohonných hmot,
3. spotřeby času,
4. spotřeby olejů a mazadel,
5. pracnosti pečovatelských zásahů,
6. nákladů na provoz,
7. životnosti.

METODA VÝPOČTU PODNIKOVÝCH NORMATIVŮ VYUŽITÍ ZEMĚDĚLSKÉ STROJOVÉ TECHNIKY V ROSTLINNÉ VÝROBĚ

Pro výpočet ročních hodnot podnikových normativů využití zemědělské strojové techniky v rostlinné výrobě byly vytypovány energetické

Ročně sledované stroje							
Stroj — typ	třídníkové číslo	počet	1983	1984	1985	1986	sledovaný počet
Traktor kolový Z 12018	0800	strojů	40	40	36	19	135
		dat	440	440	396	209	1485
Traktor kolový ŠT-180	1100	strojů	25	26	27	23	101
		dat	275	286	297	253	1111

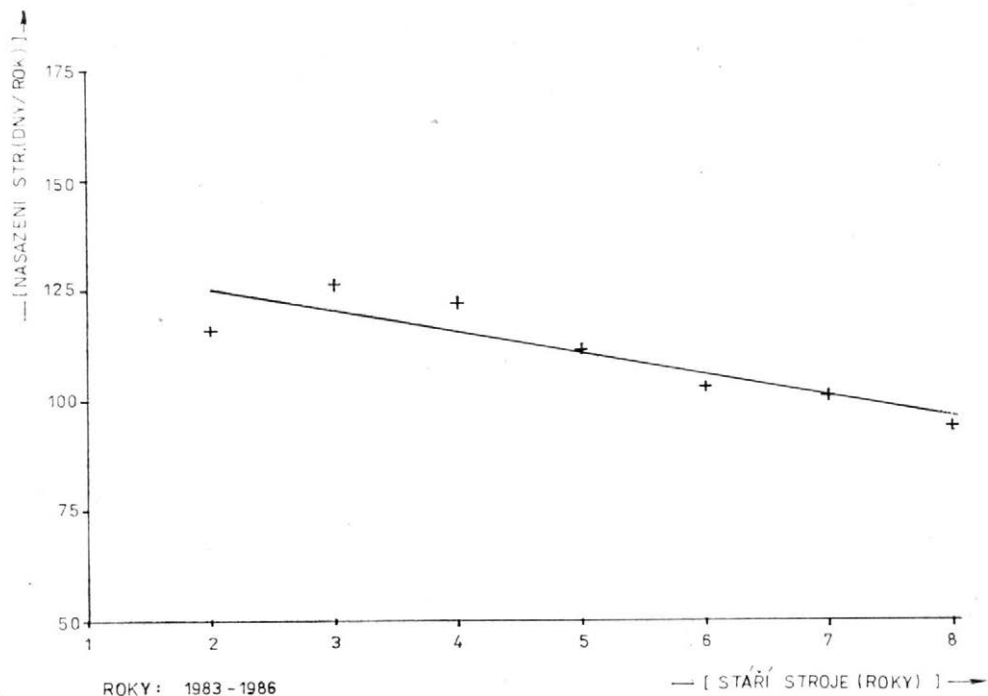
Pořadové číslo	Název	Jednotka
1	stáří stroje	r
2	spotřeba nafty	l.r ⁻¹
3	čas nasazení (T_{07})	h.r ⁻¹
4	čas práce (T_{02})	h.r ⁻¹
5	dny nasazení	d.r ⁻¹
6	čas hlavních prací*)	h.r ⁻¹
7	hlavní pracovní výkonnost*)	ha.r ⁻¹
8	celkové náklady	Kčs.r ⁻¹
9	náklady údržeb a oprav	Kčs.r ⁻¹
10	náklady na PHM	Kčs.r ⁻¹
11	pracnost údržeb a oprav	h.r ⁻¹

*) uvádějí se tři nejčtenější pracovní operace

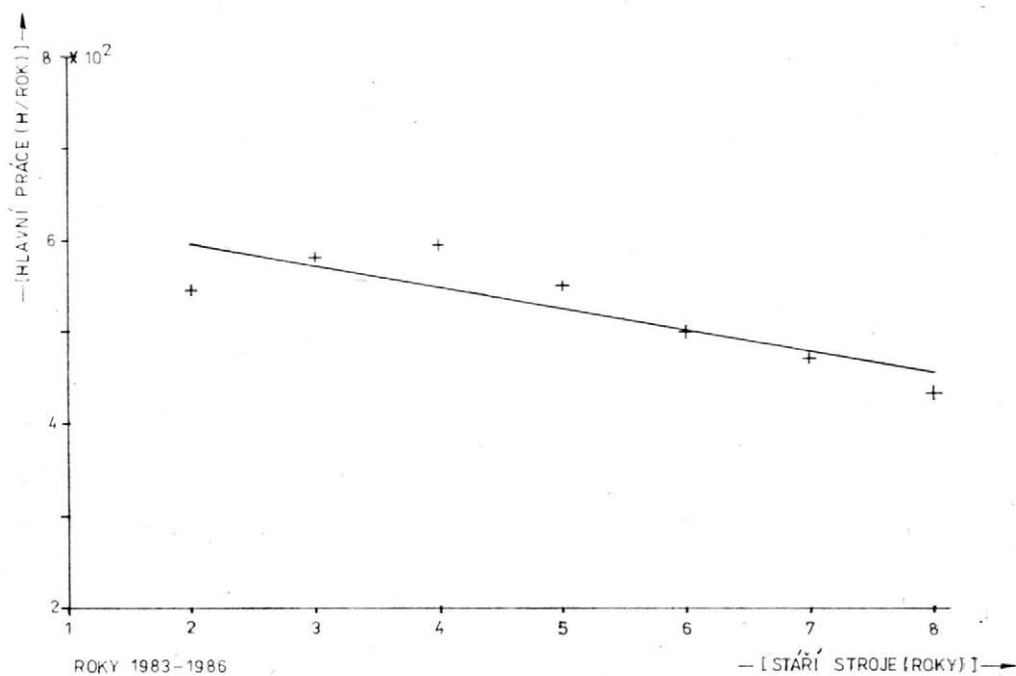
ké prostředky (nelze z dostupných podkladů vytvořit normativy na pracovní soupravu) a základní sledované ukazatele, které uvádí tab. I. Za dobu sběru bylo zvoleno čtyřleté období. Sběr dat z provozu energetických a přípojných mechanizačních prostředků byl proveden pomocí AIS na OP Státní statky Tachov (Zeman a Volná, 1982).

Pro zpracování a vyhodnocování souborů hodnot ukazatelů z individuálního sledování vybraných energetických prostředků v rostlinné výrobě bylo použito statistických metod (především korelační a regresní analýzy) se systémovým přístupem hodnocení souboru dat s přihlédnutím k časovému rozložení a progresivitě působnosti jednotlivých faktorů podle specifických podmínek zemědělského podniku.

Aby bylo dosaženo objektivních důsledků při automatizovaných výpočtech podnikových hodnot normativů, byly upraveny a doplněny programy zpracované Výpočetní laboratoří ve VÚZT Praha. Vypočtené roční normativní hodnoty ukazatelů u vybraného energetického prostředku v rostlinné výrobě udává tab. II (pro kolový traktor Z 12018), grafické průběhy vytypovaných hodnot pak obr. 1 a 2.



1. Závislost nasazení stroje na stáří stroje (traktor Z 12018) — The dependence of the exploitation of a machine on its age (Z 12018 tractor)



2. Závislost hlavních prací na stáří stroje (traktor Z 12018) — The dependence of the main operations on the age of the machine (Z 12018 tractor)

Název normativu		Spotřeba nafty		Čas nasazení (T_{07})		Čas práce (T_{02})		Nasazení dny		Hlavní práce*)	
	stáří (r)	l. r ⁻¹	korekční koeficient	h. r ⁻¹	korekční koeficient	h. r ⁻¹	korekční koeficient	d. r ⁻¹	korekční koeficient	h. r ⁻¹	korekční koeficient
Hodnoty normativů v závislosti na stáří (r)	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2	9100	1,14	1080	1,03	830	1,02	125	1,09	590	1,07
	3	8600	1,08	1060	1,01	820	1,01	120	1,04	570	1,04
	4	8000	1,00	1050	1,00	810	1,00	115	1,00	550	1,00
	5	7400	0,93	1040	0,99	800	0,99	111	0,97	525	0,95
	6	6900	0,86	1030	0,98	790	0,98	106	0,92	500	0,91
	7	6300	0,79	1020	0,97	780	0,96	101	0,88	480	0,87
	8	5700	0,71	1010	0,96	770	0,95	97	0,84	457	0,83

*) sledovány tři nejčtenější operace (orba, smykování + vláčení, kypření + kombinátorování)

Přípojné mechanizační prostředky v rostlinné výrobě lze hodnotit z dostupných podkladů pouze skupinově (po typech). Vybrané skupinově sledované pracovní stroje jsou uvedeny v tab. III.

Při skupinovém sledování přívěsných mechanizačních prostředků se vyčíslí průměrné roční hodnoty jednotlivých ukazatelů za sledované období vztahované na jeden stroj. Tímto způsobem se získávají orientační hodnoty ukazatelů využití pro přípojné mechanizační prostředky v rostlinné výrobě (tab. IV).

Výsledkem použité metody automatizované tvorby podnikových normativů využití zemědělské strojové techniky v rostlinné výrobě tedy mohou být:

- grafická znázornění a histogramy,
- tabulkové přehledy hodnot,
- zobecnění číselných normativů do formy korekčních koeficientů.

Ze zjištěných zákonitostí a trendu hodnot vypočtených podnikových normativů využití zemědělské strojové techniky v rostlinné výrobě lze vyčíslit korekční koeficienty (např. v závislosti na stáří) pro získání orientačních podkladů při zakládání a budování normativní základny v ostatních zemědělských podnicích.

Doba platnosti podnikových ročních normativů (při průběžné aktualizaci jejich hodnot) se předpokládá pět let, pak se revidují, analyzují a podle potřeby upravují současné hodnoty normativů, nebo se přistupuje ke tvorbě hodnot normativů nových.

Hlavní pracovní výkonnost		Náklady celkem		Náklady na údržbu a opravy		Náklady na PHM		Pracnost údržeb a oprav	
ha . r ⁻¹	korekční koeficient	Kčs . r ⁻¹	korekční koeficient	Kčs . r ⁻¹	korekční koeficient	Kčs . r ⁻¹	korekční koeficient	h . r ⁻¹	korekční koeficient
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
650	1,05	92 099	0,73	26 400	0,95	46 200	1,12	220	0,61
620	1,00	108 998	0,87	27 300	0,98	43 800	1,06	330	0,92
618	1,00	125 897	1,00	27 800	1,00	41 200	1,00	360	1,00
600	0,97	142 796	1,13	28 300	1,02	38 800	0,94	410	1,14
580	0,94	159 695	1,27	28 800	1,04	36 300	0,88	485	1,18
560	0,91	176 594	1,40	29 300	1,05	33 800	0,82	440	1,22
550	0,89	193 493	1,54	29 700	1,07	31 300	0,76	450	1,25

DISKUSE

NÁSTIN ZPŮSOBU UPLATNĚNÍ PODNIKOVÝCH NORMATIVŮ A UKAZATELŮ VYUŽITÍ ZEMĚDĚLSKÉ STROJOVÉ TECHNIKY V ZEMĚDĚLSKÉ PRAXI

Uplatnění ročních podnikových normativů využití zemědělské strojové techniky v zemědělském podniku je toto:

- umožňují rychle sestavit roční plány nasazení a péče o zemědělskou strojovou techniku bez zdlouhavých výpočtů,
- umožňují získat údaje při operativních úvahách o opatřeních pro zabezpečení výrobního plánu rostlinné výroby během roku,
- uplatňují se při výpočtech obnovy strojového parku,
- umožňují optimalizační výpočty plánu potřeby zemědělské strojové techniky,
- zkvalitňují úroveň řízení zemědělské strojové techniky ve vyšších časových horizontech.

Vypočtených podnikových normativů je možno plně využívat při prohlubování vnitropodnikového chodrasčotu a všude tam, kde jsou vyžadovány maximálně objektivní údaje o provozu zemědělské strojové techniky.

ZÁVĚR

Zkvalitňování a zintenzívnění využívání zemědělské strojové techniky vyžaduje soubory závazných normativních údajů, racionálních informací, řídicích a kontrolních systémů, které poskytují vedoucím pracovníkům nezbytný objem informací pro plánování technologických operací, řízení údržby a oprav strojů, rozborovou a kontrolní činnost ve vazbě na rostlinnou výrobu v celé její široké škále.

III. Přívěsné mechanizační prostředky a ukazatele pro tvorbu ročních podnikových normativů — Trailed implements and parameters for the formation of annual farm standard directions

Ročně sledované přívěsné mechanizační prostředky												
Skupina pracovních strojů		počet strojů						počet získaných dat				
název	typ	třídňikové číslo	1983	1984	1985	1986	počet	1983	1984	1985	1986	celkem
Pluh návěsný	5-PHX-35H	2800	12	12	12	8	44	84	84	84	80	332
Pluh návěsný	6-PHX-35H	2806	30	28	29	15	102	210	196	203	200	809
Pluh nesený	PN-8-35	2810	10	12	11	8	41	70	84	77	70	301
Brány talířové	BDT-7	2983	29	27	28	15	99	203	189	196	182	770
Secí stroj	48-SEX-125	3186	40	40	40	20	140	280	280	280	280	1120
Kombinátor nesený	25-KON-375	3040	43	41	42	15	141	301	287	294	290	1172

IV. Podnikové roční normativy ukazatelů pracnosti a nákladů na péči o přípojně mechanizační prostředky — Annual farm directions for the parameters of laboriousness and costs of the upkeep of trailed implements

Soubory strojů					Normativy pro jeden pracovní stroj				
Název stroje	typ	třídňikové číslo	průměrné stáří (r)	počet strojů (ks)	pracnost (h . r ⁻¹)			náklady (Kčs . r ⁻¹)	
					údržeb	oprav	údržeb a oprav	na údržby a opravy	celkem
Pluh návěsný	5-PHX-35H	2800	5,10	44	11	164	175	13 502	17 166
Pluh návěsný	6-PHX-35H	2806	5,80	102	22	344	366	39 457	44 648
Pluh nesený	PN-8-35	2810	5,33	41	5	100	105	10 223	11 876
Brány talířové	BDT-7	2983	7,81	99	9	211	220	14 733	23 340
Secí stroj	48-SEX-125	3186	6,61	140	5	176	181	4 650	9 000
Kombinátor nesený	25-KON-375	3040	7,47	141	nesledováno	26	26	1 399	3 285

V budoucnu je nutné prohlubovat a plně rozvinout interaktivní styk pro separátní vyhodnocování vhodnosti typů strojů a strojových souprav pro konkrétní pracovní operace na základě objektivních norem a normativů využití zemědělské strojové techniky.

Literatura

ABRHAM, Z.: Automatizovaný informační systém v oblasti péče o techniku. [Průběžná zpráva.] Praha, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1980.

ŠPELINA, M. a kol.: Využívání a řízení techniky na oborovém podniku během roku. [Zpráva.] Praha, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1980.

ZEMAN, K. — VOLNÁ, Z.: Analýza výsledků ze sledování využití strojů na OP Státní statky Tachov. [Průběžná zpráva.] Praha, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1982.

Došlo dne 3. 2. 1988

ВОЛНА, З. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага-Ржепы): База нормативов применяемая в хозяйстве для области сельскохозяйственных машин. *Zeměd. Techn.*, 34, 1988 (6) : 367-376.

Одной из возможностей, как повышать эффективность управленческого дела и планирования в сельскохозяйственной деятельности, является использование регуляционных данных, прежде всего нормативов и стандартов, введенных в Базы нормативов применяемых в хозяйстве. Нормативы создаваемые на основе результатов науки, техники и практики, продвигают и внедряют прежде всего новые направления дальнейшего интенсивного развития сельского хозяйства. При создании Базы нормативов применяемых в хозяйстве следует перейти от использования отдельных изолированных информации и данных к научно обоснованным и проверенным данным, которые являются объективной единицей расхода и экономного хозяйствования живым трудом, энергетическими ресурсами и остальными материальными вводами.

годовые хозяйственные нормативы сельскохозяйственной техники; база данных; структура нормативов применения сельскохозяйственной техники

VOLNÁ, Z. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Řepy): *The Farm Standard Base for Agricultural Machines*. *Zeměd. Techn.*, 34, 1988 (6) : 367-376.

The use of regulation data, especially standards and directions, included in the farm standard base, is one of the ways how to improve the effectiveness of managing and planning work in agriculture. Directions formed on the basis of scientific and technological results and practical experience enable to introduce new lines of further intensive development of agriculture. In forming the farm standard base it will be necessary to replace the use of isolated information and data by the use of verified and scientifically justified data serving as objective criteria of the consumption and thrifty management of live work, power resources, and other material inputs.

annual farm standards for agricultural machines; data base; structure of directions for the use of farm machines

VOLNÁ, Z. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Praha-Řepy): *Normative Betriebsbasis für Landtechnik in der Landwirtschaft*. *Zeměd. Techn.*, 34, 1988 (6) : 367-376. Eine der Möglichkeiten zur Steigerung der Effektivität der Leitungs- und Planungstätigkeit in der Landwirtschaft besteht in der Ausnutzung der Regelungsangaben, vor allem der Normen und Normative im Rahmen der normativen Betriebsbasis. Die auf der Grundlage der Ergebnisse der Wissenschaft, Technik

und Praxis herausgebildeten Normative setzen vor allem neue Trends der weiteren intensiven Entwicklung in der Landwirtschaft durch. Im Rahmen des Aufbaus der normativen Betriebsbasis müssen wir von der Ausnutzung der einzelnen isolierten Informationen und Angaben zu wissenschaftlich begründeten und überprüften Angaben, die ein objektives Kriterium des Aufwandes und des ökonomischen Umgangs mit der lebendigen Arbeit, mit energetischen Quellen und mit anderen Materialinputs sind, übergehen.

jährliche Betriebsnormative der Landtechnik in der Landwirtschaft; Datenbasis; Struktur der Normative der Ausnutzung der Landtechnik in der Landwirtschaft

Adresa autorky:

Ing. Zuzana Volná, Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha 6 - Řepy

MECHANISMUS PŮSOBENÍ GAMA-ZÁŘENÍ NA HLÍZY BRAMBOR A MOŽNOSTI JEHO VYUŽITÍ K RETARDACI KLÍČENÍ

K. Kubín

KUBÍN, K. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy, pracoviště Jihlava): *Mechanismus působení gama-záření na hlízy brambor a možnosti jeho využití k retardaci klíčení*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (6) : 377-384.

Podstatou působení gama-záření na hlízy brambor jsou změny jejich metabolismu, spočívající především v omezení syntézy kyseliny desoxyribonukleinové a její přeměny na kyselinu ribonukleinovou. Ozářením hlíz se omezuje jejich klíčení, až se vývoj klíčků zastaví úplně. Účinnost je přímo úměrná výši použité ozařovací dávky. Nejlepších výsledků v tomto směru je dosahováno při použití radioizotopu kobaltu 60 jako zdroje záření, jehož střední vlnová délka je 0,01 nm. Vhodnou optimální dávkou uvedeného záření je možné prodloužit skladovací dobu hlíz při zachování původní výživné hodnoty a snížení skladovacích ztrát.

brambory; metabolismus hlíz; kyselina desoxyribonukleinová; kyselina ribonukleinová; ozařovací dávka

Využití jaderné energie k neenergetickým účelům poskytuje mimo jiné také možnost využít ionizující záření, mezi které patří i gama-zářením, k ošetření některých rostlinných produktů, surovin, polotovarů i hotových potravinářských výrobků. Podle druhu ozařovaných surovin, polotovarů nebo potravin lze ozářením buď prodloužit jejich konzumní jakost, zamezit předčasné zkáze, nebo dosáhnout obojího účinku současně. Jedná se o vybrané druhy ovoce, hub, zeleniny — ke které se ve světovém hodnocení řadí i stolní brambory — a také o některé druhy živočišných produktů. Přesto, že se jedná o fyzikální metodu ošetření potravin a potravinářských produktů nezanechávající rezidua, není plně využíváno jejich možností v zemědělství ani v potravinářském průmyslu ČSSR. Nelze přitom opomenout srovnání s úspěšným současným rozvojem radiačních technologií na tomto úseku v Německé demokratické republice.

PŮSOBENÍ A DŮSLEDKY GAMA-ZÁŘENÍ NA NĚKTERÉ POTRAVINY

Působením gama-zářením na brambory i ostatní rostlinné produkty a na potraviny nebo potravinářské suroviny dochází ke dvěma typům změn. Prvním typem změn jsou možnosti vzniku indukované aktivity, druhým typem jsou změny biologické hodnoty ozářeného materiálu radio-biochemickými účinky.

MOŽNOSTI VZNIKU INDUKOVANÉ AKTIVITY

Průchodem ionizujícího záření ozařovaným materiálem mohou za určitých podmínek vzniknout takové reakce, při kterých se některé z atomů stávají radioaktivními. Převážná část energie dopadajícího záření, rozplývajícího se v ozařovaném ma-

teriiálu, se mění v teplo. Ke vzniku nežádoucí indukované aktivity může dojít jen ozařováním energií nad určitou hranici. Tato hranice, která je nezbytná pro dosažení biochemického účinku, však značně převyšuje energii potřebnou pro uvolnění obalových elektronů nebo jen pro jejich excitaci. Protože potraviny obsahují jen zanedbatelné množství prvků snadněji aktivovatelných, jsou bezdůvodné i obavy před vznikem sekundární radiace. Takový stav může nastat např. jen u kadmia nebo cínu excitovaných ozařením (např. radioaktivním izotopem kobaltu 60). Fotodesintegrace dusíku vyžaduje energii 11 megaelektronvoltů (dále jen MeV), kyslík 16 MeV a uhlík 19 MeV. Mezi prvky obsaženými v potravinách tvoří výjimku pouze tři, které nevyžadují energii vyšší než 10 MeV. Jsou to vodík (2,2 MeV), měď a jód (9,3 MeV). Pro krátké poločasy rozpadu (pohybující se v rozmezí od 1 s^{-6} do 30 min, u jódu 13 dnů) je praktický význam takto vzniklých izotopů zcela zanedbatelný. Rozsáhlými měřeními ozařených potravin a jejich popelů na přítomnost indukované aktivity (Wolf, 1970) bylo zjištěno, že je tak malá, že nebyla registrovatelná ani přístroji o citlivosti 10^{-14} curie g dále jen Ci) na 500 g potraviny.

Mimo to bylo praktickými pokusy s měřeními prokázáno, že energie 10 MeV nevyvolávají sekundární aktivitu. Výsledky zahraničních autorů potvrzuje Wolf (1970) rozsáhlou sérií pokusů uskutečněných v ČSSR.

Naopak chemické a biochemické změny v obalových elektronech vyvolané zářením jsou žádoucím účinkem. Energie potřebná pro excitaci vnějších elektronů se však pohybuje maximálně do hodnoty cca 20 elektronvoltů (dále jen eV), takže nehrozí nebezpečí indukované aktivity při použití zářičů navrhovaných k ozařování potravin. Při použití urychlených elektronů vzniká toto nebezpečí až při energiích nad 10 MeV. K tomu je nutno připomenout, že u potravin je hranice bezpečnosti posunuta jen ve zcela výjimečných případech na 4 MeV.

VŠEOBECNÉ BIOCHEMICKÉ ÚČINKY ZÁŘENÍ

Změny biologické hodnoty potravin vyvolané ozařením spočívají ve změnách chemismu, funkce i konečného účinku na spotřebitele. Zásadní účinek záření na potraviny probíhá dvěma směry, a to

- jako přímý — ve formě přímého zásahu klíčové molekuly,
- jako nepřímý — vytvářející chemické reakce způsobené uvolňováním nebo excitací obalových elektronů.

Průvodním jevem nepřímého účinku ozařování potravin je vznik různých radikálů reagujících s prostředím, což je při ozařování potravin převládajícím jevem. Většina potravin obsahuje značné množství vlhkosti. Během její radiolýzy vznikají velmi reaktivní nestálé radikály, ale i méně reaktivní meziradikálové interakce. Látky takto vzniklé jsou schopny difúze, a to rychlostí udávající spolu se střední dobou jejich života vzdálenost dosahu od místa vzniku. Tím dochází k typickému jevu vlastnímu ozařování potravin, ze kterého plyne závislost účinnosti záření (G) na koncentraci studované látky. Vztah mezi koncentrací x a účinností y lze matematicky vyjádřit touto rovnicí:

$$y = 1 - e^{-x} \quad (1)$$

Z uvedeného vztahu vyplývá možnost snížení účinku záření blokováním radiolytických účinků vody a na tomto principu je založena funkce velké části ochranných látek proti záření (např. antioxidanty). Rozmanitost chemických reakcí vznikajících při nepřímém působení závisí na charakteru ozařovaných potravin.

Důkazem vzniku chemických změn jsou smyslové změny vykazované potravinami — barva, chuť, vůně apod. — ke kterým dochází po ozařování. Uvedené změny však vznikají i při technologických procesech. Např. zahříváním dochází k podobným změnám jako při ozařování. Rozsah chemických změn při technologických postupech mimo ozařování je prozkoumán mnohem důkladněji. Omezenější rozsah poznání sloučenin a produktů vznikajících při ozařování potravin je způsoben jejich značným počtem při nepatrných hmotnostních rozdílech a malé stálosti, z čehož plyne obtížná identifikovatelnost.

Relativně vysoký obsah vody v potravinách má za následek využití až 83 % energie pronikajících elektronů k reakcím ionizace vody. Všeobecně je prokázána vyšší citlivost vůči ozaření u potravin s velkým množstvím vody než u potravin sušších. Rozsah chemických změn ve složení ozařovaných potravin ovlivňuje do určité míry také jejich skladování po ozaření. Chemické změny lze zařadit podle časové působnosti do dvou typů:

a) sloučeniny nestabilní — po určité době se opět vracejí do původního energetického stavu;

b) sloučeniny trvalé — jsou typem s časově neomezeným trváním.

Reaktivní skupiny jsou za určitých podmínek schopny dlouhodobé existence i po ozáření a podle charakteru potravin mohou řetězové reakce vyvolané ozářením pokračovat dále během skladování.

ZMĚNY JEDNOTLIVÝCH LÁTKOVÝCH SKUPIN OZÁŘENÝCH BRAMBOR

Ze zdravotního hlediska zaujímá význam hlavních složek potravin toto pořadí:

- | | |
|---------------|-------------------------|
| 1. vitamíny, | 4. fermenty, |
| 2. tuky, | 5. sacharidy — glycidy, |
| 3. bílkoviny, | 6. minerální látky. |

Představují-li brambory jako potravina současně zdroj uvedených látek, je nutné při jejich ozařování věnovat změnám těchto látek pozornost ve stejném pořadí.

1. Vitamíny jsou vesměs citlivé na ozáření. Jejich citlivost v potravinách je však nižší než v čistých roztocích. Vitamin C, jehož jsou stolní brambory významným zdrojem, je z vitaminů nejcitlivější; ostatní vitamíny mají citlivost různou. Stupeň citlivosti několika významných vitaminů lze vyjádřit tímto číselným poměrem:

$$C : B_1 : B_2 : A = 100 : 89 : 44 : 0,2$$

Vzhledem ke svému významu zaujímá nejvíce pozornosti vitamin C. Jeho úbytky v bramborách dosahují po ozáření při ozařovací dávce $D = 100$ gray (dále jen Gy) hodnoty cca 30 %. V jiných potravinách tvoří ochranu před jeho rozkladem přísada thiaminu, mrazení, antioxidanty, ozařování ve vakuu nebo vysušení. Bezprostředně po ozáření hlíz je pokles obsahu vitamínu C rychlejší a během dalšího skladování se postupně tlumí až se úbytek ve srovnání s hlízami neozařenými vyrovná. Srovnání je uvedeno v tab. I.

Z dalších vitaminů, a to ze skupiny B, je na ozáření značně citlivý vitamin B_1 — thiamin a dále vitamin B_{12} . Méně citlivý je vitamin B_2 — riboflavin; B_6 — pyridoxin je proti záření poměrně odolný. Citlivost vitamínu A a karotenů vůči záření je závislá na prostředí, zejména na oxidačních produktech a emulgátorech. Ozařováním vznikají jen malé ztráty vitamínu K.

2. Tuky mají v bramborách jen nepatrné zastoupení. Pro jejich značnou biologickou hodnotu je však nutno uvést, že na základě Sedláčkových studií byla prokázána rychlá tvorba peroxidů po ozáření tuků. U nenasycených mastných kyselin dochází k oxidaci velmi snadno a urychlení oxidačního žluknutí tuků bylo dokázáno již po ozáření dávkou 100 Gy.

I. Změny v obsahu vitamínu C během skladovacího období u ozářených a neozařených brambor — Changes in the content of vitamin C in irradiated and non-irradiated potatoes during the storage period

Měsíc skladovacího období	Obsah vitamínu C v procentech původního obsahu	
	neozařené brambory	brambory ozářené dávkou 100 Gy
Listopad	75,7	50,1
Leden	60,0	44,5
Duben	44,0	42,5
Červen	31,5	32,5
Srpen	24,0	26,5

3. Bílkoviny a aminokyseliny reagují na nízké ozařovací dávky změnami vratného charakteru. Většími a vysokými dávkami dochází k jejich denaturaci až rozkladu. Biologická hodnota potravinových bílkovin po ozáření klesá obdobně jako po ostatních způsobech konzervace. V praktickém uplatnění ozařovacích dávek dochází u potravin jen k nepatrnému znehodnocení. Značně citlivé na ozáření však jsou samotné aminokyseliny, z nich nejcitlivější jsou fenylalanin, tyrosin, cistin, prolin a histidin. Vyšší odolnost byla prokázána u valinu, leucinu, lyzinu a argininu. Ztráty lyzinu a soli hydroxylových aminokyselin jsou přitom srovnatelné se ztrátami při tepelném zpracování.

4. Fermenty — enzymatické látky se vůči ozařování chovají jinak než látky předchozí. Vysoká odolnost enzymů vůči záření při radiosterilizaci se projevuje nežádoucím způsobem. Ozařovací dávky 10 až 40 kGy, které ničí hnilobné zárodky, nezničí enzymy a jejich působení narušuje svým účinkem ozářené potraviny. Podle Daleho je inaktivační dávka funkcí koncentrace, a z toho vyplývá nepřímá úměrnost mezi citlivostí a čistotou enzymů. Jak prokázal Kuprianov, jsou proti ozáření vysoce odolné enzymy v krystalické formě, ve které odolávají dávkám 60 až 200 Gy. Aktivita enzymů se snižuje ani při ozařování za nízkých teplot.

5. Sacharidy vykazují působením ozáření změny destrukčního charakteru. Polysacharidy se po ozáření rozpadají na menší složky. Depolymeraci škrobu vznikají redukční cukry. Zvyšuje se množství aminoproteinu rozpustného v horké vodě a naopak klesá vazkost škrobové suspenze.

Vodorozpustné redukující cukry vznikají teprve při dávkách nad 1 kGy. Obdobně dochází k depolymeraci ostatních polysacharidů. Začátek desintegrace škrobu v bramborách prokázali shodně, nezávisle na sobě, Wolf (1970) a Metlickij (1971), a to po ozáření dávkami nad 1 kGy. Z toho je patrné, že biologická hodnota glycidů se ozářením téměř nemění. V jednotlivých případech naopak představuje ozáření glycidů jejich jakostní i technologické zvýhodnění. Obsah redukujících cukrů v ozářených bramborách se poněkud zvyšuje, ale po dvou měsících skladování opět klesá na původní hodnotu. V některých případech byl tento obsah po několika měsících skladování nižší než v hlízách neozařených.

6. Minerální látky zastoupené v potravinách ozařovaných běžnými dávkami se nemění. Nevzniká ani nebezpečí sekundární aktivity.

7. Smyslové změny vyvolané ozařováním brambor se projevují slabým zhnědnutím dužiny hlíz, která však mizí při další kuchyňské úpravě.

ZDRAVOTNÍ HLEDISKA A PŘEDPOKLADY

Ze zdravotního hlediska představuje otázka toxicity ozářených brambor prvořadé kritérium pro povolení k jejich použití k běžným potravinářským účelům ve výživě člověka. Rozsáhlé pokusy v ČSSR [Wolf, 1974] i v zahraničí potvrdily vznik různých druhů toxických látek po ozáření, označovaných jako radiotoxiny. Vznikají zejména oxidací tuků a bílkovin, ojediněle i glycidů. Jejich životnost je však velmi krátká — po třech až šesti týdnech zcela mizí. Tuto skutečnost potvrzují důkazy získané při zkrmování brambor ozářených dávkami 60 až 130 Gy v dlouhodobých krmných pokusech se čtyřmi až pěti generacemi teplokrevných zvířat. Rovněž ověření pomocí pokusů s dobrovolníky požívajícími ozářené brambory za běžných podmínek potvrdilo naprostou nezávadnost ozářených brambor i dalších potravin. Na základě dosažených výsledků byla v československých podmínkách pro ozařování brambor ke stolním účelům stanovena maximální ozařovací dávka 100 Gy [Wolf, 1970].

RETARDAČNÍ ÚČINKY OZAŘOVÁNÍ HLÍZ BRAMBOR

Jednou z možností, jak využít předchozích poznatků, je retardační ozařování hlíz stolních brambor. Účelem tohoto ozáření je zastavit jejich klíčení, prodloužit skladovatelnost a snížit skladovací ztráty. Roz-

II. Přítomnost kyseliny ribonukleinové a desoxyribonukleinové v očkách bramborových hlíz v době vegetačního klidu a po vyklíčení — The presence of ribonucleic and desoxyribonucleic acids in the buds of potato tubers during the vegetation rest and after sprouting

Pozorovaný stav	RNK	DNK	Celkem
	mg/% hmotnosti syrových hlíz		
Očka v době vegetačního klidu	60,0	15,9	75,9
Očka hlíz vyklíčených	83,0	23,7	106,7

III. Přehled rozdílů porovnáním skutečného obsahu nukleinových kyselin v očkách a dužině ozářených a neozářených hlíz brambor — A survey of the differences by comparing the actual content of nucleic acids in the buds and pulp of irradiated and non-irradiated potato tubers

Brambory	Části hlíz	RNK	DNK	Celkem
		mg/‰		
Ozářené	očka	69,0	14,4	83,4
	dužina	15,9	3,9	19,8
Neozářené	očka	78,5	15,9	94,4
	dužina	18,0	4,3	22,3

sáhlým výzkumem (Metlickij aj., 1958; Metlickij, 1971), probíhající nezávisle na sobě ve třech ústavech (Bachův biochemický ústav Akademie věd SSSR, Moskevská státní univerzita M. V. Lomonosova a Biofyzikální ústav Akademie lékařských věd SSSR) byl sledován účinek záření gama na látkovou výměnu ve tkáních hlíz brambor. Výsledky rozsáhlých pokusů potvrdily a zpřesnily souvislost mezi ukončením stavu klidu a začátkem klíčení hlíz se syntézou nukleinových kyselin v růstových vrcholech. Potvrzují je hodnoty zjištěné v miligramprocentech hmotnosti syrových hlíz, uvedené v tab. II.

Ionizujícím zářením se zpomaluje syntéza kyseliny desoxyribonukleinové (DNK) a její přeměna na kyselinu ribonukleinovou (RNK). Vliv ozáření hlíz brambor radioizotopem kobaltu 60 dávkou 100 Gy se projevil značnými rozdíly v obsahu nukleinových kyselin (tab. III).

Dalšími pokusy bylo zjištěno, že během šesti týdnů po ozáření se rozdíl v obsahu nukleinových kyselin poklesem obsahu RNK v ozářených hlízách zvětšoval až o 40 % proti obsahu v neozářených hlízách.

Cytologické výzkumy ukázaly zvýšenou kyselost buněčné šťávy v růstových vrcholech jako doprovodný jev po přerušení vegetačního klidu hlíz. V buněčné šťávě oček tak byl zaznamenán pozorovatelný posun hodnoty pH směrem k větší alkalitě, ale pH korkového parenchymu se neměnilo. Dále bylo zjištěno, že se posunul izoelektrický bod v ozářených buňkách oček i korkového parenchymu směrem k větší kyselosti. Potvrzuje to proměny bílkovinných koloidů vyvolané zářením.

Při studiu mechanismu ozařování hlíz brambor má zvláštní význam aktivita oxidačních enzymů a její změny vyvolané ozářením. Hlízy bram-

bor obsahují značné množství uvedených enzymů. Dosavadní četné zveřejněné výsledky potvrzují vysokou odolnost enzymů ve tkáních vyšších rostlin a zvířat vůči ionizujícímu záření. Mají-li být mikroorganismy zničeny, je potřeba, aby ozařovací dávky měly hodnotu kolem jednoho až několika kGy; pro inaktivaci enzymů jsou však nutné dávky tisícinásobně vyšší. V této skutečnosti také spočívá příčina hlavních potíží v používání ionizujícího záření ke sterilizaci některých potravin v konzervárenství. Častým důsledkem vysokých ozařovacích dávek je zhoršená kvalita výrobků.

Hodnocením aktivity peroxidázy a polyfenoloxidázy v rozemleté tkáni hlíz bezprostředně po ozáření nebyl prokázán pozorovatelný účinek na uvedené fermenty. Teprve po dvou až čtyřech měsících od ozáření bylo zaznamenáno, že se aktivita oxidačních enzymů v ozářených hlízách proti hlízám neozářeným zmenšila. Ozářené hlízy byly v té době ještě stále v klidu, ale u neozářených již začala rašit očka.

Podrobná pozorování Michejevové [Metlickij, 1971], zaměřená na aktivitu enzymů v různých strukturálních prvcích protoplastů, prokázala útlum aktivity enzymů v mitochondriích ihned po ozařování. Porovnáním aktivity polyfenoloxidázy v poměrných jednotkách na 100 mg mitochondrií oček hlíz ozářených dávkou 100 Gy dosáhla hodnoty 8,8 a v neozářených hlízách 13,3. Dále byl zjištěn útlum dýchání oček v rozsahu úměrném dávce záření. Intenzita dýchání těchto tkání po dávce 100 Gy dosáhla 90 % ve srovnání s kontrolou hodnocenou jako 100 %. Po dávce 1,5 kGy však klesla na pouhých 60 %. Na rozdíl od tkáně oček je dýchání tkáně dužiny ozářením stimulováno a na původní hodnotu klesá až po určité době. Se vzrůstající ozařovací dávkou se zvyšuje také intenzita dýchání a prodlužuje čas návratu k původní hodnotě. Aktivitu dýchání, hodnocenou v jednotkách O_2 a CO_2 v jednom kilogramu dužiny hlíz za jednu hodinu při teplotě $+20^\circ C$, charakterizuje tab. IV.

Vyšší spotřeba uhlovodíků v hlízách bezprostředně po ozáření se během skladování zastavuje. U neozářených hlíz však v době ukončení vegetačního klidu několikanásobně vzrůstá. Hlízy ozářené dávkou 100 Gy již ve stejné době neprokazují obvyklou vegetační činnost. V ozářených hlízách také klesá výpar vody jako důsledek větší schopnosti ozářených tkání vázat vodu. Ztráty hmotnosti uložených hlíz ozářených dávkou 100 Gy po deseti měsících skladování činily u ozářených hlíz

IV. Množství vydýchaných jednotek kyslíku a oxidu uhličitého v závislosti na ošetření bramborových hlíz a době od ošetření do hodnocení — The number of respired oxygen and carbon dioxide units, as depending on the treatment of the potato tubers and on the time from treatment to evaluation

Bramborová dužina		O_2	CO_2
Neozářená		64	62
Ozářená dávkou 100 Gy	po 48 hodinách	82	79
	po 16 dnech	72	68
	po 25 dnech	68	64
Ozářená dávkou 200 Gy	po 48 hodinách	102	96
	po 16 dnech	83	89
	po 25 dnech	72	75

V. Přehled počtu vyklíčených bramborových hlíz po 14 měsících skladování při různých ošetřovacích dávkách i jejich rozdělení — A survey of the number of sprouted potato tubers after 14 months of storage at different treatment doses and at different patterns of the distribution of the treatments

Ozařovací dávka Gy	Způsob ošetření	Procento vyklíčených hlíz
60	celá dávka najednou	15
	3 × po 20 Gy měsíčně	100
80	celá dávka najednou	0
	4 × po 20 Gy měsíčně	100
100	celá dávka najednou	0
	5 × po 20 Gy měsíčně	70

6,3 %, u neozařených 11 %. Účinnost optimální ozařovací dávky (100 Gy) je také závislá na způsobu aplikace. Při jednorázovém použití celé dávky najednou lze dosáhnout nejvyšší účinnosti. Rozdělením dávky na několik menších, dílčích dávek celková účinnost klesá, jak je patrné z tab. V. Vyšší intenzitou je možné ozařovací dávku snížit při zachování stejného celkového účinku.

Uvedená výše ozařovací dávky — 100 Gy — zastavuje pouze biologickou činnost hlíz brambor, ale nezastavuje rozvoj původců skládkových chorob, zejména mokré hniloby. Výjimku tvoří původce plísňe bramborové, houba *Phytophthora infestans*. Pokusy s ozařováním rozřezaných hlíz uměle infikovaných touto houbou potvrdily útlum jejího vývoje již po ozáření dávkou 10 Gy. Na hlízách uměle infikovaných až po ozáření však byl vývoj houby rychlejší. Toto zjištění je současně důkazem určitého poklesu odolnosti hlíz vůči mikroorganismům, které je přímo úměrné dávce záření (K u b í n, 1975).

ZÁVĚR

Z uvedených důsledků vlivu gama-záření na hlízy brambor vyplývá skutečnost, že omezující působení ozáření hlíz kobaltem 60 na jejich klíčení a na další projevy biologické činnosti je velmi účinné. Navíc nezanechává zbytky spojené s rizikem reziduálních účinků a následků. Nelze však ozařovat hlízy závadné, ať již nemocné, nebo výrazně poškozené. Nepatrná poranění hlíz musí být zahojena, jinak nastává po ozáření ve skládce intenzivní rozvoj skládkových chorob, zejména mokré hniloby. Má-li být retardační ozařování brambor úspěšné, je proto nutné dodržet časový odstup nejméně jednoho týdne od sklizně do ozařování. Uvedené zásady plně respektují všichni zahraniční provozovatelé této radiační technologie.

Literatura

KUBÍN, K.: Příspěvek k možnostem využití 60 Co pro zvýšení kvality skladovaných brambor a snížení skladovacích ztrát. [Kandidátská disertační práce.] Praha, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1975.
METLICKIJ, L. V. — RUBIN, A. A. — CHRUSČEV, V. G.: Trudy Vsesojuznoj nauchnotekničeskoj konferencii po primeněniu radioaktivnych a stabilnych izotopov i izlučeniij v narodnom chozjajstve i nauke. Moskva, Izd. Akademii Nauk SSSR 1958.

METLICKIJ, L. V.: Gama-oblučení kartofelja, ovošče i plodov dlja udlidnjenja srokov jich chranenija. Moskva, Atomizdat 1971.

WOLF, A.: Podklady pro zdravotnické povolovací řízení ozáření poživatin — etapa stát. úkolu A-0-09-3 Ozařování zemědělských výrobků a potravin. [Závěrečná zpráva.] Praha, ÚH-LFKU 1970.

WOLF, A.: Možnosti ozařování potravin ionizujícím zářením v ČSSR a jejich legislativní úprava. Praha, ÚVVVR 1974. Radioizotopy, 2.

Došlo dne 3. 2. 1988

КУБИН, К. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага-Ржепы): Механизм действия гамма-облучения на клубни картофеля и возможности его применения для ретардирования прорастания картофеля. Земед. Techn., 34, 1988 (6) : 377-384.

Основой действия гамма-облучения на картофельные клубни являются изменения их метаболизма, состоящие прежде всего в ограничении синтеза дезоксирибонуклеиновой кислоты и ее пересинтезирование в рибонуклеиновую кислоту. Облучением клубней ограничивается их прорастание, до тех пор пока развитие проростков не прекратится совсем. Эффективность облучения находится в прямой пропорции по отношению величины используемой дозы облучения. Самых лучших результатов в этой области добиваются при использовании радиоизотопа кобальта 60, который используют как источник облучения. Его средняя волновая длина составляет 0,01 нм. Подходящей оптимальной дозой приведенного облучения можно продлить срок хранения картофельных клубней при сохранении прежней питательной ценности и понижении потерь от хранения.

картофель; метаболизм клубней; кислота дезоксирибонуклеиновая; кислота рибонуклеиновая; доза облучения

KUBÍN, K. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Řepy, Branch Station Jihlava): Mechanism of the Action of Gamma Radiation on Potato Tubers and the Possibilities of Using it for the Retardation of Sprouting. Zeméd. Techn., 34, 1988 (6) : 377-384.

The action of gamma radiation on potato tubers leads to changes in tuber metabolism, particularly the reduction of the synthesis of desoxyribonucleic acid and its transformation into ribonucleic acid. The irradiation of tubers reduces tuber sprouting, leading finally to the complete stopping of the development of the sprouts. Effectiveness of treatment is directly proportionate to the irradiation dose. The best results are obtained with the use of the cobalt 60 radioisotope as the source of radiation; its mean wavelength is 0.01 nm. A suitable optimum dose of this radiation enables to prolong the time of tuber storage while saving the original nutritive value of the tubers and reducing the storage losses.

potatoes; metabolism of tubers; desoxyribonucleic acid; ribonucleic acid; irradiation dose

KUBÍN, K. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Praha-Řepy, Arbeitsstätte Jihlava): Wirkung der Gamma-Strahlen auf die Kartoffelknollen und ihre Ausnutzung für die Keimungsverzögerung. Zeméd. Techn., 34, 1988 (6) : 377-384.

Der Wirkungsmechanismus der Gamma-Strahlen besteht in der Beeinflussung des Metabolismus der Kartoffelknollen, vor allem in der Begrenzung der Synthese der Desoxiribonukleinsäure und in ihrer Umwandlung in Ribonukleinsäure. Infolge der Bestrahlung der Kartoffelknollen wird ihre Keimfähigkeit begrenzt und die Entwicklung der Keime wird gestoppt. Die Wirkung ist der angewendeten Bestrahlungsgabe direkt proportionell. Die besten Ergebnisse werden bei der Anwendung des Radioisotopes von Kobalt 60 als Strahlungsquelle, deren mittlere Wellenlänge 0,01 nm beträgt, erzielt. Durch eine optimale Strahlungsgabe kann die Lagerungsdauer der Knollen bei der Erhaltung des ursprünglichen Nährwertes und bei der Verminderung der bei der Lagerung auftretenden Verluste verlängert werden.

Kartoffeln; Knollenmetabolismus; Desoxiribonukleinsäure; Ribonukleinsäure; Bestrahlungsgabe

Adresa autora:

Ing. Karel Kubín, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha, detašované pracoviště Jihlava, Fritzova 2, 586 01 Jihlava

INHALT

Maleř J.: Statische Stabilität der Standardmähdrescher	334
Pawlica R.: Mehrstufige kombinierte Trocknung von Mais	347
Pastorek Z.: Analyse des Trocknungsprozesses mit innerer Energiequelle	358
Čech V., Mařková H., Dubnová D.: Messungen der Feuchtigkeit der Futterpflanzen mit Hilfe des Kleinfuchtigkeitsmessers DJ FMT	366
Volná Z.: Normative Betriebsbasis für Landtechnik in der Landwirtschaft	375
Kubín K.: Wirkung der Gamma-Strahlen auf die Kartoffelknollen und ihre Aus- nutzung für die Keimungsverzögerung	384

Rukopisy odevzdány k tisku 22. 2. 1988 — Podepsáno k tisku 19. 5. 1988

Vědecký časopis ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA • Vydává Československá akademie zemědělská — Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství • Vychází měsíčně • Redaktorka ing. Jovanka Václavíčková • Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, telefon 257541 • Vytiskl MÍR, Novinářské závody, n. p., závod 6, tř. Lidových milicí 22, 120 00 Praha 2 • © Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1988

Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS-ÚED Praha, závod 01 — AOT, Kafkova 19, 160 00 Praha 6; PNS-ÚED Praha, závod 02, Obránců míru 2, 656 07 Brno; PNS-ÚED Praha, závod 03, Gottwaldova tř. 206, 709 90 Ostrava 9. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice a dovoz tisku Praha, závod 01, administrace vývozu tisku, Kafkova 19, 160 00 Praha 6.