

CS ISSN 0044 - 3883
CENA 10 Kčs
PROSINEC 1976
PRAHA

ROČNÍK 22 (XLIX)

12



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

VĚDECKÝ ČASOPIS

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ

ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ

PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Rídí redakční rada

Ing. Jiří Fiala, CSc. (předseda), ing. Miloslav Adam, CSc., doc. ing. Marko Ďuriš, CSc., ing. František Fortuník, CSc., ing. Stanislav Haš, CSc., ing. Jaroslav Homolka, doc. ing. Ján Jech, CSc., ing. Karel Joza, Jan Květoň, ing. Ján Kuchár, ing. Vladimír Píša, doc. ing. Vladimír Suchý, CSc., prof. ing. Zdeněk Šteffl, CSc., Josef Višínský, CSc.

Vedoucí redaktorka ing. Jovanka Václavíčková

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství,
Praha 1976

■

Vědecký časopis ZEMĚDELSKÁ TECHNIKA uveřejňuje studie, rozborů a vědecká pojednání o vyřešených úkolech výzkumu v oboru zemědělské techniky. Vydává Československá akademie zemědělská — Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství. Vychází měsíčně. Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, telefon 257541-9. Celoroční předplatné Kčs 120,—.

■

Научный журнал ZEMĚDELSKÁ TECHNIKA публикует обзоры, анализы и научные статьи о разрешенных заданиях по научному исследованию в области сельскохозяйственной техники. Издаёт Чехословацкая сельскохозяйственная академия — Институт научно-технической информации по сельскому хозяйству. Выход в свет ежемесячно. Редакция 120 56 Прага 2, Слезка 7.

■

The scientific journal ZEMĚDELSKÁ TECHNIKA publishes studies, analyses and scientific treatises about the solved research tasks in the line of the agricultural mechanization. Published by the Czechoslovak Academy of Agriculture — Institute of Scientific and Technical Information for Agriculture. Issued monthly. Editorial office 120 56 Praha 2, Slezská 7.

■

Die wissenschaftliche Zeitschrift ZEMĚDELSKÁ TECHNIKA veröffentlicht Studien, Analysen und wissenschaftliche Abhandlungen über die gelösten Forschungsaufgaben auf dem Gebiete der Landtechnik. Herausgegeben von der Tschechoslowakischen landwirtschaftlichen Akademie — Institut für wissenschaftlich-technische Information der Landwirtschaft. Erscheint monatlich. Redaktion 120 56 Praha 2, Slezská 7.

MODELOVÉ LINKY NA SKLIZEŇ, POSKLIZŇOVÉ OŠETŘOVÁNÍ A SKLADOVÁNÍ ZRNIN

J. Maler

Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy

MALER J. *Modelové linky na sklizeň, posklizňové ošetřování a skladování zrnin*. Zem. technika 22 (12) : 695-714, 1976.

Průměrná roční výroba zrnin v uplynulých pětiletkách se soustavně zvyšovala. Tento růst patří k nejvýznamnějším úspěchům socialistického zemědělství. Jestliže v uplynulých pětiletkách bylo dosaženo průměrné výroby 4,8 mil. t — 5,3 mil. t — 5,4 mil. t — 6,9 mil. t — 9,3 mil. t, předpokládá se v šesté pětiletce průměrná výroba 10,8 mil. t a v sedmé pětiletce by tento úspěšný trend měl i nadále pokračovat s průměrnou roční výrobou nad 12 mil. t. Tyto změny ve výrobních úkolech souvisí i se změnami organizačních forem a změnami v metodách organizace práce. Pro tyto nové podmínky byly navrženy následující vzorové postupy a modelové linky: a) sklizeň zrnin sklízecími mlátičkami s průchodností 8 až 10 kg s⁻¹; b) sklizeň zrnin svahovými sklízecími mlátičkami s průchodností 5 kg s⁻¹; c) posklizňové ošetřování zrnin linkou s výkonností 20 t h⁻¹; d) skladování zrnin v podlahových skladech s jednotkovou kapacitou 1000 až 3000 t; e) skladování zrnin v kovových věžových skladech s jednotkovou kapacitou 2000 až 10 000 t; f) úklid slámy sběracími vozy a stohaři; g) úklid slámy vysokotlakými lisy; h) zpracování slámy při výrobě tvarovaných krmiv. Pro tyto vzorové postupy a modelové linky byla vypočítána potřeba strojů, pracovníků i energie a stanoveny podmínky nasazení strojů.

vzorový postup; modelová linka; sklizeň; posklizňové ošetřování; skladování; úklid slámy; zrniny

Mimořádný význam obilovin i ostatních zrnin byl zdůrazněn na XV. sjezdu KSČ, kde byl vytyčen cíl dosáhnout postupně během několika let soběstačnosti ve výrobě zrnin.

Splnit tento úkol znamená přehodnotit dosavadní koncepci rozvoje soustavy strojů pro sklizeň, posklizňové ošetřování, skladování zrnin a úklid slámy.

Posuzujeme-li koncepční představy z roku 1971 (Maler, 1971, 1973, 1974, 1976), musíme konstatovat, že:

a) se změnily výrobní úkoly (kromě mimořádného zvýšení výroby obilovin byly formulovány i nové výrobní cíle u olejnin, luskovin a kuřice na zrno);

b) se změnila organizační formy (jednotlivá JZD se spojují do větších celků, tzv. výrobních seskupení, ve kterých vznikají specializované služby, především střediska těžké mechanizace apod.);

c) se změnila metody organizace práce (prosadilo se skupinové nasazení, v řadě podmínek dvousměnný provoz, blokový výsev plodin, příprava pozemků před nasazením těžké mechanizace, specializované čety na údržbu a opravy mechanizačních prostředků atd.);

d) se v letech 1971 až 1975 podařilo v rámci RVHP vyvinout zcela nové stroje a linky, které se budou v současném inovačním cyklu zavádět (Maleš, 1971, 1973, 1974, 1976);

e) vědeckovýzkumná a vývojová základna musí navrhnout nové stroje a linky další generace v souladu s koncepcí rozvoje soustavy strojů.

METODIKA

Cílem práce bylo přehodnotit dosavadní koncepci soustavy strojů z roku 1971 z hlediska nových výrobních úkolů, organizačních forem, metod organizace práce i z hlediska předpokládané inovace strojního parku a navrhnout vzorové pracovní postupy a modelové linky, které by odpovídaly změně podmínek ve výrobě.

U této syntetické práce byl dodržen následující metodický postup:

a) Za základ byly vzaty plánované úkoly ve výrobě zrnin.

b) Byla zhodnocena úroveň techniky určené pro sklizeň, posklizňové ošetřování, skladování zrnin i úklid slámy, zejména pak výsledky vědeckovýzkumné a vývojové základny za období let 1971 až 1975.

c) Na základě tohoto hodnocení byly navrženy nové vzorové pracovní postupy a modelové linky. Vycházelo se z předpokladu, že tyto vzorové pracovní postupy a modelové linky budou podle místních podmínek v dané výrobní oblasti vhodně modifikovány.

d) U vzorových pracovních postupů byly stanoveny výkonnosti na základě dlouholetých zkušeností získaných z provozu předních zemědělských závodů v různých výrobních oblastech a na základě zkušebních testů jednotlivých rozhodujících strojů ve Státní zkušebně zemědělských a lesnických strojů.

e) U každého vzorového postupu a modelové linky byla vypočítána potřeba práce a energie. Při výpočtu potřeby energie se vycházelo z využití linky. Např. koeficient 0,8 značí, že linka byla plně vytížena 80 % pracovního času a 20 % pracovního času pracovala naprázdno. Přitom se při chodu naprázdno předpokládá pouze 30 % potřeba energie ve srovnání s chodem při plném zatížení. U nákladních automobilů se počítalo s 30 % využitím. Při přepočtu kWh na kg spotřebované nafty byla u všech strojů uvažována měrná spotřeba paliva 272 g kWh^{-1} .

f) Výnos slámy byl brán zjednodušeně – v poměru k zrnu 1 : 1.

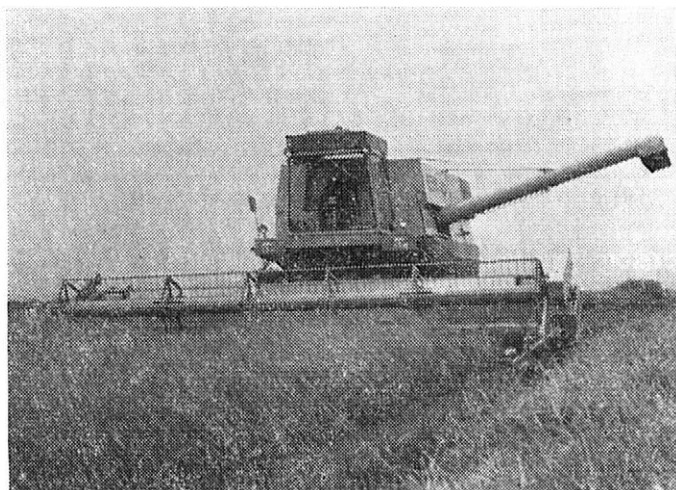
VLASTNÍ PRÁCE

Rozpracovány byly pouze vzorové pracovní postupy a modelové linky, které se zavádějí v současném inovačním cyklu, a u kterých se předpokládá životnost minimálně do roku 1985.

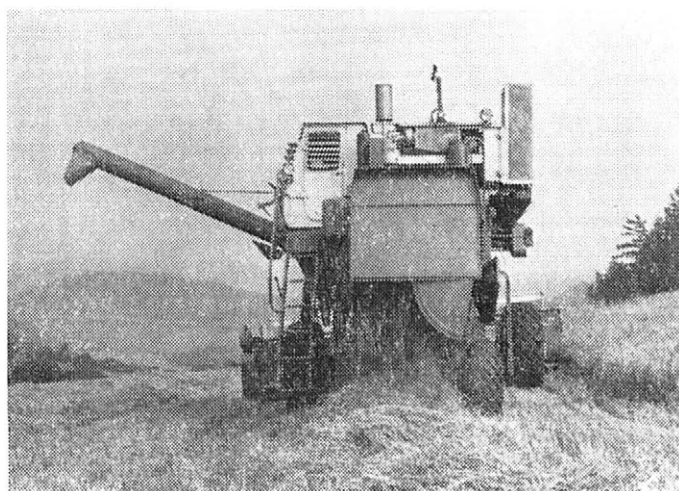
V současné době používáme ke sklizni zrnin především sklízecí mlátičky s průchodností 4 až 6 kg s⁻¹, se svahovou dostupností 10°.

Význam dělené sklizně se neustále snižuje. Je to způsobeno stále dokonalejší agrotechnikou u obilovin i uplatněním desikace porostů luskovin, ozimé řepky, popřípadě polehlých a zaplevelených porostů obilovin. Proto nejsou nadále požadovány řádkovače jako samostatné stroje soustavy, ale pouze jako adaptéry k samohodným žací mčkáčům.

1. Sklizeň zrnin sklízecími mlátičkami s průchodností 8 až 10 kg s⁻¹ (sklízecí mlátička E-516)



V inovačním cyklu předpokládáme, že se budou zavádět výhradně sklízecí mlátičky s průchodností 8 až 10 kg s⁻¹ pro sklizeň na svazích do 10° (tab. I, obr. 1) a svahové sklízecí mlátičky s průchodností 5 kg s⁻¹ pro sklizeň na svazích od 10 do 20° (tab. II, obr. 2). Vývoj těchto strojů byl v rámci RVHP úspěšně ukončen.



2. Sklizeň zrnin svahovými sklízecími mlátičkami s průchodností 5 kg s⁻¹ (sklízecí mlátička SKK-5 NIVA)

I. Sklizeň zrnin sklízecími mlátičkami s průchodností 8 až 10 kg s⁻¹

a) Potřeba strojů, pracovníků a energie

Pracovní operace	Potřeba strojů		Potřeba pracovníků při počtu směn		Potřeba energie na 1 pracovní hodinu	
	typ	počet			kWh	nafty kg
			1	2		
Sklizeň sklízecími mlátičkami	sklízecí mlátička	5	6 ⁺)	12	810	
Doprava zrna	8–10 kg s ⁻¹ ; 162 kW nákladní automobil 10 t;	5	5	10	885	
Opravy	177 kW	1	1	2		
Kontrola ztrát zrna	pojízdná dílna	1	1	2		
Celkem	měřicí pomůcky		13	26	1695	461

⁺) jeden pracovník střídá postupně kombajnéry

b) Sklizeň zrnin podle výrobních oblastí

Ukazatel	Výrobní oblast			
	kukuřičná	řepařská	bramborářská	horská
Hodinová výkonnost ha h ⁻¹ t h ⁻¹	10 00 60	7,5 37,5	5 20	4 12
Doba nasazení dny × hodiny	10.14 = 140	14.10 = 140	18.8 = 144	22.6 = 132
Sezónní výkonnost ha sez ⁻¹ t sez ⁻¹	1400 8400	1050 5250	720 2880	528 1584
Koeficient využití motoru	0,80	0,70	0,60	0,40
Potřeba energie nafta kg t ⁻¹ kWh t ⁻¹	4,36 16,03	6,52 24,12	11,97 44,00	16,05 61,21
Potřeba práce h ha ⁻¹ h t ⁻¹	1,30 0,22	1,73 0,35	2,60 0,65	3,25 1,10

Návaznost pracovního postupu

předcházející — pěstování zrnin
následující — posklizňové ošetřování zrnin

Inovační cyklus

předcházející — sklizeň sklízecími mlátičkami s průchodností 4 až 6 kg s⁻¹ (od r. 1962)
současný — sklizeň sklízecími mlátičkami s průchodností 8 až 10 kg s⁻¹ (od r. 1977)
následující — sklizeň sklízecími mlátičkami s průchodností 16 až 20 kg s⁻¹ (cca od r. 1987)

Podmínky nasazení:

Rozsah nasazení — obiloviny, luskoviny, olejnin, kukuřice na zrno

Koncentrace — velikost bloků sdružených pozemků 150–600 ha

Specializace — musí umožnit, aby koncentrace ploch určených pro luskoviny, olejnin a kukuřici na zrno byla v blocích obdobných jako u obilovin

Organizační forma — výrobní seskupení; stroje jsou soustředěny ve středisku těžké mechanizace

Metoda organizace práce:

- zásadně skupinové nasazení;
- v kukuřičné a částečně i v řepařské výrobní oblasti dvousměnný provoz;
- v členitém terénu jsou pozemky připravovány (obsekání, prosekání);
- opravy na poli zajišťuje pojízdná opravná;
- údržba je organizována do samostatných údržbářských čet s tím, že se dělá ve večerní nebo noční směně;
- kombajnéry střídá jeden pomocník;
- zrno se vyprázdní do dopravních prostředků zásadně za jízdy;
- podle dopravních prostředků se volí síť příjmových akumulačních zásobníků.

II. Sklizeň svahovými sklízecími mlátičkami s průchodností 5 kg s⁻¹

a) Potřeba strojů, pracovníků a energie

Pracovní operace	Potřeba strojů		Potřeba pracovníků při počtu směn		Potřeba energie na 1 pracovní hodinu	
	typ	počet	1	2	kWh	nafty kg
Sklizeň sklízecími mlátičkami	sklízecí mlátička svahová 5 kg s ⁻¹ ; 74 kW	3	4*)	—	222	
Doprava zrna	nákladní automobil 5 t; 74 kW	4	4	—	296	
Opravy	pojízdná dílna	1	1	—		
Kontrola ztrát zrna	měřicí pomůcky	1	1	—		
Celkem			10		518	141

*) jeden pracovník střídá postupně kombajnéry

b) Ukazatele podle výrobních oblastí

Ukazatel	Výrobní oblast			
	kukuřičná	řepařská	bramborářská	horská
Hodinová výkonnost ha h ⁻¹	3,0	2,7	2,4	1,8
t h ⁻¹	18,0	13,5	9,6	5,4
Doba nasazení dny × hodiny	10.14 = 140	14.10 = 140	18.8 = 144	22.6 = 132
Sezónní výkonnost ha sez ⁻¹	420	378	346	238
t sez ⁻¹	2520	1890	1384	714
Koeficient využití motoru	0,80	0,70	0,60	0,40
Potřeba energie nafta kg t ⁻¹	6,73	8,25	10,57	15,17
kWh t ⁻¹	24,74	30,33	38,86	55,77
Potřeba práce h ha ⁻¹	3,33	3,70	4,16	5,56
h t ⁻¹	0,55	0,74	1,04	1,85

Návaznost pracovního postupu

předcházející — pěstování zrnin

následující — posklizňové ošetřování zrnin

Inovační cyklus

předcházející — sklizeň standardními sklízecími mlátičkami s rizikem havárie na svazích a se značnými ztrátami zrna (od r. 1962);

současný — sklizeň svahovými sklízecími mlátičkami s průchodností 5 kg s⁻¹ (od r. 1977);

následující — dosud nevyjasněno

Podmínky nasazení:

Rozsah nasazení — obiloviny

Koncentrace — velikost bloků sdružených pozemků 50 až 150 ha

Organizační forma — výrobní seskupení; stroje jsou soustředěny ve středisku těžké mechanizace

Metoda organizace práce:

a) pouze na svazích 10 až 20°;

b) pokud možno skupinové nasazení;

c) v členitém terénu jsou pozemky pro nasazení této mechanizace připravovány;

d) opravy na poli zajišťuje pojízdná opravna;

e) údržba je organizována do samostatných údržbářských čet s tím, že se dělá ve večerní nebo noční směně;

f) při polední přestávce střídá jeden pomocník;

g) zrna se vyprázdňuje do dopravních prostředků zásadně za klidu na rovném úseku pozemku;

h) podle dopravních prostředků se volí síť příjmových akumulčních zásobníků.

III. Posklizňové ošetřování zrnin linkou s výkonností 20 t h⁻¹

a) Potřeba strojů, pracovníků a energie

Pracovní operace	Potřeba strojů		Potřeba pracovníků při počtu směn			Potřeba energie na 1 pracovní hodinu	
	typ	počet	1	2	3	kWh	nafty kg
Příjem zrna	příjmový zásobník	1					
Předčištění zrna	předčistička 7 kW	1				7	
Sušení zrna	horkovzdušná sesypná sušárna 20 t h ⁻¹ ; příkon 135 kW; potřeba topného oleje 125 kg h ⁻¹	1	2	4	6	595	
Čištění zrna	čistička zrna 10 kW	1				10	
Akumulace ošetřeného zrna před dopravou	podjezdový vyrovnávací zásobník						
Celkem			2	4	6	612	166

b) Ukazatele podle výrobních oblastí

Ukazatel	Výrobní oblast			
	kukuřičná	řepařská	bramborářská	horská
Průměrný odsušek %	2	4	5	6
Průměrný obsah příměsí a nečistot %	3	5	8	12
Hodinová výkonnost t h ⁻¹	26	22	20	16
Doba nasazení dny × hodiny	10.20 = 200	14.20 = 280	18.20 = 360	22.20 = 440
Sezónní výkonnost t sez ⁻¹	5200	6160	7200	7040
Potřeba energie nafta kg t ⁻¹	6,38	7,54	8,30	10,37
kWh t ⁻¹	23,46	27,72	30,52	38,13
Potřeba práce h t ⁻¹	0,077	0,091	0,100	0,125

Návaznost pracovního postupu

předcházející — sklizeň zrnin sklizecími mlátičkami s průchodností 8 až 10 kg s⁻¹ nebo 5 kg s⁻¹

následující — skladování zrnin v podlahových nebo věžových skladech

Inovační cyklus

předcházející — posklizňové ošetřování zrnin linkami s výkonností do 8 t h⁻¹ (od r. 1962)

současný — posklizňové ošetřování zrnin linkou s výkonností 20 t h⁻¹ (od r. 1975)

následující — posklizňové ošetřování zrnin linkou s výkonností 40 až 80 t h⁻¹ (od r. 1987)

Podmínky nasazení:

Rozsah nasazení — obiloviny, luskoviny, olejiny, kukuřice na zrno

Specializace — na omezený počet druhů a odrůd

Organizační forma — výrobní seskupení; linka je zařazena do střediska služeb

Metoda organizace práce:

a) lince jsou předřazeny vyrovnávací příjmové zásobníky s dostatečnou příjmovou kapacitou;

b) prostojový čas prostředků přivážejících zrno je pouze na vlastní vyklopení zrna;

c) pracuje se minimálně v dvousměnném, lépe v třísměnném provozu;

d) opravy zajišťuje pojiždná dílna;

e) od linky je zajištěna dostatečná výkonná doprava k místu skladování.

IV. Skladování zrnin v podlahových skladech s jednotkovou kapacitou 1000 až 3000 t

a) Potřeba strojů, pracovníků a energie

Pracovní operace	Potřeba strojů		Potřeba pracovníků při počtu směn		Potřeba energie na 1 pracovní hodinu	
	typ	počet	1	2	kWh	nafta kg
Skladování neošetřeného zrna						
Příjem zrna	na betonovou podlahu					
Naskladnění zrna	pneumatický manipulátor 40 t h ⁻¹ ; 110 kW	1			110	
Skladování zrna	ocelokolona s betonovou podlahou a provzdušňo- vacími kanály 1000 t	1				
Provzdušňování naskladněného zrna	středotlaký ventilátor s automatickým ovládáním 15 kW	1			15+)	
Vyskladnění zrna	pneumatický manipulátor 40 t h ⁻¹ ; 110 kW		1	2	110	
Skladování ošetřeného zrna						
Příjem zrna	příjmový zásobník	1				
Naskladnění zrna	pneumatický manipulátor 40 t h ⁻¹ ; 110 kW	1			110	
Skladování zrna	dřevěný hangárový sklad 3000 t	1				
Provzdušňování naskladněného zrna	středotlaký ventilátor s automatickým ovládáním 15 kW	3			45+)	
Vyskladnění zrna	pneumatický manipulátor 40 t h ⁻¹ ; 110 kW	—			110	
Akumulace vyskladně- ného zrna před dopravou	pojizdný vyrovnávací zásobník	1	1	2		
Celkem			2	4	500 (440)	136 (120)

⁺) předpokládá se, že ventilátory pracují cca 200 hodin, tj. při spotřebě 12 000 kWh ošetří 4000 t (tj. 3 kWh t⁻¹)

b) Ukazatele podle výrobních oblastí

Ukazatel	Výrobní oblast			
	kukuřičná	řepařská	bramborářská	horská
Vlhkost naskladněného zrna %				
— při skladování neošetřeného zrna	do 24	do 24	do 24	do 24
— při skladování ošetřeného zrna	do 15	do 15	do 15	do 15
Hodinová výkonnost při naskladňování a vyskladňování $t\ h^{-1}$	40	40	40	40
Možná denní výkonnost při naskladňování a vyskladňování $t\ den^{-1}$ u neošetřeného i ošetřeného zrna	800	800	800	800
Potřeba energie				
nafta $kg\ t^{-1}$	3,81	3,81	3,81	3,81
$kWh\ t^{-1}$	14,00	14,00	14,00	14,00
Potřeba práce $h\ t^{-1}$	0,20	0,20	0,20	0,20

Návaznost pracovního postupu

předcházející — sklizeň sklízecími mlátičkami s průchodností 8 až 10 $kg\ s^{-1}$ nebo 5 $kg\ s^{-1}$; skladování neošetřeného zrna; posklizňové ošetřování linkou 20 $t\ h^{-1}$

následující — zpracování zrna

Inovační cyklus

předcházející — skladování zrnin v různých podlahových skladech

současný — skladování zrnin v podlahových skladech, jednotková kapacita 1000 až 3000 t (od r. 1975)

následující — skladování zrnin v podlahových skladech s jednotkovou kapacitou 2000 až 10 000 t (od r. 1987)

Podmínky nasazení:

Rozsah nasazení — krmné obiloviny

Organizační forma — výrobní seskupení; sklad je zařazen do střediska služeb

Metoda organizace práce:

a) zrna je od sklízecích mlátiček přejímáno do příjmových skladů, kde je dočasně konzervováno aktivní ventilací;

b) při naskladňování se pracuje ve dvousměnném provozu;

c) z příjmového skladu jde zrna na linku posklizňového ošetřování;

d) ošetřené zrna splňující požadavky příslušné normy je naskladňováno do skladu pro dlouhodobé konzervování;

e) naskladněné zrna se pravidelně kontroluje soustavou teploměrů a v případě potřeby se pro-
vozdušňuje.

Ve vědeckovýzkumné a vývojové základně je zapotřebí cílevědomě připravovat řešení ještě výkonnější sklízecí mlátičky s průchodností cca 16 až 20 $kg\ s^{-1}$.

POSKLIZŇOVÉ OŠETŘOVÁNÍ ZRNIN

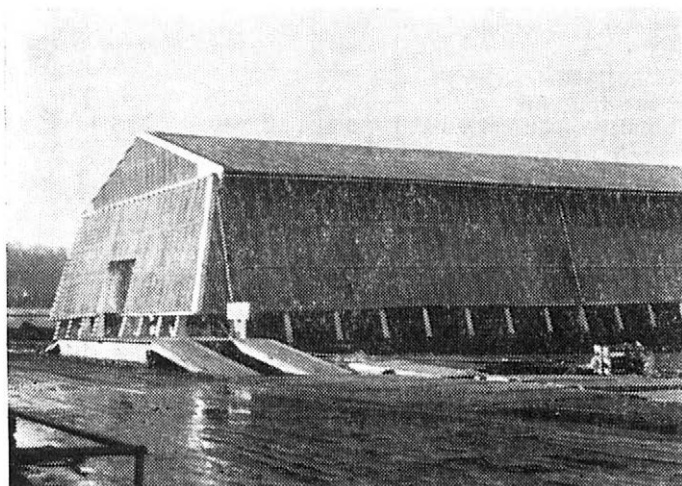
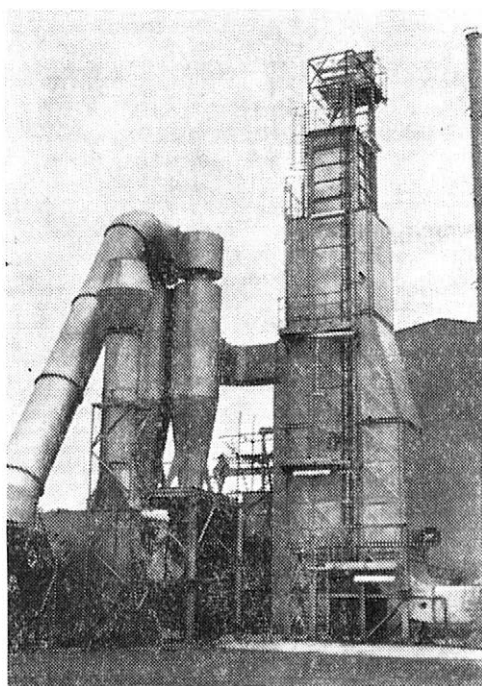
V současné době používáme k posklizňovému ošetřování zrnin především předčističky, horkovzdušné sušárny a čističky s výkonností 5 až

8 t h⁻¹. Základní konzervační metodou je sušení v horkovzdušných sesypných sušárnách. Jiné konzervační metody (chlazení, konzervace kyselinami apod.) mají jen okrajový význam.

Předpokládáme, že se v inovačním cyklu budou zavádět pouze linky s výkonností 20 t h⁻¹ (tab. III, obr. 3), popřípadě 40 t h⁻¹.

Ve vědeckovýzkumné a vývojové základně je zapotřebí připravovat řešení ještě výkonnější linky cca 40 až 80 t h⁻¹.

3. Posklizňové ošetřování zrnin linkou s průchodností 20 t h⁻¹ (horkovzdušná sesypná sušárna s výkonností 20 t h⁻¹ MS, Pardubice)



4. Skladování zrnin v podlahových skladech s jednotkovou kapacitou 1000 až 3000 t BIOS, Sedlčany)

V. Skladování zrnin v kovových věžových skladech s jednotkovou kapacitou 2000 až 10 000 t

a) Potřeba strojů, pracovníků a energie

Pracovní operace	Potřeba strojů		Potřeba pracovníků při počtu směn		Potřeba energie na 1 pracovní hodinu	
	typ	počet	1	2	kWh	nafty kg
Skladování neošetřeného zrna						
Příjem zrna	příjmový zásobník	1				
Naskladnění zrna	korečkové elevátory 60 t h ⁻¹ ; 11 kW	2			22	
	redlery 60 t h ⁻¹ ; 5,5 kW	2			11	
Skladování zrna	kovová věž s kapacitou 50 t	40	1	2		
Provdzušňování naskladněného zrna	středotlaký ventilátor s automatickým ovládáním 15 kW	4			60 ^{*)}	
Vyskladnění zrna	kuželové dno redlery 60 t h ⁻¹ ; 5,5 kW	2			11	
Skladování ošetřeného zrna						
Příjem zrna	příjmový zásobník	1				
Naskladnění zrna	korečkové elevátory 60 t h ⁻¹ ; 5 kW	2			37	
	redlery 60 t h ⁻¹ ; 7,5 kW	2			15	
Akumulace vyskladněného zrna před dopravou	pojízdný vyrovnávací zásobník	1	1	2		
Celkem			2	4	171	47
					(111)	(30)

^{*)} předpokládá se, že ventilátory pracují cca 200 hodin, tj. při spotřebě 12 000 kWh ošetří 12 000 t (tj. 1 kWh t⁻¹)

b) Ukazatele podle výrobních oblastí

Ukazatel	Výrobní oblast			
	kukuřičná	řepařská	brambo- rářská	horská
Vlhkost naskladněného zrna %				
— při skladování neošetřeného zrna	do 24	do 24	do 24	do 24
— při skladování ošetřeného zrna	do 15	do 15	do 15	do 15
Hodinová výkonnost při naskladňování a vyskladňování $t\ h^{-1}$	120	120	120	120
Možná denní výkonnost při naskladňování a vyskladňování $t\ den^{-1}$ u neošetřeného i ošetřeného zrna	2400	2400	2400	2400
Potřeba energie				
nafta $kg\ t^{-1}$	0,524	0,524	0,524	0,524
kWh t^{-1}	1,925	1,925	1,925	1,925
Potřeba práce $h\ t^{-1}$	0,067	0,067	0,067	0,067

Návaznost pracovního postupu

předcházející — sklizeň sklízecími mlátičkami 8 až 10 $kg\ s^{-1}$ nebo 5 $kg\ s^{-1}$; skladování neošetřeného zrna; posklizňové ošetřování linkou s výkonností 20 $t\ h^{-1}$; skladování ošetřeného zrna

následující — zpracování zrna

Inovační cyklus

předcházející — skladování zrnin v různých věžích s kapacitou 150 až 400 t (do r. 1962); současné — skladování zrnin v kovových věžových skladech s kapacitou věže 50 t (2000 t) a s kapacitou věže 1000 t (10 000 t) (od r. 1975)

následující — skladování zrnin v kovových věžových skladech s tepelnou izolací, přitom pravděpodobně dojde ke zvětšení kapacity u věže pro neošetřené zrna na cca 100 t a u věže na ošetřené zrna nad 3000 t (od r. 1987)

Podmínky nasazení:

Rozsah nasazení — obiloviny, kukuřice na zrno, luskoviny

Organizační forma — výrobní seskupení; sklad je zařazen do střediska služeb

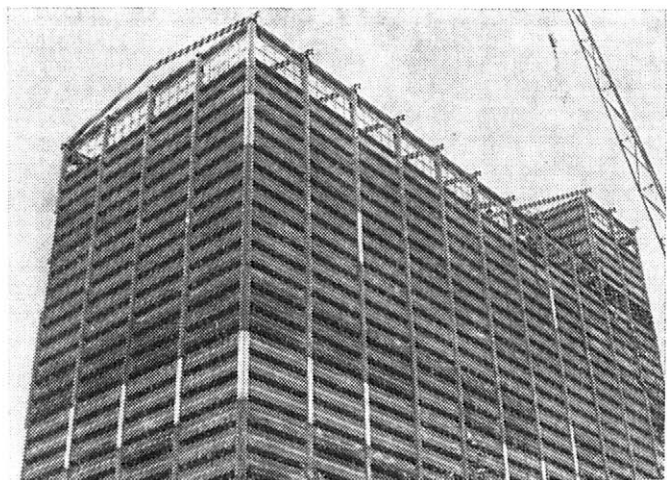
Metoda organizace práce:

- zrno je od sklízecích mlátiček přejímáno do příjmového skladu, kde je dočasně konzervováno aktivní ventilací;
- při naskladňování se pracuje ve dvousměnném provozu;
- z příjmového skladu jde zrno na linku posklizňového ošetřování;
- ošetřené zrno splňující požadavky normy na kondicionované zrno je naskladňováno do skladu pro dlouhodobé skladování;
- naskladněné zrno se pravidelně kontroluje soustavou teploměrů a v případě potřeby se provzdušňuje.

SKLADOVÁNÍ ZRNIN

Zatímco se u podniků ZZN předpokládá výstavba především velkocapacitních sil nad 20 000 t ať již železobetonových nebo ocelových, u výrobních seskupení zemědělských podniků to má být výstavba a) podlahových skladů s jednotkovou kapacitou 1000–3000 t (tab. IV, obr. 4),

b) kovových věžových skladů s jednotkovou kapacitou 2000 až 10 000 t (tab. V, obr. 5).



5. Skladování zrnin v kovových věžových skladech s jednotkovou kapacitou 2000 až 10 000 t (kovový věžový sklad 2000 t — kapacita jednotlivých věží 50 t)

Při řešení skladovacích kapacit se musí daleko více prosazovat vhodná forma kooperace mezi podniky ZZN a zemědělskými podniky. V každém případě je třeba zabránit roztržité výstavbě malých skladů. Výstavba skladů i u zemědělských závodů by měla být realizována s celkovou kapacitou od 10 000 do 20 000 t, přičemž většina nově postavených skladů by se měla spíše blížit horní hranici.

ÚKLID SLÁMY

V současné době používáme k úklidu slámy sběrací vozy (tab. VI, obr.6), sběrací lisy (tab. VII, obr. 7) a sklízecí řezačky. Přitom určitý podíl slámy (10–20 %) se drtí a zaorává (tab. VIII).



6. Úklid slámy sběracími vozy a stohaři (stohař PF-05 na traktoru Bělorus)

VI. Úklid slámy sběracími vozy a stohaři

a) Potřeba strojů, pracovníků a energie

Pracovní operace	Potřeba strojů		Potřeba pracovníků při počtu směn		Potřeba energie na 1 pracovní hodinu	
	typ	počet	1	2	kWh	nafta kg
Sběr slámy z řádku	sběrací vůz nad 40 ³ + traktor 60 kW	4	4	8	240	
Stohování slámy	čelně nesený stohař + traktor 60 kW	2	2	4	120	
Dorovnání slámy na stohu	ruční		2	4		
Celkem			8	16	360	98

b) Ukazatele podle výrobních oblastí

Ukazatel	Výrobní oblast			
	kukuřičná	řepařská	bramborářská	horská
Hodinová výkonnost ha h ⁻¹ t h ⁻¹	5 30	4 20	3 12	2 6
Doba nasazení dny × hodiny	10.14 = 140	14.10 = 140	18.8 = 144	22.6 = 132
Sezónní výkonnost ha sez ⁻¹ t sez ⁻¹	700 4200	650 2800	432 1728	264 792
Koeficient využití motoru	0,80	0,70	0,60	0,40
Potřeba energie nafta kg t ⁻¹ kWh t ⁻¹	2,31 10,33	3,87 14,23	5,88 21,57	9,47 34,82
Potřeba práce h ha ⁻¹ h t ⁻¹	1,60 0,26	2,00 0,40	2,67 0,67	4,00 1,33

Návaznost pracovního postupu

předcházející — sklizeň zrnin sklízecími mlátičkami s průchodností 8 až 10 kg s⁻¹, popřípadě 5 kg s⁻¹

následující — posklizňová manipulace se slámou

Inovační cyklus

předcházející — úklid slámy sklízecími řezačkami (od r. 1960)

současný — úklid slámy sběracími vozy a stohaři (od r. 1975)

následující — úklid slámy sběracími vozy nad 60 m³ a stohaři na samochoďných hydraulických nakládačích

Podmínky nasazení:

Rozsah nasazení — obiloviny (sláma, luskovin, olejnin, kukuřice na zrno se drtí a zaorává)

Koncentrace — velikost bloků sdružených pozemků 150 až 600 ha

Organizační forma — výrobní seskupení; stroje jsou soustředěny ve středisku těžké mechanizace

Metoda organizace práce:

a) zásadně skupinové nasazení;

b) v kukuřičné a částečně v řepařské oblasti dvousměnný provoz;

c) ke zvýšení výkonnosti se doporučuje slámu předzpracovávat nesenými drtiči na sklízecích mlátičkách;

d) stohuje se na poli, výška stohu při naskladnění je 7,5 m, po slehnutí 5,5 m, šířka stohu do 8,0 m;

e) po ukončení se prostor kolem stohu začistí pohrabovačkami;

f) stohy se situují tak, aby byly dostupné i v zimním období, tj. bezprostředně u polních cest;

g) opravy na poli zajišťuje pojízdná opravná.

VII. Úklid slámy vysokotlakými lisy
a) Potřeba strojů, pracovníků a energie

Pracovní operace	Potřeba strojů		Potřeba pracovníků při počtu směn		Potřeba energie na 1 pracovní hodinu	
	typ	počet	1	2	kWh	nafty kg
Sběr slámy z řádku vysokotlakým lisem Doprava slámy	vysokotlaký lis + traktor 60 kW	4	4	8	240	
	traktorový přívěs s velkoobjemovou nástavbou + traktor 60 kW	12	12	24	720	
Stohování slámy	soustavy mechanických dopravníků 10 kW	2	2	4	20	
Dorovnání slámy na stohu	ruční		4	8		
Celkem			22	44	980	267

b) Ukazatele podle výrobních oblastí

Ukazatel	Výrobní oblast			
	kukuřičná	řepařská	bramborářská	horská
Hodinová výkonnost ha h ⁻¹	8,0	6,0	4,0	3,2
Doba nasazení t h ⁻¹	48,0	30,0	16,0	9,6
dny × hodiny	10.14 = 140	14.10 = 140	18.8 = 144	22.6 = 132
Sezónní výkonnost ha sez ⁻¹	1120	840	576	422
t sez ⁻¹	6720	4200	2304	1266
Koeficient využití motoru	0,8	0,7	0,6	0,4
Potřeba energie				
nafta kg t ⁻¹	4,78	7,03	12,01	16,12
kWh t ⁻¹	17,57	25,85	44,15	59,26
Potřeba práce h ha ⁻¹	2,75	3,67	5,50	6,87
h t ⁻¹	0,46	0,73	1,37	2,29

Návaznost pracovního postupu

předcházející — sklizeň zrnin sklízecími mlátičkami s průchodností 8 až 10 kg s⁻¹, popřípadě 5 kg s⁻¹

následující — posklizňová manipulace se slámou

Inovační cyklus

předcházející — úklid slámy středotlakými lisy (od r. 1960)

současný — úklid slámy vysokotlakými lisy (od r. 1976)

následující — snad úklid slámy samochoďnými vysokotlakými lisy a samochoďnými paletizačními vozy (od r. 1987)

Podmínky nasazení:

Rozsah nasazení — obiloviny (sláma luskovin, olejnin, kukuřice na zrno se drtí a zaorává)

Koncentrace — velikost bloků sdružených pozemků 150 až 600 ha

Organizační forma — výrobní seskupení; sklizňové stroje jsou soustředěny ve středisku těžké mechanizace

Metoda organizace práce:

a) zásadně skupinové nasazení;

b) v kukuřičné a částečně i v řepařské oblasti dvousměnný provoz;

c) ke zvýšení výkonnosti se doporučuje slámu předzpracovat nesenými drtiči na sklízecích mlátičkách;

d) z vysokotlakých lisů je sláma prostřednictvím vrhačů či ližin transportována do traktorových přívěsů s velkoobjemovými nástavbami;

e) stohuje se na poli, ke stohování se využívá soustavy mechanických dopravníků;

f) stohy se situují tak, aby byly dostupné i v zimním období, tj. bezprostředně u polních cest;

g) opravy na poli zajišťuje pojízdná opravná.

VIII. Drcení (štípání) a rozptylování slámy před jejím zaoráním

a) Potřeba strojů, pracovníků a energie

Pracovní operace	Potřeba strojů		Potřeba pracovníků při počtu směn		Potřeba energie na 1 pracovní hodinu	
	typ	počet	1	2	kWh	nafty kg
Sběr, drcení (štípání) a rozptylování slámy po pozemku	přívěsný štípač + traktor 110 kW	3	3	6	330	90

b) Ukazatele podle výrobních oblastí

Ukazatel	Výrobní oblast			
	kukuřičná	řepařská	bramborářská	horská
Hodinová výkonnost ha h ⁻¹	6,0	4,5	3,0	2,4
t h ⁻¹	36,0	22,5	12,0	7,2
Doba nasazení dny × hodiny	10.14 = 140	14.10 = 140	18.8 = 144	22.6 = 132
Sezónní výkonnost ha sez ⁻¹	840	630	432	317
t sez ⁻¹	5040	3150	1728	950
Koeficient využití motoru	0,80	0,70	0,60	0,40
Potřeba energie				
nafta kg t ⁻¹	2,15	3,16	5,40	7,25
kWh t ⁻¹	7,90	11,62	19,85	26,65
Potřeba práce h ha ⁻¹	0,50	0,68	1,00	1,25
h t ⁻¹	0,083	0,133	0,250	0,415

Návaznost pracovního postupu

předcházející — sklizeň zrnin sklízecími mlátičkami s průchodností 8 až 10 kg s⁻¹, popřípadě 5 kg s⁻¹

následující — zaorávání slámy

Inovační cyklus

předcházející — řezání a rozptylování slámy sklízecími řezačkami

současný — drcení (štípání) a rozptylování slámy přívěsnými drtiči

následující — pravděpodobně budou vyvinuty štípače (drtiče) k ještě výkonnějším traktorům

Podmínky nasazení:

Rozsah nasazení — sláma obilovin, luskovin, olejnin a kukuřice na zrno

Koncentrace — velikost bloků sdružených pozemků 150 až 600 ha

Organizační forma — výrobní seskupení; stroje jsou soustředěny ve středisku těžké mechanizace

Metoda organizace práce:

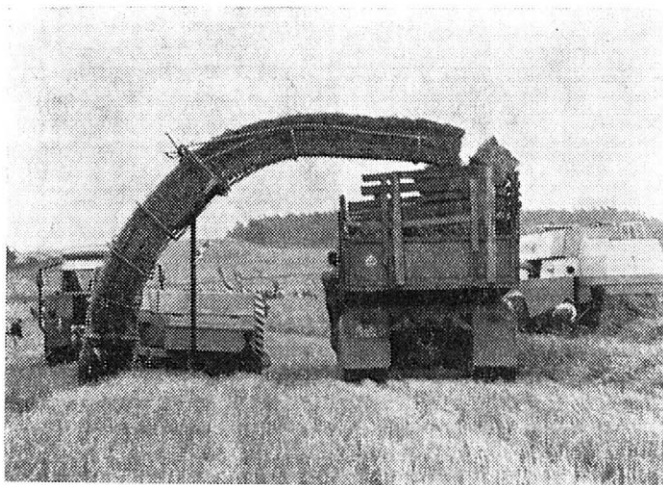
a) zásadně skupinové nasazení;

b) v kukuřičné a částečně i v řepařské oblasti dvousměnný provoz;

c) intenzita drcení (štípání) je seřizovatelná podle typu půdy.

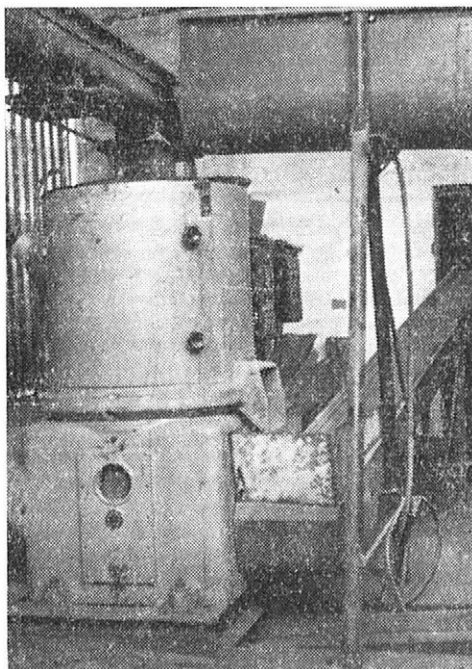
Poznámka: Kromě popsaného postupu bude přibližně stejné množství slámy drceno a rozptylováno po pozemku nesenými drtiči na sklízecích mlátičkách. Tento pracovní postup je bezprostředně spojen s pracovním postupem sklizně.

7. Úklid slámy vysoko-
tlakými lisy (vysokotla-
ký lis K-453)



Názory na zaorávání slámy se mění podle dosažených výsledků při sklizni píce. Je-li úroda pícnin dobrá, je snaha slámu zaorávat a naopak. K drcení slámy slouží především nesené drtiče na sklízecích mlátičkách nebo přívěsné štípače za traktor, jejichž vývoj se ukončuje. Vzhledem k dobrým výsledkům, kterých se dosahuje při využívání slámy v moderních metodách zkrmování (tab. IX, obr. 8), nepředpokládáme, že podíl zaorané slámy přesáhne 20 %.

K úklidu slámy se osvědčily sběrací vozy s obsahem korby nad 40 m³, přitom slámu určenou ke sběru můžeme předdrcovat nesenými drtiči na



8. Zpracování slámy při výrobě tvaro-
vaných krmiv (tvarovací lis TMS, Pardu-
bice)

IX. Zpracování slámy při výrobě tvarovaných krmiv

a) Potřeba strojů, pracovníků a energie

Pracovní operace	Potřeba strojů		Potřeba pracovníků při počtu směn			Potřeba energie na 1 pracovní hodinu	
	typ	počet	1	2	3	kWh	nafty kg
Vyskladňování slámy a doprava k lince	speciální nákladní automobil s hydraulickým nakládačem a nástavbou dávkovací stůl 7 kW	1	1	2	3		
Dávkování slámy		1					
Štipání slámy		1					
Míchání slámy		1					
		1					
		1					
		1					
Tvarování	speciální traktorový přívěs se zvýšenými bočnicemi a provzdušňovacím systémem	1					
Zchlazení briket a doprava		1					
		1					
		3	2	4	6	105	28,6
Celkem			3	6	9		

b) Ukazatele podle výrobních oblastí

Ukazatel	Výrobní oblast			
	kukuřičná	řepařská	bramborářská	horská
Hodinová výkonnost při podílu slámy 60 % t h ⁻¹	2	2	2	2
Doba nasazení dny × hodiny	250 · 16 = 4000	4000	4000	4000
Sezónní výkonnost t sez ⁻¹	8000	8000	8000	8000
Potřeba energie				
nafta kg t ⁻¹	14,3	14,3	14,3	14,3
kWh t ⁻¹	52,5	52,5	52,5	52,5
Potřeba práce h t ⁻¹	0,15	0,15	0,15	0,15

Návaznost pracovního postupu

předcházející — úklid slámy sběracími vozy a stoháři

následující — zakládání tvarovaných krmiv do žlabu

Inovační cyklus

předcházející — zpracování slámy při výrobě tvarovaných krmiv s výkonností 1 t h⁻¹ (od r. 1970)současný — zpracování slámy při výrobě tvarovaných krmiv s výkonností 2 t h⁻¹ (od r. 1976)následující — zpracování slámy při výrobě tvarovaných krmiv s výkonností 5 t h⁻¹ (od r. 1987)

Podmínky nasazení:

Rozsah nasazení — sláma obilovin

Specializace — tvarované krmivo je určeno především pro výkrm skotu

Organizační forma — výrobní seskupení; linka na výrobu tvarovaných krmiv je zařazena do střediska služeb

Metoda organizace práce:

a) pracuje se minimálně ve dvousměnném provozu;

b) sláma se vozí k lince speciálním nákladním automobilem;

c) koncentrát se vozí k lince rovněž speciálním nákladním automobilem;

d) melasa se vozí k lince v cisternách;

e) tvarované krmivo se rozváží po jednotlivých farmách upravenými přívěsy s možností provzdušňování.

sklízecích mlátičkách, a tím podstatně zvýšit objemovou hmotnost přepravované slámy. Ke stohování jsou nejvhodnější čelně nesené stohaře na traktorech. Stohy takto vzniklé mají poměrně dobrou kvalitu a umožňují dobré vyskladnění hydraulickými drapákovými nakládači. Předpokládáme, že takto bude sklízeno cca 60 až 70 % z celkového množství vyrobené slámy.

Vzhledem k dosud trvajícím málo koncentrovanému ustájení skotu (malé stáje) potřebujeme stále ještě balíkovanou slámu. Dosavadní středotlaké lisy budeme nahrazovat lisami vysokotlakými. Z perspektivního hlediska je však zapotřebí nahradit dosavadní „chaotické“ uspořádání balíků při dopravě, manipulaci a skladování za „systematické“ uspořádání. Z perspektivního hlediska je zapotřebí prověřit linku skládající se ze samochodných vysokotlakých lisů a samochodných paletizačních vozů. Předpokládáme, že lisování bude rozšířeno asi u 20 % slámy.

Ve vědeckovýzkumně základně je dále zapotřebí vyjasnit možnosti uplatnění úklidu slámy v obřích balících čtvercového nebo kruhového průřezu.

DISKUSE

U jednotlivých vzorových pracovních postupů a modelových linek jsou rozlišeny podmínky nasazení v jednotlivých výrobních oblastech, které se na výrobě podílejí takto: kukuřičná 570 000 ha; řepařská 760 000 ha; bramborářská 1 220 000 ha; horská 250 000 ha.

Přitom se předpokládá kooperace při využívání linek mezi jednotlivými výrobními oblastmi, neboť termíny sklizně jsou různé: kukuřičná 28. 6. až 25. 7. — rozpětí 28 dnů, průměrný počet pracovních dnů 10; řepařská 25. 7. až 25. 8. — rozpětí 30 dnů, průměrný počet pracovních dnů 14; bramborářská 1. 8. až 5. 9. — rozpětí 36 dnů, průměrný počet pracovních dnů 18; horská 7. 8. až 15. 9. — rozpětí 40 dnů, průměrný počet pracovních dnů 22.

Počet linek v jednotlivých výrobních oblastech je kromě celkového rozsahu ovlivněn počtem výrobních seskupení a rozsahem kooperací při využívání této techniky.

ZÁVĚR

Uvedené vzorové pracovní postupy a modelové linky zajistí sklizeň, posklizňové ošetřování, skladování zrnin i úklid slámy a budou do našeho zemědělství zaváděny v rámci inovačního cyklu od roku 1976.

Literatura

MALEŘ, J.: Soustava strojů pro komplexní mechanizaci československého zemědělství do roku 1985. [Závěrečná zpráva Z-871.] Praha, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1971.

MALEŘ, J.: Agrotechnické požadavky na stroje a zařízení ke sklizni, posklizňovému ošetřování a skladování obilovin. [Závěrečná zpráva Z-984.] Praha, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1973.

MALEŘ, J.: Prognóza sklizně, posklizňového ošetřování, skladování zrna a úkladu slámy. [Závěrečná zpráva Z-1058.] Praha, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1974.

MALEŘ, J.: Koncepce rozvoje soustavy strojů pro sklizeň, posklizňové ošetřování, skladování zrnin a úkladu slámy v podmínkách koncentrované a specializované socialistické zemědělské velkovýroby do roku 1990. [Závěrečná zpráva Z-1287.] Praha, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1976.

Došlo dne 16. 6. 1976

МАЛЕРЖ Й. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага - Ржепы, Чехословакия). Модельное решение линий для уборки, послеуборочной обработки и хранения зерна. *Zem. technika* 22 (12) : 695-714, 1976.

Среднегодовое производство зерна в истекшие пятилетки систематически повышалось. Этот рост относится к самым крупным успехам социалистического сельского хозяйства. Если в истекшие пятилетки было достигнуто в среднем производство 4,8 млн. т — 5,3 млн. т — 6,9 млн. т — 9,3 млн. т зерна, то в шестой пятилетке предполагается среднее производство 10,8 млн. т, а в седьмой пятилетке эта успешная тенденция будет продолжаться со среднегодовым производством свыше 12 млн. т. Эти изменения в производственных заданиях связаны и с изменениями форм и методов организации труда. Для этих новых условий были предложены следующие образцовые методы и модельные линии: а) уборка зерна зерноуборочными комбайнами 8—10 кг.с⁻¹; б) уборка зерна специальными зерноуборочными комбайнами, предназначенными для работы на склонах, 5 кг.с⁻¹; в) послеуборочная обработка зерна линией 20 т.ч⁻¹; г) хранение зерна в многоярусных складах с емкостью единицы 1000 т + 3000 т; д) хранение зерна в металлических башнях с емкостью единицы 2000 т + 10 000 т; е) уборка соломы подборщиками и стогометателями; ж) уборка соломы прессами высокого давления; з) обработка соломы при производстве фасонных кормов. Для этих образцовых методов и модельных линий была вычислена потребность в машинах, потребность в работниках и затрата энергии, и установлены условия их внедрения.

образцовый метод; модельная линия; уборка; послеуборочная обработка; хранение; уборка соломы; зерно

MALEŘ J. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha - Řepy, Czechoslovakia). *Model Solution of Lines for Harvesting, Post-Harvest Treatment and Storage of Grain*. *Zem. technika* 22 (12) : 695-714, 1976.

Over the last Five-Year Plan periods, there was a continuously increasing growth of grain production. This growth is one of the most significant success of socialist agriculture. In the past Five-Year Plan periods, average grain production increased from 4.8 million tons to 5.3 million tons, 5.4 million, 6.9 million and 9.3 million tons, respectively; production during the sixth Five-Year Plan period is expected to increase to 10.8 million tons, and the seventh Five-Year Plan should rise production yet further, to over 12 million tons of grain per year on the average. These changes in the production targets are closely connected with changes of the organizational forms and changes in the methods of work organization. For these new conditions, the following model technologies and model lines have been suggested: a) grain harvesting by harvester-threshers — 8 to 10 kg/sec; b) grain harvesting on slopes by harvester-threshers — 5 kg/sec; c) post-harvest treatment of grain 20 tons/hour; d) storage of grain in floortype stores with per-unit capacities from 1,000 to 3,000 tons; e) storage of grain in metal tower silos with per-unit capacities of 2,000 to 10,000 tons; f) removal of straw by means of pick-up trucks and straw stackers; g) removal of straw by means of high-pressure balers; h) processing of straw in the production of shaped feeds. For these model technologies and model production lines, the necessary number of machines, workers and energy was calculated, and the conditions of their application were determined.

model procedure; model line; harvest; post-harvest treatment; storage; straw removal; grain crops

MALEŘ J. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Praha - Řepy, Tschechoslowakei). *Modellösung für Linien zur Ernte, Nacherntebehandlung und Lagerung von Getreidekulturen*. Zem. technika 22 (12) : 695-714, 1976.

Die durchschnittliche Jahresproduktion von Getreidekulturen stieg in den vergangenen Fünfjahrplänen systematisch an. Dieser Anstieg zählt man zu den wichtigsten Erfolgen der sozialistischen Landwirtschaft. Wenn in den vergangenen Fünfjahrplänen eine Durchschnittsproduktion von 4,8 Mio. t — 5,3 Mio. t — 5,4 Mio. t — 6,9 Mio. t — 9,3 Mio. t erreicht wurde, so wird in dem sechsten Fünfjahrplan eine Durchschnittsproduktion von 10,8 Mio. t vorausgesehen und im siebenten Fünfjahrplan sollte dieser erfolgreiche Trend auch weiterhin fortsetzen, mit einer durchschnittlichen Jahresproduktion über 12 Mio. t. Diese Veränderungen der Produktionsaufgaben hängen auch mit den Veränderungen der Organisationsformen und den Veränderungen in den Methoden der Arbeitsorganisation zusammen. Für diese neuen Bedingungen wurden die folgenden Musterverfahren und Modelllinien vorgeschlagen: a) Ernte der Getreidekulturen mit Mähdreschern 8—10 kg s⁻¹; b) Ernte der Getreidekulturen mit Hangmähdreschern 5 kg s⁻¹; c) Nacherntebehandlung der Getreidefrüchte mit einer Linie 20 t h⁻¹; d) Lagerung der Getreidefrüchte in Etagenlagern mit einer Einheitskapazität von 1000 t + 3000 t; e) Lagerung der Getreidefrüchte in Metallturmlagern mit einer Einheitskapazität von 2000 t + 10 000 t; f) Strohbergung mit Sammelwagen und Schobermaschinen; g) Strohbergung mit Hochdruckpressen; h) Strohverarbeitung bei der Produktion von Formfutter. Für diese Musterverfahren und Modelllinien wurde der Bedarf an Maschinen, Arbeitern sowohl der Energiebedarf berechnet und Bedingungen für deren Einsatz bestimmt.

Musterverfahren; Modelllinie; Ernte; Nacherntebehandlung; Lagerung; Strohbergung; Getreidekulturen

Adresa autora:

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

Z. Vraný

Výzkumný ústav zemědělských strojů, Praha - Chodov

VRANÝ Z. *Energetické poměry rotačních žacích strojů*. Zem. technika 22 (12) : 715-726, 1976.

Práce se zabývá faktory majícími vliv na energetickou náročnost rotačních žacích strojů. Člení proces sečení na dílčí děje, hodnotí vlivy různých činitelů na ně a doplňuje teoretické úvahy experimentálními výsledky. Velmi významně ovlivňují hospodárnost provozu rotačních žacích strojů zvláště pracovní rychlost, směr jízdy v polehlém porostu a velikost reakcí na kopírovací talíře. rotační žací stroje; měrný příkon; ztráty v převodech; příkony rotačních žacích strojů

Požadavek růstu národního důchodu a životní úrovně je úzce závislý především na růstu produktivity práce. V rostlinné výrobě k tomu u nás velkou měrou přispívá vývoj moderních výkonných mobilních zemědělských strojů. Ty dosahují v porovnání se stroji před desetiletím několikanásobně vyšší výkonnosti, podmiňující rozhodující vzrůst produktivity práce zúčastněných osob. Proces mechanizace a intenzifikace zemědělské výroby klade ovšem vyšší nároky na energetické zdroje. Např. úhrn spotřeby motorové nafty s oleji v čs. zemědělství dosáhl v r. 1975 1,2 mil. tun. Při ceně 2,80 Kčs za kg včetně olejů to představuje částku 3,36 miliardy Kčs. Každé procento úspory na příkonu zemědělských strojů tedy představuje v celostátním měřítku hodnotu 33,6 mil. Kčs ročně. To markantně ukazuje závažnost jednak energeticky optimálního řešení funkčních prvků strojů, jednak potřeby znalosti různých činitelů, které rozhodují o hospodárnosti pracovního režimu každého typu stroje. Při znalosti stupně účinku různých činitelů na příkon stroje lze při vědomém řízení provozu strojů snížit příkon až o několik desítek procent, což představuje stamiliónové úspory na palivu.

Důležitým kritériem pro porovnání různých typů pracovních ústrojí a provozních podmínek je měrná práce potřebná na zpracování jednotkového množství materiálu. Pokud tento parametr klesá s rostoucí průchodností, je posuzovaný pracovní orgán perspektivně výhodný s ohledem na rostoucí požadavky ve výkonnosti strojů. Pro posuzovaný režim jsou však důležité velikosti měrné práce navzájem porovnávaných principů.

Rotační žací stroje pracují na principu přetínání stébel rychle se pohybujícími noži bez protiostrů. Základními typy jsou stroje s nožovými bubny a s kotouči. Značné rozšíření rotačních žacích strojů spočívá při jejich porovnání s klasickými prstovými žacími stroji na těchto výhodách:

- podstatně vyšší výkonnost stroje (cca dvakrát až čtyřikrát při stejném záběru porovnávaných strojů),
- menší poruchovost, a tím i menší časové ztráty a menší potřeba údržby,
- téměř odpadá ucpávání stroje i na obtížných měkkých a polehlých porostech,
- snadná výměna otupených nebo uražených nožů.

Jako nevýhodu rotačních žacích strojů je nutné uvést podstatně větší příkon stroje, zhruba třikrát až šestkrát proti klasickému prstovému žacímu ústrojí. Rovněž cena a provozní náklady jsou vyšší. Přesto s ohledem na výkonnost jsou rotační žací stroje velmi oblíbeny a svoji pozici si budou i nadále upevňovat. Zmíněnou nevýhodu vyšší energetické náročnosti na stejný rozsah práce lze při hlubší znalosti dějů probíhajících na stroji a v žacím ústrojí částečně zmírnit. K tomu je určen následující rozbor.

ROZBOR VLIVŮ NA PŘÍKON ROTAČNÍHO ŽACÍHO STROJE

Celkový příkon P_c pro pohon rotačního žacího stroje lze rozčlenit podle povahy probíhajících dějů na tyto dílčí složky:

$$P_c = P_o + P_s + P_a + P_t + P'_o + P_{poj} = P_z + P_{poj} \quad (1)$$

kde: P_o — příkon na krytí ztrát v převodech žacího ústrojí, odpovídající běhu naprázdno

P_s — příkon žacího ústrojí pro řezání stébel

P_a — příkon na urychlení přetínaných stébel a jejich odhoz na stroj

P_t — příkon na krytí ztrát třením žacích orgánů o sečený a odhazovaný materiál

P'_o — přírůstek příkonu na krytí ztrát v převodech žacího ústrojí, odpovídající přírůstku zatížení převodů při sečení proti běhu naprázdno

P_{poj} — příkon na pojezd žacího stroje

P_z — příkon žacího ústrojí při práci

Každá z těchto složek závisí na řadě činitelů a vyžaduje podrobnější analýzu.

PŘÍKON ŽACÍHO ÚSTROJÍ NAPRÁZDNO

Základní princip funkce rotačního žacího stroje při sečení píce vyžaduje, aby rychlost nožů byla cca 50 až 80 m s⁻¹. To vede k vysokým otáčkám převodových částí, kterými jsou v převodovkách v současné době nejvíce ozubená kola. Ta v mazací náplni převodovky kladou odpor, který je úměrný otáčkám. Kromě toho celá soustava ložisek a těsnění vyvolává stálý odpor nezávislý na otáčkách a konečně přispívají i žací bubny, které víří okolní vzduch a vykazují odpor úměrný čtverci rychlosti, resp. otáček

n . Obecně tedy platí pro střední kroutící moment M_o při chodu naprázdno vztah

$$M_o = A_o + B_o n + C_o n^2 \quad (2)$$

Člen A_o závisí tedy na velikosti a počtu ložisek a těsnících prvků, na počtu a pečlivosti montáže soukolí ozubených kol a na přesnosti tvaru a na vůlích ozubených kol. Také se na tomto členu výrazně podílí soudržnost mazací náplně převodovky, která u některých strojů na začátku chodu způsobuje zvýšení momentu.

Pro plastický mazací tuk T-PZO KORAMO Kolín, který byl vyvinut speciálně pro čs. rotační žací stroje RŽS 160, ŽTR 165 a ŽTR 330, bylo mnoha měřeními zjištěno, že člen A_o se ustálí na své nejnižší hodnotě až po 30 minutách chodu stroje. Tento poznatek je důležitý pro energetická měření rotačních žacích strojů, neboť složka P_o není malá, u menších strojů činí zhruba polovinu, u velkých asi třetinu celkového příkonu děla pracujícího žacího ústrojí. U zahraničních žacích strojů (Lanča aj., 1975) byly zjištěny příznivější výsledky a jen malá závislost členu A_o na době chodu stroje. Uvedené změny členu A_o nesouvisejí s ohlazením styčných kluzných ploch, označovaným obvykle jako záběh stroje. Popisované změny se vyskytují vždy, když stroj před tím několik hodin stál, nezávisle na tom, že většinou jde o teplotu prostředí nad 20 °C.

Činitel B_o souvisí s typem mazadla a jeho viskozitou. Lze soudit, že bude klesat s rostoucí teplotou mazadla a s dobou chodu stroje. Ozubená kola si vytvoří v plastickém mazadle volné prostory, takže množství „hněteného“ tuku se po rozběhu stroje snižuje.

Činitel C_o souvisí s členěním povrchu žacích bubnů, resp. talířů. Největší vliv mívají lišty na válcové části bubnů, které slouží pro odhoz píce za stroj a způsobují s noži citelné proudění vzduchu.

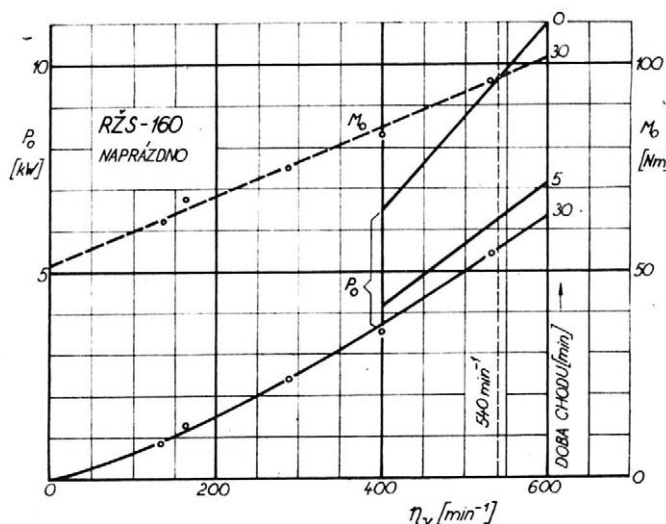
Výsledky energetických měření na bubnových žacích strojích prokázaly, že závislost středního momentu pro pohon žacího ústrojí naprázdno na otáčkách má většinou lineární charakter typu

$$M_o = A'_o + B'_o n \quad (3)$$

takže příkon naprázdno P_o závisí na otáčkách n podle vztahu

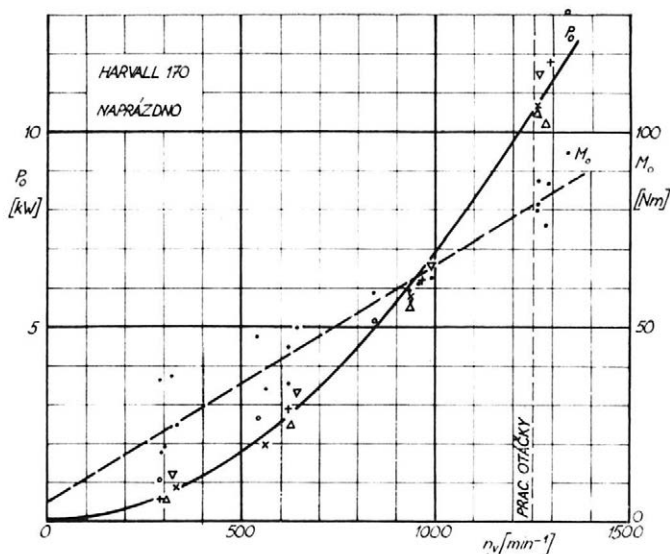
$$P_o = (A''_o + B''_o n) n \quad (4)$$

Konkrétní příklady těchto funkcí M_o a P_o na otáčkách jsou uvedeny na obr. 1 a 2. Byly zjištěny torzními dynamometry VÚZS, zesilovači EMS 004 Tesla Bratislava a počítačím zařízením (integrace) VÚZS. Na obr. 1 jde o čtyřbubnový žací stroj RŽS 160 n. p. Agrostroj Pelhřimov se záběrem 1,60 m, na obr. 2 o šestibubnový žací stroj se záběrem 4,82 m fy Zweegers, Holandsko, nesený na hnací jednotce Harvall 170. Z obrázků je patrné, že zvláště první stroj má značný příkon naprázdno; i po půlhodinovém chodu činí 5,5 kW, tj. 3,44 kW m⁻¹ záběru stroje. U stroje Zweegers vychází obdobně $P_o = 10,5$ kW a 2,18 kW m⁻¹ záběru stroje,



1. Závislost střední hodnoty hnacího momentu M_o a příkonu P_o žacího stroje RZS 160 na otáčkách n_v vývodového hřídele při bězích naprázdno po různou dobu chodu

2. Závislost střední hodnoty hnacího momentu M_o a příkonu P_o žacího stroje Harvall 170 na otáčkách n_v vývodových hřídelů při běhu naprázdno (součtově na obou hřídelích)



tedy o 38 % méně. Důvodem je zde dvojnásobný průměr žacích bubnů s polovičním množstvím ozubených kol na jednotku záběru, které běží při cca polovičních otáčkách. Příkony naprázdno u uvedených dvou strojů, vztažené na jejich záběr, představují hranice rozmezí, v němž leží obdobné hodnoty ostatních vyšetřovaných strojů (ŽTR 165, TAARUP TS 1650, oba vykazují 2,73 kW m⁻¹); technická data všech těchto strojů popisují L a n ě a j. (1975).

Průběhy momentů M_o na obr. 1 a 2 osvětlují hlavní příčiny ztrát v převodech: zatímco u RZS 160 vycházejí členy A_o' a $B_o'n$ ve vztahu (3) přibližně stejné, u žacího stroje na Harvall 170 je člen A_o' při pracovních otáčkách cca 15krát nižší než $B_o'n$, což svědčí o velmi malých odporech Coulombovým třením, nezávislým na rychlosti. Přitom i člen $B_o'n$ u dru-

hého stroje je v přepočtu na 1 m záběru strojů o 43 % nižší než u RŽS 160. To svědčí zase i o podstatně nižších ztrátách uměrných rychlosti, tedy vyvolaných vířením mazadla při nižších otáčkách převodových částí u druhého stroje.

Pro praktické účely, kdy se nepočítá se změnami provozních otáček stroje, se pro výpočet P_o osvědčilo vycházet z příkonu P_{o1} jedné žací jednotky a z jejich počtu i zvýšené o jednu na započtení ztrát v ostatních převodech, tedy ve tvaru

$$P_o = (i + 1) P_{o1} \quad (5)$$

kde: $P_{o1} = 1,1 \text{ kW}$ — pro žací bubny nebo kotouče o průměru cca 400 mm
 $P_{o1} = 1,5 \text{ kW}$ — pro žací bubny o průměru cca 800 mm
 (obojí pro obvodové rychlosti nožů cca 80 m s^{-1})

PŘÍKON ŽACÍHO ÚSTROJÍ PŘI SEČENÍ

Při sečení přistupují k příkonu naprázdno ostatní pracovní složky. Ve vztahu (1) uvedená složka P_s odpovídající vynaložené energii pro řez (sečení) stébel závisí na jejich druhu a stavu, což je možné charakterizovat činitelem k_s . Dále závisí na celkové ploše řezu stébel v časové jednotce $1/t \sum b$, na rychlosti nožů (resp. otáčkách ústrojí n) a na ostrosti břitů, charakterizované např. šířkou otupení s , tedy symbolicky

$$P_s = f\left(k_s, \frac{1}{t} \sum b, n^{-a}, s\right) \quad (6)$$

K faktoru n^{-a} je třeba dodat, že na rozdíl od řezání stébel mezi dvěma břitů (prstové žací stroje, řezačky), kde byla prokázána nezávislost řezné energie na otáčkách (V r a n ý, 1966, 1968; D o b l e r, 1973), jsou poměry při sečení noží bez protiostrů odlišné. Již pouhým vizuálním pozorováním lze prokázat, že zatímco při dostatečně vysoké rychlosti nožů je řezná plocha stébel čistá a stébla se jen málo deformují, při snížených otáčkách je řezná plocha stébel potrhovaná, rozvlákněná, neboť rostlinná vlákna se ve větší míře přetrhávají a stébla se celkově při řezání více deformují. Z toho vyplývá, že s poklesem otáček potřebná řezná energie zřejmě roste, a proto je mocnitel a v (6) záporný. Tato zákonitost byla potvrzena i měřeními.

Při vyšetřování procesu řezu rychlostní kinematografií bylo zjištěno, že při pomalém přísunu materiálu do žacího ústrojí (pomalá jízda stroje) odříznutá stébla také pomaleji odcházejí z místa řezu a dochází k vícenásobnému řezu týchž stonků, a tím k růstu řezné energie. To lze potlačit buď vhodným dopravním ústrojím, nebo pouze vyšší pojezdovou rychlostí, cca nad 10 km h^{-1} .

Další složka P_a pro urychlení a odhoz stébel závisí na urychlované hmotě stébel v časové jednotce (tj. průchodnosti q) a na čtverci rychlosti, resp. otáček n

$$P_a = f(q, n^2) \quad (7)$$

Je třeba zdůraznit, že rychlost odhazovaných stébel je podstatně nižší než rychlost nožů. Podle kinematografického výzkumu řezu se spodní konce stébel v úrovni nožů pohybují rychlostí 8 až 12 m s⁻¹ a horní části rostlin jen rychlostí 3 až 5 m s⁻¹ směrem vzad. Poměry jsou však závislé na průchodnosti; s jejím růstem rostou i rychlosti odhozu. Poměrná část složky na urychlení tedy může být přibližně 10 až 20 % z celkového příkonu žacího stroje P_z .

Složka P_t připadá na tření sečného a odříznutého materiálu o rychle se pohybující části žacího ústrojí. P_t závisí na průchodnosti q , otáčkách n a na součiniteli tření μ sečeného materiálu po povrchu žacích prvků. U bubnového ústrojí se uplatňuje i vliv větší výšky porostu, než je světlost pod převodovkou, o níž se brzdí tok posečeného porostu.

Nejvýrazněji se však uplatňuje směr sklonu (polehnutí) porostu, což lze nejspíše vyjádřit funkcí

$$P_t = f(A_t \pm B_t \cos \beta)$$

Úhel β je průměrný sklon stébel vůči svislici, měřený v průmětu do svislé roviny ležící ve směru jízdy stroje. Kladná hodnota druhého členu v závorce platí pro směr jízdy proti polehnutí porostu, záporná pro případ opačný. Smyslem tohoto výrazu je postihnout podstatně větší ztráty třením neposečeného materiálu o žací ústrojí, jestliže je sklon porostu proti směru jízdy, takže se vtahuje do žacího ústrojí i ten materiál, který dosud není posečen. I když se dosud nepodařilo kvantitativně stanovit alespoň relativní velikost příkonu P_t , je však prokázáno (Wijk, 1969), že vliv sklonu porostu proti stroji zvyšuje celkový příkon rotačního žacího stroje P_z až na dvojnásobek, takže jak činitel B_t , tak i celá složka P_t budou značné, v celkovém příkonu stroje převládající. Lze tedy psát

$$P_t = f[q, n, \mu, (A_t \pm B_t \cos \beta)] \quad (8)$$

Další složka P_o' ke krytí zvýšených ztrát v převodech při jejich zvýšeném zatížení během sečení proti ztrátám při běhu naprázdno je úměrná přenášenému výkonu. Proto platí

$$P_o' = f(P_s, P_a, P_t) = konst (P_s + P_a + P_t) \quad (9)$$

Při experimentálním výzkumu se dosud nepodařilo separátně určit velikosti složek P_s , P_a , P_t . Bude však účelné stanovit, zda existuje alespoň jeden faktor, na němž všechny uvedené složky závisí. Uvažme, že sekundovou řeznou plochu stébel $1/t \Sigma b$ ve vztahu (6) lze vyjádřit jako funkci průchodnosti q

$$\frac{1}{t} \Sigma b = \frac{q}{\gamma \cdot h_e} \quad (10)$$

kde: γ — měrná hmotnost sečeného porostu
 h_e — střední ekvivalentní výška porostu

Na určitém pozemku a porostu lze veličiny γ , h_e považovat za konstantní. Protože podle vztahů (6) až (10) jsou složky příkonu P_s , P_a , P_t , P_o' funkcí průchodnosti, bude účelné vyšetřovat změny příkonu hlavně v závislosti na této veličině. Závislost např. jen na pojezdové rychlosti by byla nedostatečná, protože by nepočítala s hmotností a výškou sečeného materiálu. To je markantní rozdíl proti zvyklostem u klasických žacích strojů prstových, kde je naopak tento způsob správnější. Důvodem je okolnost, že kromě složky P_o pro běh naprázdno se tam vyskytuje při sečení navíc jen složka pro řezání, ostatní složky nikoli.

Výsledky měření příkonů rotačních žacích strojů prokázaly, že jejich závislost na průchodnosti je mocninového typu tvaru

$$P_z = P_o + B \cdot p \cdot q^c \quad (\text{kW}) \quad (11)$$

kde: B — šířka záběru stroje (m)

p — součinitel závislý na konstrukčním uspořádání žacího ústrojí:

$p = 0,63$ pro bubny $\varnothing 800$ mm

$p = 1,45$ pro bubny $\varnothing 400$ mm

q — průchodnost (kg s^{-1})

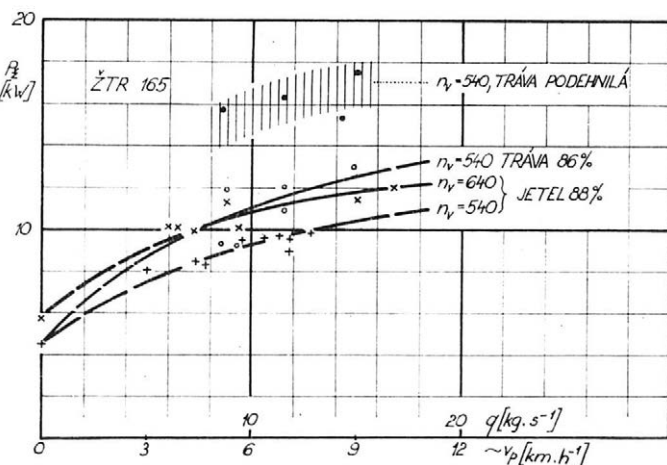
c — mocnitel závislý na druhu sečeného materiálu:

$c = 0,50-0,53$ pro jeteloviny

$c = 0,58-0,62$ pro travu na orné půdě

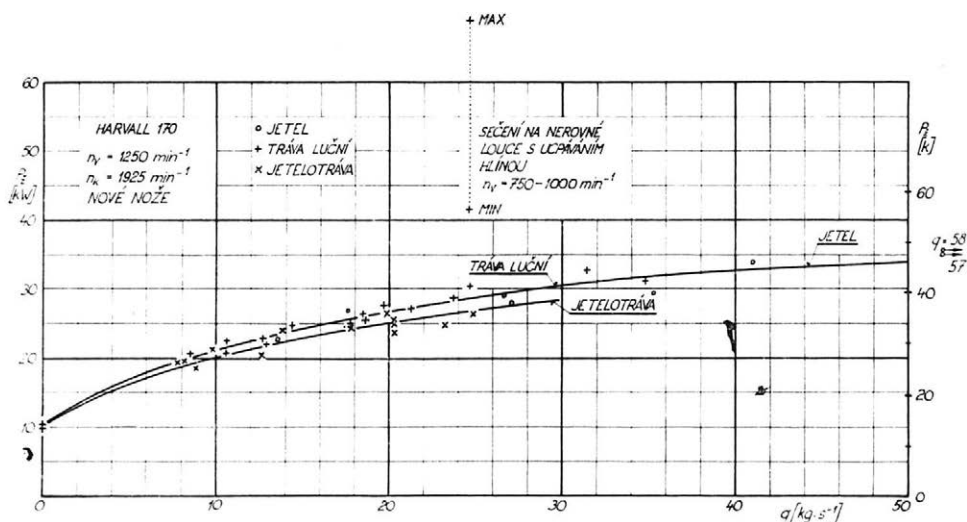
Příklady závislosti $P_z = f(q)$ jsou pro různé sečené materiály na obr. 3 a 4. Charakter křivek nasvědčuje tomu, že hospodárnost provozu rotačních žacích strojů roste s rostoucí průchodností. Pro objektivní posouzení energetické náročnosti strojů je účelné zavést jako kritérium množství energie na posečení jednotkového množství materiálu, zde nejlépe na

3. Závislosti příkonu žacího stroje ŽTR 165 na průchodnosti (a orientačně i na pojezdové rychlosti) při sečení trávy a jetele



1 kg sečené píce. Pro celkové hodnocení stroje (včetně ztrát v převodech) je to ukazatel práce

$$L = \frac{P_z}{q} \quad (\text{kW s kg}^{-1}) \quad (12)$$

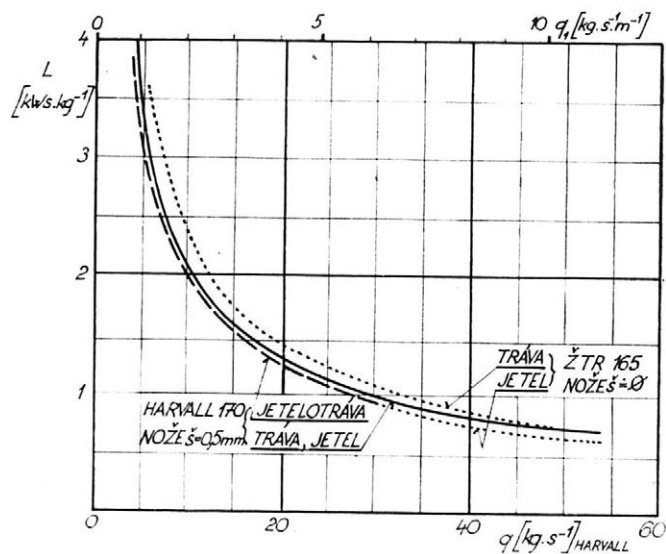


4. Závislost příkonu P žacího stroje Harvall 170 na průchodnosti q při sečení tří různých materiálů

a pro posuzování vlastního procesu sečení pak energie bez započtení ztrát v převodech, tedy

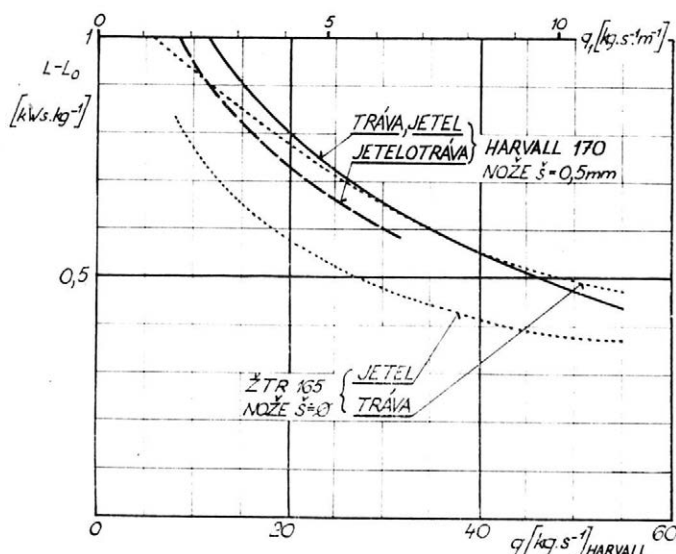
$$L - L_o = \frac{P_i - P_o}{q} \quad (\text{kW s kg}^{-1}) \quad (13)$$

Takto definované měrné energie pro dva z vyšetřovaných strojů jsou na obr. 5 a 6. Protože oba tyto stroje nemají stejný záběr, byla za základ porovnání vzata průchodnost $q_1 = q/B$ připadající na 1 m záběru stroje. Pokles obou ukazatelů L a $L - L_o$ s průchodností přesvědčivě dokládá zcela zásadní význam pracovního režimu stroje na jeho hospodárnost. Pro dosažení optimálních podmínek, kterým odpovídá nejmenší měrná energie na posečení 1 kg materiálu, je vždy třeba použít co největší jezdové rych-



5. Závislosti měrné práce L z celkového příkonu strojů Harvall 170 a ŽTR 165 pro 1 kg různých nasečených pícnin na průchodnosti q a q_1

6. Závislosti měrné práce $L-L_0$ (bez ztrát v převodech) pro 1 kg různých nasečených pícnin strojem Harvall 170 a ŽTR 165 na průchodnosti q a q_1



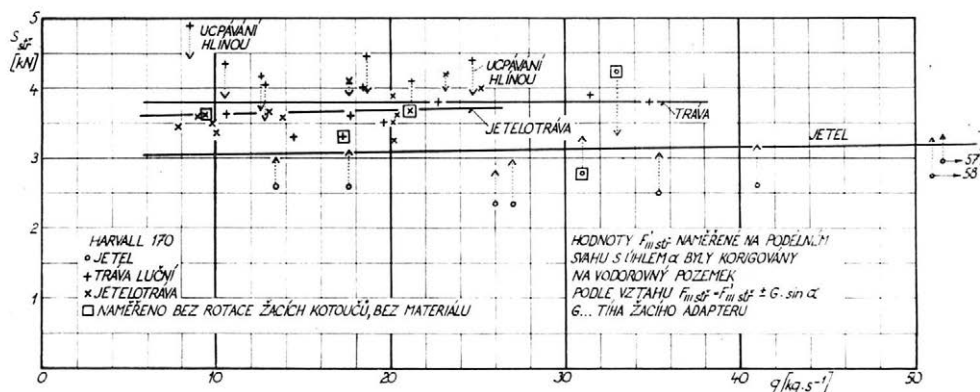
losti. Tak lze dosáhnout měrné energie $L < 0,7 \text{ kW s kg}^{-1}$ a $L - L_0 < 0,5 \text{ kW s kg}^{-1}$ při jezdové rychlosti cca 12 km h^{-1} a jednotkové průchodnosti $q_1 = 10 \text{ kg s}^{-1} \text{ m}^{-1}$. Při často používaných rychlostech 6 až 7 km h^{-1} a poloviční průchodnosti vzrůstá měrná energie cca o 50 %. Pro energeticky optimální provoz rotačních žací strojů a současně pro dosažení vysoké produktivity práce platí pro obsluhu stroje požadavek pracovat při co největší jezdové rychlosti, jak jen to dovolí ostatní provozní hlediska (délka strniště, ovladatelnost stroje apod.). K tomu je třeba připomenout, že na rozdíl od klasických prstových žací strojů je energeticky podstatně výhodnější (až dvakrát) pracovat ve směru polehnutí porostu, než ve směru opačném. Uvedené výsledky dokazují, že úspory energie (a paliva) mohou při dodržení zmíněných zásad nabýt několika desítek procent.

ENERGIE PRO POJEZD ŽACÍHO STROJE

U bubnových žací strojů je uspořádáno kopírování povrchu pozemku volně otočnými bombírovanými talíři na patě každé žací jednotky. Protože tlaky na tyto talíře od celé tíhy žacího stroje by byly značné, takže by mohly poškozovat vlhké pozemky, část tíhy žacího stroje se převádí odlehčovacími pružinami na hnací jednotku. Zbývá tíha žacího stroje způsobuje při jízdě odpor proti pohybu, o jehož velikosti a o případném odporu žacího stroje v porostu nebyly bližší informace. Protože teoretické řešení je problematické, bylo přikročeno k přímému měření podélné suvné síly (ve směru pojezdu) mezi žacím strojem a hnací jednotkou Harvall 170 rámovým dynamometrem VÚZS s odporovými tenzometry.

Výsledky měření pro různé sečené pozemky, rychlosti jízdy, průchodnosti jsou na obr. 7. Údaje naměřené na podélných svazích byly převedeny na vodorovný pozemek; jen tak se získají srovnatelné hodnoty suvné síly, jimiž byly vedeny přímký. Výsledky ukazují, že velikost suvné síly téměř nezávisí na průchodnosti a jezdové rychlosti. Výsledky měření při jíz-

dách stroje po posečeném pozemku (značky ve čtverečkách) dokládají, že spadají do stejných přímek jako body z měření s materiálem. Z toho plyne důležitý poznatek, že řezné odpory bubnů nemají vliv na suvnou sílu mezi žacíím strojem a hnací jednotkou. To se sice předpokládalo (vyplývá to z rozložení řezných sil na přední polovině každého žacího bubnu a jejich průmětu do směru jízdy), ale bylo to takto i experimentálně potvrzeno. To znamená, že na vodorovném pozemku jsou příčinou suvné síly jen pasivní odpory mezi kopírovacími talíři a půdou.



7. Průměrné suvné síly S mezi žacím adaptérem a hnací jednotkou Harvall 170 v závislosti na průchodnosti q pro různé sečené materiály. Špičky šipek označují hodnoty suvné síly na vodorovném pozemku, které byly vypočteny z hodnot naměřených na svazích; ty jsou vyznačeny značkou pro příslušný sečený materiál

Z průměrné suvné síly $S_{stř} = 3,1$ kN na sušším jetelišti a 3,8 kN na vlhké louce pro svislou reakci $R = 6,6$ kN žacího stroje (činí 77 % tíhy žacího stroje) vychází poměr

$$\frac{S_{stř}}{R} = \frac{3,1 \div 3,8}{6,6} = 0,48 \div 0,58$$

Tyto hodnoty dobře souhlasí s výsledky doplňkových měření součinitelů kluzného tření

$$\begin{aligned} \mu &= 0,5 \text{ pro ocel na sušším jetelišti,} \\ \mu &= 0,6 \text{ pro ocel na vlhké louce.} \end{aligned}$$

Z toho vyplývá, že volně otočné uložení kopírovacích talířů na patkách nožových bubnů nesnižuje podélný odpor žacího stroje. Zjištěné hodnoty odporu jsou značné a nepříznivě se promítají do energetické bilance jízdy celé soupravy. Zvýšení příkonu působením podélného odporu lze stanovit vztahem

$$P_{poj} = \frac{S v}{3,6 \eta}$$

kde: v — pojezdová rychlost (km h^{-1})

$\eta = 0,5$ — odhad účinnosti hydrostatického pohonu hnací jednotky na rovině (včetně prokluzu kol)

Např. pro doporučenou rychlost pojezdu $v = 12 \text{ km h}^{-1}$ vychází jen složka na překonání odporu žacího stroje Harvall 170 $P_{poj} = 20,7 \text{ kW}$ na jetelišti a $25,3 \text{ kW}$ na louce.

Z tohoto rozboru vyplývá účelnost podstatně většího odlehčení žacího stroje pružinami než dosavadní 23 %, což se projeví i zvětšením svahové dostupnosti, neboť se tím zvětší adheze hnací nápravy.

ZÁVĚR

V článku uvedený rozbor energetické náročnosti dílčích dějů v rotačních žacích strojích osvětlil hlavní příčiny značných příkonů těchto strojů v porovnání s klasickými žacími stroji prstovými. Podstatných energetických úspor by se dosáhlo snížením mechanických ztrát v převodech těchto strojů, jak to např. naznačuje porovnání příkonů naprázdno stroje RŽS 160 a Harvall 170 při přepočtu na 1 m záběru strojů. Další snížení mechanických ztrát lze očekávat od aplikace ozubených pasů v převodech.

Energeticky významné je odvádění posečených stébel za stroj, které se u strojů používaných v současné době zlepšuje s rostoucí pojezdovou rychlostí. Proto je žádoucí pracovat s rotačními žacími stroji při co největší možné pojezdové rychlosti, čímž podstatně klesá energie na 1 kg posečeného materiálu a zároveň vzrůstá produktivita práce. K tomu přistupuje i požadavek jízdy ve směru polehnutí porostu, což se rovněž příznivě promítá do energetické bilance stroje.

Měření prokázalo, že volně otočné kopírovací talíře na patách žacích bubnů nesnižují podélnou suvnou sílu mezi žacím strojem a hnací jednotkou (traktorem) a že zbytečně velká část tíhy na kopírovací talíře je energeticky velmi nevýhodná, ačkoliv při vyšším stupni přenosu na hnací jednotku může přispět k vyšší svahové dostupnosti stroje.

Literatura

DOBLER, K.: Mehrkomponenten Schnittkraftmessung mit Quarzkristallaufnehmern bei Mähen von Halmgut. ATM, April 1973.

LANČA, I. — VRANÝ, Z. — ČERMÁK, A.: Výsledky srovnávacích funkčně-energetických zkoušek strojů pro sečení a úpravu pícnin. Zem. technika, 21, 1975, č. 9, s. 543-560.

VRANÝ, Z.: Výzkum silových a energetických poměrů žacích strojů (klasických). In: Sborník prací VÚZS, Praha 1966.

VRANÝ, Z.: Výzkum bubnového řezacího ústrojí I. [Výzkumná zpráva č. 2593.] Praha - Chodov, Výzkumný ústav zemědělských strojů 1968.

WIJK, A. van: Onderzoek naar het maaien van gras met landbouwcirkelmaaiers. Wageningen LIR, Publ. 129, 1969.

Došlo dne 22. 7. 1976

ВРАНЫ З. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственных машин, Прага - Ходов, Чехословакия). Энергетический режим ротационных жаток. Zem. technika 22 (12) : 715-726, 1976.

Работа посвящена факторам, оказывающим влияние на энергетическую требовательность ротационных жаток. Процесс косыбы делится на отдельные процессы, в работе оценивается влияние разных факторов на них и дополняются теоретические размышления эксперименталь-

ными результатами. Эти факторы весьма значительно влияют на экономию эксплуатации ротационных жаток, особенно рабочая скорость, направление движения в полеглых всходах и: величина реакций а копирующие тарелки.

ротационная жатка; удельная потребляемая мощность; потери в передачах; потребляемые мощности ротационных жаток

VRANÝ Z. (Research Institute of Agricultural Machinery, Praha-Chodov, Czechoslovakia). *Power Requirement of Rotary Mowing Machines*. Zem. technika 22 (12) : 715-726, 1976.

This paper deals with the factors affecting the power requirement of rotary mowing machines. It divides the process of cutting into partial operations, it evaluates the effects of various factors on them, and it supplements theoretical knowledge with the experimental results. The economy of the operation of rotary mowing machines is affected very significantly above all by the speed of operation, by the direction of travel in a lodged stand, and by the volume of reactions on the copying discs.

rotary mowing machines; specific input; losses in the gears; inputs of rotary mowing machines

VRANÝ Z. (Forschungsinstitut für Landmaschinen, Praha-Chodov, Tschechoslowakei). *Energieverhältnisse von rotierenden Mähmaschinen*. Zem. technika 22 (12) : 715-726, 1976.

Der Aufsatz erörtert die Einflußfaktoren der Energieaufwendigkeit von rotierenden Mähmaschinen. Er gliedert den Mähprozeß in Teilhandlungen, schätzt die Auswirkungen verschiedener Faktoren und ergänzt theoretische Erwägungen mit Experimentalergebnissen. Sehr bedeutend wird die Wirtschaftlichkeit des Betriebes von rotierenden Mähmaschinen besonders durch die Arbeitsgeschwindigkeit, Fahrtrichtung im Lagerbestand und Größe der Reaktionen auf die Kopierscheiben beeinflusst. rotierende Mähmaschinen; spezifischer Leistungsbedarf; Verluste in Übersetzungen; Leistungsaufnahmen von rotierenden Mähmaschinen

Adresa autora:

Ing. Zdeněk V r a n ý, Výzkumný ústav zemědělských strojů, 149 43 Praha 4 - Chodov

MATEMATICKÉ MODELÝ REOLOGICKÝCH VLASTNOSTÍ PŠENIČNÝCH TĚST

J. Příhoda

Vysoká škola chemicko-technologická, Praha

PŘÍHODA J. *Matematické modely reologických vlastností pšeničných těst*. Zem. technika 22 (12) : 727-734, 1976.

Matematicky byl formulován vztah mezi konzistencí těsta a čtyřmi hlavními parametry, které ji určují. Závislost mezi obsahem vody, soli, tuku, hnětací energií a mezi konzistencí byla vyjádřena v jedné společné rovnici. Měřilo se na Höpplerově konzistometru. Pro toto měření a náročné vyhodnocení musely být udržovány standardní podmínky měření, takže reologické chování těsta nebylo sledováno za extrémních podmínek napětí a deformace. Rozměrovou analýzou byly odvozeny bezrozměrné výrazy pro konzistenci a příkon. Byla sestavena kritériální bezrozměrná rovnice, v níž je konzistence (v jednotkách viskozity) mocninovou funkcí jednotlivých parametrů. Konstanty této rovnice byly zjišťovány experimentálně pro několik druhů mouk. Z rovnic pak mohou být pomocí programu v jazyce Fortran vypočteny hodnoty konzistence pro libovolné hodnoty parametrů a sestrojeny diagramy těchto závislostí pro různé mouky.

reologie těst; konzistence těst; viskozita těst; matematické reologické modely

Pšeničné těsto je zařazováno k nelineárním viskoelastickým materiálům. Reologické chování v určitém okamžiku, odhlédneme-li od biologického charakteru těsta, závisí jednak na okamžité existujících podmínkách (napětí, deformační rychlost apod.), jednak na deformační historii. To samo o sobě by vedlo k velmi složitému chování. Specifikem pšeničných těst je navíc jejich biologický a chemický charakter. Důsledkem jejich charakteru je to, že jakákoliv energie vynaložená na deformaci těsta způsobuje okamžité změny ve fyzikálních vlastnostech a struktuře těsta a ovlivňuje i biologické pochody v těstě. Tyto všechny parametry nejsme schopni zahrnout do obecného popisu nejen proto, že neumíme kvantitativně vyjádřit jejich podíl na různých změnách reologických vlastností, ale také proto, že fyzikálně chemické a biologické vlastnosti těsta do té míry závisí na typu a původu mouky a ostatních ingredientech, že jakýkoliv obecný komplexní popis je až dosud vyloučen.

Nelze-li uvést komplexní obecný popis reologického chování těsta, neomezený a nezávislý na podmínkách měření (resp. platný pro jakékoliv podmínky), uchylujeme se k určitým zjednodušením a omezením. Ve své

práci jsme provedli takové omezení jednak tím, že byla měřena pouze toková (viskózní) část deformace, jednak tím, že podmínky vlastního měření byly definovány použitím konstantního napětí. Vzhledem k tomu, že cílem bylo vytvořit praktický model chování těsta, byla tedy zjišťována závislost konzistence, vyjadřující tokové (viskózní) vlastnosti těsta na hnětací energii a hlavních ingredientech.

METODIKA MĚŘENÍ

K měření jsme používali Höpplerova konzistometru. Podmínky měření byly popsány ve sdělení Příhody aj. (1971). Výsledkem měření je zjištěná rychlost kuličky protlačované těstem v kyvetě. Pro protlačování bylo – až na výjimky – použito konstantního zatížení. Pro první etapu práce se nebrala v úvahu závislost výsledku na tomto použitém zatížení.

Z výsledné změřené rychlosti byla vypočítávána konzistence těsta podle výpočtu udávaného výrobcem konzistometru. Výpočet se dělá pro podmínky tečení za konstantní rychlosti, a odpovídá tedy viskozitě těsta. Je také ve stejných jednotkách jako viskozita.

ODVOZENÍ BEZROZMĚRNÉHO KRITÉRIA

Pro průběh závislosti konzistence na koncentracích jednotlivých ingredient a na vložené energii jsme předpokládali platnost vztahu

$$\eta = a \cdot y^b \quad (1)$$

kde: y — zvolený parametr
 a, b — experimentální konstanty

Komplexní vztah konzistence proti všem čtyřem parametrům byl předpokládán ve tvaru součinu těchto čtyř mocninových výrazů. V bezrozměrném tvaru byla tato závislost zapsána takto:

$$A_\eta = z \cdot A_N^\delta \cdot A_w^\alpha \cdot A_s^\beta \cdot A_f^\gamma \quad (2)$$

kde: A — bezrozměrné výrazy pro η — konzistenci
 w — vodu
 s — sůl
 f — tuk
 N — příkon
 z — experimentální konstanta

Konzistence těsta ovšem závisí na více parametrech. Pro naše účely byla předpokládána kromě uvedených parametrů ještě závislost na teplotě těsta, měrném teple těsta, hustotě těsta a době hnětení. Tyto parametry jsme považovali za konstantní.

Rozměrovou analýzou byly pak získány následující bezrozměrné parametry:

bezrozměrná konzistence

$$A_{\eta} = \frac{\eta}{T \cdot c \cdot \tau \cdot \rho} \quad (3)$$

bezrozměrný příkon

$$A_N = \frac{N}{c \cdot T} \quad (4)$$

kde: T — teplota těsta ve °K
 c — měrné teplo těsta v kJ kg⁻¹ °K⁻¹
 τ — doba hnětení v s
 ρ — hustota těsta

Všechny koncentrace byly vyjádřeny :

$$A_i = \frac{G_i}{G_t} \quad (5)$$

kde: G_i — hmotnost ingredientu
 G_t — hmotnost těsta

Bezrozměrná konzistence může být zapsána zkráceně (ze vzorce 3) ve tvaru $A = \frac{\eta}{K}$ a pro účely výpočtu konzistence pak může být rovnice (2) psána ve tvaru :

$$\eta = K \cdot A_N^{\delta} \cdot A_w^{\alpha} \cdot A_s^{\beta} \cdot A_f^{\gamma} \cdot z \quad (6)$$

což je konečný výraz, který byl v naší práci experimentálně zjišťován. Odvození těchto vztahů je podrobněji popsáno v práci Příhody aj. (1976).

VÝSLEDKY

ZJIŠTĚNÉ EXPERIMENTÁLNÍ KONSTANTY PRO RŮZNÉ TYPY MOUK

Měřili jsme několik let výrazně odlišné typy mouk a vyzkoušeli jsme pět typů československých mouk a dvě mouky ze zahraniční pšenice. Pro všechny mouky byly vypočteny experimentální konstanty a exponenty bezrozměrného kritéria 6. Pro výpočet vypracovala Kaisrová (1976) program pro počítač TESLA 200 v jazyce FORTRAN, takže jsou zadávány přímo naměřené rychlosti kuličky a koncentrace. Vzájemné závislosti parametrů a rychlostí byly ověřovány výpočtem korelačního koeficientu. Ukázalo se, že závislost na soli při jejím přídávku kolem 0,5 % má jiný průběh, než popisuje uvedený vztah; proto byly pro výpočet brány hodnoty v rozmezí 1–3 % soli. Ostatní rozmezí byla: tuk 0–11 %. Dávky vody a energie natolik souvisí se složením a kvalitou složek mouky, že jejich optimální hodnoty musely být pro každou mouku určovány zvlášť.

I. Srovnání pekařského hodnocení kvality mouk a hodnot experimentálních konstant komplexního čtyřparametrového výrazu

Číslo mouky	Obsah popele %	Obsah lepku %	Farinografické ukazatele				Experimentální konstanty				
			vaznost %	vývin min.	stabilita min.	pokles konzistence B. J.	z	α (sůl)	β (tuk)	γ' (příkon)	δ (voda)
2	0,68	34,0	54,9	2,50	6,00	70	$7,2 \cdot 10^{-24}$	-0,377	-1,050	2,067	-34,754
1	0,71	29,5	58,9	1,75	4,75	70	$2,3 \cdot 10^{-21}$	-0,318	-0,795	3,094	-35,141
3	0,63	30,4	60,6	2,50	4,50	90	$4,5 \cdot 10^{-20}$	-0,911	-0,668	1,939	-28,677
5	0,49	24,0	54,0	2,50	3,30	70	$2,4 \cdot 10^{-10}$	-0,258	-0,614	6,474	-26,276
4	0,53	33,4	66,2	3,00	3,00	100	$3,3 \cdot 10^{-29}$	-0,582	-0,510	-4,456	-24,642
S	0,78	38,8	66,8 ⁺	1,00 ⁺	2,00 ⁺	190 ⁺	$1,3 \cdot 10^{-18}$	0,688	-0,318	-0,432	-23,322
K	0,46	37,9	63,0 ⁺	5,00 ⁺	14,00 ⁺	15 ⁺	$4,7 \cdot 10^{-24}$	-0,623	-1,058	0,910	-31,378

⁺ hodnoty měřeny na valorigrafu

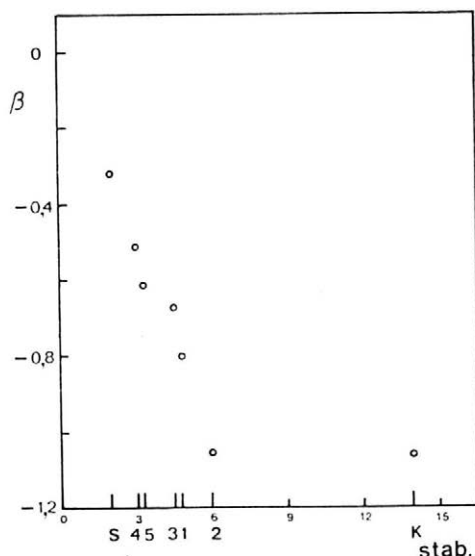
Přehled všech zjištěných hodnot pekařských vlastností i experimentální konstanty udává tab. I.

HODNOCENÍ SOUVISLOSTI MEZI KVALITOU MOUKY A EXPERIMENTÁLNÍMI KONSTANTAMI

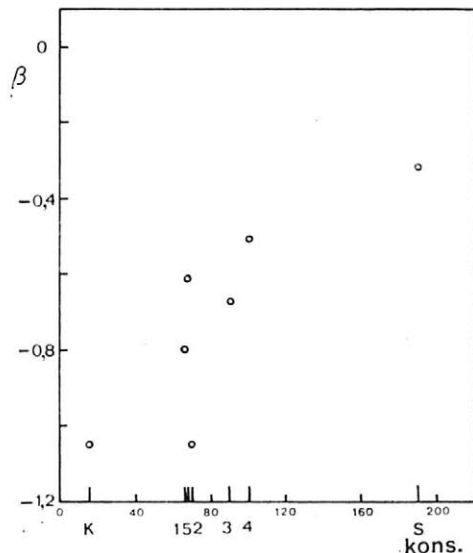
Československé mouky jsou očíslovány čísla 1–5 v pořadí klesající mechanické odolnosti těsta vůči hnětení. Tato odolnost byla charakterizována hodnotou stability farinografické křivky. Většinou je toto pořadí mouk v souladu i s dalším ukazatelem farinografického hodnocení, poklesem konzistence za 5 minut hnětení.

Z hodnot v tab. I lze zjistit celkové rozmezí, ve kterém se jednotlivé konstanty pohybují pro jednotlivé mouky. U československých mouk je postup od nejlepších kvalit – č. 1 a 2 – k mouce špatné jakosti č. 4, která je už pro pekařské účely nepoužitelná. Z řady se poněkud vymykají kanadské mouky S a K; S je těstářenská mouka s vysokým obsahem lepku, ale kvalitou je nevhodná pro pekařské účely, K je běžný typ kanadské mouky laboratorně mleté s vymletím na 75 %. Tato mouka má naopak vysoký obsah vysoce kvalitního lepku a ve většině ukazatelů se vymyká z řady našich mouk. Bylo také nutné pro její měření použít jiného zatížení, neboť těsto z ní, přestože bylo připraveno na konstantní farinografickou konzistenci, má pro měření na Höpplerově konzistoměru ještě příliš vysokou konzistenci.

Některé souvislosti zjištěných exponentů s farinografickými ukazateli lze zobecnit v grafech. Na obr. 1 a 2 jsou uvedeny závislosti mezi expo-



1. Grafické srovnání experimentálních hodnot exponentu tuku β (1) a farinografické stability (min.). Velká čísla na vodorovné ose označují druh mouky. Značení mouk je stejné jako v tab. I



2. Grafické srovnání experimentálních hodnot exponentu tuku β (1) a farinograficky zjištěného poklesu konzistence (B. J.). Značení mouk jako v obr. 1

nenty u tuku a stabilitou, resp. poklesem konzistence. Tyto souvislosti byly překvapivě nejlepší, ale lze najít ještě souvislosti u exponentů vody a energie se stabilitou. Ty však mají poněkud horší korelaci. Naproti tomu nebyla nalezena souvislost experimentální konstanty z s ukazateli pekařské kvality, jako jsou farinografické hodnoty apod. Nelze tedy říci, zda v tomto směru by se závislosti neukázaly. Byl také vypracován program na výpočet hodnot konzistence přímo pro libovolné dosazené hodnoty koncentrací a příkonu, ovšem pouze pro hodnoty uvnitř měřených rozsahů.

EXPONENCIÁLNÍ VZTAH

Jako jednodušší případ modelů byl vyzkoušen rovněž exponenciální vztah pro spojitě proměnné dva parametry (voda a příkon, přičemž tuk a sůl byly udržovány konstantní). Model byl odvozen ze základní obecné rovnice

$$\eta = a \cdot e^{b \cdot c_w} \quad (7)$$

aplikované na obě závislosti

kde: c_w — obsah vody
 a , b — experimentální konstanty

Hodnota b byla pro každou mouku konstantní i při různých hodnotách vložené energie. Naproti tomu hodnoty a jsou závislé na množství vložené energie, a jsou tedy její funkcí.

Zásadně bylo možné rozdělit sedm zkoušených mouk na dvě skupiny, pro které platily dva typy závislosti. Jeden typ obsahoval proměnnou c_N (příkon) jen v násobné konstantě a (jako lineární funkci c_N), tudíž konečný vztah byl typu

$$\eta = (B_0 + B \cdot c_N) \cdot e^{b \cdot c_w} \quad (8)$$

druhý obsahoval závislost na c_N a c_w jako součin dvou exponenciál (a jako exponenciální funkce c_N), tedy ve tvaru

$$\eta = k \cdot e^{(B_0 + B \cdot c_N) + b \cdot c_w} = k_0 + k \cdot e^{(B \cdot c_N + b \cdot c_w)} \quad (9)$$

DISKUSE A ZÁVĚR

Prověřili jsme experimentální mocninový vztah složený z bezrozměrných kritérií pro jednotlivé ingredience těsta a umožňující výpočet konzistence těsta. Vyzkoušeli jsme sedm druhů odlišných mouk a zjistili jsme, že experimentální konstanty (exponenty) pro jednotlivé ingredience byly závislé na kvalitě mouk. Byly zjištěny trendy závislosti hodnoty exponentu na hodnotách proměnné (koncentrace ingredientu, resp. příkonu na hnětení):

- u soli v rozmezí od $-0,258$ do $-0,911$ s jednou výjimkou u semoliny, kde byla hodnota kladná;

- u tuku v rozmezí od $-0,319$ do $-1,058$, přičemž je zjevný trend zvyšování absolutní hodnoty se stoupající pekařskou kvalitou;
- u příkonu na hnětení u pekařských mouk byly hodnoty v rozmezí $0,910$ až $6,474$, přičemž se stoupající kvalitou mouky se hodnoty snižovaly. U mouky těstářenské a z odrůdové pšenice, které byly obě pekařsky nevhodné, byly hodnoty záporné;
- u vody v rozmezí $-23,322$ až $-35,141$, přičemž se stoupající pekařskou kvalitou se hodnoty zvyšovaly, u nepekařských mouk jsou zřetelně nejnižší.

Všechna měření byla spolehlivě statisticky podložena a jejich platnost prověřena výpočtem chyb a korelací. Přesto počet sedmi různých měřených mouk nedává možnosti učinit definitivní závěry o všech možných korelacích. Na základě grafického vyhodnocení byly zjištěny nejlepší korelace mezi exponenty u koncentrace tuku a farinograficky zjištěnými hodnotami poklesu konzistence a stability. Farinografická stabilita je ještě v dosti dobré korelaci s exponentem u koncentrace vody a do jisté míry je patrná i závislost mezi stabilitou a příkonem na hnětení. Jiné farinografické hodnoty neukázaly žádné korelace. Na základě grafického znázornění lze usuzovat na značně větší citlivost a rozlišovací schopnost mezi hodnotami exponentů pro různé mouky, než je tomu u farinografických hodnot.

Zjištěný komplexní kritériální výraz čtyř parametrů umožňuje přímý výpočet konzistence pro libovolné hodnoty parametrů uvnitř celého měřeného rozmezí.

Literatura

- KAISROVÁ, A.: [Diplomní práce.] Praha, Vysoká škola chemicko-technologická 1976.
- PŘÍHODA, J. — HAMPL, J. — HAVLÍKOVÁ, M.: Mathematical modelling of properties of wheat doughs. *J. of Texture Studies*, 1976, v tisku.
- PŘÍHODA, J. — HAMPL, J. — KARLOVÁ, S.: Rheological studies of dough with the Hoeppler consistometer. *Cereal Chem.*, 48, 1971, s. 59.

Došlo dne 7. 7. 1976

ПРЖИГОДА Й. (Химико-технологический институт, Прага, Чехословакия). Математические модели реологических свойств пшеничного теста. *Zem. technika* 22 (12): 727-734, 1976.

Математически формулировалось отношение между консистенцией теста и четырьмя основными параметрами, определяющими ее. Зависимость между содержанием воды, соли, жира, размешивающей энергией и между консистенцией была выражена в одном общем уравнении. Измерялись на Геплеровом консистометре. Для этого измерения и сложной оценки необходимо было сохранить стандартные условия измерения, так что реологическое поведение теста не испытывалось при экстремных условиях напряжения и деформации. Размерным анализом были выведены безразмерные выражения консистенции и потребляемая мощность. Было составлено критериальное безразмерное уравнение, в котором консистенция (в единицах вязкости) является степенью функции отдельных параметров. Константы данного уравнения определялись экспериментально для нескольких видов муки. Из уравнений, при помощи программы в языке Фортран, могут быть вычислены данные консистенции для любых параметров и составлены диаграммы этих зависимостей для разных видов муки.

реология теста; консистенция теста; вязкость теста; математические реологические модели

PŘÍHODA J. (Institute of Chemistry and Technology, Praha, Czechoslovakia). *Mathematical Models of Rheological Properties of Wheat Doughs*. Zem. technika 22 (12) : 727-734, 1976.

The relation between dough consistency and the four main parameters determining it was mathematically formulated. Dependence between the content of water, salt, fat, kneading energy and consistency was expressed in one common equation. The measurements were carried out in Höppler's consistometer. For the measuring and laborious evaluation standard measuring conditions had to be maintained so that the rheological behavior of dough could not be studied under extreme conditions of tension and deformation. By means of dimensional analysis dimensionless expressions for the consistency and input were derived. A criterional dimensionless equation in which consistency (in viscosity units) is a power function of the individual parameters was developed. The constants of this equation were determined experimentally, for several flour kinds. From the equations the consistency values can be calculated using the Fortran language program for arbitrary parameter values and diagrams of these relations for various flour kinds can be constructed.

dough rheology; dough consistency; dough viscosity; mathematical rheological models

PŘÍHODA J. (Chemisch-technologische Hochschule, Praha, Tschechoslowakei). *Mathematische Modelle rheologischer Eigenschaften von Weizenteigen*. Zem. technika 22 (12) : 727-734, 1976.

Die Beziehung zwischen der Teigkonsistenz und den vier Hauptparametern, von denen sie bestimmt wird, wurde mathematisch formuliert. Die Abhängigkeit zwischen dem Wasser-, Salz- und Fettgehalt, der Knetenergie und der Konsistenz wurde in einer gemeinsamen Gleichung zum Ausdruck gebracht. Diese wurde mit dem Höppler-Konsistometer gemessen. Für diese Messung und die anspruchsvolle Bewertung mußten Standardmeßbedingungen erhalten werden, sodaß das rheologische Verhalten des Teigs nicht unter extremen Bedingungen der Spannung und Deformation untersucht wurde. Durch Dimensionsanalyse wurden dimensionslose Ausdrücke für Konsistenz und Leistungsaufnahme abgeleitet. Es wurde eine kriteriale dimensionslose Gleichung zusammengestellt, in der die Konsistenz (in Viskositätseinheiten) eine Potenzfunktion der einzelnen Parameter ist. Die Konstanten dieser Gleichung wurden experimentalweise für einige Mehlartern ermittelt. Aus den Gleichungen können dann mit Hilfe der Fortran-Sprache Konsistenzwerte für beliebige Parameterwerte berechnet und Diagramme dieser Abhängigkeiten für verschiedene Mehlartern konstruiert werden.

Rheologie der Teige; Konsistenz der Teige; Viskosität der Teige; mathematische rheologische Modelle

Adresa autora:

Ing. Josef Příhoda, Vysoká škola chemicko-technologická, Suchbátarova 3, 160 00 Praha 6

ZMĚNA FYZIKÁLNÍCH VLASTNOSTÍ A SPOTŘEBITELSKÉ KVALITY PŠENIČNÉHO TĚSTA PŘI JEHO ZPRACOVÁNÍ

V. Bulena, Z. Kroužilová

Výzkumný ústav potravinářské a chladicí techniky, Praha

BULENA V., KROUŽILOVÁ Z. *Změna fyzikálních vlastností a spotřebitelské kvality pšeničného těsta při jeho zpracování.* Zem. technika 22 (12) : 735-742, 1976.

Práce se zabývá některými problémy hnětení pšeničných těst. Experimentálně bylo prokázáno, že měrná energie potřebná pro vyhnětení pšeničného těsta není konstantní, ale závisí mj. také na tvaru zpracovatelských orgánů (hnětadel). Dále byly pro různé tvary hnětadel zpracovány tzv. optimalizační křivky, což jsou křivky v poli procesních parametrů, při kterých má vyhnětené těsto maximální kvalitu. Nakonec byl proveden pokus o korelaci mezi reometrickými a kvalitativními hodnotami pšeničného těsta.

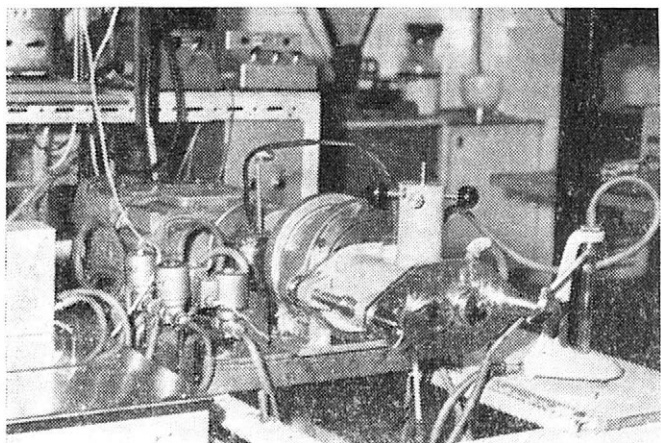
hnětení pšeničných těst; hnětadla; reologie

Zpracování a výroba pšeničného těsta z původních složek – mouky, vody, droždí, soli a dalších přísad – probíhá na strojích, které nazýváme hnětače; samotnou operaci přípravy těsta pak nazýváme hnětením.

Řešením operace hnětení pšeničného těsta jsme se ve VÚPCHT zabývali v posledních letech. Mimo jiné byly řešeny problémy spojené s volbou procesních parametrů, tvarem funkčních elementů, kvalitou vyhněteného těsta. Vlastní operace byla řešena experimentálně v laboratorním měřítku, přičemž zásady pro převod hodnot z laboratorního do provozního měřítka byly zpracovány a publikovány dříve (Budíček, Bulena, 1972; Bulena, Kroužilová, 1975; Bulena, Budíček, 1975).

POPIS EXPERIMENTÁLNÍHO ZAŘÍZENÍ

Laboratorní hnětač (obr. 1) je dvoumotorový, s vyměnitelnými hnětadly, která se mohou pohybovat jak souběžně, tak protiběžně. Hnětač je dále vybaven temperačním pláštěm, který má udržovat předepsanou technologickou teplotu, snímačem teploty hněteného těsta (desetinásobný termočlánek CHROMEL – KOPEL), tenzometrickým snímačem kroutícího momentu na hřídeli hnětadel, měřením průtoku a teplot chladícího média na vstupu a na výstupu z temperačního pláště, měřením doby hnětení

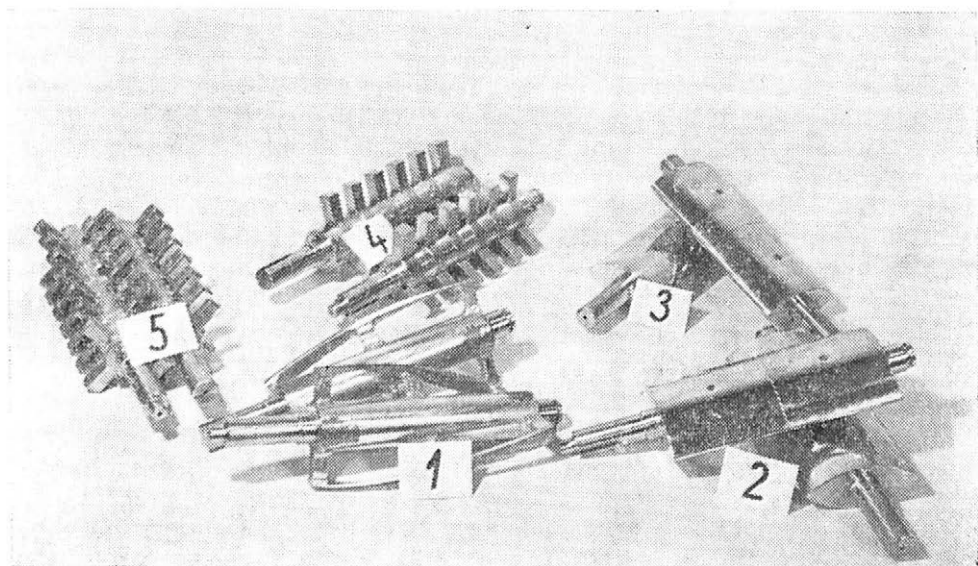


1. Laboratorní hnětač

a otáček hnětačů. Otáčky hnětačů jsou plynule nastavitelné v rozsahu $30 \div 180 \text{ l min}^{-1}$. Hnětač je zatím opatřen těmito typy hnětačů (obr. 2):

1. prutová hnětačla,
2. oválová hnětačla,
3. pístová hnětačla,
4. prstová hnětačla se třemi řadami prstů,
5. prstová hnětačla se čtyřmi řadami prstů.

Prutová hnětačla jsou použita u hnětače T 430.1 (TOPOS Šluknov). Otáčejí se v komoře proti sobě; vůle mezi pruty a stěnou ko-



2. Použité typy hnětačů

mory je minimální. V prostoru komory nejsou velké rozdíly ve stupni zpracování těsta.

Při použití o v á l o v ý c h h n ě t a d e l dochází k intenzivnímu smykovému namáhání těsta mezi vrcholem hnětadla a stěnou komory. V tomto uspořádání nemají velký míchací účinek. Smysl otáčení hnětadel je proti sobě.

P í s t o v á h n ě t a d l a jsou jediná z použitých hnětadel, u nichž dochází k normálovému namáhání těsta. Hnětadla se otáčejí souhlasně a komora hnětače je stále rozdělena na dvě (event. tři) části, jejichž objemy se periodicky mění.

P r s t o v á h n ě t a d l a se třemi řadami prstů zajišťují dostatečně stírání stěn hnětací komory, míchání materiálu a jeho smykové zpracování mezi míjejícími se prvky. Mohou mít jak souhlasný, tak opačný smysl otáčení a různou vzájemnou axiální vzdálenost prstů.

P r s t o v á h n ě t a d l a se čtyřmi řadami prstů se neosvědčila při souhlasném smyslu otáčení — těsto se nedostalo do hlavního hnětacího prostoru mezi hnětadly.

POSTUP PŘI MĚŘENÍ

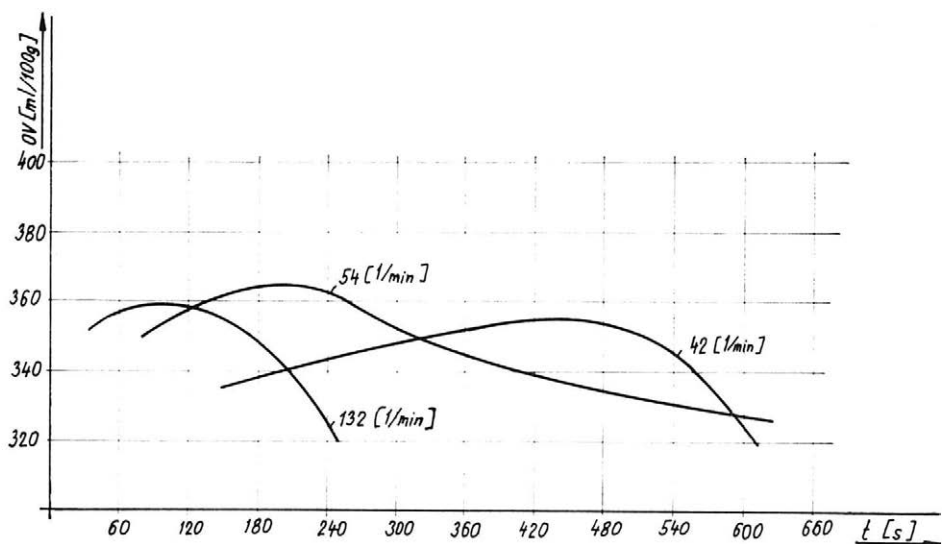
Suroviny (mouka, voda, droždí, solný roztok, cukerný roztok, tuk a diapol) temperované na 27 °C byly míseny v kuchyňském robotu 1 minutu. Potom byl materiál vložen do hnětače a hněten zvolenou dobu. Po vyjmutí těsta z hnětače bylo vloženo cca 1000 g do klimatizační skříně ke zrání za předepsaných technologických podmínek. Po vyzrání těsta bylo vytvarováno speciálním vykulovačem 10 klonků (po 70 g), které v klimatizační skříně vykynuly (doba kynutí byla konstantní — 40 minut). Vykynuté klonky byly upečeny v laboratorní peci při teplotě 260 °C 13 minut. Objemová vydatnost chladných bulek byla měřena objemoměrem.

Souběžně s těmito pečnými zkouškami se dělala reometrická měření v komerčním rotačním viskozimetru Reotest II, uspořádání kužel — deska. Teplota měřeného vzorku těsta byla udržována na 27 °C. Měřili jsme v desáté minutě od konce hnětení. Do té doby odpočíval vzorek v Reotestu, aby proběhla relaxace přídavných napětí vnesených do těsta přípravou vzorku.

VÝSLEDKY MĚŘENÍ

Pro každý typ hnětadel jsme dělali série měření v širokém rozsahu frekvencí otáčení a dob s cílem nalézt body, ve kterých je kvalita těsta (daná jeho objemovou vydatností) největší.

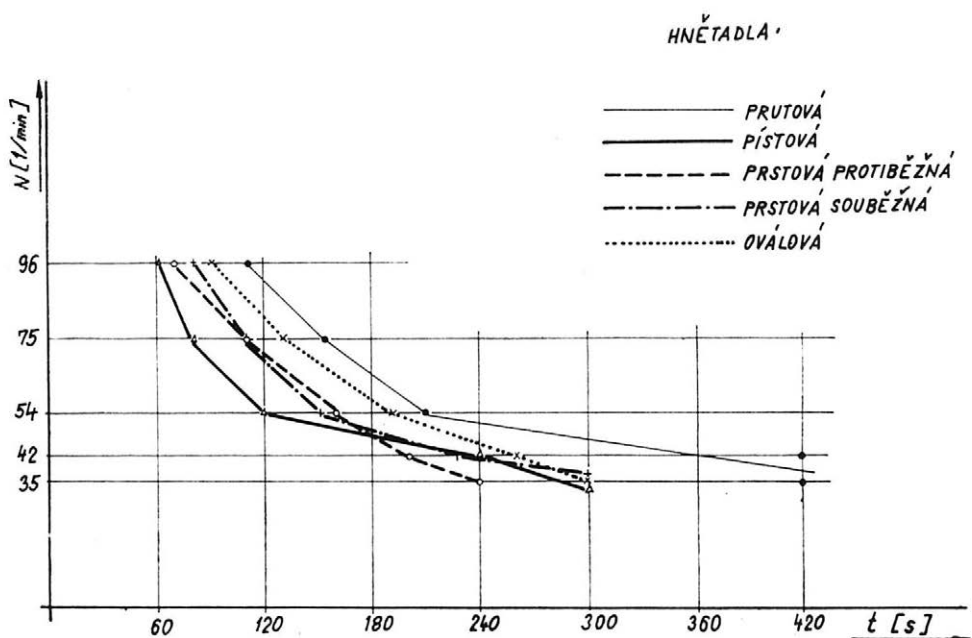
Charakteristický průběh kvality vyhněteného těsta v závislosti na době hnětení je znázorněn na obr. 3 pro tři různé konstantní frekvence otáčení hnětadel. Závislost dosahuje při určité době hnětení maximální kvality; pro jednotlivé frekvence otáčení je tato doba hnětení odlišná. Znamená to, že hmotu můžeme buď nedohnětat, jestliže hněteme příliš krátkou dobu, nebo naopak dalším zpracováním (na rozdíl od prostého míchání) znehodnotit či podstatně snížit kvalitu konečného výrobku.



3. Závislost objemové vydatnosti na době hnětení a na frekvenci otáčení

OPTIMALIZAČNÍ KŘIVKY

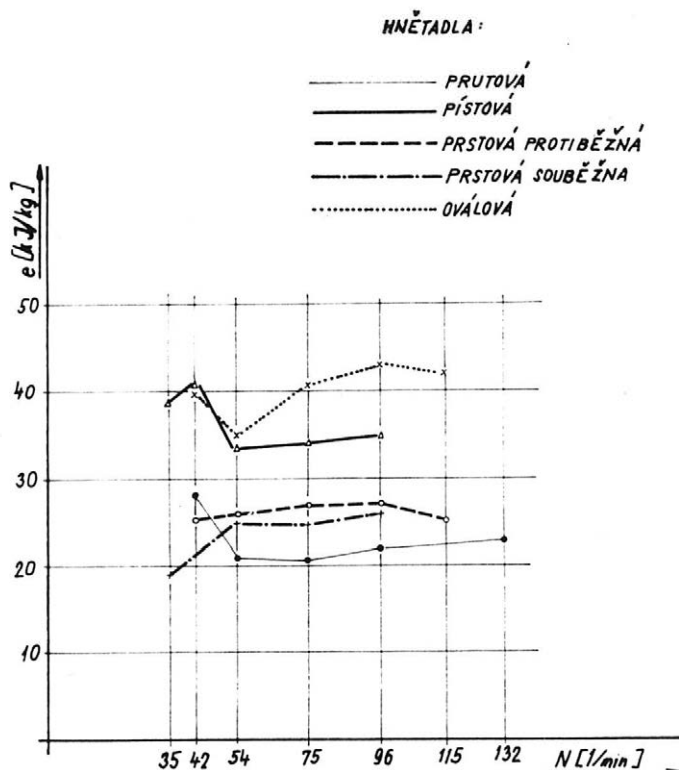
Závislost objemové vydatnosti na době hnětení a na frekvenci otáčení hnětadel byly dále zpracovány. Body o maximální objemové vydatnosti pro jeden typ hnětadel v grafu frekvence otáčení hnětadel versus



4. Optimalizační křivky

dobu hnětení leží na spojitě křivce, kterou jsme nazvali optimalizační křivka pro daný typ hnětadel (obr. 4). Z této závislosti lze pro zvolený typ hnětadel a frekvenci jejich otáčení stanovit dobu hnětení potřebnou ke zpracování těsta o maximální kvalitě. Vzhledem k tomu, že s těmito parametry je svázána produkce a objem hnětače, jsou optimalizační křivky základním podkladem pro navrhování hnětačů.

5. Měrná energie podél optimalizační křivky



Z naměřených hodnot kroutícího momentu byla spočtena měrná energie podél optimalizačních křivek, tzn. pro výrobky s maximální kvalitou (obr. 5). Pro použité typy hnětadel a měřený rozsah frekvence otáčení hnětadel se měrná energie pohybuje v rozsahu 20 až 45 kJ kg⁻¹ a závisí na použité geometrii hnětadel a procesních parametrech.

V nedávných letech mnoho autorů tvrdilo, že pšeničné těsto je vyhněteno právě při aplikaci měrné energie 40 kJ (většinou vycházeli z Chorleynoodského způsobu), ale již Heaps aj. (1967) a Launay a Bure (1973) poukázali na to, že měrná energie závisí na způsobu, jakým se mechanická energie do zpracovávaného těsta vkládá. Naše experimenty prokázaly, že měrná energie podstatně závisí na procesních parametrech a na geometrii systému.

Takové chování pšeničného těsta bylo pro konstantní rychlost deformace aproximováno rovnicí

$$\tau = \left[\eta_{\infty} + \left(\eta_0 - \eta_{\infty} \right) e^{-\frac{\beta}{\dot{\gamma}} \gamma} \right] \left(1 + e^{-\frac{\gamma}{A\dot{\gamma}}} \right)^{\dot{\gamma}} \quad (1)$$

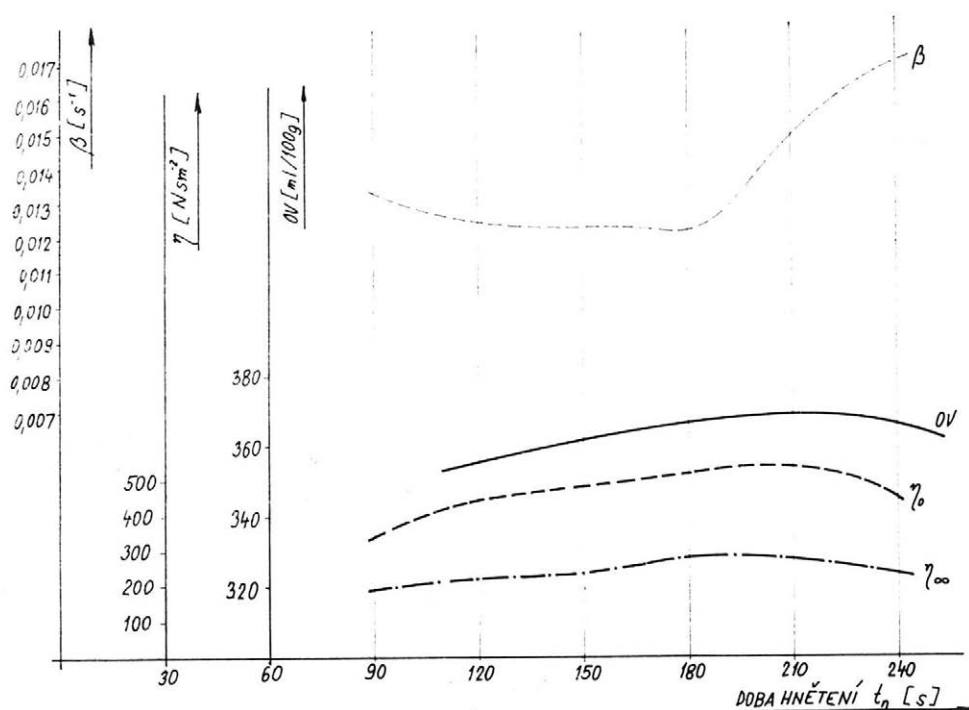
Uvažujeme-li zdánlivou viskozitu jako $\eta = \frac{\tau}{\dot{\gamma}}$, pak můžeme rovnici (1) přepsat do tvaru

$$\eta = \left[\eta_{\infty} + \left(\eta_0 - \eta_{\infty} \right) e^{-\frac{\beta}{\dot{\gamma}} \gamma} \right] \left(1 - e^{-\frac{\gamma}{A\dot{\gamma}}} \right) \quad (2)$$

Klesající část takové křivky pak lze velmi dobře nahradit výrazem

$$\eta = \left[\eta_{\infty} + \left(\eta_0 - \eta_{\infty} \right) e^{-\frac{\beta}{\dot{\gamma}} \gamma} \right] \quad (3)$$

protože výraz $\left(\exp - \frac{\gamma}{\dot{\gamma} \lambda} \right)$ se pro použitou rychlost deformace $\dot{\gamma} = 5,53 \text{ s}^{-1}$ blíží velmi rychle k nule.



6. Závislost koeficientů η_0 , η_{∞} , β na době hnětení

Závislost mezi způsobem zpracování či objemovou vydatností těsta a konstantami modelu (η_0 , η_∞ , β) byla v prvním kroku zpracována graficky (jako příklad viz graf na obr. 6). Ve většině případů lze říci, že objemová vydatnost roste s rostoucím η_0 a klesá s rostoucím β . Koeficient η_∞ se při různých způsobech zpracování příliš neliší. Ze série měření lze však závislost mezi objemovou vydatností a koeficienty η_0 a β stanovit pouze s velkým rozptylem, a proto nebyla dále exaktně vyhodnocena.

Lze předpokládat, že při hledání vztahu mezi kvalitou vyhněteného těsta (objemovou vydatností) a reometrickými konstantami budou důležité některé další fyzikální vlastnosti těsta jako mez pevnosti, či hraniční deformace. Pro přesnější korelace bude nutné nadále počítat s těmito dalšími reometrickými hodnotami.

DISKUSE

Experimentálně bylo prokázáno, že pšeničné těsto lze připravit v různých geometricky uspořádaných hnětačích téměř ve stejné kvalitě, ale spotřeba energie je různá. U použitých typů hnětačů se lišily objemové vydatnosti upečeného těsta pro procesní parametry na optimalizačních křivkách pouze o 2 % – což je méně, než je přesnost měření objemové vydatnosti.

Stanovené optimalizační křivky platí pro danou technologii výroby, tzn. pro danou recepturu složení těsta a pro konstantní dobu zrání, kynutí a pečení při daných technologických teplotách. Lze předpokládat, že při změně technologie se změní (posunou) i optimalizační křivky.

Při zkouškách, které probíhaly v rozmezí zhruba jednoho roku, jsme zjistili, že absolutní hodnota objemové vydatnosti se mění, zřejmě v závislosti na stárnutí mouky a proměnné kvalitě droždí, ale maximum objemové vydatnosti se vždy pohybovalo na optimalizační křivce. (Zde je třeba poznamenat, že během experimentů jsme se vždy snažili udržet u surovin konstantní kvalitu.)

Zároveň jsme zjistili, že kolem optimalizačních křivek existuje vždy toleranční pásmo, ve kterém ještě objemová vydatnost vyhovuje mezím normy. Prakticky to znamená, že závislost kvality na procesních parametrech má ploché maximum.

Parametr, ve kterém se výrazně odlišují jednotlivé typy hnětačů, je měrná energie, která se mění zhruba od $20 \div 25 \text{ kJ kg}^{-1}$ pro prutová hnětadla až k $40 \div 45 \text{ kJ kg}^{-1}$ pro oválová hnětadla. Přitom pro jednotlivé typy hnětačů se podíl optimalizační křivky příliš nemění.

To možná vedlo mnohé autory, kteří pracovali převážně s Brabendrovým Do-CORDEREM, k závěrům, že pro zpracování pšeničného těsta je měrná energie konstantní, a to 40 kJ kg^{-1} . (Tento laboratorní hnětač má hnětadla oválového typu.)

Ke zkouškám byla použita čs. mouka běžného typu T 650; lze očekávat, že při použití silnější nebo slabší mouky se odpovídající měrná energie zvětší, popř. zmenší. Při dlouhodobých zkouškách byl rozptyl měřené měrné energie cca 10 %.

- BUDÍČEK, L. — BULENA, V.: Hnětení pšeničných těst. Referát na konferenci CHISA 1972.
 BULENA, V. — KROUŽILOVÁ, Z.: Závěrečná zpráva VSCHP. 1975.
 BULENA, V. — BUDÍČEK, L.: Mixing — Developing. (Referát.) 6th European Symposium — FOOD, Cambridge 1975.
 HEAPS — WEBB — RUSSEL, E. — COPPOCK, J. B.: Studies on mechanical factors affecting dough development. J. Fd. Technol., 1967, č. 2.
 LAUNAY, B. — BUDE, J.: Application of a viscometric method to the study of wheat flour doughs. J. Texture Studies, 1973, č. 4.

Došlo dne 7. 7. 1976

БУЛЕНА В., КРОУЖИЛОВА З. (Научно-исследовательский институт пищевой и холодильной техники, Прага, Чехословакия). Изменение физических свойств и потребительского качества пшеничного теста при его обработке. *Zem. technika* 22 (12): 735-742, 1976.

В работе отмечены некоторые проблемы разминания пшеничного теста. Экспериментально было доказано, что измерительная энергия необходимая для разминания пшеничного теста является не постоянной, но зависит также от форм обрабатывающих органов (мешалки). Для разных видов мешалок далее было разработаны так наз. оптимизационные кривые, и которые являются кривыми в поле процессных параметров, при которых у размешанного теста максимальное качество. Наконец было проведено испытание корреляции между реометрическими и качественными качествами пшеничного теста.

Размешивание пшеничного теста; мешалки; реология

BULENA V., KROUŽILOVÁ Z. (Research Institute of Food and Refrigerating Engineering, Praha, Czechoslovakia). *Changes of Physical Properties and Consumer Quality of Wheat Dough During Processing*. *Zem. technika* 22 (12): 735-742, 1976.

The paper is concerned with various problems of wheat dough kneading. It has been experimentally demonstrated that specific energy required for wheat dough kneading is not constant depending i. a. on the shape of the processing elements (masticators). Further the so-called optimization curves, i. e. curves in the range of the processing parameters under which the kneaded dough reaches its maximum quality, were constructed for various masticator types. Finally a correlation between the rheometric and qualitative values of the wheat dough was attempted.

kneading of wheat doughs; masticators; rheology

BULENA V., KROUŽILOVÁ Z. (Forschungsinstitut für Lebensmittel- und Kühltechnik, Praha, Tschechoslowakei). *Veränderung der physikalischen Eigenschaften und der Verbraucherqualität von Weizenteig bei seiner Verarbeitung*. *Zem. technika* 22 (12): 735-742, 1976.

Die Arbeit befaßt sich mit einigen Problemen der Knetung von Weizenteigen. Experimentell wurde nachgewiesen, daß die zur Knetung von Weizenteig notwendige spezifische Energie nicht konstant ist, sondern u. a. auch von der Form der Verarbeitungsorgane (Kneten) abhängig ist. Weiter wurden für verschiedene Knetformen sog. Optimierungscharakteristiken erarbeitet; das sind Kurven im Feld der Prozeßparameter, bei denen der ausgeknetete Teig von maximaler Qualität ist. Zum Schluß wurde ein Versuch um Korrelation zwischen den rheometrischen und quantitativen Werten von Weizenteig durchgeführt.

Knetung von Weizenteigen; Kneten; Rheologie

Adresa autorů:

Ing. Vladimír Bulena, ing. Zdeňka Kroužilová, Výzkumný ústav potravinářské a chladicí techniky, Ostrovského 34, 150 00 Praha 5

LABORATORNÍ LISOVACÍ PŘÍSTROJ – VYHODNOCENÍ NAMĚŘENÝCH ÚDAJŮ A METODA URČENÍ ROVNOVÁŽNÉHO STAVU OVOCNÝCH ŠTÁV

I. Körmendy

Výzkumný ústav konzervářského průmyslu, Budapešť

KÖRMENDY I. *Laboratorní lisovací přístroj — vyhodnocení naměřených údajů a metoda určení rovnovážného stavu ovocných šťáv.* Zem. technika 22 (12) : 743-751, 1976.

V úvodu je podán krátký přehled výzkumné činnosti Výzkumného ústavu konzervářského průmyslu v Budapešti v oboru lisování ovoce. Je popsán základní princip laboratorního přístroje na lisování, který byl vyvinut v ústavu, a vyhodnocení naměřených údajů. Byl upravován vtok šťávy do přístroje a vypařování, dále byla sestrojena kalibrační křivka k zjištění hmotnosti a údajů o výtlačku. Takto byl určen počáteční obsah vzduchu v lisovaném materiálu. Poslední část práce se týká metody určování rovnovážného stavu ovocných šťáv vzhledem k tlaku působícímu na stlačovaný materiál. Jsou také uvedeny výsledky měření a příslušné matematické funkce.

dužnina jablek; laboratorní zkoušky lisování; rovnovážný stav šťáv; metody vyhodnocování naměřených údajů

S výzkumnou prací v oblasti lisování ovoce, založenou na dříve publikovaných pracích (Carman, 1938; Gurnham, Masson, 1946; Gurnham, 1950; Rietema, 1952; Stjenitzer, 1955; Fan-Jung aj., 1956; Flaumenbaum aj., 1958; Schaller, Blazevsky, 1960), jsme započali v r. 1960. Práce je soustředěna do tří hlavních oblastí: rozvoj laboratorního lisovacího přístroje, experimentální činnost a teoretická práce.

První laboratorní lis, sestrojený v r. 1959, byl pravděpodobně tehdy jediným přístrojem pro výzkum lisování ovoce. Byl popsán v několika publikacích (Körmendy, 1961, 1962, 1963, 1964, 1965, 1966; Körmendy aj., 1961) a až do r. 1969 byl používán různými pracovníky ve výzkumu (Fábrí aj., 1970; Nagy, 1971). Zlepšený model, který se používá od r. 1969 (Körmendy, 1972, 1974; Kardos, 1974; Körmendy, Gyönös, 1972), je popsán v tomto příspěvku.

Lze předpokládat, že oba přístroje, a hlavně první, sloužily ostatním výzkumným pracovištím jako vodítko pro rozvíjení jejich vlastních laboratorních lisů, i když vlastní provedení se značně mění v základních i konstrukčních rysech (Schaller, 1974; Brockmann, 1970; Moro-

zov, Olševskij, 1970, 1971; Beltman, Pilnik, 1971; Schaller aj., 1971; Meparašvili, Žvanija, 1972; Wucherpfennig aj., 1973).

Experimentální práce přinesla tyto výsledky:

- jednoduchou empirickou charakteristiku lisovaného materiálu (Körmendy, 1961, 1965; Körmendy aj., 1962),
- zjištění, že počáteční tloušťka vrstvy lisovaného materiálu ovlivňuje výtěžek šťávy v případě jednosměrného lisování (Körmendy, 1961, 1962, 1963, 1964, 1965, 1966; Körmendy aj., 1961, 1962),
- metodu určování rovnovážného stavu šťávy jako funkce působícího tlaku,
- metodu výpočtu hodnot výtlaku stlačovaného materiálu z údajů měření váhy vyliisované šťávy nebo naopak, včetně určení počáteční tloušťky materiálu neobsahujícího vzduch.

Byla také ověřena dříve používaná metoda určení obsahu suspendovaných pevných částic ve vyliisované šťávě (Körmendy, 1972, 1974). V pokusech se porovnávala způsobilost různých druhů jablek k lisování po déletrvajícím skladování v chladu (Körmendy aj., 1975). V poslední době byly sledovány (ale dosud nepublikovány) účinky perlitu, vmíchaného před lisováním do rozmělněných jablek.

VÝSLEDKY

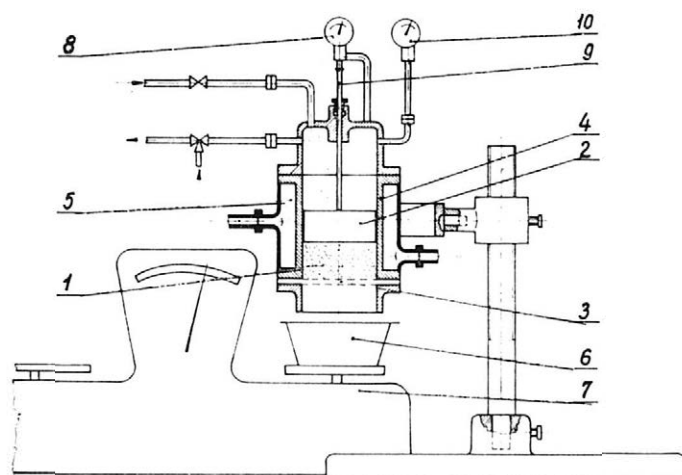
V r. 1961 byla vypracována a publikována v několika článcích teorie jednosměrného lisování spolu s výsledky pokusů (Körmendy aj., 1962; Körmendy, 1964, 1965). Později bylo zjištěno, že existuje vztah mezi touto teorií lisování a Terzaghiho konsolidační teorií půdní mechaniky (Terzaghi, 1925, 1954), která byla tehdy převzata Shirato aj. (1965) pro teorii filtrace. Konsolidační teorie ve své původní formě a některých pozdějších vylepšeních (Heinrich, 1938; Biot, 1941; Taylor, 1960) byla vypracována pro materiály mající konstantní konsolidační koeficienty. Teorie lisování však toto zjednodušení neobsahuje. Teorie jednosměrného lisování byla vyjádřena integrální rovnicí (Körmendy aj., 1962; Körmendy, 1964) a později transformována do vhodnější formy nelineární parciální diferenciální rovnice druhého řádu parabolického typu (Körmendy, 1963, 1965). Bylo také poukázáno na analogii mezi diferenciální rovnicí lisování a tepelnou vodivostí (nebo difúzí). Byla rozvíjena trojrozměrná teorie lisování (Körmendy, 1968, 1974), uvažovalo se o pokusu zevšeobecnit konsolidační teorii v trojrozměrné formě (Terzaghi, 1954; Heinrich, 1938; Biot, 1941; Taylor, 1960; Litvai, 1965). Mezitím Shirato a jeho spolupracovníci pokračovali v dalším rozvíjení teorie filtrace a konsolidace (Shirato aj., 1969, 1970). Teorie trojrozměrného lisování ve své současné formě užívá vektorových a tenzorových výpočtů a platí pro zcela nasycené systémy, které můžeme považovat za kontinuum. Teorie obsahuje rovnice kontinuity a podmínky napětí pro tuhou a kapalnou fázi, vztahy mezi různými napětími, základní rovnice pohybu, zevšeobecněnou formu Dar-

cyho zákona a počáteční a hraniční podmínky. Není omezena pro pevné fáze, které jsou tvořeny oddělenými částicemi kulovitěho tvaru. Vztahy napětí – deformace u pevných fází jsou formulovány všeobecně, což umožňuje použít časově závislé vztahy napětí – deformace. Je možné brát v úvahu i jiné síly mezi dvěma fázemi než třecí a tokové.

ZÁKLADNÍ USPOŘÁDÁNÍ LABORATORNÍHO LISU A METODA HODNOCENÍ NAMĚŘENÝCH ÚDAJŮ

Schematické uspořádání lisovacího přístroje je zobrazeno na obr. 1. Dužnina určená k lisování je uložena do válce (1), který je uzavřen z jedné strany pístem (2), z druhé filtračním sítem a opěrnou deskou (3).

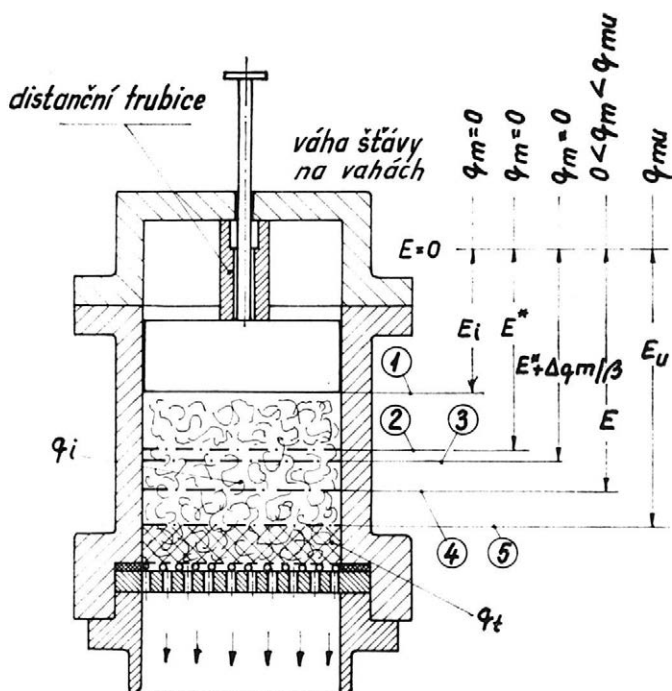
1. Uspořádání lisovacího přístroje



Dužnina je obklopena pláštěm válce (4) a ohřívána na konstantní teplotu vodou cirkulující v plášti (5). Vylisovaná šťáva vytéká do nádobky (6) umístěné na váhách se stupnicí dělenou po 1 g (7). Při lisování je píst pod tlakem vzduchu nebo kyslíčnicku uhličitého. Obě strany pístu jsou od sebe hermeticky odděleny těsnícími kroužky. Posun pístu je měřen s dělením stupnice po 0,01 mm (8). Přístroj je spojen s pístem tyčí (9). Tlak na píst je měřen velmi přesným Bourdonovým manometrem (10). Přístroj je vybaven nástroji pro manipulaci s dužninou.

Tlak je udržován prostřednictvím tlakové nádrže. Redukční ventil a regulátor slouží ke stanovení příslušné velikosti tlaku nebo ke změně tlaku podle požadavků pokusu. Horní hranice velikosti tlaku na píst je 30 kp cm^{-2} (2,94 MPa). Doba lisování byla měřena chronometrem s dělením po 0,2 s. Byla také měřena teplota a relativní vlhkost vzduchu v laboratoři. Pro zjištění přesnosti čtení měřených údajů byly stupnice přístrojů ofotografovány.

Na obr. 2 je zobrazeno schéma příčného řezu lisovací hlavou. Obrázek vysvětluje princip metody hodnocení údajů. Metoda hodnocení slouží k získání upravených hodnot hmotnosti vylisované šťávy jako funkce doby lisování a převodních konstant pro výpočet posunu lisovaného materiálu

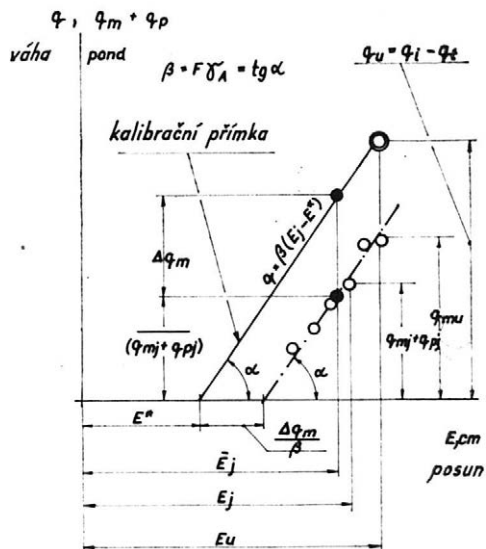


z hmotnosti šťávy nebo naopak. Na počátku lisování je píst v poloze (1) a měřič posunu ukazuje hodnotu E_i . Působí-li na píst v čase $t = 0$ tlak, vytlačí píst z dužniny nejprve větší množství vzduchu a dostane se do polohy (2). Měřič posunu ukazuje hodnotu E^* . Tento krok trvá v praxi velmi krátkou dobu. V další oddělené fázi se naplní filtrační síto a nosné části šťávou. Hmotnost šťávy je vyjádřena jako Δq_m . Na konci této fáze je píst v poloze (3) a na stupnici je hodnota $E^* + \Delta q_m/\beta$. O výrazu β se zmíníme později. Tato fáze ve skutečnosti probíhá zároveň s vytlačováním vzduchu. Hmotnost šťávy Δq_m váhy nezaznamenají, a proto se musí určit z naměřených údajů. Během vlastního lisování je píst ve střední poloze (4), hmotnost šťávy má hodnotu q_m a posun E . Po ukončeném lisování v čase t_u dosahuje hmotnost šťávy hodnoty q_{mu} , měřič posunu ukazuje hodnotu E_u a píst je v poloze (5).

Je nutné brát v úvahu, že odpařování šťávy během lisování je úměrné době lisování. Ztráty způsobené odpařováním se vypočítají ze speciálních pokusů a připočtou se k hmotnosti naměřené na vahách. Symbol q_p a q_{pu} byl vybrán pro ztráty způsobené odpařováním a pro jejich konečnou hodnotu. Měří se i hmotnost dužniny před lisováním a po něm. Tyto hodnoty jsou označeny q_i a q_t .

Dalším krokem hodnocení je vynášení naměřených údajů o hmotnosti do grafu (obr. 3). Údaje jsou upraveny vzhledem k odpařování proti hodnotám posunu příslušejícím téže době lisování. Bylo zjištěno, že existuje velmi úzký vzájemný lineární vztah mezi dvěma hodnotami, a proto je snadné sestavit příslušnou lineární regresivní přímku odpovídající údajům. Tangenta úhlu sklonu přímky (směrnice) je označena symbolem β .

a je mírou změny hmotnosti šťávy na jednotku změny posunu. Její hodnota, dělená plochou průřezu dutiny, představuje zdánlivou měrnou hmotnost šťávy (γ_A). Hodnota E^* , to jest hodnota posunu příslušející dužnině bez vzduchu, a hodnota Δq_m se získají následujícím způsobem: regresivní přímka protíná osu souřadnic v bodě posunu: $E^* + \Delta q_m / \beta$. Rozdíl mezi počáteční hmotností dužniny a hmotností po vylisování můžeme považovat za nejvíce se blížící hmotnosti vylisované šťávy. Tato regresivní přímka, je-li posunuta souběžně se svou původní polohou tak, aby protla bod E_u , $q_i - q_l$, protne souřadnicovou osu v bodě E^* ; nazýváme ji kalibrační přímkou. Předchozí metoda platí pro případ jednotlivého lisování. Jestliže se pokusy opakují s tímtož materiálem, ale za jiných podmínek, pak analýza změn by měla být přičtena k regresivním výpočtům. Uspořádání výpočtů závisí na skutečném cíli pokusů.



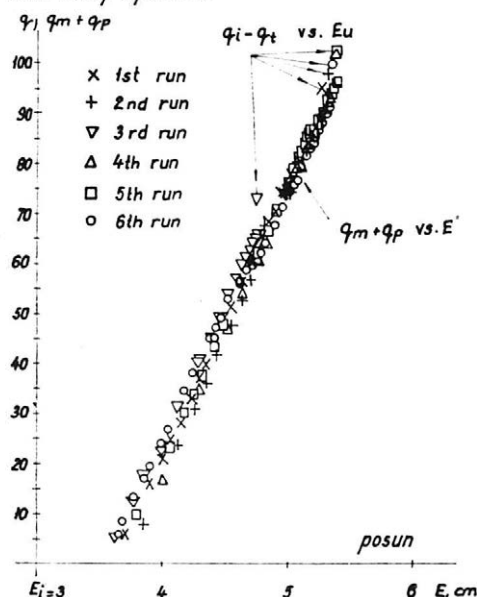
3. Závislost hmotnosti šťávy na posunu

I. Výsledky individuálního hodnocení pokusného lisování

Pokus č.	β pond cm ⁻¹	Zdánlivá měrná hmotnost šťávy γ_A , pond cm ⁻³	E^* cm	Δq_m pond	Koeficient souvztažnosti	Počet údajů
1	53,9979	1,074	3,5025	5,5344	0,999506	43
2	56,7753	1,123	3,5865	6,5263	0,999089	21
3	55,6180	1,106	3,4411	6,3713	0,999392	18
4	56,7791	1,130	3,5806	6,3468	0,999831	18
5	55,4261	1,103	3,5379	4,9211	0,999659	29
6	49,1556	0,978	3,2987	9,1875	0,999326	37
Součet čtverců odchylek z kalibračních přímek: 7593,815						

Příklad: Opakovali jsme šestkrát pokus se stejnou jablečnou dužninou. Průměrná počáteční hmotnost dužniny byla $q_i = 124,8$ g, největší rozdíl mezi počátečními hmotnostmi byl 0,3 g. Počáteční hodnota zachycená měřičem posunu byla ve všech šesti pokusech stejná: $E_i = 3$ cm. Výsledky získané individuálním hodnocením jsou vyznačeny v tab. I. Údaje jsou graficky znázorněny na obr. 4.

váha štávy v ponděch



4. Individuální hodnocení pokusného lisování

vzduchu v dužnině byl vypočítán ze vzorce uvedeného v dolní části tab. III za použití průměru hodnot E^* v tab. II, jeho množství je $18,82 \text{ cm}^3$ na 100 pondů dužniny.

Poznámky k příkladu: Popsaný příklad byl sestaven ze sku-

Položme si následující otázky: Jaké jsou konstanty kalibrační přímky při použití společného sklonu? Jaká je průměrná měrná hmotnost štávy? Liší se značně od hodnoty naměřené na pyknometru? Jaký je počáteční obsah vzduchu v dužnině?

Co se týče otázky první, společný sklon byl vypočítán metodou nejmenších čtverců. Změna společného sklonu byla určena známými metodami. Výsledky jsou zaneseny v tab. II. Součet čtverců odchylek od kalibrační přímky byl vypočítán v obou případech a bylo zjištěno, že se mírně liší od výsledků získaných při použití společného sklonu. Odpověď na druhou otázku poskytuje tab. III.

Udělalí jsme jednoduché t -testy mezi společnou zdánlivou měrnou hmotností štávy a měrnou hmotností naměřenou na pyknometru. Mezi hodnotami se nevyskytl žádný větší rozdíl. Průměrný počáteční obsah vzduchu v dužnině byl vypočítán ze vzorce uvedeného v dolní části tab. III za použití průměru hodnot E^* v tab. II, jeho množství je $18,82 \text{ cm}^3$ na 100 pondů dužniny.

II. Výsledky získané vyhodnocením měření při použití společného sklonu

Společný sklon (β): $53,4981 \text{ pond cm}^{-1}$ Změna společného sklonu [$s^2(\beta)$]: $0,4402 [\text{pond cm}^{-1}]^2$ Zdánlivá měrná hmotnost (γ_A): $1,0643 \text{ pond cm}^{-3}$		
Pokus č.	$E^*, \text{ cm}$	$\Delta q_m, \text{ pond}$
1	3,4861	5,7330
2	3,4810	7,9557
3	3,4042	6,4422
4	3,4709	7,5608
5	3,4715	5,8634
6	3,4634	6,2331
Součet čtverců odchylek z kalibračních přímek: 7344,325		

Společný sklon: $\beta = 53,4981 \text{ pond cm}^{-1}$ Plocha průřezu komory: $F = 50,265 \text{ cm}^2$ Zdánlivá měrná hmotnost: $\gamma_A = \beta/F = 1,0643 \text{ pond cm}^{-3}$ Pyknometrická měrná hmotnost: $1,050 \text{ pond cm}^{-3}$ Rozdíl: $0,0143 \text{ pond cm}^{-3}$

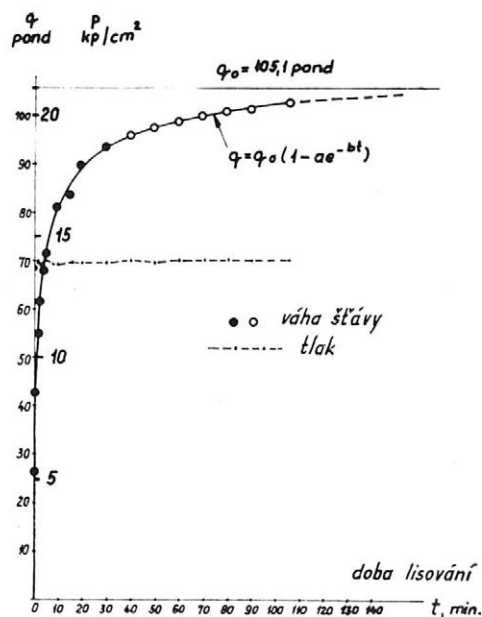
$$LSD = t \frac{s(\beta)}{F} = 1,97 \frac{0,6635}{50,265} = 0,026 > 0,0143$$

Počáteční obsah vzduchu: $V/q_i \quad (\bar{E}^* - E_i) F/q_i = (3,4673 - 3,0000) 50,265/124,8 =$
 $= 0,1882 \text{ cm}^3 \text{ na pond}$

tečně naměřených údajů. Pro zjednodušení byly hodnoty z měřiče posunu zvoleny jako vztažné hodnoty. K hodnocení byla použita Demingova metoda (Mandel, 1967). Roztříděním stochastických změn a změn v odchylkách mezi posunem a hmotností šťávy byly získány lepší výsledky než v předchozím případě.

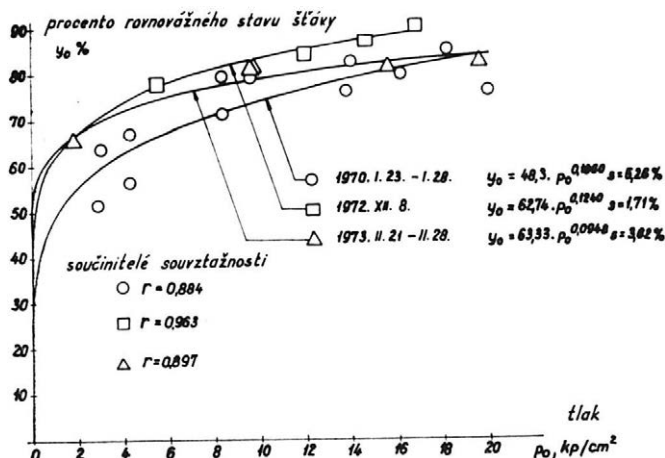
URČENÍ ROVNOVÁŽNÉHO STAVU ŠTÁV VE VZTAHU K TLAKU, KTERÝ PŮSOBÍ NA LISOVANÝ MATERIÁL

Obr. 5 představuje typický diagram, ve kterém jsou upravené hodnoty hmotnosti šťávy naneseny proti době lisování. Byl udržován stálý tlak. Se vzrůstem délky doby lisování se hodnoty hmotnosti šťávy blíží horní hranici. Tato hraniční hodnota se nazývá „rovnovážný stav šťávy“. Bylo zjištěno, že funkční vztah mezi hmotností a časem může být znázorněn exponenciálním výrazem (obr. 5), kde q_0 značí rovnovážný stav šťávy. Prázdné tečky představují část křivky, pro kterou platí daný vztah. Rovnovážný stav šťávy lze vyhodnotit z naměřených údajů metodou nejmenších čtverců. Procento rovnovážného stavu šťávy se získá jednoduchým dělením počáteční hmotnosti dužniny. Tuto poslední hodnotu můžeme pokládat za fyzikální konstantu lisovaného materiálu, závislou na tlaku. Vzhledem k dříve vysvětleným výpočtům může být její hodnota snadno převedena do formy lineární hodnoty stlačování. Procento rovnovážného stavu je funkcí tlaku. V našem ústavu byly provedeny tři pokusy



5. Závislost hmotnosti šťávy na době lisování

s jablečnou dužninou, při nichž jsme chtěli zjistit vztah mezi rovnovážným stavem a tlakem. Výsledky jsou uvedeny na obr. 6. Funkce mocninového zákona byly použity k přizpůsobení údajů. Konstanty funkcí a součinitele souvztažnosti jsou znázorněny na obr. 6.



6. Vztah mezi rovnovážným stavem šťávy a tlakem

Seznam literatury je k dispozici u překladatele.

KORMENDI I. (Naучно-исследовательский институт консервной промышленности, Будапешт, Венгрия). Лабораторные прессовальные установки — оценка измеренных данных и метод определения равновесного положения фруктовых соков. *Zem. technika* 22 (12): 743-751, 1976.

V введение приводится краткий обзор научно-исследовательской деятельности Научно-исследовательского института консервной промышленности в Будапеште в области прессования фруктов. Описывается основной принцип лабораторной установки для прессования, которая была сконструирована в институте и оценка измеренных данных. Для протекания в устройство сока и его испарение было проведено преобразование, была сконструирована калибровочная кривая для определения веса и данных о водоизмещении. Таким образом определялось начальное содержание воздуха в прессованном материале. Последняя часть статьи относится к методу определения равновесного положения фруктовых соков по отношению к давлению, действующему на обжимаемый материал. Приводятся также результаты измерений и соответствующие математические функции.

пульпа яблوك; лабораторные испытания прессованием; равновесное положение соков; методы проведения оценки измеренных данных

KÖRMENDY I. (Research Institute of Canning Industry, Budapest, Hungary). *Apparatus for Laboratory Pressing Experiments, Evaluation of Measurement Data and Method for the Determination of Equilibrium Juice Yield*. *Zem. technika* 22 (12): 743-751, 1976.

In the introductory part a brief review is presented on the research activities of the Research Institute of Canning Industry in Budapest as far as fruit pressing is concerned. The principle of a laboratory pressing machine developed at the Institute is described, as well as an evaluation of the data obtained in measurements. The machine intake of the juice and its evaporation were adjusted and a calibration curve for weight and delivery data determination was constructed. In this way initial air content in the pressed material was determined. The last

part of the lecture deals with the method of juice equilibrium yield determination related to the pressure applied to the processed material. The results of measurements with the corresponding mathematical functions are presented as well.

apple pulp; laboratory pressing tests; equilibrium juice yield; evaluation methods of the data measured

KÖRMENDY I. (Forschungsinstitut für Konservierungsindustrie, Budapest, Ungarn). *Laborpreßapparat — Bewertung der Meßangaben und Methode zur Bestimmung des Gleichgewichtszustandes von Obstsäften*. Zem. technika 22 (12) : 743-751, 1976.

Die Einleitung bietet eine kurze Übersicht der Forschungstätigkeit des Forschungsinstituts für Konservenindustrie in Budapest auf dem Gebiet der Obstpressung. Es wird das Grundprinzip des Laborpreßapparats beschrieben, das im Institut zur Bewertung der Meßwerte entwickelt wurde. Der Saft einfluß in das Apparat und die Ausdünstung wurden abgeändert, weiter wurde eine Kalibrationskurve zur Bestimmung der Masse und der Angaben über Auftrieb konstruiert. Auf diese Weise wurde der Anfangsluftgehalt in dem zu pressenden Material bestimmt. Der letzte Teil des Vortrags betrifft die Methode zur Bestimmung des Gleichgewichtszustandes von Obstsäften in Bezug auf den, auf das Preßmaterial einwirkenden Druck. Es werden auch die Meßergebnisse und die entsprechenden mathematischen Funktionen angeführt.

Apfelfleisch; Laborprüfungen durch Pressen; Gleichgewichtszunstand; der Säfte; Methoden zur Bewertung der Meßwerte

Adresa autora:

Dr. techn. Imre K ö r m e n d y, Forschungsinstitut für die Konserven- und Paprika-industrie, Budapest, Ungarn

Adresa překladaatele:

Jarmila C a c h o v á, Výzkumný ústav potravinářského průmyslu, Třebostická 12, 100 00 Praha 10 - Strašnice

21

Maleř J.: Modelové linky na sklizeň, posklizňové ošetřování a skladování zrnin	695
Vraný Z.: Energetické poměry rotačních žacíh strojů	715
Příhoda J.: Matematické modely reologických vlastností pšeničných těst	727
Bulena V., Kroužilová Z.: Změna fyzikálních vlastností a spotřebitel- ské kvality pšeničného těsta při jeho zpracování	735
Körmendy I.: Laboratorní lisovací přístroj — vyhodnocení údajů a metoda určení rovnovážného stavu ovocných šťáv	743

СОДЕРЖАНИЕ

Малерж И.: Модельное решение линий для уборки, послеуборочной обработки и хранения зерна	713
Враны З.: Энергетический режим ротационных жаток	725
Пржигода И.: Математические модели реологических свойств пшеничного теста	733
Булена В, Кroužilова З.: Изменение физических свойств и потребитель- ского качества пшеничного теста при его обработке	742
Корменди И.: Лабораторные прессовальные установки — оценка измеренных данных и метод определения равновесного положения фруктовых соков	750

CONTENT

Maleř J.: Model Solution of Lines for Harvest Treatment and Storage of Grain	713
Vraný Z.: Power Requirement of Rotary Mowing Machines	726
Příhoda J.: Mathematical Models of Rheological Properties of Wheat Doughs	734
Bulena V., Kroužilová Z.: Changes of Physical Properties and Con- sumer Quality of Wheat Dough During Processing	742
Körmendy I.: Apparatus for Laboratory Pressing Experiments, Evaluation of Measurement Data and Method for the Determination of Equilibrium Juice Yield	750

INHALT

Maleř J.: Modellösung für Linien zur Ernte, Nacherntebehandlung und Lagerung von Getreidekulturen	714
Vraný Z.: Energieverhältnisse von rotierenden Mähmaschinen	726
Příhoda J.: Mathematische Modelle rheologischer Eigenschaften von Weizenteigen	734
Bulena V., Kroužilová Z.: Veränderung der physikalischen Eigenschaften und der Verbraucherqualität von Weizenteig bei seiner Verarbeitung	742
Körmendy I.: Laborpreßapparat — Bewertung der Meßangaben und Methode zur Bestimmung des Gleichgewichtszustand von Obstsäften	751



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