

VĚDECKÝ ČASOPIS



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

5

ROČNÍK 35 (LXII)
PRAHA
KVĚTEN 1989
CENA 10 Kčs
CS ISSN 0044-3883

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

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

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

Redaktorka ing. Jovanka Václavíková

OBSAH

Novikov J. F., Koganov M. M.: Fyzikální principy frakcionace listového proteinu	257
Lobotka J.: Technicko-energetická racionalizácia vyberania, dopravy a zakladania objemového krmiva	263
Krupička J., Hanousek B.: Přirozené předsoušení biomasy zrnin	281
Kovář R., Breš M.: Zobecnění postupu stanovení ukazatelů bezporuchovosti a životnosti zemědělské techniky podle Weibullova rozdělení	289
Kastelovič E., Sloboda A., Veselovská E.: Rozbor poruchovosti prvků transmisí traktorů UR II z modernizace A	299
Žák K.: Terminologie v oboru zemědělská technika	315

ZE ZAHRANIČÍ

Strouhal E., Cempírek B., Velebilová D.: Technická perspektiva západoevropského zemědělství	307
---	-----

СОДЕРЖАНИЕ

Новиков Ю. Ф., Коганов М. М.: Физические принципы фракционирования листового белка	261
Лоботка Й.: Техничко-енергетическая рационализация подбора, транспорта и закладки объемного корма	278
Крупичка Й., Ганоусек Б.: Естественная предварительная сушка биомассы зерновых	288
Коварж Р., Бреш М.: Обобщение хода определения показателей безаварийности сельскохозяйственных машин по разделению Вейбулла	296
Кастелович Э., Слобода А., Веселовска Э.: Анализ аварийности элементов трансмиссий тракторов УР II из модернизации А	306

CONTENTS

Novikov J. F., Koganov M. M.: Physical Principles of Leaf Protein Fractionation	261
Lobotka J.: Technico-Economic Rationalization of Roughage Picking, Transport and Administration	279
Krupička J., Hanousek B.: Preliminary Air-Drying of Cereal Biomass	288
Kovář R., Breš M.: Generalization of the Procedure of Determining the Parameters of Fail-Safe Operation and Life in Farm Machines according to Weibull's Distribution	297
Kastelovič E., Sloboda A., Veselovská E.: An Analysis of the Failure Rate of Transmission Gearing in the Zetor UR II Tractors of Innovation Series A	306

J. F. Novikov, M. M. Koganov

NOVIKOV, J. F. — KOGANOV, M. M. (Centrální vědeckovýzkumný a projekčně technologický ústav pro mechanizaci a elektrifikaci živočišné výroby Jižní zóny SSSR VASCHNIL, Zaporoží, o. Chortica, SSSR): *Fyzikální principy frakcionace listového proteinu*. Zeměd. Techn., 35, 1989 (5) : 257-262.

Na základě poznatků o působení elektrického proudu na agregační stabilitu chloroplastové a cytoplazmatické frakce listového proteinu je navržen způsob jejich frakčního dělení. Jde o použití membrány při zpracování zelené šťávy a následnou elektrodialýzu hnědé šťávy. Cytoplazmatické bílkoviny se dělí na tři frakce lišící se složením aminokyselin a enzymatickou aktivitou. Je navržen způsob kvalitativního hodnocení proteinu.

agregační stabilita; frakční dělení; cytoplazmatické bílkoviny

Biomasa zelených částí rostlin, tvořená listy a stonky, je téměř nevyčerpatelným zdrojem bílkovin. Ve svých biologických hodnotách převyšuje bílkoviny obilnin, ale je nepatrně horší než bílkoviny živočišného původu. Po rozemletí a vylisování je možné extrahovat z tekuté frakce — zelené šťávy — až 60 % bílkovin, které jsou zastoupeny dvěma frakcemi listového proteinu: frakcí chloroplastovou a frakcí cytoplazmatickou (Piri, 1980). Liší se měrnou hmotností (hustotou), geometrickými parametry, kritickou teplotou pro koagulaci, optickými vlastnostmi a také chováním vůči rozpouštědlům a elektrolytům. Na těchto rozdílech jsou založeny způsoby frakcionace listového proteinu — centrifugování, ultrafiltrace, diferenciální tepelné ošetření, vysolování, izoelektrické vylučování, bezmembránová osmóza a další (Piri, 1980; Fiorentini a Gallopiní, 1983).

Je nutné zdůraznit, že procesy agregace nadmolekulárních chloroplastových struktur a koagulace cytoplazmatických bílkovin jsou závislé na povrchovém náboji komponentů suspenze. Faktory ovlivňující strukturu elektrické dvojvrstvy na rozhraní „částice — roztok“ mohou proto změnit agregační stabilitu bílkovinných frakcí zelené šťávy. Zároveň je známo (Fiorentini a Gallopiní, 1983), že taková základní cytoplazmatická bílkovina, jako je ribulózo-1,4-difosfátkarboxyláza, je lokalizována v chloroplastech, a proto je pro zvýšení výtěžku cytoplazmatických bílkovin nezbytná destrukce thylakoidních membrán. Při výběru optimálního faktoru je třeba vycházet nejen z výtěžku daného produktu a nákladů na elektrickou energii, ale zároveň musíme brát také v úvahu kvalitu dělené chloroplastové a cytoplazmatické frakce.

Z analýzy možností fyzikálního působení na chloroplastovou a cytoplazmatickou frakci listového proteinu vyplynulo, že optimální je frakční dělení pomocí dialyzační membrány.

MATERIÁL A METODY

K pokusům byla použita zelená šťáva získaná metodou „frakcionace za vlhka“ (částečně frakcionace) z biomasy listů a stonků vojtěšky velkoplodé.

Materiál byl zpracován v buňce s dialyzační membránou. Tato buňka se skládala ze dvou elektrodových komor a jedné komory centrální, kterou byla vpouštěna zelená šťáva. Mezi komorami byly instalovány bipolární membrány na výměnu iontů, zatímco v elektrolytových komorách cirkuloval nasycený roztok chloridu sodného. Elektrody byly připevněny ke zdroji střídavého proudu s frekvencí 50 Hz.

Hnědá šťáva byla podrobena elektrodialýze v pětikomorové buňce skládající se z centrální odsolovací komory a ze dvou komor zahušťovacích a elektrodových.

Ve vzorcích byl stanoven obsah bílkovin, fosfolipidů, chlorofylu, karotenu, fenolů a minerálních látek podle standardních metodik. Dále bylo stanoveno složení aminokyselin bílkovinných frakcí, obsah přístupného lyzinu Carpenterovou metodou a citlivost na působení pepsinu a tripsinu (Pokrovskij a Ertanov, 1965). Aktivita proteázy a polyfenoloxidázy u frakcí byla zjišťována spektrofotometricky. Povrchový potenciál komponentů suspenze byl vypočítán podle Smoluchovského vzorce.

VÝSLEDKY A ZHODNOCENÍ

V pokusech s dělením zelené šťávy pomocí dialyzační membrány bylo zjištěno, že v rozmezí hustoty proudu 0,10 až 0,25 A · cm⁻² účinného povrchu membrán dochází k agregaci chloroplastové frakce listového proteinu. Při uvedených hustotách proudu stoupá teplota materiálu. Tento proces popisuje rovnice:

$$T_{výst} = T_{vst} + \frac{\kappa \cdot \mu^2 \cdot l}{x^2 \cdot \rho \cdot c \cdot v} \quad (1)$$

kde: $T_{výst}$ a T_{vst} — teploty zelené šťávy při výstupu a vstupu z buňky

- κ — elektrická vodivost šťávy
- μ — rozdíl potenciálů mezi elektrodami
- l — délka elektrody
- x — vzdálenost mezi elektrodami
- ρ — hustota šťávy
- c — měrná tepelná kapacita šťávy
- v — rychlost

Je třeba zdůraznit, že procesy agregace probíhající pod vlivem střídavého elektrického proudu se podstatně liší od procesů termokoagulace. Ačkoliv je celkové množství agregativních a koagulativních bílkovin zelené šťávy v obou případech stejné, dělení bílkovin na chloroplastovou a cytoplazmatickou frakci je velmi odlišné. Při zpracování šťávy pomocí dialyzační membrány se v první frakci sráží zhruba 60 % bílkovin, ale při termokoagulaci zhruba 80 %. Mimoto se agregace chloroplastů uskutečňuje při podstatně nižší teplotě. Bylo také zjištěno, že procesy agregace probíhající za působení střídavého proudu a zahřátí mají při konstantní teplotě odlišnou dynamiku.

Výsledky sledování některých biochemických hodnot chloroplastových frakcí získaných různými metodami jsou uvedeny v tab. I.

I. Chemické složení chloroplastových frakcí získaných metodou tepelného zpracování (A) a metodou koagulace pomocí dialyzační membrány (B) — Chemical composition of chloroplast fractions obtained by heat processing (A) and by coagulation using a dialytic membrane (B)

	Jednotky	Metoda koagulace	
		A	B
Hrubý protein		55,06	53,90
Bílkoviny		46,07	40,20
Fosfolipidy		7,06	9,79
Vápník	procenta z analyzované sušiny	1,16	1,27
Fosfor		0,61	0,66
Sodík		0,36	0,08
Draslík		2,56	3,63
Karotén	mg.kg ⁻¹	759,90	1034,20

Vyšší obsah karoténu v materiálu získaném při zpracování šťávy pomocí dialyzační membrány je podmíněn relativně krátkodobým působením teploty na materiál, neboť tato složka chloroplastů je termolabilní. V obsahu „hrubého“ proteinu, vápníku a fosforu jsou si obě frakce blízké. Frakce získaná dělením pomocí dialyzační membrány však obsahuje méně bílkovin a jejich aminokyseliny se liší od aminokyselin chloroplastové frakce získané zahřátím zelené šťávy. Bylo zjištěno, že v chloroplastové frakci je více takových nepostradatelných aminokyselin, jako je izoluecin a fenylalanin, ale méně lyzinu, valinu a treoninu.

Měření povrchového potenciálu ukázala, že působením střídavého elektrického proudu je hodnota ξ potenciálu chloroplastové frakce mnohem nižší, než je odpovídající hodnota pro chloroplastovou frakci získanou termokoagulací. Zřejmě v prvním případě probíhají procesy přestavby elektrické dvojvrstvy na rozhraní částí membrána — roztok, které snižují elektrickou bariéru pro agregaci fragmentů chloroplastů. Údaje získané z výzkumu chloroplastových frakcí elektronovým mikroskopem ukazují na mnohem významnější destrukci membrán působením elektrického proudu. Tímto procesem se usnadňuje difúze bílkovin v chloroplastech do rozpustné šťávy a bílkoviny jsou rozdělovány mezi chloroplastovou a cytoplazmatickou frakci.

Hnědou šťávu získanou dělením chloroplastové frakce jsme nechali protékat odsolovací komorou buňky pro elektrodialýzu. Následkem migrace iontů do zahušťovací komory docházelo v systému ke koagulaci cytoplazmatických bílkovin. Měrnou spotřebu elektrické energie na tento proces popisuje vzorec:

$$\frac{W}{M_p} = \frac{I x^2 F}{\lambda C_p S} \ln \frac{C_s^0}{C_s} \quad (2)$$

kde: W — spotřeba elektrické energie na elektrodialýzu

M_p — hmotnost zkoagulovaných bílkovin

I — proud

x — vzdálenost mezi membránami

F — Faradayova konstanta ($F = 9,65219 \cdot 10^7 \text{ C.kmol}^{-1}$)

- λ — ekvivalentní elektrická vodivost
 C_p — výchozí koncentrace cytoplazmatických bílkovin ve šťávě
 S — účinná plocha membrán
 C_s^0 — výchozí koncentrace solí ve šťávě
 C_s — koncentrace solí, při níž dochází ke koagulaci bílkovin

Jak ukázaly uvedené pokusy, dochází při elektrodialýze k postupnému poklesu pH dialyzovaného materiálu. Tento pokles je způsoben procesy koncentrační polarizace na rozmezí fází „membrána — šťáva“, přičemž koagulace cytoplazmatických bílkovin probíhá při pH 5,3. Je podstatné, že se přitom snižuje iontová síla šťávy celkem o 10 až 15 %. Je známo (Howarth a Sarkar, 1974), že izoelektrické body cytoplazmatických bílkovin se vyskytují v rozmezí od 3,2 do 6,2 pH. Koagulace bílkovin při elektrodialýze, k níž dochází při pH 5,3, má smíšený charakter: albuminy koagulují při vzestupu pH, globuliny při částečném odsolení šťávy.

Při elektrodialýze se cytoplazmatické bílkoviny dělí na tři frakce. První frakce (A) koaguluje v odsolovací komoře, druhá frakce (B) se sráží na povrchu aniontové membrány a třetí frakce (C) koaguluje po průchodu částečně deproteinované šťávy anodovou komorou dialyzační buňky (Novikov a Kogan, 1985).

Bílkovina byla rozdělena na frakce takto: 90 až 95 % ve frakci A, 2 až 4 % ve frakci B a 1 až 3 % ve frakci C. Obsah bílkovin v jednotlivých frakcích byl tento: A — 83 až 85 %, B — 50 až 52 %, C — 68 až 70 %. Frakce získané při elektrodialýze hnědé šťávy se také lišily ve složení aminokyselin. Pro frakci B a C je první limitující složkou celkový obsah aminokyselin obsahujících síru (poměr je 82,6 a 74,6 %) a druhou aminokyselinou je izoleucin (poměr je 87,5 a 81,5 %). Pro frakci A je první limitující aminokyselinou izoleucin (poměr 83,2 %), druhou celkový obsah aminokyselin, které obsahují síru (poměr 93,4 %).

Je třeba zdůraznit, že enzymy, jejichž působení se negativně projevuje na kvalitu listového proteinu — proteázy a polyfenoloxidázy, se koncentrují ve frakci C. Jejich specifická aktivita v ní převyšuje výchozí aktivitu 12krát až 25krát. Takovým způsobem umožňuje elektrodialyzační dělení hnědé šťávy získat společně s frakcí A obsahující podíl bílkovin i produkt, který může být použit pro následnou přípravu enzymatických preparátů.

Frakce A svou citlivostí vůči enzymům, rozpustností (K_2), výtěžkem a možností získávat aminokyseliny (N_i) značně předčí preparáty listového proteinu oddělené diferenciálním tepelným zpracováním a izoelektrickým vylučováním. Pro srovnávací analýzu koncentrátů cytoplazmatických bílkovin získaných různými způsoby se výpočty dělaly podle vzorce:

$$S(T) = \min_{1 \leq n \leq 8} \left(\frac{A_n}{F_n} \right) K_1 \cdot K_2 \sum_{i=1}^{20} \frac{A_i N_i}{100} \int_0^T [1 - \exp \{-\alpha_i (t - \tau_i)\}] dt$$

kde: $S(T)$ — množství získané bílkoviny za dobu T

A_n — obsah nezastupitelných aminokyselin v preparátu

F_n — obsah aminokyselin podle stupnice FAO/VOZ

K_1 — obsah bílkovin v koncentráту

A_i — obsah aminokyselin v preparátu

α_i — charakteristický čas

t — čas

τ_i — doba objevení se dané aminokyseliny v hydrolyzátu

$S(T)$ činí pro frakci A 58,4 (v relativních jednotkách), pro koncentrát oddělený tepelným zpracováním 42,8 a pro preparát získaný izoelektrickým vylučováním 37,1. Množství listového proteinu získané pomocí dialyzační membrány je podstatně vyšší než při použití tradičních způsobů frakcionace listového proteinu.

Literatura

- FIORENTINI, R. — GALLOPINI, C.: The proteins of leaves. Plant proteins for human food. Hague, Boston, Lancaster, Nijhoff, Junk Publ. 1983, s. 131-146.
HOWARTH, R. E. — SARKAR, S.: Some properties of soluble proteins from alfalfa (*Medicago sativa*) herbage and their possible relationship to ruminant bloat. J. agric. Fd Chem., 1974, č. 25, s. 47-54.
NOVIKOV, Y. F. — KOGAN, M. M.: Leaf protein, physical factors of its extraction and biological value of the product. Physical properties of agricultural materials. Praha, 1985, s. 639-643.
PIRI, N. U.: Belki iz listev zelenych rastenij. Moskva, Kolos 1980. 191 s.
POKROVSKIJ, A. A. — ERTANOV, I. D.: Atakuemost' belkov piščevykh produktov proteoliticheskiimi fermentami *in vitro*. Vop. Pitan., 1965, č. 3, s. 38-44.

Došlo dne 2. 12. 1987

НОВИКОВ, Ю. Ф. — КОГАНОВ, М. М. (Центральный научно-исследовательский и проектно-технологический институт по механизации и электрификации животноводства Южной зоны СССР, ВАСХНИЛ, Запорожье, о. Хортица, СССР): Физические принципы фракционирования листового белка. Земед. Techn., 35, 1989 (5) : 257-262.

На основании познаний о действии электрического тока на агрегационную стабильность хлоропластовой и цитоплазматической фракции листового белка предложен способ их фракционного разложения. Дело касается использования мембраны при переработке зеленого сока с последующим электродиализом коричневого сока. Цитоплазматические белки разделены на три фракции, которые отличаются составом аминокислот и ферментативной активностью. Предложен способ качественной оценки протеина.

фракционное разделение; цитоплазматические белки; агрегационная стабильность

NOVIKOV, J. F. — KOGANOV, M. M. (Central Scientific, Research, Projecting and Technological Institute for Livestock Production Mechanization and Electrification for the Southern Zone of the USSR, Zaporozhe, Khortitsa Island, USSR): *Physical Principles of Leaf Protein Fractionation*. Zeméd. Techn., 35, 1989 (5) : 257-262.

A method of fractional separation is proposed on the basis of findings concerning the action of electric current on the aggregation stability of the chloroplast and cytoplasmic fraction of leaf protein. A membrane is used in the processing of green sap, followed by electrodialysis of brown sap. Cytoplasmic protein is divided into three fractions differing in amino acid composition and in enzymic activity. A method of protein quality assessment is proposed.

fractional separation; cytoplasmic protein; aggregation stability

NOVIKOV, J. F. — KOGANOV, M. M. (Zentrales forschungswissenschaftliches und projektionstechnologisches Institut für Mechanisation und Elektrifikation der Tierproduktion der Südzone der UdSSR, VASCHNIL, Zaporozhe, Gebiet Chortica, UdSSR): *Physikalische Prinzipien der Fraktionierung des Blattproteins*. Zeméd. Techn., 35, 1989 (5) : 257-262.

Aufgrund der Erkenntnisse über die Wirkung des elektrischen Stromes auf die Aggregationsstabilität der zytoplasmatischen und Chloroplastfraktion des Blattpro-

teins konnte eine Methode zu deren Fraktionsteilung entworfen werden. Es handelt sich um die Ausnutzung der Membrane bei der Grünsaftbearbeitung mit nachfolgender Elektrodialyse des Braunsaftes. Die zytoplasmatischen Proteine werden in drei Fraktionen geteilt, die sich durch die Aminosäurezusammensetzung und die enzymatische Aktivität unterscheiden. Es konnte eine neue Methode der Qualitätsbewertung des Proteins entworfen werden.

Fraktionsteilung; zytoplasmatische Proteine; Aggregationsstabilität

Adresa autorů:

Jurij F. Novikov, Michail M. Koganov, Centrální vědeckovýzkumný a projekčně technologický ústav pro mechanizaci a elektrifikaci živočišné výroby Jižní zóny SSSR VASCHNIL, Zaporoží, o. Chortica, SSSR

TECHNICKO-ENERGETICKÁ RACIONALIZÁCIA VYBERANIA, DOPRAVY A ZAKLADANIA OBJEMOVÉHO KRMIVA

J. Lobotka

LOBOTKA, J. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra): *Technicko-energetická racionalizácia vyberania, dopravy a zakladania objemového krmiva*. Zeměd. Techn., 35, 1989 (5): 263–279.

Technicko-energetická racionalizácia vyberania, dopravy a dávkovania objemového krmiva sa dá dosiahnuť použitím takých princípov strojov, ktoré musia vychádzať z analýzy s pozitívnym hodnotením. Reťazovo-hrablicová fréza umožňuje znížiť energetickú náročnosť pri vyberaní siláže na 0,15 až 0,28 kWh t⁻¹. Pre presné dávkovanie kvalitného objemového krmiva boli navrhnuté a overené dávkovacie zariadenia, ktoré s presnosťou pod $\pm 10\%$ sú schopné dávkovať krmivo. Pri energetickom hodnotení mobilnej a stacionárnej techniky vychádza nižšia náročnosť žlabových dopravníkov pred dopravníkmi nadžlabovými a nižšia náročnosť stacionárnej techniky pred mobilnou technikou.

vyberač siláže; reťazovo-hrablicová fréza; elektromechanické váhy; dávkovač krmiva; merná spotreba energie; výkonnosť vyberača siláže; silomerný snímač; presnosť dávkovania; žlabový a nadžlabový pásový dopravník; zhrňacia závitovka

Rozhodujúcou zložkou kŕmnej dávky hovädzieho dobytku je kukuričná siláž. V Holandsku vzrástol podiel siláže na 90 % (Nijsten, 1987). Pre výrobu vysokokvalitnej siláže je nutné dodržať technologické požiadavky na prípravu, rozvrstvenie a udusanie silážovanej hmoty v dobrom, technicky správne riešenom silážnom sklade. Zastrešenie silážnych skladov vytvorí podmienky pre kvalitnú siláž a tiež pre lepšie využívanie techniky pri vyberaní siláže. Rastúca cena kvalitných krmív bude vyžadovať, aby sa lepšie hospodárilo s krmivami a aby sa krmilo s ohľadom na obsah živín a požadovanú kŕmnu dávku (Sommer, 1987).

Zvyšovanie technickej úrovne nášho poľnohospodárstva zvýšilo jeho energetickú náročnosť. Vyžiadali si to najmä technológie pri výrobe a konzervovaní krmív, pri vyberaní, doprave a zakladaní krmiva do válova.

Technicko-energetická racionalizácia vyberania siláže musí vychádzať zo spôsobu zberu krmovín pre silážovanie, z fyzikálno-mechanických vlastností krmiva, z veľkosti farmy a z ďalších požiadaviek, ktoré tento proces determinujú.

Vyberače siláže sú špeciálne stroje, ktoré sú založené na kontinuite procesu vyberania, nakladania a dopravy krmiva. Pre vyberanie krmiva je možné využiť vyberacie mechanizmy reťazovo-hrablicové, bubnové a závitovkové (Petersen, 1964; Nilson, 1967; Zujev a Kutlembetov, 1969; Tekučev, 1973; Vegricht, 1975 a ďalší).

Frézovací mechanizmus s odoberom krmiva v horizontálnej rovine je najvhodnejší (Petersen, 1964; Kutlembetov, 1969; Lobotka a i., 1969; Nilson, 1971; Vegricht, 1975).

Reťazovo-hrablicový mechanizmus vyberá siláž temer v horizontálnej rovine, čo požaduje nízky príkon a jeho energetická bilancia je veľmi výhodná.

Pracovný proces kŕmenia hovädzieho dobytku je v podstate manipulačným problémom s cieľom dosiahnuť vysokú technickú úroveň s možnosťou automatizácie (Scheffler

a Stroppel, 1966; Velebil a i., 1974), pričom technologická linka musí vyhovovať náročným požiadavkám (Andrew, 1963; Klov, 1971; Muhrei, 1978). Ideálny krmný systém nie je vždy realizovateľný, ale je cieľom (Andrew, 1963). Predpokladá sa, že po roku 1990 sa budú používať programovo-riadené technologické systémy (Vegricht, 1974).

Použitie stacionárnych dopravníkov je reálne pre zakladanie krmiva, ak sú sklady krmív v susedstve stajní (Andrew, 1963; Klov, 1967). Dopravník reprezentuje člen s oneskorením, čo ovplyvňuje návrh schém zakladania krmiva.

Dávkovacie zariadenie je fundamentálnym článkom automatizovaných systémov ovládania, regulácie a riadenia pracovných postupov (Nixon, 1965; Jacobi, 1970; Krčula, 1975), pričom je určené pre skupinové alebo individuálne dávkovanie (Jacobi, 1970; Krčula, 1975; Lehmer, 1979).

Dávkovače krmív musia umožňovať nastaviteľnosť dávky krmiva v určených rozsahoch (Klov, 1967).

Keďže výkonnosť kontinuálneho zariadenia je daná vzťahom:

$$Q_{sd} = B_p \cdot h \cdot v \cdot \rho \quad [\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (1)$$

potom zmena výkonnosti bude:

$$\frac{dQ_{sd}}{dt} = B_p \left[\rho h \frac{dv}{dt} + v h \frac{d\rho}{dt} + v \cdot \rho \frac{dh}{dt} \right] \quad (2)$$

Odmeriavanie hmotnosti krmiva elektrickou veličinou je možné prostredníctvom elektromechanického silomerného snímača na elektromechanických váhach. Používajú sa tenzometrické snímače (Nutil, 1971) s deformačnými telesami rôzneho tvaru (Horna, 1960; Erler a Walther, 1971; Švec, a i. 1975; Zehnula, 1977).

Deformácie a zaťaženie sa meria snímačmi v mostíkových zapojeniach so zosilňovačmi.

Elektromechanické váhy vybavené snímačmi vykonávajú funkciu meracieho prístroja i regulátora. Pre automatizáciu kŕmenia treba identifikovať zviera, programovo dávkovať krmivo podľa obsahu živín a zootechnických požiadaviek (Jacobi, 1970; Krčula, 1975; Kukta, 1975; Fock a i., 1978).

Dávkovanie podľa úžitkovosti a automatizácia kŕmenia sú podmienené viacerými technicky náročnými problémami, ako je identifikácia zvierata, kontinuálne hodnotenie kvality krmiva a dávky programované podľa schopnosti zvierata zúžitkovať krmivo (Hyde a i., 1973; Sommer, 1987; Fock a i., 1987).

Technicko-technologická racionalizácia procesu vyberania, dopravy a zakladania krmiva v chove hovädzieho dobytku je nutný proces, ktorý bude riešený aj s ohľadom na nutnosť zvyšovať rentabilitu.

MATERIÁL A METÓDY

Na základe funkčných modelov sme riešili experimentálne merania pre technicko-energetickú racionalizáciu vyberania, dopravy a zakladania krmiva.

Zhodnotili sme výsledky pri vyberaní vyberačom siláze s reťazovo-hrablicovou frézou, prihrňacími závitovkami, nahadzovacími lopatkami a nakladacím reťazovo-hrablicovým dopravníkom.

Pre hodnotenie sme využili základné technicko-exploatačné parametre, ako je výkonnosť vyberača, odoberaný príkon, príkon na pohon frézy, merná spotreba energie frézy a celým vyberačom pri rôznych rýchlostiach zahľbovania frézy (0,0045 až 0,007 m.s⁻¹) a podľa rôznych výšok monolitu siláže.

Ďalej sme zhodnotili možnosti dávkovania objemového krmiva pomocou stacionárneho a mobilného dávkovacieho zariadenia so silomerným snímačom. Tento snímač odmeriava pomocou tenzometrov hmotnosť krmiva. Meraný rozsah dávky krmiva bol 3,0 až 9,0 kg.

Pri overovaní, ako kŕmiace zariadenia dodržiavajú hmotnosť dávky krmiva, sme hodnotili rôzne mobilné a stacionárne systémy, a to základací voz MV-1-060, Horal 13-SBKD-2, nadžlabový pásový dopravník so zhrňacou závitovkou a žlabový pásový dopravník.

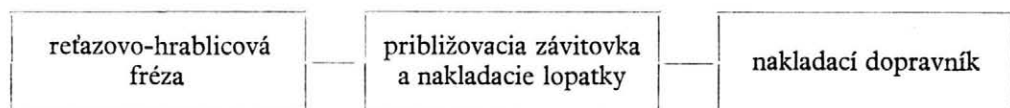
Energetickú náročnosť procesov kŕmenia jednotlivými kŕmiacimi zariadeniami sme zhodnotili na základe mernej spotreby na tonu založeného krmiva a na jedno zviera denne.

Na základe dosiahnutých výsledkov sme potom poukázali na možnosti technicko-energetickej racionalizácie vyberania, dopravy, dávkovania a zakladania objemového krmiva v chove hovädzieho dobytku.

VÝSLEDKY

Pre pohon vyberačov siláže je na farmách s chovom hovädzieho dobytku najdostupnejšia elektrická energia. Merania boli uskutočnené na modeli vyberača siláže podľa návrhu, na ktorý obdržal Lobotka (1969) autorské osvedčenie. Konštrukcia vyberača vychádza z existujúcich požiadaviek a poznatkov riešenia a tiež z poznatkov o ochrane životného prostredia a o ochrane siláže pred znečisťujúcim olejom z hydraulických prvkov traktorov a nakladačov.

Schéma pre riešenie vyberača siláže je táto:



Konštrukčný návrh bol zhotovený v dielenských priestoroch poľnohospodárskych podnikov s použitím normalizovaných častí.

Výkonnosť vyberacej reťazovo-hrablicovej frézy bola určená podľa vzťahu:

$$Q_{sf} = B_f \cdot H \cdot v_z \cdot \varrho \quad [\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (3)$$

Časová zmena výkonnosti bude:

$$\frac{dQ_{sf}}{dt} = B_f \left[H \cdot \varrho \frac{dv_z}{dt} + v_z H \frac{d\varrho}{dt} + v_z \cdot \varrho \frac{dH}{dt} \right] \quad (4)$$

a bola by konštantná za predpokladu:

$$\frac{dv_z}{dt} = \frac{d\varrho}{dt} = \frac{dH}{dt} = 0 \quad (5)$$

Tento stav nie je možný, pretože podľa obr. 1 je (v medziach nameraných hodnôt) objemová hmotnosť siláže v žlabe daná rovnicou:

$$\varrho = 405,44 + 261,6 h - 95,59 h^2 \quad [\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$$

Táto funkcia potom ovplyvňuje výkonnosť vyberača podľa obr. 2 a je daná rovnicou:

$$Q_{sf} = 11,012 + 12,51 h - 4,185 h^2 \quad [\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (6)$$

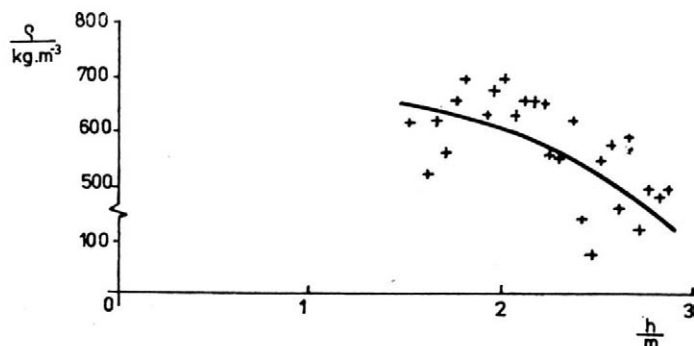
s intervalom korelácie 0,668. Výsledky merania boli dosiahnuté pri rýchlosti zahľbovania $v_z = 0,0045 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ pri šírke $B_f = 1,2 \text{ m}$ a $H = 1,0 \text{ m}$.

Príkon na pohon celého vyberača je daný vzťahom:

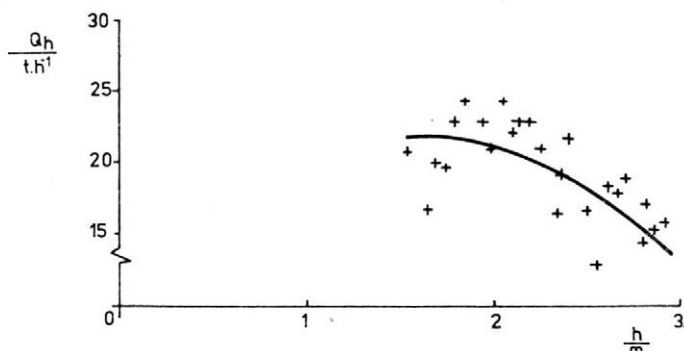
$$P_p = 5,15 - 0,105 h + 0,0212 h^2 \quad [\text{kW}] \quad (7)$$

Merná spotreba energie vyberača bola získaná v zmysle rovnice:

$$w = 0,61 - 0,38 h + 0,105 h^2 \quad [\text{kWh} \cdot \text{t}^{-1}] \quad (8)$$



1. Závislosť mernej hmotnosti siláže od výšky vrstvy monolitu — Dependence of the specific weight of silage on the thickness of silage layer



2. Závislosť sekundovej výkonnosti vyberača siláže s reťazovo-hrabicovou frézou od výšky vrstvy siláže — Dependence of the per-second performance of silo unloader with a chain-rake cutter upon the thickness of silage layer

Príkon na pohon vyberača v závislosti od jeho výkonnosti je daný vzťahom:

$$P_p = 4,8 + 0,032 Q_h - 0,001 Q_h^2 \quad [\text{kW}] \quad (9)$$

Merná spotreba energie vyberačom:

$$w = 0,75 - 0,037 Q_h + 0,00061 Q_h^2 \quad [\text{kWh} \cdot \text{t}^{-1}] \quad (10)$$

Ďalej sme sa zaoberali príkonom reťazovo-hrabicovej frézy, ktorý je daný vzťahom:

$$P_f = 0,443 + 0,287 Q_h - 0,00634 Q_h^2 \quad [\text{kW}] \quad (11)$$

a merná spotreba frézy je daná rovnicou:

$$w_f = 0,381 - 0,0128 Q_h + 0,000126 Q_h^2 \quad [\text{kWh} \cdot \text{t}^{-1}] \quad (12)$$

Výsledky ukázali, že merná spotreba energie ako výsledný ukazovateľ je ovplyvňovaná výkonnosťou, ktorá v zmysle základného vzťahu (6) je určená výškou, resp. hĺbkou vrstvy siláže, z ktorej ju odoberáme. Dôležité sú konkrétne hodnoty mernej spotreby, a to v rozsahu 0,18 až 0,28 kWh · t⁻¹ vybratého krmiva.

Pre skutočnosť uvediem výsledky meraní pri rýchlosti zahlbovania reťazovo-hrablicovej frézy $v_z = 0,007 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ v monolite siláže o výške od 0 do 1,15 m.

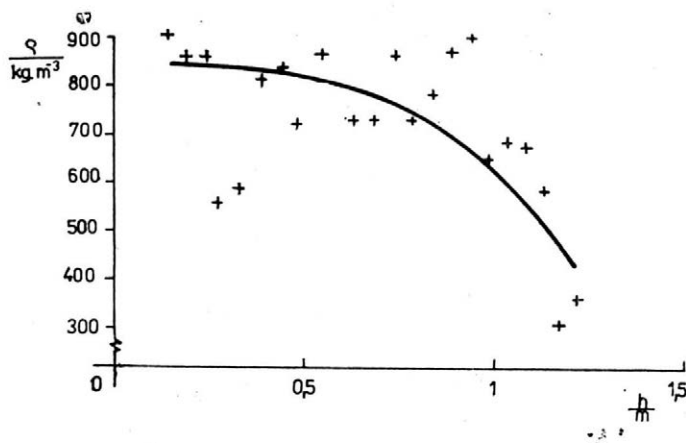
Na obr. 3 je znázornená závislosť objemovej hmotnosti od výšky vrstvy podľa rovnice

$$\rho = 686,7 + 619,9 h - 715,4 h^2 \quad [\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}] \quad (13)$$

Závislosť výkonnosti vyberača siláže od výšky vrstvy siláže je daná rovnicou:

$$Q_h = 32,16 + 22,07 h - 26,5 h^2 \quad [\text{t} \cdot \text{h}^{-1}] \quad (14)$$

3. Závislosť mernej hmotnosti siláže od výšky vrstvy — Dependence of the specific weight of silage on layer thickness



Príkon na pohon vyberača bol vyjadrený rovnicou:

$$P_p = 4,95 + 3,59 h - 3,21 h^2 \quad [\text{kW}] \quad (15)$$

Potom po vyjadrení mernej spotreby energie celým vyberačom sa dostane vzťah:

$$w = 0,173 - 0,105 h + 0,137 h^2 \quad (16)$$

V závislosti od výkonnosti vyberača je príkon:

$$P_p = 9,44 - 0,437 Q_h + 0,0094 Q_h^2 \quad [\text{kW}] \quad (17)$$

Merná spotreba energie celým vyberačom bude

$$w = 0,68 - 0,032 Q_h + 0,00048 Q_h^2 \quad [\text{kWh} \cdot \text{t}^{-1}] \quad (18)$$

Samotná fréza pri rýchlosti zahľbovania $v_z = 0,007 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ odoberala príkon:

$$P_f = 2,88 + 0,0032 Q_h + 0,000154 Q_h^2 \quad [\text{kW}] \quad (19)$$

a po zhodnotení mernej spotreby

$$w_f = 0,339 - 0,0122 Q_h + 0,000146 Q_h^2 \quad [\text{kWh} \cdot \text{t}^{-1}] \quad (20)$$

Aj v závislosti od výšky vrstvy siláže sa merná spotreba energie frézou mení:

$$w_f = 0,1044 - 0,098 h + 0,117 h^2 \quad [\text{kWh} \cdot \text{t}^{-1}] \quad (21)$$

Hodnoty mernej spotreby energie v závislosti od výkonnosti sú v rozsahu 0,08 až 0,18 kWh.t⁻¹ vybratého krmiva a podobne aj v rozsahu výšky monolitu siláže.

Pri hodnotení vyberača siláže sa dá konštatovať, že jeho výkonnosť sa pohybuje v rozpätí 18 až 40 t.h⁻¹, čo je podľa našich zootechnických požiadaviek dostačujúce pre čas pre kŕmenie dojníc. Zvlášť vhodná je merná spotreba energie vyberacej reťazovo-hrablicovej frézy v rozsahu 0,08 až 0,18 kWh.t⁻¹ a aj merná spotreba energie celého vyberača siláže v rozsahu 0,15 až 0,28 kWh.t⁻¹.

Analýza reťazovo-hrablicového mechanizmu

Reťazovo-hrablicová fréza je tvorená reťazovými kolesami a dvomi nekonečnými reťazami, ku ktorým sú prichytené hrablice. Ak označíme pomer obvodovej rýchlosti frézy v_f a rýchlosť zahľbovania v_z , bude:

$$\lambda = \frac{v_f}{v_z} > 1 \quad (22)$$

Dráha hrablice sa dá vyjadriť zložkami

$$x = -r \sin \omega t \quad (23)$$

$$y = r \cos \omega t + v_z \cdot t$$

Zložky rýchlosti budú

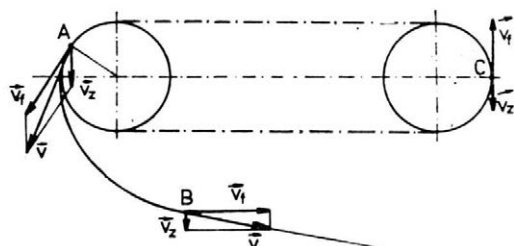
$$\frac{dx}{dt} = v_x = -\omega r \cos \omega t = -v_f \cdot \cos \omega t \quad (24)$$

$$\frac{dy}{dt} = v_y = -\omega r \sin \omega t + v_z = -v_f \sin \omega t + v_z$$

Sklon dráhy hrablice bude daný vzťahom

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v_z}{v_f} = \frac{1}{\lambda} \quad (25)$$

Vzhľadom na hodnoty v_z a v_f sa uhol sklonu α dá položiť rovný nule ($0,02^\circ$ až $0,57^\circ$).



4. Vyšetrovanie rýchlosti vnikania hrablice do siláže — Investigation of the rate of penetration of the rake into the silage

Na začiatku vnikania hrablice do siláže (podľa obr. 4) bude rýchlosť v bode A

$$\vec{v} = \vec{v}_f + \vec{v}_z \quad (26)$$

v bode B

$$\vec{v} = \sqrt{v_f^2 + v_z^2} \quad (27)$$

a v bode C

$$\vec{v} = \vec{v}_f - \vec{v}_z \quad (28)$$

Na základe tejto analýzy plyní, že energetická náročnosť frézy pre zhŕňanie siláže na najväčšom úseku zhŕňania siláže v horizontálnej rovine je nízka.

Pohon reťazovo-hrablicovej frézy na strane vyprázdňovania rieši minimálne namáhanie mechanizmu podľa teórie platnej u dopravníkov s nekonečným pásom.

Teoretické odôvodnenie približovacej závitovky

Práca približovacej závitovky bola analyzovaná na základe teórie závitovkovej plochy. Tato plocha je daná rovnicou:

$$z = k \cdot \varphi \quad (29)$$

kde: $k = \frac{s}{2\pi}$ — časť stúpania závitovky pripadajúca na jeden radian

Po dosadení

$$z = \frac{s_z}{2\pi} \cdot \omega t = \frac{s_z}{2\pi} \cdot 2\pi n_z \cdot t = s_z \cdot n_z t \quad (30)$$

Rýchlosť dostaneme deriváciou

$$\frac{dz}{dt} = s_z \cdot n_z = v_o \quad (31)$$

Keď uvažujeme sklon normály k závitovke, bude priemet do osi z

$$v_n = v_o \cdot \cos \alpha_1 \quad (32)$$

a pri zohľadnení uhla trenia

$$v_{ft} = v_n \frac{1}{\cos \varphi_t} = v_o \cdot \frac{\cos \alpha_1}{\cos \varphi_t} \quad (33)$$

Potom osová rýchlosť premiestňovania materiálu bude:

$$v_a = v_{ft} \cos (\alpha_1 + \varphi_t) = s_z \cdot n_z \cdot \frac{\cos \alpha_1}{\cos \varphi_t} \cdot \cos (\alpha_1 + \varphi_t) =$$

$$v_a = s_z \cdot n_z (\cos^2 \alpha_1 - f_t \sin \alpha_1 \cos \alpha_1) \quad (34)$$

Po integrácii v rozsahu uhla $\langle \alpha'_1, \alpha''_1 \rangle$ bude:

$$v_a = s_z \cdot n_z \int_{\alpha'_1}^{\alpha''_1} (\cos^2 \alpha_1 - f_t \sin \alpha_1 \cos \alpha_1) d\alpha = \quad (35)$$

$$v_a = s_z \cdot n_z \left[\frac{1}{2} (\overline{\alpha''_1} - \overline{\alpha'_1}) + \frac{1}{4} (\sin 2\alpha''_1 - \sin 2\alpha'_1) - \frac{f_t}{2} (\sin^2 \alpha''_1 - \sin^2 \alpha'_1) \right] \quad (36)$$

Výraz v zátvorke z rovnice (35) má význam opravného koeficientu. Určíme jeho maximum matematickým postupom. Opravný koeficient:

$y = \cos^2 \alpha_1 - f_t \sin \alpha_1 \cos \alpha_1$ derivujeme a dostaneme:

$$y' = f_t \cos 2\alpha_1 - \sin 2\alpha_1$$

$$y' = 0 \Rightarrow \text{potom } \tan \alpha = \frac{f_t}{2}$$

$$y'' = -2f_t (\sin 2\alpha_1 + \cos 2\alpha_1) < 0 \text{ — ide o maximum}$$

Z rozvinutej závitovky plynie $\tan \alpha = \frac{s}{\pi D}$ a položením rovnosti bude:

$$\frac{s_z}{\pi D} = \frac{f_t}{2} \quad (37)$$

určíme

$$s_z = \frac{\pi D f_t}{2} \quad (38)$$

Z analýzy závitovky na základe experimentov vyplýva, že $s_z = 0,45$.

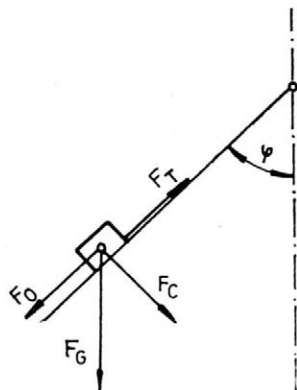
Zaostávanie rýchlosti materiálu za osovou rýchlosťou závitovky bolo určené na základe experimentu. Určili sme priemernú rýchlosť materiálu

$$v_{mz} = \frac{Q_{sz}}{q_1} = \frac{Q_{sz}}{S_m \cdot l \cdot \rho} \quad [\text{m} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (39)$$

a potom:

$$k_1 = \frac{v_{mz}}{v_o} = \frac{Q_{sz}}{S_m \cdot l \cdot \rho \cdot s_z \cdot n_z} \quad (40)$$

a dostali sme hodnoty v rozsahu 0,67 až 0,61 pre pomer $s_z : D = 0,75 : 1$.



5. Analýza pôsobiacich síl na časticu na lopatke — Analysis of the forces acting upon a particle on the shovel

Analýza pohybu častice po lopatke nahadzovacích lopatiek

Z obr. 5 plynú pohybové rovnice

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = m x \omega^2 + m g \cos \varphi - f_t \left(2m\omega \frac{dx}{dt} + m g \sin \varphi \right) \quad (41)$$

po úprave

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + 2f_t \omega \frac{dx}{dt} - \omega^2 x = g \cos \omega t - f g \sin \omega t \quad (42)$$

Riešenie diferenciálnej rovnice súvisí s riešením vzťahov

$$x_1 = c_1 e^{k_1 t} + c_2 e^{k_2 t} \quad (43)$$

$$x_2 = A \cos \omega t + B \sin \omega t$$

Deriváciou, dosadením a úpravou dostaneme

$$x = x_1 + x_2 = c_1 e^{k_1 t} + c_2 e^{k_2 t} + A \cos \omega t + B \sin \omega t \quad (44)$$

Deriváciou bude určená relatívna rýchlosť po lopatke:

$$\frac{dx}{dt} = v_r = c_1 k_1 e^{k_1 t} + c_2 k_2 e^{k_2 t} - A \omega \sin \omega t + B \omega \cos \omega t \quad (45)$$

Určením integračných konštánt z okrajových podmienok pre $t = 0$, $x = x_0$, $\frac{dx}{dt} = 0$ získame:

$$c_1 = \frac{k_2 (A - x_0) - B \omega}{k_1 - k_2} \quad c_2 = \frac{k_1 (x_0 - A) + B \omega}{k_1 - k_2} \quad (46)$$

Ak zanedbáme hmotnosť častice

$$x = \frac{x_0}{k_2 - k_1} (k_2 e^{k_1 t} - k_1 e^{k_2 t}) \quad (47)$$

bude deriváciou rýchlosť

$$\frac{dx}{dt} = v_r = \frac{x_0 k_1 k_2}{k_2 - k_1} [e^{k_1 t} - e^{k_2 t}] \quad (48)$$

a pretože pri výstupe z lopatky $x = r$, bude $v_x = v_r$

$$v_r = \frac{r k_1 k_2}{k_2 - k_1} (e^{k_1 t} - e^{k_2 t}) \quad (49)$$

Diferenciálnu rovnicu pre konkrétne podmienky sme riešili na počítači PMD-85 pre $f = 0,4; 0,6$ a $0,8$; $\omega = 4; 6; 8$ a 10 s^{-1} pre $r = 0,125 \text{ m}$ a dostali sme závislosti pre jednotlivé časové úseky.

Pre určitý sklon nakladacieho reťazovo-hrablicového dopravníka (30°) sme určili relatívnu rýchlosť. Výsledná rýchlosť a jej vektor sú dané súčtom rýchlostí na konci lopatky v_1 a relatívnej rýchlosti v_r :

$$v = v_1 + v_r \quad (50)$$

Ak chceme, aby tento vektor bol aspoň rovnobežný s dráhou hrablice, platí:

$$\operatorname{tg} \beta_{\min} = \frac{v_r}{v_1} = 0,577$$

Z tejto rovnice

$$v_r = v_1 \cdot \operatorname{tg} \beta_{\min} = 0,95 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \doteq 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Pre konkrétny koeficient trenia $f_t = 0,8$ sa dá dosiahnuť v_r pri uhlovej rýchlosti $\omega = 10 \text{ s}^{-1}$. Potom sme prekontrolovali uhlovú rýchlosť lopatiek na výkonnosť nakladacích lopatiek a určili $\omega = 15 \text{ s}^{-1}$, čo splní obe podmienky.

Konstruktívny návrh dávkovacieho zariadenia a jeho experimentálne overenie

Pre vytvorenie signálu úmerného hmotnosti krmiva sme použili deformačné teleso s nalepenými tenzometrami. Výpočtami boli určené rozmery deformačného telesa. Posúdili sme ho z hľadiska maximálneho priehybu a maximálneho relatívneho predĺženia.

Priehyb deformačného telesa v ľubovoľnej vzdialenosti x od pôsobiacej sily je daný diferenciálnou rovnicou:

$$\frac{d^2 y(x)}{dx^2} = - \frac{M_o}{E \cdot J_x} \quad (51)$$

Po dosadení má rovnica priehybovej čiary tvar:

$$\frac{d^2 y(x)}{dx^2} = \frac{12 F_{NN1} \cdot l_1}{E \cdot h^3 (b_o - b_1)} \cdot \frac{x}{\frac{b_1}{b_o - b_1} \cdot l_1 + x} \quad (52)$$

Po zavedení označení

$$D_1 = \frac{6 F_{NN1} \cdot l_1}{E (b_o - b_1) h^2} \quad (53)$$

$$B = \frac{b_1}{b_o - b_1}$$

$$A = 1$$

bude:

$$\frac{d^2 y(x)}{dx^2} = D_1 \frac{2}{h} \cdot \frac{x}{Ax + B} = D_2 \frac{x}{Ax + B} \quad (54)$$

Potom integráciou rovnice (54) dostaneme priehyb:

$$y(x) = D_2 \frac{x^2}{2A} - \frac{B(Ax + B)}{A^3} [\ln(Ax + B) - 1] + c_1 x + c_2 \quad (55)$$

Konštanty c_1 a c_2 sa určia z okrajových podmienok a po dosadení:

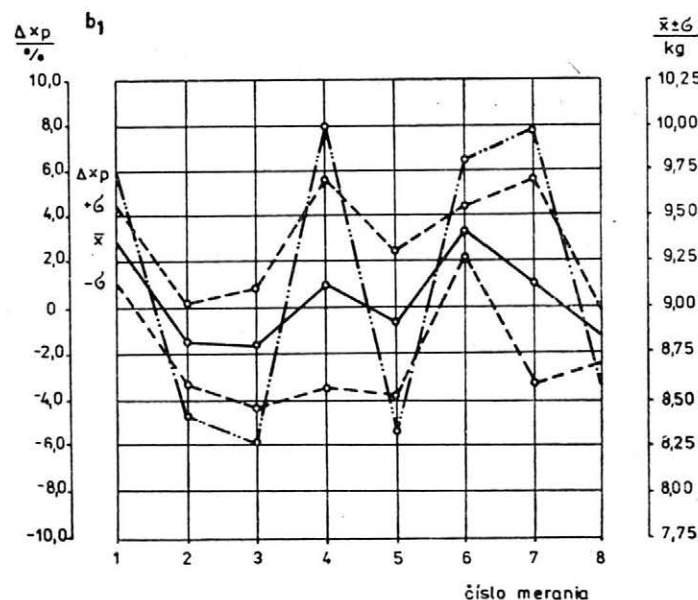
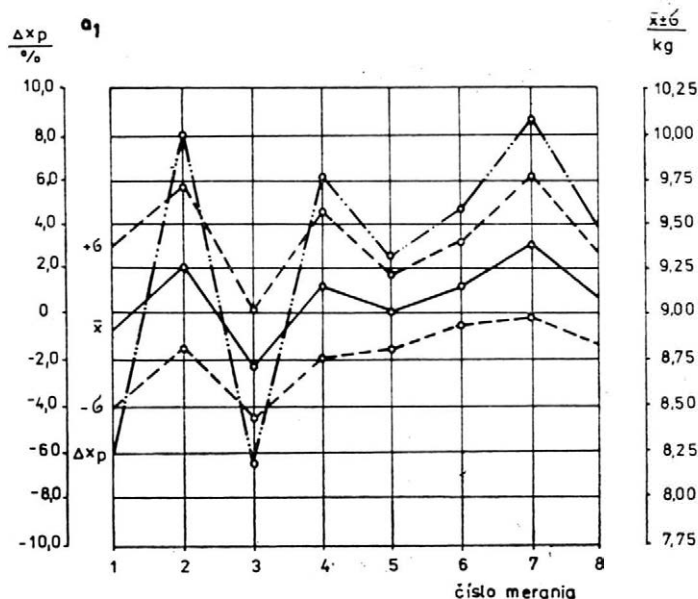
$$y(x) = \frac{B \cdot D_2}{A^2} \left[\frac{A}{2B} (x - l_1) + (x - l_2) - \frac{Ax + B}{A} \ln \frac{Ax + B}{Al_1 + B} \right] \quad (56)$$

Na základe výpočtov boli zhotovené modely mobilného a stacionárneho dávkovacieho zariadenia.

Dávkovacie systémy boli vybavené meracím zariadením, ktorého základnou časťou je tenzometrický silomerný snímač a analogový zosilňovač so spätnou väzbou.

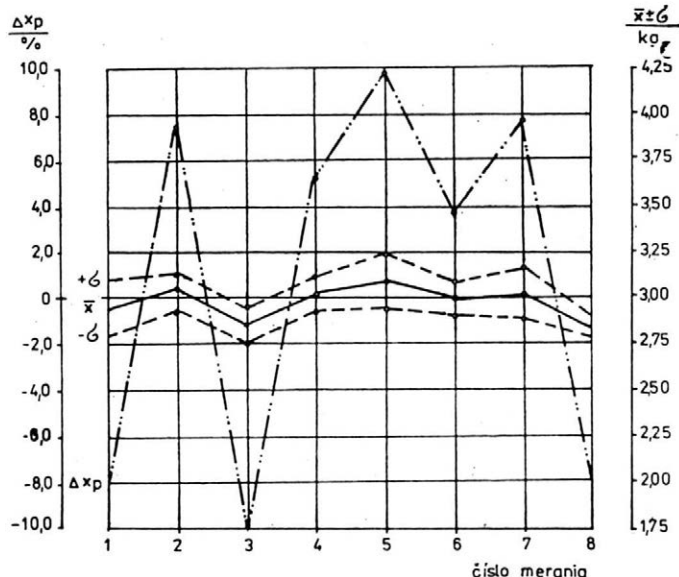
Výsledky dosiahnuté pri dávkovaní mobilným dávkovacím zariadením boli v rozsahu dávok 3,0 až 9,0 kg. Pri každej nastavenej hodnote sme meranie opakovali osemkrát. Kritériom posúdenia kvality dávkovania je hmotnostná odchýlka Δx_p . Pre stručnosť sú uvedené len výsledky pre hraničné hodnoty dávky 9,00 kg (obr. 6a, b) a pre dávku 3,00 kg (obr. 7). Pri dávke 9,00 kg je základný súbor definovaný:

$$m_{\sigma} = \bar{x} \pm \sigma = 8,700 \text{ kg} \pm 0,293 \text{ kg}$$



6. Dávky krmiva pri nastavenej hodnote 9,0 kg pri dvoch opakovaných meraniach — Feed ration at the preset value of 9.0 kg in two repeated measurements

7. Dávky krmiva pri nastavenej hodnote 3,0 kg
— Feed ration at the preset value of 3.0 kg



Maximálna odchýlka bola +8,74 %, minimálna -6,59 %. Pre dávku 3,00 kg bol rozsah dávok $2,69 \text{ kg} \leq x_p \leq 3,29 \text{ kg}$ s odchýlkou +9,87 až -10,13 %.

Hraničné hodnoty intervalov pri všetkých meraniach, vyjadrené najväčšou odchýlkou od nastavených hodnôt hmotnosti krmiva pre celý rozsah 3,0 až 9,0 kg, boli v súlade so zootechnickými požiadavkami:

$$-10 \% \leq \Delta x_p \leq 10 \%$$

Výsledky dosiahnuté pri dávkovaní stacionárnym dávkovacím zariadením

Experimentálne merania sme uskutočnili so silážou v rozsahu dávky 10 až 20 kg, odstupňované po 5 kg, a výsledky sú znázornené na obr. 8. Presnosť dávkovania pri meraniach bola:

$$\text{pre } x_p = 10 \text{ kg } -1,80 \% \leq x_p \leq 2,00 \%$$

$$x_p = 15 \text{ kg } -4,53 \% \leq x_p \leq 0,06 \%$$

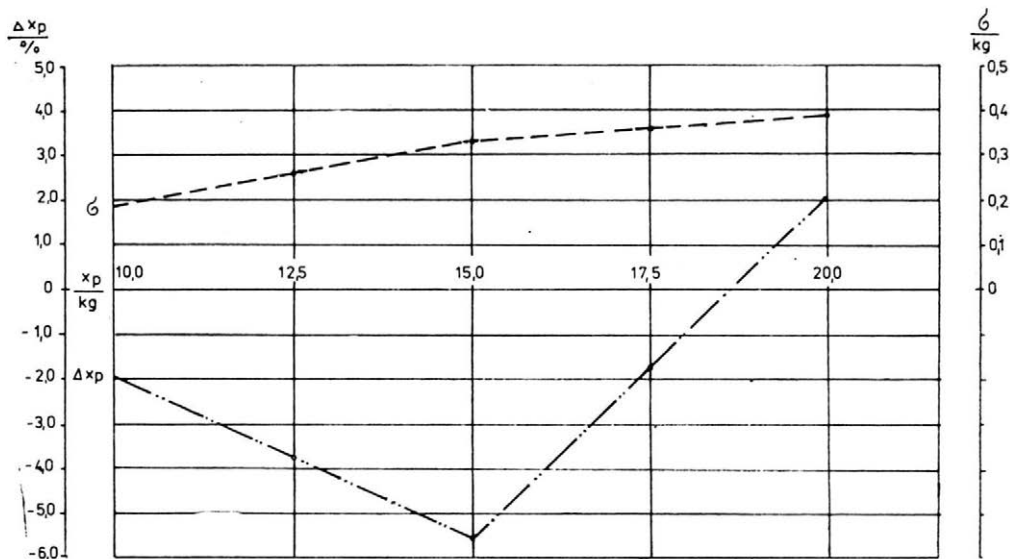
$$x_p = 20 \text{ kg } -1,80 \% \leq x_p \leq 2,10 \%$$

Ak porovnáваме presnosť dávkovania oboch systémov, možno uviesť, že stacionárnym dávkovacím zariadením sa dá dosiahnuť vyššia presnosť dávky, čo je spôsobené menšími dynamickými vplyvmi na prácu celého zariadenia. Čiastočne vplyva na presnosť aj základná hodnota veľkosti dávky. Pre vyššie hmotnosti dávky krmiva sa skôr dosiahne vyššia presnosť ako pre dávky menšie. Na kvalitu dávkovania vplyva aj rovnomernosť plnenia dávkovacieho zariadenia.

Pôsobenie dynamických síl a zotrvačných síl odvažovacieho zásobníka sa prejavilo aj odchýlkami od lineárneho priebehu zaznamenaného signálu. Na kvalitu práce dávkovacieho zariadenia môže vplyvať aj náhodné rozloženie krmiva v zásobníku, spôsobené fyzikálno-mechanickými vlastnosťami siláže alebo krmiva.

Overenie kŕmiacich zariadení na presnosť dávky krmiva

Základnou požiadavku pri kŕmení zvierat je dodržiavanie nastavenej dávky v dovoľenej tolerancii.



8. Výsledky dávkovania stacionárnym dávkovacím zariadením — Results of rationing equipment

Zakladací voz MV 1-060 bol overený vo výkrmni hovädzieho dobytku pri kŕmení silážou s normovanou dávkou 16 kg, keď dosiahnutá dávka bola 13,41 až 14,15 kg.ks⁻¹ (83,8 až 89,7 %). Pri hodnotení dávky v kotercoch byl rozsah 12,69 až 15,95 kg.ks⁻¹ (79,3 až 99,6 %). Pre celkové hodnotenie v jednom rade kotercov bola priemerná dávka 13,8 kg.ks⁻¹ (86,4 % z normovanej dávky). Definičný interval je určený dávkou 14,05 ± 1,01 kg.ks⁻¹. Pre druhú stranu maštale je interval 13,61 ± 0,86 kg.ks⁻¹. Podobné nepresnosti sa objavili aj pri zakladaní zeleného krmiva (82,7 až 95,5 %) s priemernou dávkou krmiva 7,1 kg.ks⁻¹, čo je 88,5 %. Taktiež pri hodnotení pre celkovú dávku bolo dávkovanie (83,4 až 90,7 %) vzhľadom na normovanú dávku značne nepresné.

Zakladací voz Horal 13 SBKD-2 sme overili pri dávke 20 kg siláže a 9 kg zeleného krmiva. Pri dávkovaní siláže bol rozsah 87,5 až 95,8 % a v kotercoch 78,75 až 109,9 % z dávky na kus. Pri hodnotení dávkovania zeleného krmiva s dávkou 9 kg.ks⁻¹ bol rozsah dávky 89,6 % až 107,4 %.

Ak sme porovnali výsledky všetkých uskutočnených meraní, vyšla vyššia presnosť dodržania dávky krmiva vozom Horal 13 SBKD-2 oproti vozmu MV 1-060, ktorý kritérium na presnosť dávky neplní.

Pri overovaní žlabového pásového dopravníka sme hodnotili dávku krmiva na šiestich stojiskách s 10krát opakovanými meraniami. Minimálna dávka bola 97,6 % a maximálna 112,7 %; priemerná dávka činila 106 %. Pri ďalších meraniach na žlabových pásových dopravníkoch sme dosiahli priemernú dávku 104,8 %, 103,5 % a 103,1 %.

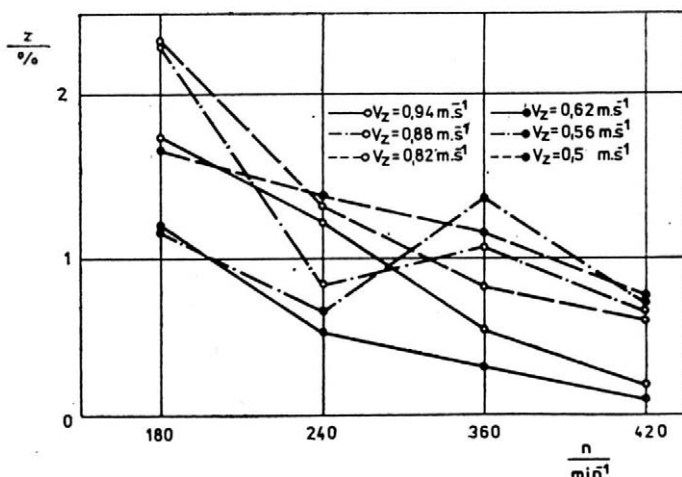
Pri nadžlabových pásových dopravníkoch so zhŕňacou závitovkou sme merali na šiestich stojiskách s 10krát opakovanými meraniami. Priemerné dávky činili 103,1 %, 105,5 % a 105,2 %.

Skúmali sme a zhodnotili prácu zhŕňacej závitovky. Vychádzali sme z kritických otáčok na základe analýzy časov, či závitovka má možnosť zasiahnuť krmivo na páse počas priechodu pod závitovkou podľa vzťahu:

$$n_{z \text{ krit}} = \frac{B \cdot v_{zh}}{s_z \cdot D} \quad (57)$$

Určili sme kritické otáčky pre jednotlivé rýchlosti zhrňania 0,82; 0,88; 0,94; 0,62; 0,56 a 0,5 m.s⁻¹. Na obr. 9 sú výsledky hodnotenia zvyškov pre dvojchodú závitovku

9. Závislosť zvyškov krmiva vzniknutých nezhrnutím od frekvencie otáčania zhrňacej závitovky pre rôzne rýchlosti zhrňania — Dependence of the amount of waste (unraked feed) on the turning speed of the raking screw at different rates of raking



so stúpaním $s_z = 0,18$ m pri zhrňaní siláže. Pri frekvencii otáčania závitovky 7 s^{-1} sú zvyšky pod 1 %. Z výsledkov vyplynulo, že závitovka by mala mať možnosť zasiahnuť krmivo aspoň dvakrát, čo spĺňa dvojchodá závitovka pri šiestich až siedmich otáčkach za sekundu pri rýchlosti zhrňania $0,5$ až $0,94 \text{ m.s}^{-1}$.

Energetika kŕmenia mobilnou a stacionárnou technikou

Energetickú bilanciu sme uskutočnili na mobilnej technike, na ktorej sme použili prietokomer palíva s možnosťou sledovať údaje na kalkulátore. Výsledky boli spracované a pre prehľad uvediem zistené hodnoty.

Pri voze WP-3,5, ktorý bol poháňaný traktorom Z-5211, činila spotreba energie $163,71 \text{ kJ}$ na kus a $8741,82 \text{ kJ}$ na tonu krmiva. Pri voze MV-1-060 s traktorom Z-6245 boli dosiahnuté hodnoty $137,38 \text{ kJ}$ na kus a $9918,45 \text{ kJ}$ na tonu krmiva. Pri voze Horal s traktorom Z-6245 to bolo $192,34 \text{ kJ}$ na kus a $10\,415,81 \text{ kJ}$ na tonu krmiva.

Výsledky na samotné založenie krmiva sú uvedené v tab. I. Zaujímavé je, že voz WP-3,5 dosahuje najnižšiu mernú spotrebu energie, voz MV 1-060 má spotrebu o 20 a viac percent vyššiu (podľa použitého traktora) a voz Horal 13-SBKD-2 o 40 % a viac v závislosti od použitého traktora.

Energetické hodnotenie stacionárnych systémov sme riešili na základe meraní pomocou registračných wattmetrov a na základe hmotnosti dávky krmiva. Výsledky hod-

I. Spotreba energie na samotné založenie krmiva v závislosti od použitého traktora — Power requirement for feed distribution, as depending on the type of tractor

Traktor	Kŕmny voz	Spotreba nafty na tonu založeného krmiva
Z - 8011	MV 1-060	0,160
Z - 8011	Horal-13-SBKD-2	0,190
Z - 7011	MV 1-060	0,126
Z - 7011	Horal-13-SBKD-2	0,149
Z - 6245	MV 1-060	0,115
Z - 6245	Horal-13-SBKD-2	0,136
Z - 5211	WP-3,5	0,097

		Linka so žlabovým dopravníkom				Linka s nadžlabovým dopravníkom			
		w_1	w_2	w_1	w_2	w_1	w_2	w_1	w_2
		Wh.ks ⁻¹ .d ⁻¹	Wh. .kg ⁻¹	kJ.ks ⁻¹ .d ⁻¹	kJ. .kg ⁻¹	Wh.ks ⁻¹ .d ⁻¹	Wh. .kg ⁻¹	kJ.ks ⁻¹ .d ⁻¹	kJ. .kg ⁻¹
Ročné obdobie	jar	116,63	2,19	419,87	7,88	157,42	2,97	566,71	10,69
	leto	104,52	1,94	376,27	6,98	153,87	2,86	553,93	10,30
	jeseň	118,79	2,21	427,64	7,98	161,94	3,03	582,98	10,91
	zima	132,32	2,49	476,35	8,96	191,94	3,63	690,98	13,07
Ročný priemer		118,07	2,21	425,03	7,94	166,29	3,12	598,65	11,24

notení sú uvedené v tab. II. Ak porovnáваме mernú spotrebu energie pre žlabový dopravník, vychádza merná spotreba na kus a deň 425,03 kJ a na kilogram založeného krmiva 7,94 kJ; pre nadžlabový dopravník je to 598,65 kJ.ks⁻¹.d⁻¹ a 11,24 kJ.kg⁻¹.

V zimnom období sa u oboch stacionárnych technologických liniek príkon zvyšuje a činí 10 až 14 % pri žlabovom a 18 až 22 % pri nadžlabovom dopravníku.

Merania stacionárnych liniek ukázali, že dve tretiny elektromotorov sú využité pod 50 % menovitého príkonu a ostávajúca tretina v rozsahu 70 až 80 %. Preto sme odporučili znížiť dimenzovanie hnacích elektromotorov, čím sa zníži energetická náročnosť procesu kŕmenia.

DISKUSIA

Kvalitný proces silážovania krmív vytvára predpoklady pre technicko-energetickú racionalizáciu vyberania krmív za predpokladu, že bude použitý vyberač siláže s retazovo-hrabcovou frézou a mechanickým nakladačím dopravníkom. Vyberač siláže bol koncipovaný tak, aby splnil požiadavky kladené na proces vyberania siláže a ďalej aby bol zásadne poháňaný asynchrónnymi elektromotormi s kotvou nakrátko. Tým sa vylúči mobilný energetický prostriedok zo silážneho priestoru. Je treba, aby prevody boli mechanické (siláž sa musí chrániť pred vytekajúcim olejom) a aby vyberač bol ekonomicky dostupný. Jednotlivé mechanizmy vyberača siláže boli riešené teoreticky a overené v experimentálnych meraniach. Bola dosiahnutá výkonnosť 18 až 40 t.h⁻¹, merná spotreba energie činí 0,15 až 0,28 kWh.t⁻¹. Pritom sme zistili, že zvýšenie výkonnosti vyberača o 100 % vyvolá zvýšenie energetickej náročnosti o 10 až 15 %. Pri vyšších výškach monolitu siláže je nutný usmerňovací štít siláže od vyberacej frézy do prihrňovacieho žlabu.

Dávkovacie zariadenia pre mobilné a stacionárne zariadenia boli konštruované, teoreticky zdôvodnené a overené v experimentálnych prácach. Dosiahli sme dostatočnú presnosť práce oboch typov, pričom presnosť stacionárneho zariadenia je vyššia. Existujú rôzne príčiny, ktoré prácu ovplyvňujú, pričom sú nie zanedbateľné dynamické a zotrvačné sily.

Mobilné základacie vozy môžu zakladať krmivo podľa požiadavky za predpokladu správneho využívania, a to najmä pri voze Horal 13-SBKD-2.

Stacionárna technika môže plniť zootechnické požiadavky na presnosť dávky za predpokladu, že bude vytvorené a použité dávkovacie zariadenie krmiva.

Pre zhrnutie krmiva z nadžlabového dopravníka sme odvodili a overili správne parametre tak, aby sa nezhrnuté zvyšky minimalizovali.

Z energetickej bilancie základacích vozov vyplynulo, že približne 50 % energie sa zúžitkuje na založenie krmiva a zvyšok pripadá na dopravu a na rôzne straty, ktoré nie sú zanedbateľné. Racionálne riešenie základacích vozov umožňuje znížiť energetickú náročnosť o 20 až 96 %.

V porovnaní s nadžlabovými dopravníkmi vykázala stacionárna technika nižšiu spotrebu energie pre žlabové dopravníky. Pre nadžlabový dopravník činí spotreba energie 554 až 691 kJ.k^s⁻¹.d⁻¹ a pre žlabový dopravník 420 až 476 kJ.k^s⁻¹.d⁻¹.

Hnacie elektromotory sú v stacionárnych technologických linkách u dvoch tretín elektromotorov predimenzované o 100 % a u ostávajúcej tretiny o 40 až 50 %.

Použité označenia

A, B, c_1, c_2	— konštanty
B_f	— šírka záberu reťazovo-hrablicovej frézy [m]
B_p	— pracovný záber [m]
D	— vonkajší priemer závitovky [m]
E	— modul pružnosti [Pa]
f_t	— koeficient trenia [1]
h	— výška vrstvy krmiva [m]
H	— zahĺbenie frézy [m]
J_x	— moment zotrvačnosti prierezu [m ⁴]
m	— hmotnosť častice [kg]
M_o	— ohybný moment [N _m]
n_z	— frekvencia otáčania závitovky [s ⁻¹]
P_f	— príkon na pohon vyberacej frézy [kW]
P_p	— celkový príkon na pohon vyberača siláže [kW]
r	— korelačný koeficient
S_m	— plocha prierezu materiálu [m ²]
s_z	— stúpanie závitovky [m]
v	— rýchlosť dopravníka [m.s ⁻¹]
v_a	— osová rýchlosť materiálu [m.s ⁻¹]
v_f	— obvodová rýchlosť vyberacej frézy [m.s ⁻¹]
v_{ft}	— vektor rýchlosti odklonený vplyvom trenia
v_{mz}	— priemerná rýchlosť materiálu [m.s ⁻¹]
v_n	— normálový priemer rýchlosti do osi [m.s ⁻¹]
v_o	— osová rýchlosť premiestňovania bodu závitovky [m.s ⁻¹]
v_r	— relatívna rýchlosť pohybu [m.s ⁻¹]
v_z	— rýchlosť zahĺbovania frézy [m.s ⁻¹]
Q_h	— výkonnosť vyberača siláže [t.h ⁻¹]
Q_{sf}	— výkonnosť vyberacej frézy [kg.s ⁻¹]
Q_{sd}	— výkonnosť dopravného zariadenia [kg.s ⁻¹]
Q_{sz}	— výkonnosť závitovky [kg.s ⁻¹]
α	— uhol sklonu normály k závitovke v rozsahu od α_1 do α_2
β	— uhol sklonu
ω	— uhlová rýchlosť [s ⁻¹]
ϱ	— objemová hmotnosť krmiva, materiálu [kg.m ⁻³]

Literatúra

- ANDREW, F. W.: Mechanical and automatic feeding systems for livestock farms. Urbana, University of Illinois 1963.
 ERLER, W. — WALTHER, L.: Elektrisches Messen nichtelektrischer Größen mit Halbleiterwiderständen. Berlin 1971.
 FOCK, W. et al.: State of technology and trends of development in the field of mechanisation of cattle feeding in the German Democratic Republic. Nitra, VÚŽV 1987.

- HORNA, O.: Tensometrické můstky. Praha, ČSAV 1960.
- HYDE, G. M. et al.: Designing an automatic forage and concentrate-proportioning system. Trans. ASAE, 1973.
- JACOBI, U.: Die Systeme der Futterverteilung bei stationärer Mechanisierung in der Rinderhaltung. Dtsch. Agrartechn., 1970, č. 8.
- KLOKOV, N. I.: Analýz schém stacionárných kormorazdatčikov. Mechaniz. soc. seř. Choz., 1967.
- KLOKOV, N. I.: O sostojaniji i perspektivach techničeskovo rozvitija kormorazdatčikov dlja krupnovo rogovato skota. Nitra, VŠP 1971.
- KRČULA, J.: Dávkovanie objemového krmiva v maštaliach mobilným vážiacim ústrojenstvom. Nitra 1975.
- KRČULA, J.: Uplatnenie tenzometrického silomerného snímača v stacionárnej linke. Mechaniz. Poľnohosp., 1976.
- KUKTA, G. H.: Technologičeskije charakteristiky dozatorov kormov. Mechaniz. i Elektr. social. seř. Choz., 1975, č. 2.
- KUTLEMBETOV, A. A.: Issledovanija processa otdelenija silosa ot burta rabočimi organami pogruzčikov neprerivnovo dejstvija. Nauč. Tr. Vsesojuz. Inst. Ekon. seř. Choz., XXIII, 1969.
- LEHMER, M.: Leistungsbezogene Gruppenfütterung in der Milchviehhaltung. Landtechnik, 1979, č. 2.
- LOBOTKA, J. et al.: Vyberanie a dávkovanie objemového krmiva v chove HD s použitím programového riadenia. Nitra, VŠP 1969.
- LOBOTKA, J.: Autorské osvedčenie 230 284. Samohybný vyberač siláže. Úřad pro vynálezy a objevy, Praha 1986.
- MUHREI, K.: Doprava a manipulace s materiálem v zemědělství. Praha, Státní zemědělské nakladatelství 1978.
- NIJSTEN, J. C.: Trends in the feed supply of dairy cattle in the Netherlands. Nitra, VÚŽV 1987.
- NILSON, E.: Uttagning av ensilage. Uppsala, SIAE 1971.
- NIXON, E. B.: Principy soustav automatického řízení. Praha, SNTL 1965.
- PETERSEN, D. R.: Cutter unit for horizontal silo unloader. ASAE, 1964, č. 1.
- NUTIL, J.: Elektromechanické váhy v průmyslu. Praha, SNTL 1971.
- SCHEFFLER, E. — STROPPEL, A.: Untersuchungen an Silagefütterungsanlagen für Rindvieh. Landtechn. Forsch., 1966.
- SOMMER, A.: Biologické aspekty technizácie krmenia hovädzieho dobytku. Nitra, VÚŽV 1987.
- ŠVEC, J. et al.: Příručka automatizační a výpočtové techniky. Praha, Státní nakladatelství technické literatury 1975.
- TEKUČEV, I. K.: Isledovanije procesa vzaimodejstvija šneka s silosnym monolitom. Tr. Vsesojuz. Inst. Ekon. seř. Choz., XXXI, 1973.
- VEGRICHT, J.: Vybírání siláže ze silážních žlabů. [Závěrečná zpráva.] Praha-Řepy, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1975.
- VELEBIL, M. et al.: Mechanizace nových a modernizovaných stájí. Praha, Státní zemědělské nakladatelství 1974.
- ZEHNULA: Snímače neelektrických veličin. Praha, Státní nakladatelství technické literatury 1977.
- ZUJEV, V. A. — KUTLEMBETOV, A. A.: Issledovanije rabočich organov pogruzčikov silosa. Mechaniz. i Elektr. social. seř. Choz., 1969, č. 9.

Došlo dňa 7. 7. 1988

ЛОБОТКА, Й. (Сельскохозяйственный институт, Нитра): Техничко-энергетическая рационализация подбора, транспорта и закладки объемного корма. Земѣд. Techn., 35, 1989 (5) : 263-279.

Техничко-энергетическая рационализация подборки, транспорта и дозирования объемного корма может быть получена использованием таких принципов машин, которые должны исходить из анализа с положительной оценкой. Цепно-граблевая фреза позволяет понизить энергоемкость при подборе силоса на 0,15—0,28 кВт.ч. т⁻¹. Для точной дозировки качественного объемного корма были разработаны и проверены дозирующие аппараты, которые с точностью под $\pm 10\%$ способны дозировать корм. При энергетической оценке подвижной и стационарной техники выходит более низкая требовательность желобовых транспортеров перед транспортерами нежелобчатыми и низшая требовательность стационарной техники перед подвижной техникой.

подборщик силоса; цепно-граблевая фреза; электромеханические весы; дозатор корма (дозировочные аппараты); удельный расход энергии; производительность подборщика силосов; динамометрический датчик; точность дозирования; желобчатый и наджелобчатый ленточный конвейер; собирающий шнековый питатель

LOBOTKA, J. (University of Agriculture, Nitra): *Technico-Economic Rationalization of Roughage Picking, Transport and Administration*. Zeměd. Techn., 35, 1989 (5) : 263-279.

The picking, transport and administration of roughage can be rationalized on the basis of machine principles derived from an analysis with positive evaluation. The chain-rake cutter allows to reduce power requirement of silage loading to 0.15—0.28 kWh per tonne. Rationing devices, able to do the rationing with an accuracy below $\pm 10\%$, were developed and tested for precise administration of high-quality roughage. The energy requirements of mobile and stationary equipments were evaluated and were found to be lower in the manger conveyers than in the overhead conveyers and in the stationary equipment than in the mobile system.

silage unloader; chain-rake cutter; electromechanical balance; feed rationer; specific power consumption; performance of silo emptier; dynamometric sensor; accuracy of rationing; manger and overhead belt conveyor; raking screw

LOBOTKA, J. (Landwirtschaftliche Hochschule, Nitra): *Technisch-energetische Rationalisierung der Entnahme, des Transports und der Verfütterung von Rauhfutter*. Zeměd. Techn., 35, 1989 (5) : 263-279.

Die technisch-energetische Rationalisierung der Entnahme, des Transports und der Dosierung des Rauhfutters ist durch Anwendung solcher Maschinenparameter erreichbar, die aus der Analyse mit positiver Bewertung hervorgehen müssen. Die Kettenrechenfräse ermöglicht den energetischen Aufwand bei der Siloentnahme auf 0,15 bis 0,28 kWh $\cdot$ t⁻¹ zu senken. Für eine präzise Dosierung des Qualitäts-rauhfutters wurden Dosierungsanlagen entworfen und getestet, die mit einer Präzision von $\pm 10\%$ das Futter zu dosieren vermögen. Bei der energetischen Bewertung der mobilen und stationären Technik weisen die Trogförderer im Vergleich zu Gurtbandförderern mit Überkopfabwurf einen niedrigeren energetischen Aufwand auf. Insgesamt weist die stationäre Technik einen niedrigeren energetischen Aufwand im Vergleich zur mobilen Technik auf.

Siloentnahmefräse; Kettenrechenfräse; elektromechanische Waage; Futterdosierer; spezifischer Energieverbrauch; Leistung der Siloentnahmefräse; Kraftmessergeber; Dosierungspräzision; Trogförderer und Gurtbandförderer mit Überkopfabwurf; Schneckenrechen

Adresa autora:

Doc. ing. Jozef Lobotka, CSc., Ústav pre meraciu a vyhodnocováciu techniku, VŠP v Nitre, ul. gard. plukovníka Gagua 17, 949 76 Nitra

TECHNICKÝ KONGRES '89 A 12. VALNÉ SHROMÁŽDĚNÍ WFEO

Ve dnech 24. až 30. září 1989 se v Praze uskuteční Technický kongres '89, 12. valné shromáždění Světové federace inženýrských organizací (WFEO), zasedání Výkonného výboru WFEO a stálých komisí této federace.

Záštitu nad Technickým kongresem '89 převzal prezident ČSSR, záštitu nad 12. valným shromážděním WFEO předseda federální vlády. Pořádáním všech akcí byla pověřena Československá vědeckotechnická společnost. Místem konání bude Palác kultury v Praze.

Technický kongres '89 je pořádán pod heslem Inženýři, společnost a životní prostředí. Jeho program je rozvržen do tří sekcí. První sekce se bude zabývat koncepcí rozvoje měst a uplatnění inženýrů z hlediska jejich vztahu ke kvalitě života ve městech a inženýrských i ekologických aspektů obnovy a přestavby měst. Druhá sekce se bude věnovat péči o historické pamětihodnosti a jejich funkci v moderní společnosti. Třetí sekce je zaměřena na venkovská osídlení, jejich využití a rozvoj. Tuto problematiku bude rozebírat nejen z hledisek technického vývoje osídlení na venkově, územně technických přístupů k řešení a inženýrských postupů při rozvoji zemědělství, ale i z hlediska aplikované ekologie a ekotechniky.

Po skončení Technického kongresu '89 se bude konat 12. valné shromáždění WFEO. Jeho úkolem je projednat aktuální otázky a problémy činnosti této federace, která sdružuje inženýrské organizace z více než 80 zemí všech kontinentů. Valné shromáždění proběhne ve dnech 28. a 29. září.

Dále se ve dnech 26., 27. a 29. září uskuteční zasedání výkonného výboru federace a nezávisle na všech akcích v průběhu celého týdne vymezeného pro tyto akce i zasedání šesti stálých komisí WFEO v termínech, které určí předsedové jednotlivých komisí.

Účastníci všech akcí budou ubytováni v pražských hotelích. Přihlášky k účasti přijímá sekretariát Technického kongresu '89, ústřední rada ČSVTS, Široká 5, 110 01 Praha 1, a to do 31. května 1989. Zde také podají další potřebné informace.

Mezi organizace, které stojí u vzniku WFEO a zasazují se o rozšiřování mezinárodní spolupráce inženýrů, patří také Československá vědeckotechnická společnost. Její zástupci aktivně pracují nejen v řídicích orgánech federace, ale i ve všech stálých komisích. Současným předsedou ústřední rady ČSVTS je Břetislav Benda, vedoucím tajemníkem Štefan Zlatohlavý. Břetislav Benda zastává také funkci jednoho z místopředsedů WFEO.

J. Krupička, B. Hanousek

KRUPÍČKA, J. — HANOUSEK, B. (Vysoká škola zemědělská, Praha): *Přirozené předsušení biomasy zrnin*. Zeměd. Techn., 35, 1989 (5) : 281-288.

Účelem našich měření bylo zjistit vliv mačkání obilní biomasy hladkými mačkáci válci na urychlení předsušení. K měření jsme použili pšenici odrůdy 'Jara' a oves odrůdy 'Saturn'. Bylo prokázáno, že vzorky silně mačkané vysychaly průkazně rychleji než vzorky nemačkané a mačkané slabě. Výsledky měření potvrzují předpoklad, že mačkání hladkým mačkáčím válcem přitlačnou silou $20 \text{ N} \cdot \text{cm}^{-1}$ má průkazný vliv na rychlost vysychání obilní biomasy. předsušení; mačkání; biomasa zrnin; vysychání; měrná vlhkost; sušina

V posledních letech se do popředí zájmu dostává problematika energetických vkladů do rostlinné výroby s využitím všech rezerv k jejich snížení (Kučera, 1983).

Při intenzifikaci výroby objemných krmiv se klade důraz na jejich vysokou produktivnost, která by odpovídala požadavku získat za určitých podmínek co největší množství zelené hmoty a současně i co největší množství sušiny z jednotky plochy (Řezníček aj., 1980). Dalším požadavkem je získat co nejlepší kvalitu biomasy rostlin, což úzce souvisí se snahou snižovat spotřebu jaderných krmiv na jednotku živočišných výrobků.

Sklizeň biomasy obilnin je způsobem perspektivním, který při vhodné konzervaci zelené hmoty má mnoho výhod. Např. vytváří podmínky pro postupné snižování dávek herbicidů, neboť pozemky nejsou následně zapleveleny a ornou půdu je možné mít téměř celoročně pod zeleným pokryvem meziplodin. Dále zaručuje vysoké výnosy sušiny, a tedy i energie z jednoho hektaru (Velda, 1980a, b). Nahrazuje jaderná krmiva. Časnější sklizeň biomasy vytváří příznivější podmínky pro přípravu půdy a pro výsev dalších plodin. Výhodně lze tento způsob sklizně uplatnit také tehdy, jsou-li porosty silněji polehlé nebo zaplevelené, popřípadě i ve vyšších polohách, kde se již sklizeň obilnin na zrno stává problematickou (Striegl, 1985).

MATERIÁL A METODA

Účelem měření bylo zjistit, jak mačkání biomasy hladkými mačkáci válci urychluje předsušení. Měřili jsme jarní odrůdu pšenice 'Jara' a jarní odrůdu ovesa 'Saturn'. Tyto plodiny rostly na stejně velkých parcelách školního pozemku Vysoké školy zemědělské v Praze.

Porost byl ručně posečen na pěti náhodných místech parcely a získaná biomasa byla mechanicky zpracována na laboratorním mačkáčím zařízení. Mačkací

zařízení tvořil hladký ocelový válec o průměru 11,5 cm se závažími. Tímto zařízením byla biomasa mačkána na rovné, hladké desce o šířce 60 cm. Válcem byla na rostlinnou hmotu vyvozována přítláčná síla 20 N.cm⁻¹. Rychlost válce (jeho posuvu) byla 2,4 m.min⁻¹. Biomasa byla mačkána slabě (tloušťka vrstvy před mačkáním 40 mm) a silně (stéblo vedle stébla).

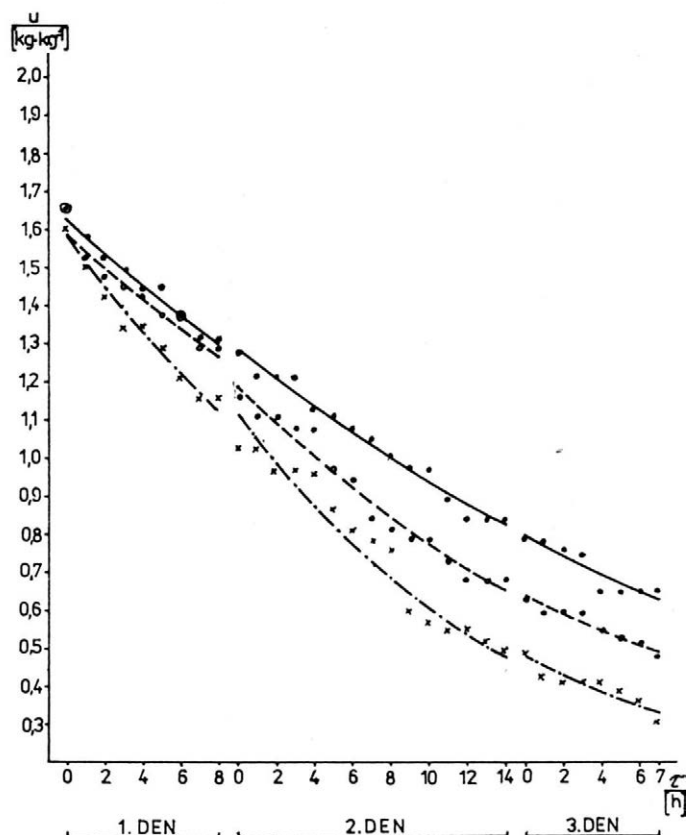
Po každé úpravě jsme rostlinnou hmotu o hmotnosti 10 kg rozprostřeli na rámy zavěšené 15 cm nad zemí. Rámy byly umístěny pod přístřeškem, aby se eliminoval vliv vodních srážek. V hodinových intervalech jsme vzorky vážili a odečítali jsme měřené hodnoty (teplotu a relativní vlhkost vzduchu).

Počáteční vlhkost biomasy jsme zjišťovali ihned po posečení, dříve než jsme ji začali vážit, a to tak, že jsme ze stojícího porostu (v těsné blízkosti sečení) odstříhali vždy dva vzorky z každé odrůdy obilniny. Po zpracování na laboratorní řezačce jsme získanou řezanku důkladně promíchali a určitou část, zhruba 100 g, jsme vložili do očíslovaných a předem zvážených vysoušeček. Potom jsme každou naplněnou vysoušečku zvážili na laboratorních váhách a po odečtení hmotnosti prázdných vysoušeček jsme zjišťovali počáteční vlhkost materiálu (M_M). Dále jsme naplněné vysoušečky sušili v laboratorní elektrické sušárně při teplotě 105 °C do konstantní vlhkosti. Když sušení skončilo, nechali jsme vysoušečky se vzorky vychladnout v exsikátoru. Potom jsme každou zvážili a po odečtení hmotnosti vysoušečky jsme získali hmotnost sušiny (M_{MS}).

Počáteční podíl vlhkosti se pak počítal:

$$\omega = \frac{M_V}{M_M} \cdot 100 = \frac{M_M - M_{MS}}{M_M} \cdot 100 \quad [\%]$$

kde: M_V — hmotnost vlhkosti v materiálu [g]
 M_M — hmotnost vlhkého materiálu [g]
 M_{MS} — hmotnost sušiny [g]

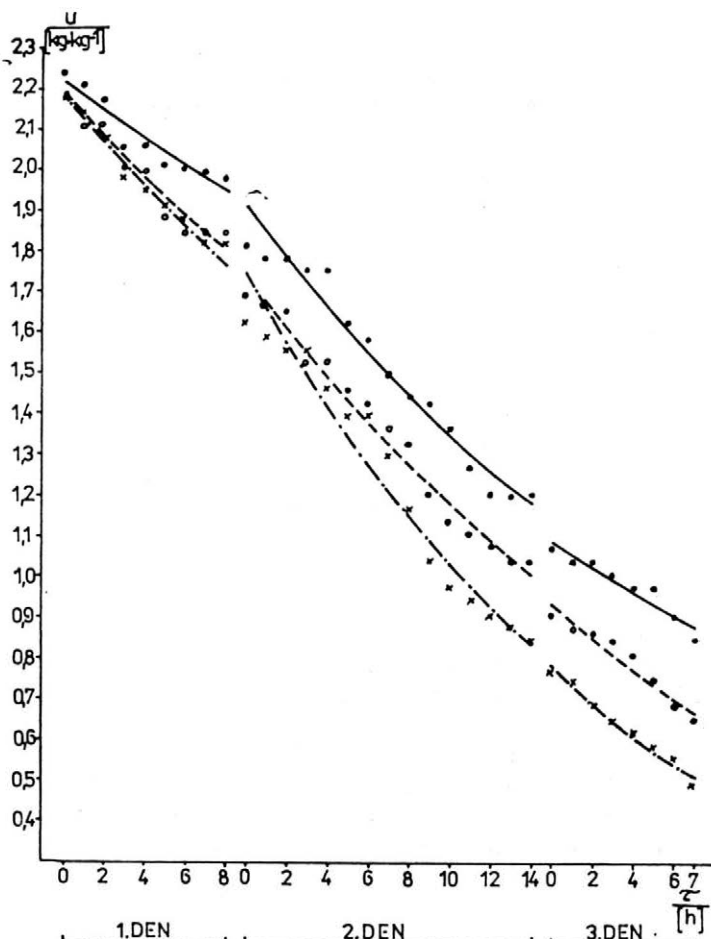


1. Závislost měrné vlhkosti u (kg.kg⁻¹) biomasy pšenice neupravené a upravené mačkáním slabým a silným na době přirozeného předsušení τ (h) — Dependence of the specific moisture content u (kg per kg) of unconditioned wheat biomass and biomass conditioned by slight and heavy crushing upon the time of preliminary air drying τ (h)

—●— pšenice nemačkaná
 ---○--- pšenice slabě mačkaná
 -.-.-x-.-.- pšenice silně mačkaná

2. Závislost měrné vlhkosti u ($\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$) biomasy ovsa neupraveného a upraveného mačkáním slabým a silným na době přirozeného předsušení τ (h) — Dependence of the specific moisture content u (kg per kg) of unconditioned oats biomass and biomass conditioned by slight and heavy crushing upon the time of preliminary air drying τ (h)

- oves nemačkaný
- oves slabě mačkaný
- x— oves silně mačkaný



Ze dvou měření se pak počítal průměrný počáteční podíl vlhkosti ω ($\%$) a průměrný procentuální podíl sušiny S ($\%$) podle normy (ČSN 12 6000, 1979).

Do výsledných tabulek naměřených a vypočtených hodnot se zapisuje:

- datum a čas měření v hodinách,
- plodina a úprava biomasy (celá nemačkaná, mačkaná),
- hmotnost sušiny biomasy na rámu (za předpokladu, že procentuální podíl sušiny biomasy ve vysoušeči a na rámu je stejný $[\text{kg}]$,
- měrná vlhkost u [$\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$],
- celkový čas sušení τ [h],
- rychlost sušení N [$\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$],
- $u = f(\tau)$, kde u se počítá z rovnice regresní křivky pro zvolené časy τ (Krupička, 1985).

Graficky jsme znázornili průběh úbytku měrné vlhkosti u na čase předsušení τ (obr. 1, 2). Statistickým zpracováním se najdou rovnice regresních křivek a ty se v grafech zakreslí. Na základě testu významnosti rozdílu regresních křivek určité obilniny nemačkané — celé a obilniny mačkané je možné posoudit, jaký vliv má mačkání biomasy zrnin na průběh rychlosti vysychání (Káňa, 1980).

Porost byl charakterizován těmito údaji:

plodina, termín posečení, stupeň zralosti, hmotnost porostu [$\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$], hustota porostu [$\text{n} \cdot \text{m}^{-2}$], průměrná délka porostu [cm], počáteční podíl vlhkosti [$\%$], podíl sušiny s [$\%$].

Povětrnostní podmínky v průběhu předsušení pak byly charakterizovány okamžitou teplotou vzduchu v době vážení rámu s biomasou [$^{\circ}\text{C}$], okamžitou relativní vlhkostí vzduchu v době vážení rámu s biomasou [$\%$], množstvím vodních srážek na příslušný den měření [$\text{mm} \cdot \text{den}^{-1}$] a průměrnou rychlostí větru v příslušném dni měření [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$].

Plodina, úprava	$u = a \cdot e^{b \cdot \tau}$				
	1. den				
	a	b	r	a	a
Pšenice celá	2,3076	-0,0274	-0,9627	0,001	1,6101
Pšenice slabě mačkaná	2,2942	-0,0282	-0,9574	0,001	1,6128
Pšenice silně mačkaná	2,7839	-0,0434	-0,9765	0,001	1,6989
Oves celý	2,7536	-0,0166	-0,9554	0,001	2,4239
Oves slabě mačkaný	2,9922	-0,0241	-0,9655	0,001	2,3011
Oves silně mačkaný	3,0885	-0,0265	-0,9788	0,001	2,5354

VÝSLEDKY

Povětrnostní podmínky byly po dobu předsušení obilní biomasy příznivé. Teplota vzduchu se pohybovala v prvním dnu měření od 21 do 23 °C, druhý den měření od 16 do 30 °C a třetí den od 18 do 27 °C. Z hlediska předsušení byl nejvýhodnější druhý den měření, kdy byla dostatečná teplota vzduchu a malá relativní vlhkost vzduchu. Ani v jednom z měřených dnů se nevyskytly vodní srážky.

Průměrný podíl vlhkosti ω [%] při založení pokusu u pšenice činil 62,4 %, poněkud vyšší podíl vlhkosti měl oves — 69,1 %. V průběhu předsušení na rámech se během 2 až 2,5 dne snížil podíl vlhkosti ω [%] u pšenice slabě mačkané na 31,6 %, u pšenice mačkané silně na 23,0 %, u ovsa slabě mačkaného na 39,4 % a u ovsa mačkaného silně na 32,83 %. Ukázalo se, že mezi materiálem mačkaným a nemačkaným (který měl stejný počáteční podíl vlhkosti) jsou v předsušení větší rozdíly v podílu vlhkosti u pšenice a ovsa.

Rychlost sušení N [kg · kg⁻¹ · h⁻¹] v průběhu dne stoupá, největší je odpoledne kolem 15.00 hodiny a k večeru opět klesá.

Závislost měrné vlhkosti u na době předsušení τ [h], $u = f(\tau)$, je u všech posuzovaných obilnin i u všech použitých úprav v jednotlivých dnech měření vysoce průkazná (tab. I). Regresní koeficienty exponenciálních rovnic transformovaných na lineární tvar jsou vyšší než jejich kritické hodnoty na hladině významnosti $\alpha = 0,01$. Je možné konstatovat, že použitá regresní funkce velmi dobře vyhovuje korelačním polím naměřených hodnot a je vhodná pro popis průběhu vysychání biomasy posuzovaných obilnin. Hodnoty regresních koeficientů a charakterizují počáteční měrnou vlhkost biomasy, regresní koeficienty b charakterizují rychlost změny měrné vlhkosti biomasy na době předsušení τ .

Vliv mechanické úpravy biomasy mačkané hladkým mačkáčím válcem přítlačnou silou 20 N · cm⁻¹ je posouzen podle výsledků testování významnosti rozdílů parametrů semilogaritmických přímek.

Pomocí F -testu byly posouzeny významnosti rozdílů rozptylu jednotlivých porovnávaných měření. Byla testována správnost předpokládané hypotézy o rovnosti rozptylů dvou základních souborů $H: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$.

relation coefficients of an exponential function

$u = a \cdot e^{b \cdot r}$							
2. den				3. den			
b	r	a		a	b	r	a
-0,0321	-0,9872	0,001		1,0053	-0,0339	-0,9191	0,01
-0,0436	-0,9837	0,001		0,8302	-0,0384	-0,9503	0,001
-0,0604	-0,9802	0,001		0,6843	-0,0524	-0,9227	0,01
-0,0344	-0,9821	0,001		1,3474	-0,0304	-0,9477	0,001
-0,0393	-0,9879	0,001		1,3153	-0,0482	-0,9651	0,001
-0,0529	-0,9797	0,001		1,1098	-0,0613	-0,9888	0,001

II. Test významnosti rozdílu regresních logaritmických přímek — pšenice —
Significance test for the difference in regression logarithmic lines — wheat

Testovaná plodina a úprava	Den	F	α	t_a	α	t_b	α
		$F_{\alpha} = 0,05$		$t_{a\alpha} = 0,05$		$t_{b\alpha} = 0,05$	
Pšenice celá, pšenice silně mačkaná	1.	1,5413 4,433	—	1,6248 2,145	—	3,4296 2,145	0,01
	2.	5,8508 3,050	—	9,2078 2,064	0,01	7,6923 2,064	0,01
	3.	2,2728 4,995	—	20,9094 2,179	0,01	1,7287 2,179	—
Pšenice celá, pšenice slabě mačkaná	1.	1,2223 4,433	—	1,4707 2,145	—	0,1892 2,145	—
	2.	2,4982 3,050	—	7,1194 2,064	0,01	4,3677 2,064	0,01
	3.	1,3386 4,995	—	12,3820 2,179	0,01	0,5691 2,179	0,01
Pšenice silně mačkaná, pšenice slabě mačkaná	1.	1,2609 4,433	—	0,2392 2,145	0,01	3,1191 2,145	—
	2.	2,3468 3,050	—	3,7384 2,064	0,01	4,1450 2,064	0,01
	3.	3,0424 4,995	—	12,3497 2,179	0,01	1,3668 2,179	—

III. Test významnosti rozdílu regresních logaritmických přímek — oves — Significance test for the difference in regression logarithmic lines — oats

Testovaná plodina a úprava	Den	F	α	t_a	α	t_b	α
		$F_{\alpha} = 0,05$		$t_{a\alpha} = 0,05$		$t_{b\alpha} = 0,05$	
Oves celý, oves silně mačkaný	1.	1,1671 4,433	—	1,8360 2,145	—	3,4542 2,145	0,01
	2.	2,6867 3,050	—	5,5782 2,056	0,01	5,2707 2,056	0,01
	3.	1,2264 4,995	—	25,8666 2,179	0,01	5,4849 2,179	0,01
Oves celý, oves slabě mačkaný	1.	1,6056 4,433	—	1,7813 2,145	—	2,3940 2,145	0,05
	2.	1,1519 3,050	—	7,9811 2,056	0,01	1,9532 2,056	0,1
	3.	1,6353 4,995	—	9,5895 2,179	0,01	2,6317 2,179	0,05
Oves silně mačkaný, oves slabě mačkaný	1.	1,3758 4,433	—	0,1036 2,145	—	0,7329 2,145	—
	2.	3,9516 3,050	0,05	0,1050 2,056	—	3,9516 2,056	0,01
	3.	2,0056 4,995	—	12,3184 2,179	0,01	1,9917 2,179	0,1

Z tab. II je zřejmé, že při posuzování rozdílu rozptylů měření jednotlivých vzorků pšenice celé a mačkané nebyl prokázán významný rozdíl. U ovsa (tab. III) byl prokázán významný rozdíl mezi rozptyly měření u vzorků oves silně mačkaný a slabě mačkaný ve druhém dnu měření. V ostatních případech nebyly rozdíly prokázány. Vyplývá z toho, že významnosti rozdílu rozptylů měření jsou neprůkazné, což svědčí o dobré vyrovnanosti podmínek měření.

Pomocí testu významnosti regresních koeficientů a (t -test) byly posouzeny významnosti rozdílu měrných vlhkostí (u) vzorků biomasy na začátku každého dne měření.

Z tab. II a III je zřejmé, že počáteční měrné vlhkosti nemačkaných a mačkaných vzorků se lišily na začátku prvního dne měření na hladině významnosti $\alpha = 0,01$ u pšenice silně mačkané a slabě mačkané. V ostatních případech u vzorků pšenice a ovsa nebyly rozdíly prokázány. Znamená to, že počáteční měrná vlhkost těchto vzorků byla přibližně stejná. Na začátku druhého dne měření se měrné vlhkosti vzorků ovsa silně mačkaného a ovsa slabě mačkaného nelišily. V ostatních případech

byly rozdíly prokázány na hladině významnosti $\alpha = 0,01$. Třetí den byly prokázány významné rozdíly na hladině významnosti 0,01 u ostatních vzorků pšenice a ovsa.

Podle průběhu regresních rovnic $u = f(\tau)$ lze odhadnout, že rozbor regresních koeficientů a podle uvedených výsledků testů pro začátky měření druhý a třetí den (tab. II a III) bude zřejmě platit i pro konce měření z předešlých dnů (tzn. první a druhý den).

Pomocí testu významnosti regresních koeficientů b u nezávisle proměnné τ byl posouzen vliv mačkání biomasy obilnin hladkým mačkáčím válcem na rychlost sušení.

Z tab. II a III je vidět, že při posuzování rozdílů rozptylu měření u vzorku pšenice a ovsa celého (nemačkaného) a ovsa silně mačkaného vysychala obilní biomasa silně mačkaná významně rychleji než biomasa nemačkaná již v průběhu druhého dne měření. Dokonce bylo prokázáno, že již na konci prvního dne měření, tzn. po osmi hodinách sledování pokusů, byly na hladině významnosti $\alpha = 0,01$ zjištěny významné rozdíly u varianty oves celý — oves silně mačkaný, pšenice celá — pšenice silně mačkaná.

Třetí den měření byly průkazné rozdíly mezi regresními koeficienty zjištěny u vzorku pšenice celá — pšenice slabě mačkaná, oves celý — oves silně mačkaný, oves silně mačkaný — oves slabě mačkaný ($\alpha = 0,01$), oves celý — oves slabě mačkaný ($\alpha = 0,05$).

ZÁVĚR

Bylo prokázáno, že vzorky pšenice a ovsa silně mačkané vysychaly průkazně rychleji než vzorky nemačkané a mačkané slabě. Výsledky měření potvrzují předpoklad, že mačkání hladkým mačkáčím válcem přítlačnou silou 20 N . cm⁻¹ má průkazný vliv na rychlost vysychání obilní biomasy předsoušené na rámech. Biomasa obilnin slabě mačkaná vysychala rovněž ve druhém dnu měření průkazně rychleji než nemačkaná (celá). Dokonce bylo prokázáno, že již na konci prvního dne měření, tzn. po osmi hodinách sledování, byly na hladině významnosti $\alpha = 0,01$ zjištěny významné rozdíly u varianty oves celý a oves silně mačkaný, pšenice celá a pšenice silně mačkaná a oves celý a oves slabě mačkaný (K r u p i č k a, 1985).

Vysoká produktivnost obilnin, jejíž hranice se při současném sortimentu odrůd pohybuje i ve velkoprovozních podmínkách kolem 10 až 12 tun suché hmoty z jednoho hektaru, tj. 35 až 40 tun z hektaru zelené hmoty, umožňuje výrazně snížit celkovou spotřebu jaderných krmiv. V současné době se tento způsob sklízne obilnin (pěstovaných na zelenou hmotu) již v mnoha zemědělských podnicích ověřuje v provozních podmínkách, přičemž se zkoušejí různé způsoby konzervace zelené hmoty. Při zkrmování této hmoty se také výrazně zvyšuje užitkovost (dojivost, přírůstky masa) — (S t r i e g l, 1985).

Literatura

- ČSN 12 6000. Základní pojmy techniky sušení. Názvosloví. 1979.
KÁBA, B.: Statistika. Praha, SPN 1980. 312 s.
KRUPÍČKA, J.: Výzkum efektivnosti přirozeného předsoušení biomasy zrnin z hlediska sušárenského zpracování. [Kandidátská disertační práce.] Praha 1985. 135 s.
— Vysoká škola zemědělská. Fakulta mechanizační.

KUČERA, V.: Využití poznatků ze sledování pícnin při mechanických úpravách jejich pokosu. Zeměd. Techn., 29, 1983, č. 3, s. 167-176.

REZNÍČEK, R. a kol.: Fyzikální a mechanické vlastnosti stébel obilovin. [Závěrečná výzkumná zpráva.] Praha, Vysoká škola zemědělská 1980. 125 s.

STRIEGL, M.: Faktory ovlivňující kvalitu biomasy jarních obilnin pěstovaných ke krmným účelům. [Závěrečná zpráva výzkumného úkolu.] Praha, Vysoká škola zemědělská 1985. 47 s.

VELDA, K.: Výzkum efektivity různých úprav biomasy krmných plodin z hlediska sušárenského zpracování. [Závěrečná zpráva.] Praha, Vysoká škola zemědělská 1980a, 83 s.

VELDA, K.: Sušárenské zpracování biomasy vybraných krmných plodin. [Synetická zpráva za dílčí úkol.] Praha, Vysoká škola zemědělská 1980b. 33 s.

Došlo dne 16. 9. 1988

КРУПИЧКА, Й. — ГАНУСЕК, Б. (Сельскохозяйственный институт, Прага): **Естественная предварительная сушка биомассы зерновых.** Земед. Techn., 35, 1989 (5) : 281-288.

Целью наших измерений было определить влияние сдвливания зерновой биомассы гладкими сдвливающими цилиндрами на ускорение предварительной сушки. Для измерения использовали пшеницу сорта 'Jara' и овес сорта 'Saturn', доказали, что образцы сильно сдвливаемые высыхали доказуемо более быстро, чем образцы не сдвливаемые и сдвливаемые слабо. Результаты измерений подтверждают предпосылку, что сдвливание гладким сдвливающим цилиндром прижимной силой 20 Н. см^{-1} имеет доказуемое влияние на скорость высыхания зерновой массы.

предварительная сушка; сдвливание; биомасса зерновых; высыхание удельная влажность; сухое вещество

KRUPÍČKA, J. — HANOUSEK, B. (University of Agriculture, Praha): *Preliminary Air-Drying of Cereal Biomass.* Zeméd. Techn., 35, 1989 (5) : 281-288.

Measurements were performed to determine the effect of the crushing of cereal biomass with smooth crushing rollers on the rate of preliminary drying. The 'Jara' wheat variety and 'Saturn' oat variety were used for the measurements. Heavily crushed samples were found to dry much more quickly than uncrushed or just slightly crushed samples. The results confirm that crushing with a smooth roller, using a thrust of 20 N per cm , has a significant effect on the rate of drying of cereal biomass.

preliminary drying; crushing; cereal biomass; drying; specific moisture content; dry matter

KRUPÍČKA, J. — HANOUSEK, B. (Landwirtschaftliche Hochschule, Praha): *Natürliche Vortrocknung der Biomasse der Getreidearten.* Zeméd. Techn., 35, 1989 (5) : 281-288.

Zweck unserer Messungen war es, den Einfluss des Quetschens der Getreidebiomasse mit Hilfe von Quetschwalzen auf die Beschleunigung der Vortrocknung zu ermitteln. Für unsere Messungen benutzten wir die Weizensorte Jara und die Hafersorte Saturn. Es wurde nachgewiesen, dass die stark gequetschten Proben schneller austrockneten als diejenigen die gar nicht oder nur schwach gequetscht worden waren. Die Messergebnisse unterstützen die Annahme, dass das Quetschen mit einer Quetschwalze mit einer Anpresskraft von 20 N. cm^{-1} einen signifikanten Einfluss auf die Austrocknungsgeschwindigkeit der Getreidebiomasse ausübt.

Vortrocknung; Quetschen; Getreidebiomasse; Austrocknung; spezifische Feuchtigkeit; Trockensubstanz

Adresa autorů:

Ing. Josef Krupička, CSc., ing. Blahoslav Hanousek, CSc., Vysoká škola zemědělská, 165 21 Praha 6 - Suchbát

ZOBEČNĚNÍ POSTUPU STANOVENÍ UKAZATELŮ BEZPORUCHOVOSTI A ŽIVOTNOSTI ZEMĚDĚLSKÉ TECHNIKY PODLE WEIBULLOVA ROZDĚLENÍ

R. Kovář, M. Breš

KOVÁŘ, R. — BREŠ, M. (Vysoká škola zemědělská, Brno): *Zobecnění postupu stanovení ukazatelů bezporuchovosti a životnosti zemědělské techniky podle Weibullova rozdělení*. Zeměd. Techn., 35, 1989 (5): 289 — 297.

V příspěvku uvádíme upravené vztahy ke stanovení bodových odhadů parametrů a a b Weibullova rozdělení pro výpočet ukazatelů bezporuchovosti a životnosti. Úpravy byly provedeny na základě dosavadních zkušeností získaných při zpracování výsledků sledování provozní spolehlivosti traktorů Zetor UŘ I a rozboru výpočetních vztahů obsažených v normě ČSN 01 0611. V článku předložené vztahy umožňují sestavit jednotný výpočetní program pro všechny zkušební plány spolehlivostních zkoušek.

provozní spolehlivost; výpočetní program; zkušební plány

V současném období rozvoje materiálně technické základny zemědělské výroby je velmi důležitým úkolem zajistit vysoké exploatační parametry a technicko-ekonomické ukazatele zemědělské techniky. Jedním z předpokladů je stanovit a zlepšit ukazatele provozní spolehlivosti.

Klíčem ke stanovení a hodnocení ukazatelů provozní spolehlivosti je teorie spolehlivosti, jejíž základem je teorie pravděpodobnosti (Karasev, 1977; Kovář aj., 1984; Breš, 1986).

Teorie pravděpodobnosti se zabývá jevy, ke kterým dochází při hromadných dějích náhodné povahy.

Z hlediska hodnocení provozní spolehlivosti jsou jako náhodné jevy chápány poruchy výrobku a okolnosti související s jejich odstraněním. Okamžik výskytu poruch nelze předem stanovit, ale lze při znalosti mechanismu jejich vzniku a vývoje definovat metodami matematické statistiky pravděpodobnost jejich výskytu v předem zvoleném provozním intervalu (ČSN 01 0102, 1977).

Soubor pravděpodobnosti výskytu všech hodnot, kterých může nabývat náhodná proměnná, je nazýván rozdělením pravděpodobnosti. Navzdory náhodnosti jevů samých se v rozdělení pravděpodobnosti projevují určité zákonitosti.

V současné době má v teorii spolehlivosti z hlediska statistického zpracování získaných informací výsadní postavení Weibullovo rozdělení. Jeho význam spočívá zejména v tom, že ve své obecnosti pokrývá většinu možných průběhů náhodně proměnných veličin, které mohou při řešení spolehlivosti mechanických výrobků nastat.

Zpracování empirických údajů analytickou cestou podle libovolně zvoleného teoretického rozdělení bez výpočetní techniky je většinou velmi náročné. Platí to zejména pro Weibullovo rozdělení.

Zpracování dat na počítačích vyžaduje, aby se vytvořil matematický aparát a pak sestavil výpočetní program.

V dostupné technické literatuře je vodítkem k vytvoření vhodného matematického aparátu pro Weibullovo rozdělení norma ČSN 01 0611 (1983). Tato norma obsahuje obecné matematické vztahy ke stanovení jednotlivých ukazatelů bezporuchovosti a životnosti bez uvažování skupinového třídění jednotlivých náhodných jevů do intervalů a s přihlédnutím ke specifickým zvláštnostem strojírenských výrobků jednotlivých oborů.

Norma připouští tyto typy zkušebních plánů: (n, U, n) ; (n, U, t) ; (n, U, r) ; (n, M, t) (n, M, r) .

Podle zkušebního plánu (n, U, n) se sleduje n výrobků; výrobky se po poruše neopravují a experiment je ukončen po poruše všech výrobků.

Podle zkušebního plánu (n, U, t) se sleduje n výrobků; výrobky se po poruše neopravují a experiment je ukončen po uplynutí určité doby provozu (t).

Podle zkušebního plánu (n, U, r) se sleduje n výrobků; výrobky se po poruše neopravují a experiment je ukončen po r -té poruše.

Podle zkušebního plánu (n, M, t) se sleduje n výrobků; výrobky jsou po poruše bezprostředně opravovány a zařazeny zpět do sledování; experiment je ukončen po uplynutí určité doby provozu (t).

Podle zkušebního plánu (n, M, r) se sleduje n výrobků; výrobky jsou po poruše bezprostředně opravovány a zařazeny zpět do sledování; experiment je ukončen po r -té poruše.

Pro každý ze zkušebních plánů uvádí ČSN 01 0611 (1983) nepatrně odlišné vztahy ke stanovení základních parametrů Weibullova rozdělení.

Při přímém použití těchto vztahů je třeba sestavit samostatný výpočetní program pro každý ze zkušebních plánů. Na základě podrobného rozboru vztahů uvedených v normě a při použití skupinového třídění jednotlivých náhodných jevů do intervalu lze tomu předejít a sestavit jeden výpočetní program vhodný pro všechny zkušební plány.

Úprava vztahů obsažených v ČSN 01 0611 (1983) je nezbytná, má-li se vytvořit co nejjednodušší výpočetní program, zvláště pokud jde o běžně dostupné kapesní programovatelné mikropočítače.

METODA

Základem zpracování výsledků sledování provozní spolehlivosti je určení druhu zkušebního plánu, který odpovídá typu stroje a průběhu zkoušek.

Zemědělské stroje a traktory patří mezi opravitelné výrobky, a proto jsou po vzniku poruchy opravovány a opět zařazovány do dalšího provozu. Místo jedné poruchy v nich v provozní době vzniká řada poruch, nazývaná také proudem poruch.

U těchto výrobků je možné zjišťovat obdobné charakteristiky jako v době do první poruchy i po provedení jednotlivých oprav. Tyto charakteristiky se nazývají charakteristiky bezporuchového provozu po skončení i -té opravy.

Eudeme-li předpokládat, že po opravě nebo výměně dílu bude dosaženo z hlediska spolehlivosti stejného stavu jako u nového stroje, pak je možné sběr dat zjednodušit a soustředit se pouze na zjišťování dob výskytu náhodných jevů (poruch) celého souboru sledovaných výrobků bez nutnosti vztahovat je ke konkrétním dílům nebo výrobkům.

Vzhledem k druhu výrobků, jakým jsou zemědělské stroje a traktory, odpovídají zkoušky jejich provozní spolehlivosti zkušebními plány (n, M, t) a (n, M, r) .

VÝSLEDKY

Dosavadní výsledky sledování provozní spolehlivosti traktorů potvrzují, že náhodné jevy (jakými jsou poruchy) a okolnosti spojené s jejich odstraněním podléhají Weibullovu rozdělení.

Z všeobecných ustanovení vyplývá, že náhodná veličina bude mít Weibullovo rozdělení tříparametrické v případě, že distribuční funkce má tvar:

$$F(t; a, b, c) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{t-c}{a} \right)^b \right] \quad (1)$$

kde: $a > 0$ — parametr měřítka
 $b > 0$ — parametr tvaru
 c — parametr polohy

Jelikož se jedná o mechanické výrobky, u kterých se technické a exploatační parametry během skladování a přepravy nemění, lze předpokládat, že parametr c je roven nule ($c = 0$). Potom se jedná o tzv. dvouparametrické Weibullovo rozdělení a distribuční funkce má tvar:

$$F(t; a, b) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{t}{a} \right)^b \right] \quad (2)$$

Hustota pravděpodobnosti je vyjádřena vztahem:

$$f(t; a, b) = b a^{-b} t^{(b-1)} \exp \left[- \left(\frac{t}{a} \right)^b \right] \quad (3)$$

Základem výpočtu ukazatelů bezporuchovosti a životnosti podle Weibullova rozdělení je stanovení bodových odhadů $\hat{a}$ a $\hat{b}$ parametrů a a b uvedeného rozdělení.

Vztahy potřebné k určení bodových odhadů pro jednotlivé zkušební plány obsahuje tab. I. Tyto vztahy nepočítají se skupinovým tříděním náhodných jevů do intervalů a v případě zkušební plánu (n, M, t) lze podle nich stanovit pouze bodové odhady $\hat{a}$ a $\hat{b}$ parametrů a a b Weibullova rozdělení pro určení střední doby mezi poruchami θ . Nelze jich použít ke stanovení bodových odhadů $\hat{a}$ a $\hat{b}$ parametrů a a b Weibullova rozdělení pro určení střední hodnoty technického života, střední doby do poruchy a dalších ukazatelů životnosti a poruchovosti.

Z důvodů univerzálnosti budoucího výpočetního programu je třeba vztahy z tab. I vhodně upravit.

Úpravy spočívají v zavedení skupinového třídění náhodných jevů do zvoleného počtu intervalů.

První úpravy se týkají vztahu pro bodový odhad $\hat{b}$ parametru b Weibullova rozdělení.

Bodový odhad $\hat{b}$ parametru b Weibullova rozdělení se stanoví řešením upravené rovnice:

$$\left(\frac{m}{\hat{b}} + \sum_{i=1}^k n_i \ln t_i \right) \sum_{i=1}^k n_i t_i^{\hat{b}} - m \sum_{i=1}^k n_i t_i^{\hat{b}} \ln t_i = 0 \quad (4)$$

kde: k — počet intervalů
 n_i — četnost i -tého intervalu
 t_i — střed i -tého intervalu
 $\hat{b}$ — bodový odhad parametru b Weibullova rozdělení
 m — celkový počet výskytu náhodných jevů

přičemž obecně platí:

$$m = \sum_{i=1}^k n_i \quad (5)$$

Upravenou rovnici (4) lze použít pro libovolný zkušební plán a pro libovolný počet sledovaných strojů, neboť platí:

I. Bodové odhady $\hat{a}$ a $\hat{b}$ parametru a a b Weibullova rozdělení podle ČSN 01 0611 — Point estimates $\hat{a}$ and $\hat{b}$ of a and b parameters of Weibull's distribution according to ČSN 01 0611 standard

Plán zkoušek	Bodové odhady a	Bodové odhady $\hat{b}$	Poznámky
$[n, U, n]$	$\left(\frac{\sum_{i=1}^n t_i^{\hat{b}}}{n} \right)^{\frac{1}{\hat{b}}}$	$\left(\frac{n}{\hat{b}} + \sum_{i=1}^n \ln t_i \right) \sum_{i=1}^n t_i^{\hat{b}} - n \sum_{i=1}^n t_i^{\hat{b}} \ln t_i = 0$	n — počet strojů, počet poruch t_i — doba výskytu poruchy
$[n, U, t]$	$\left(\frac{\sum_{i=1}^n t_i^{\hat{b}} + (n - m)t^{\hat{b}}}{m} \right)^{\frac{1}{\hat{b}}}$	$\left[\frac{m}{\hat{b}} + \sum_{i=1}^m \ln t_i \right] \left[\sum_{i=1}^m t_i^{\hat{b}} + (n - m)t^{\hat{b}} \right] -$ $- m \left[\sum_{i=1}^m t_i^{\hat{b}} \ln t_i + (n - m)t^{\hat{b}} \ln t \right] = 0$	m — celkový počet poruch t — doba trvání zkoušky
$[n, U, r]$	$\left(\frac{\sum_{i=1}^r t_i^{\hat{b}} + (n - r)t_r^{\hat{b}}}{r} \right)^{\frac{1}{\hat{b}}}$	$\left(\frac{r}{\hat{b}} + \sum_{i=1}^r \ln t_i \right) \left[\sum_{i=1}^r t_i^{\hat{b}} + (n - r)t_r^{\hat{b}} \right] -$ $- r \left[\sum_{i=1}^r t_i^{\hat{b}} \ln t_i + (n - r)t_r^{\hat{b}} \ln t_r \right] = 0$	r — celkový počet poruch t_r — doba výskytu r -té poruchy
$[n, M, t]$	$\left(\frac{n \left[\sum_{i=1}^m t_i^{\hat{b}} + \left(t - \sum_{i=1}^m t_i \right)^{\hat{b}} \right]}{m} \right)^{\frac{1}{\hat{b}}}$	$\left(\frac{m}{\hat{b}} + \sum_{i=1}^m \ln t_i \right) \left[\sum_{i=1}^m t_i^{\hat{b}} + \left(t - \sum_{i=1}^m t_i \right)^{\hat{b}} \right] -$ $- m \left[\sum_{i=1}^m t_i^{\hat{b}} \ln t_i + \left(t - \sum_{i=1}^m t_i \right)^{\hat{b}} \ln \left(t - \sum_{i=1}^m t_i \right) \right] = 0$	
$[n, M, r]$	$\left(\frac{n \sum_{i=1}^r t_i^{\hat{b}}}{r} \right)^{\frac{1}{\hat{b}}}$	$\left(\frac{r}{\hat{b}} + \sum_{i=1}^r \ln t_i \right) \sum_{i=1}^r t_i^{\hat{b}} - r \sum_{i=1}^r t_i^{\hat{b}} \ln t_i = 0$	

$$n_i = \sum_{j=1}^n n_{ij}$$

kde: n — počet sledovaných strojů

n_{ij} — četnost náhodných jevů j -tého stroje v i -tém intervalu

V případě zkušební plánu (n, M, t) při stanovení bodového odhadu $\hat{b}$ parametru b Weibullova rozdělení pro určení střední doby mezi poruchami θ je celkový počet náhodných jevů m mezi poruchami nebo jinak dob bezporuchového provozu $m + n$.

Ve vztazích uvedených v ČSN 01 0611 (1983, tab. 15) je to vyjádřeno členem

$$\left(t - \sum_{i=1}^m t_i \right)$$

kde: t — doba trvání zkoušky

t_i — doba provozu mezi poruchami $i-1$ a i

m — počet jevů (poruch)

$\sum_{i=1}^m t_i$ — okamžik vzniku m -té poruchy

Uvedený člen představuje délku bezporuchového provozu od poslední poruchy do okamžiku ukončení spolehlivostních zkoušek.

Rovnici (4) lze řešit některou iterační metodou. Z matematického hlediska je rovnice (4) typu $f(x) = 0$. Řešit rovnici tohoto typu iterační metodou znamená nahradit ji rovnicí tvaru $x = \varphi(x)$, který je nutný k iterování. Iterační funkce musí být upravena tak, aby nalezený kořen byl také kořenem původní rovnice. Použijeme-li Newtonovu iterační metodu, potom iterační funkce má tvar $\varphi(x) = x - f(x)/f'(x)$. To znamená, že rovnici (4) je třeba v první řadě derivovat podle $\hat{b}$; tím získáme rovnici

$$-\frac{m}{\hat{b}^2} \sum_{i=1}^{k-1} n_i t_i \hat{b} + \left(\frac{m}{\hat{b}} + \sum_{i=1}^k n_i \ln t_i \right) \sum_{i=1}^k n_i t_i \hat{b} \ln t_i - m \sum_{i=1}^k n_i t_i \hat{b} (\ln t_i)^2 = 0 \quad (7)$$

Řešením Newtonovy iterační funkce, kterou získáme dosazením do jejího obecného tvaru rovnic (4) a (7), je hledaná hodnota parametru b Weibullova rozdělení. Řešení provádíme postupnou aproximací podle vztahu:

$$b_{n+1} = b_n - \frac{f(b_n)}{f'(b_n)} \quad (8)$$

Pro první aproximační krok volíme maximální hodnotu parametru b , např. $b_1 = 5$. Nutno poznamenat, že čím je výchozí hodnota pro b větší, tím déle probíhá řešení iterační funkce. Proto podle získaných zkušeností doporučujeme volit v případě spolehlivostních zkoušek traktorů $b_1 = 3$.

Iterační kroky uskutečňujeme tak dlouho, dokud se dvě po sobě jdoucí hodnoty b_n a b_{n+1} nebudou lišit o méně než požadovaná přesnost ε , tzn. dokud nebude platit nerovnost $(b_{n+1} - b_n) \leq \varepsilon$. Může se však stát, že při řešení na počítači začne probíhat nekonečné cyklování a hodnota řešení funkce $f(b)$ osciluje buď kolem bodu obratu, nebo kolem inflexního bodu, který je mezi skutečným kořenem a počáteční aproximací. V takovém případě je dostačující přesnost výpočtu kořenné funkce $f(b)$ zaručena podmínkou $|b_{n+1}| = |b_n|$; při této podmínce počítač ukončí cyklování a výpočet odhadu $\hat{b}$ parametru b Weibullova rozdělení.

Dalším krokem je stanovení bodového odhadu $\hat{a}$ parametru a Weibullova rozdělení. Základem k určení bodového odhadu $\hat{a}$ jsou opět vztahy obsažené v tab. I.

Zavedením skupinového třídění náhodných jevů do zvoleného počtu intervalů získáme opět univerzální rovnici použitelnou pro všechny zkušební plány

$$a = \left(\frac{\sum_{i=1}^k n_i t_i^{\hat{b}}}{m} \right)^{\frac{1}{\hat{b}}} \quad (9)$$

kde: k — počet intervalů

n_i — četnost i -tého intervalu

t_i — střed i -tého intervalu

m — celková četnost náhodných jevů

$\hat{b}$ — bodový odhad parametru b Weibullova rozdělení stanovený řešením rovnice (4)

Získané hodnoty bodových odhadů parametru a a b podle rovnic (4) a (9) jsou výsledkem jedné realizace experimentu. Při jeho opakovaném provedení a vyhodnocení budou pochopitelně zjištěny hodnoty více či méně odlišné, závislé na shodě všech provozně technických podmínek, při nichž sledování probíhalo. Je proto třeba určit rozptylové pásmo, ve kterém se s předem zvolenou pravděpodobností budou skutečné hodnoty a a b vyskytovat.

Obecně platí, že oboustranný konfidenční interval, v němž s pravděpodobností 1 — α skutečné hodnoty a a b jsou, je omezen těmito konfidenčními mezemi:

$$a_D = [\hat{d} + u_{\alpha/2} \sqrt{D^2(d)}] \hat{b}^{\frac{1}{\hat{b}}} \quad (10)$$

$$a_H = [\hat{d} + u_{1-\alpha/2} \sqrt{D^2(d)}] \hat{b}^{\frac{1}{\hat{b}}} \quad (11)$$

$$b_D = \hat{b} + u_{\alpha/2} \sqrt{D^2(b)} \quad (12)$$

$$b_H = \hat{b} + u_{1-\alpha/2} \sqrt{D^2(b)} \quad (13)$$

kde: a_D, b_D — dolní konfidenční mez parametru a a b

a_H, b_H — horní konfidenční mez parametru a a b

$\hat{d} = \hat{a}^{\hat{b}}$

$D^2(d), D^2(b)$ — rozptyly náhodných veličin d a b

u_α — kvantil normálního rozdělení (určuje se z tab. 8 ČSN 01 0611)

$1 - \alpha$ — konfidenční úroveň (pro traktory volíme 80 %)

(14)

Při přihlédnutí ke skupinovému třídění náhodných jevů do intervalů se rozptyl od střední hodnoty parametru d opět určí podle upraveného vztahu:

$$D^2(d) = \frac{\hat{d}^4 \left[\frac{m}{\hat{b}} + \frac{1}{\hat{d}} \sum_{i=1}^k n_i t_i^{\hat{b}} (\ln t_i)^2 \right]}{\frac{m^2 \hat{d}^2}{\hat{b}^2} + m \hat{d} \sum_{i=1}^k n_i t_i^{\hat{b}} (\ln t_i)^2 - \left(\sum_{i=1}^k n_i t_i^{\hat{b}} \ln t_i \right)^2} \quad (15)$$

rozptyl parametru b ze vztahu:

$$D^2(b) = \frac{m \hat{d}^2}{\frac{m^2 \hat{d}^2}{\hat{b}^2} + m \hat{d} \sum_{i=1}^k n_i t_i^{\hat{b}} (\ln t_i)^2 - \left(\sum_{i=1}^k n_i t_i^{\hat{b}} \ln t_i \right)^2} \quad (16)$$

a kovariance ze vztahu:

$$\text{cov}(d, b) = \frac{\hat{d}^2 \sum_{i=1}^k n_i t_i^{\hat{b}} \ln t_i}{\frac{m^2 \hat{d}^2}{\hat{b}^2} + m \hat{d} \sum_{i=1}^k n_i t_i^{\hat{b}} (\ln t_i)^2 - \left(\sum_{i=1}^k n_i t_i^{\hat{b}} \ln t_i \right)^2} \quad (17)$$

Jednotlivé ukazatele bezporuchovosti a životnosti a jejich konfidenční meze určujeme podle vztahů obsažených v ČSN 01 0611 (1983, tab. 24).

Bodový odhad střední doby Θ a dalších středních hodnot stanovíme podle vztahu:

$$\hat{\Theta} = a\Gamma \left(1 + \frac{1}{\hat{b}} \right) \quad (18)$$

dolní konfidenční mez bodového odhadu:

$$\Theta_D = a_D \min \left[\Gamma \left(1 + \frac{1}{b_D} \right), \Gamma \left(1 + \frac{1}{b_H} \right) \right] \quad (19)$$

horní konfidenční mez:

$$\Theta_H = a_H \max \left[\Gamma \left(1 + \frac{1}{b_D} \right), \Gamma \left(1 + \frac{1}{b_H} \right) \right] \quad (20)$$

kde: $\Gamma \left(1 + \frac{1}{\hat{b}} \right)$; $\Gamma \left(1 + \frac{1}{b_D} \right)$; $\Gamma \left(1 + \frac{1}{b_H} \right)$ — úplná gama funkce pro bodový odhad a konfidenční meze parametru b Weibullova rozdělení určovaná z ČSN 01 0611 (1983, tab. 17)

Bodový odhad intenzity poruch $\hat{\lambda}(t)$ se určí podle vztahu:

$$\hat{\lambda}(t) = \frac{\hat{b}}{\hat{a}^{\hat{b}}} t^{\hat{b}-1} \quad (21)$$

dolní konfidenční mez bodového odhadu:

$$\lambda_D(t) = \frac{b_D}{a_H^{b_H}} t^{b_D-1} \quad (22)$$

horní konfidenční mez:

$$\lambda_H(t) = \frac{b_H}{a_D^{b_D}} t^{b_H-1} \quad (23)$$

Bodový odhad pravděpodobnosti bezporuchového provozu v intervalu t_1, t_2 stanovíme podle vztahu:

$$\hat{P}(t_1, t_2) = \exp \left(- \frac{t_2^{\hat{b}} - t_1^{\hat{b}}}{\hat{a}^{\hat{b}}} \right) \quad (24)$$

dolní konfidenční mez bodového odhadu:

$$P_D(t_1, t_2) = \exp \left(- \frac{t_2^{b_H} - t_1^{b_H}}{a_D^{b_D}} \right) \quad (25)$$

horní konfidenční mez:

$$P_H(t_1, t_2) = \exp \left(- \frac{t_2^{b_D} - t_1^{b_D}}{a_H^{b_H}} \right) \quad (26)$$

Bodový odhad gamaprocentní doby technického života $\hat{t}_{R\gamma}$ určíme podle vztahu:

$$\hat{t}_{R\gamma} = [\hat{a} - \ln \gamma]^{\frac{1}{\hat{b}}} \quad (27)$$

dolní konfidenční mez bodového odhadu:

$$t_{R\gamma D} = a_D [-\ln \gamma]^{\frac{1}{b}} \quad (28)$$

horní konfidenční mez:

$$t_{R\gamma H} = a_H [-\ln \gamma]^{\frac{1}{b}} \quad (29)$$

Pro traktory volíme $\gamma = 0,8$.

Předložené vztahy platí i při stanovení střední doby trvání opravy a střední doby trvání technické údržby.

ZÁVĚR

Význam předložených upravených vztahů, podle nichž lze stanovit jednotlivé ukazatele životnosti a bezporuchovosti podle Weibullova rozdělení, spočívá zejména v tom, že umožňují sestavit jednotný výpočetní program pro všechny zkušební plány, a to jak u výrobků neopravitelných, tak u výrobků opravitelných.

Je třeba poznamenat, že výpočetní program sestavený podle uvedených vztahů umožňuje stanovit sledované ukazatele i v případě, kdy dosavadní průběh sběru dat nebere v úvahu intervalové třídění jevů. V takovém případě doby výskytu (t_i) jednotlivých jevů lze považovat za vážený střed intervalu, jehož četnost $n_i = 1$. To platí přímo pro zkušební plán (n, U, n) , stejně jako pro plány (n, U, r) a (n, U, t) . U těchto zkušebních plánů je však třeba pamatovat na to, že středem posledního k -tého intervalu je doba výskytu r -té poruchy nebo doba trvání t spolehlivostní zkoušky a poslední (tzn. k -tý) interval zahrnuje pak všechny výrobky, u kterých nastala porucha.

Literatura

ČSN 01 0102. Názvosloví spolehlivosti v technice. 1981.

ČSN 01 0611. Spolehlivost v technice, pravidla pro stanovení bodových a intervalových odhadů ukazatelů spolehlivosti. Parametrické odhady. 1983.

BREŠ, M.: Příspěvek ke stanovení ukazatelů provozní spolehlivosti traktorů Zetor UR I. [Kandidátská disertační práce.] Brno, Vysoká škola zemědělská 1986.

KOVÁŘ, R. a kol.: Metodika evidence a vyhodnocení exploatačních parametrů traktorů Zetor UR I. [Průběžná zpráva.] Brno, Vysoká škola zemědělská 1984.

KARASEV, A. I.: Teorija verojatnostej i matematičeskaja statistika. Moskva, Statistika 1977.

Došlo dne 30. 9. 1988

КОВАРЖ, Р. — БРЕШ, М. (Сельскохозяйственный институт, Брно): Обобщение хода определения показателей безаварийности и долговечности сельскохозяйственных машин по разделению Вейбулла. Земед. Techn., 35, 1989 (5) : 289-297.

Статья приводит преобразованные отношения для определения точечной оценки параметров a и b разделения Вейбулла для расчета показателей безаварийности и долговечности. Преобразования проводили на основании до сих пор имеющегося опыта полученного при обработке результатов наблюдений эксплуатационной надежности трактора Зетор UR I и анализа расчетных отношений, которые позволяют составить простую расчетную программу для всех планов испытаний эксплуатационной надежности.

эксплуатационная надежность; расчетная программа; планы испытаний

KOVÁŘ, R. — BREŠ, M. (University of Agriculture, Brno): *Generalization of the Procedure of Determining the Parameters of Fail-Safe Operation and Life in Farm Machines according to Weibull's Distribution*. Zeměd. Techn., 35, 1989 (5) : 289-297.

Adjusted relations for the determination of the point estimates of parameters a and b of Weibull's distribution for the calculation of fail-safety and service life are shown in the paper. The adjustments were made on the basis of experience with the processing of the results of investigation of the fail-safe operation of the Zetor UR I tractor and analysis of the calculation relationships contained in the ČSN 01 0611 standard. The relationships suggested in the paper enable to work out a unified computer programme for all the testing plans for reliability investigation.

reliability of operation; computer programme; testing plans

KOVÁŘ, R. — BREŠ, M. (Landwirtschaftliche Hochschule, Brno): *Verallgemeinerung des Verfahrens zur Festlegung der Parameter der Störungsfreiheit und der Lebensdauer der Landtechnik entsprechend der Verteilung nach Weibull*. Zeměd. Techn., 35, 1989 (5) : 289-297.

In der vorliegenden Arbeit sind aufbereitete Beziehungen zur Festlegung der Punktschätzungen des Parameters a und b der Weibullschen Verteilung für die Berechnung der Kennziffern der Störungsfreiheit und der Lebensdauer der Landtechnik angeführt. Die Aufbereitungen wurden aufgrund der bisherigen bei der Auswertung der Ergebnisse der Kontrolle der Betriebszuverlässigkeit des Traktors Zetor UR I und bei der Analyse der Berechnungsbeziehungen der Norm ČSN 01 0611 gewonnenen Erfahrungen vorgenommen. Die in der vorliegenden Arbeit diskutierten Beziehungen ermöglichen ein einheitliches Berechnungsprogramm für alle Prüfungspläne der Zuverlässigkeitstests aufzustellen.

Betriebszuverlässigkeit; Berechnungsprogramm; Prüfungspläne

Adresa autorů:

Prof. ing. Rudolf Kovář, CSc., ing. Marian Breš, CSc., Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1, 613 00 Brno

Upozorňujeme čtenáře, že číslo 6 časopisu

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

je věnováno pracím z Výzkumného ústavu zemědělské techniky v Praze-Řepích a jsou v něm zařazeny příspěvky:

- Z. Pastorek: Vědecké práce Výzkumného ústavu zemědělské techniky v Praze-Řepích
- Z. Mareš: Vliv výkonnosti čelních nakladačů na velikost dopravních prostředků
- J. Maleř: Sklízecí mlátička s podélným vyrovnáváním svahu
- M. Saidl, P. Kovaříček, P. Bareš: Ověření nezávislého dávkování u postřikovačů
- P. Hutla, S. Haš, I. Čištínová: Fotosyntetické ozarovací soustavy s moderními světelnými zdroji
- J. Vegrícht, J. Svoboda: Individuální dávkování jaderných krmiv ve vazných stájích dojnic se stacionární krmnou linkou
- F. Novotný: Vliv strojních investic a fyzických dodávek na vybavenost československého zemědělství technikou

ROZBOR PORUCHOVOSTI PRVKOV TRANSMISIÍ TRAKTOROV UR II Z MODERNIZÁCIE A

E. Kastelovič, A. Sloboda, E. Veselovská

KASTELOVIČ, E. — SLOBODA, A. — VESELOVSKÁ, E. (Vysoká škola technická, Košice): *Rozbor poruchovosti prvkov transmisii traktorov UR II z modernizácie A*. Zeměd. Techn., 35, 1989 (5) : 299-306.

Na základe rozboru poruchovosti transmisii traktorov Zetor UR II-A je v práci ukázaný postup sledovania spoľahlivosti vybraných prvkov transmisie. Vstupné údaje boli získané od užívateľov traktorov a na základe poznatkov vykonávateľa generálnych opráv transmisie. Metodika výpočtu sa opiera o výpočtový program, ktorý je doplnený o grafické znázornenie výsledkov a prepracovaný pre osobný počítač PMD-85-2.

spoľahlivosť; spoľahlivostná charakteristika; technický život; výpočtový program

V súčasnosti je traktor významným prvkom energetickej základne poľnohospodárskej veľkovýroby. Napriek rozširovaniu automobilov v poľnohospodárskej doprave a nasadzovaniu samohybných strojov pri zberových prácach si zachováva dominantné postavenie ťahača pri orbe, plošnom spracovaní pôdy a pri sejbe. Aby bolo zabezpečené efektívne využitie tohto prostriedku, aby sa československé traktory dobre uplatnili na domácom i zahraničnom trhu, musí byť traktor kvalitný a v prevádzke spoľahlivý [Havlíček a i., 1983].

Jednou zo základných častí traktora je jeho transmisia, ktorá v značnej miere ovplyvňuje prevádzkovú spoľahlivosť celého traktora. V práci sú uvedené výsledky rozboru poruchovosti prevodovky, rozvodovky a koncových prevodov traktorov UR II-A so zameraním na určenie spoľahlivostných charakteristík najporuchovejších prvkov.

METÓDA

Pri riešení uvedenej problematiky sme vychádzali z údajov, ktoré boli získané od užívateľov traktorov Z 120 11 a Z 120 45 a na základe poznatkov STS Moldava, ktorá vykonáva GO (generálne opravy) transmisii (tab. I).

Najčastejším prejavom porúch bolo: poškodenie zubov deštrukciou, opotrebovanie zubov únavou (výskyt „pittingov“), opotrebovanie drážkovania hriadeľov, výskyt lomov a ďalší.

Zo zistených údajov sa dá poukázať na veľkú poruchovosť týchto prvkov:

- hnané koleso redukcie,
- hnané koleso III. stupňa,
- bubon brzdy násobiča krútiaceho momentu,

I. Spotreba náhradných dielov za rok 1987 pre 111 generálnych opráv prevodiek traktorov — Requirement for spare parts for 111 complete overhauls of tractor gear boxes performed in 1987

Názov súčiastky	Katalógové číslo	Spotreba [ks]
Prevodovka:		
hnané koleso II. stupňa	80.121.022	12
hnané koleso III. stupňa	80.121.023	28
hnaný hriadeľ redukcie	80.121.167	45
riadiaca objímka	80.108.043	28
hnaný hriadeľ	80.121.171	25
bubon brzdy NKM	86.126.130	41
hnané koleso redukcie	88.121.020	8
predlohový hriadeľ	88.121.071	4
predlohový hriadeľ redukcie	88.121.085	3
Koncové prevody:		
hriadeľ kola	86.161.040	29
korunové koleso	86.161.067	21
centrálne koleso	86.161.066	69
satelit	86.161.062	17
unášač satelitov	86.161.029	21
objímka	86.161.023	79

- čap satelitu,
- satelit,
- korunové koleso,
- centrálne koleso.

V priebehu roku 1987 bolo na STS Moldava celkovo vykonaných 111 GO prevodoviek; podľa jednotlivých typov traktorov to boli: Z 120 11 — 61 kusov a Z 120 45 — 50 kusov.

Z uvedeného počtu bolo vytypovaných desať traktorov, u ktorých boli zistené základné údaje od užívateľov (tab. II).

Podľa informácií získaných z poľnohospodárskych podnikov boli sledované traktory používané na rôzne poľnohospodárske práce (doprava, základné a plošné spracovanie pôdy, seja ap.).

Priemerný technický život sledovaných prevodoviek bol:

$$t = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n} \quad [\text{Mh}] \quad (1)$$

kde: n — počet vzoriek

t_i — technický život i -tej vzorky [Mh]

$$t = \frac{73\,490}{10} = 7349 \text{ Mh}$$

ČSN 30 0414 (1980) predpisuje dĺžku technického života traktorových prevodoviek do generálnej opravy a tá nesmie byť menšia ako 6000 Mh.

U sledovaných transmisii traktorov (tab. II) sme merali opotrebovanie centrálneho kola a hnaného kola III. stupňa. Namerané výsledky boli porovnané s vý-

II. Údaje užívateľov o sledovaných transmisiách — Users' data on the transmission gears under review

Číslo vzorky	Výrobné číslo prevodovky	Čas prevádzky t_i [Mh]	Typ traktora	Počet odpracovaných rokov
1	25449 L4	6750	Z 120 11	6
2	—	5980	Z 120 11	5
3	06739 C8	9820	Z 120 11	8
4	01825 P9	7310	Z 120 11	6
5	12707 B3	7920	Z 120 11	7
6	04111 Z1	7050	Z 120 45	5
7	10444 L9	8640	Z 120 45	8
8	04767 S7	5970	Z 120 45	10
9	10679 C8	7740	Z 120 45	7
10	38821 B6	6310	Z 120 45	6

kresovou dokumentáciou. Zo spotreby náhradných dielov (tab. I) vyplýva síce veľká poruchovosť násobiča krútiaceho momentu, ale vzhľadom na skutočný stav zistený pri generálnej oprave (zablokovanie) sme sa s ním nezaoberali.

Pri určení spoľahlivostných charakteristík: pravdepodobnosť poruchy $F(t_i)$, pravdepodobnosť bezporuchovej prevádzky $R(t_i)$, hustota pravdepodobnosti poruchy $f(t_i)$ a intenzita porúch $\lambda(t_i)$ sme použili osobný počítač PMD 85-2 a výpočtový program (Kovář a i., 1987) (tab. III). Tento program bol doplnený o grafické zobrazenie výsledkov.

III. Výpočtový program — Computer programme (prepis výstupu z počítača)

5 REM ***** SPOLAHLIVOSTNE CHARAKTERISTIKY **

6 REM ***** VERZIA 5.5.1988 *****

7 POKE'2E,80

10 DIM A(100),Z(100)

15 GCLEAR:DISP"SUMA CET=":INPUT Y

16 OUTPUT 403;"SUMA CET=";Y

17 DIMP(Y),I(Y),B(Y),V(Y),T(Y)

20 DISP"POCET INTERVALOV=?":INPUT R

21 OUTPUT 403;"POCET INTERVALOV=";R

22 OUTPUT 403;""

30 G=30+R

32 OUTPUT 403;" INTERVAL STRED INT. CETNOST "

33 OUTPUT 403;"-----"

40 FOR I=31 TO G

50 DISP"STRED INT=":INPUT A(I)

60 DISP"CETNOST INT=":INPUT Z(I)

65 Z=Z(I):PRINT "I="I,"A=A(I),"Z="Z(I)

66 OUTPUT 403;TAB(7);I;TAB(19);A(I);TAB(34);Z(I)

1. pokračování tab. III

```

70 H=H+Z*A(I)
80 K=K+Z*LOG(A(I))
90 NEXT I
100 W=H/Y
105 PRINT "PRIEMER=";W
106 OUTPUT 403;:OUTPUT 403;" PRIEMER=";W
110 FOR I=31 TO G
130 J=J+(A(I)-W)*(A(I)-W)+Z(I)
140 NEXT I
150 Q=SQR(J/(Y-1))
160 F=Q/W
165 PRINT "SMER ODCH=";Q:PRINT "VAR. KOEF=";F
166 OUTPUT 403;" SMER ODCH=";Q:OUTPUT 403;" VAR. KOEF=";F
200 DISP"PARAMETER B=":INPUT D
201 OUTPUT 403;" PARAMETER B=";D
210 FOR I=31 TO G
220 Z=Z(I)
230 L=L+A(I)^D*Z
240 M=M+A(I)^D*LOG(A(I))*Z
250 E=E+A(I)^D*LOG(A(I))*LOG(A(I))*Z
260 NEXT I
270 X=(Y/D+K)*L-Y+M
280 S=(L/Y)^(1/D)
285 PRINT "X=";X:PRINT "PARAM. A=";S
286 OUTPUT 403;" X=";X:OUTPUT 403;" PARAM. A=";S
290 L=0:M=0:X=0
300 T=S^D
305 PRINT "T=";T
306 OUTPUT 403;" T=";T
310 V=(Y*T*T*T*T/(D*D)+E/T)/(Y*Y*T*T/(D*D)+Y*T*E-K*K)
320 B=Y*T*T/(Y*Y*T*T/(D*D)+Y*T*E-K*K)
330 N=T*T*K/(Y*Y*T*T/(D*D)+Y*T*E-K*K)
335 PRINT "V=";V:PRINT "B=";B:PRINT "N=";N
336 OUTPUT 403;" V=";V:OUTPUT 403;" B=";B:OUTPUT 403;" N=";N
340 F=0
350 F=(T+1.282*SQR(V))^(1/D)
360 U=(T-1.282*SQR(V))^(1/D)
370 O=D+1.282*SQR(B)
380 C=D-1.282*SQR(B)
385 PRINT "AH=";F:PRINT "AD=";U:PRINT "BH=";O:PRINT "BD=";C
386 OUTPUT 403;" AH=";F:OUTPUT 403;" AD=";U:OUTPUT 403;" BH=";O

```

2. pokračování tab. III

```

387 OUTPUT 403;" BD="";C
390 V=0:B=0:N=0:T=0:X=0
392 OUTPUT 403;TAB(8)"T";TAB(16);"PBP";TAB(24)"IP"TAB(32)"HP"TAB
(42)"PP"
393 OUTPUT 403;"-----"
395 DISP"MAX DOBA="":INPUT DMAX:II=1
396 PRINT:PRINT" T PBP IP HP PP"
397 PRINT"-----"
400 DISP"DOBA="":INPUT T
410 GOSUB 1000
420 P(II)=P:I(II)=I:B(II)=B:V(II)=V:T(II)=T:II=II+1
462 OUTPUT 403;TAB(5);T;TAB(13);P1;TAB(21);I1;TAB(29);B1;TAB(37);V1
465 PRINT T;TAB(10);P1;TAB(18);I1;TAB(27);B1;TAB(35);V1
470 P=0:I=0:V=0:N=0:X=0
475 IF T>=DMAX THEN 500
480 GOTO 400
500 DISP"G= ?,G MIN= ?,G MAX= ?":INPUT B,V,N
501 OUTPUT 403;" G="B,"G MIN="V,"G MAX="N
510 P=S*B
520 I=U*V
530 X=F*N
535 PRINT"THETA="";P:PRINT"THETA D="";I:PRINT"THETA H="";X
536 OUTPUT 403;"THETA="";P:OUTPUT 403;"THETA D="";I:OUTPUT 403;"
THETA H="";X
540 B=0:V=0:N=0
600 B=S*(-1*LOG(0.9))^(1/D)
610 V=F*(-1*LOG(0.9))^(1/0)
620 N=U*(-1*LOG(0.9))^(1/C)
625 PRINT"TR="";B:PRINT"TRH="";V:PRINT"TRD="";N
626 OUTPUT 403;"TR="";B:OUTPUT 403;"TRH="";V:OUTPUT 403;"TRD="";N
700 REM***GRAFIKA***
710 GCLEAR:ZAP=DMAX*30/225:ZB=20/222
720 SCALE -ZAP,DMAX+ZA/3,-ZB,2
730 AXES 0,0
731 FORU1=0TO10:U3=DM*U1/10:MOVEU3,0:FILL1,5;1
732 UU=U1/2-INT(U1/2):IFUU>0THEN735
734 MOVEU3-DM*16/225,-ZB:LABEL1,1;U3
735 NEXTU1
736 FORU1=0TO10:U3=2*U1/10:MOVE0,U3:FILL5,1;1:MOVE-ZA,U3:LABEL1,
1;U3
737 NEXTU1

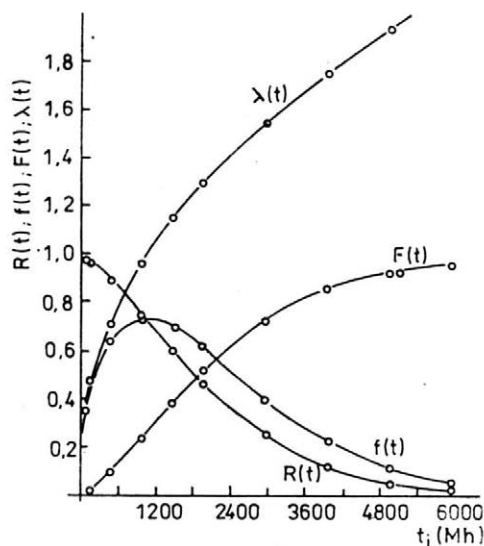
```

3. pokračování tab. III

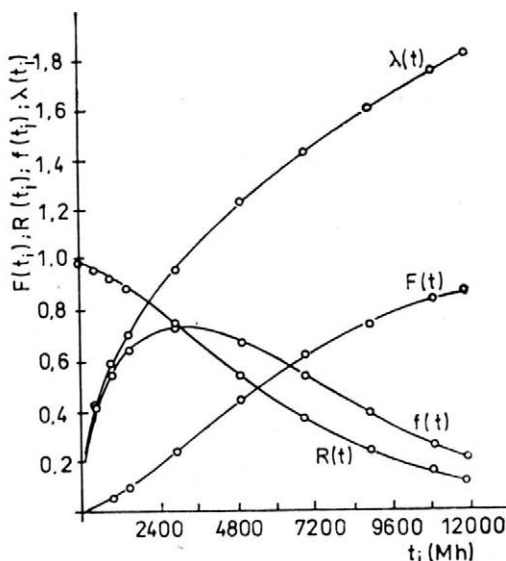
```

739 FOR T=0 TO DM STEP 50
740 GOSUB 1000
750 PLOT T,I,1
751 PLOT T,P,1
752 PLOT T,B,1
753 PLOT T,V,1
760 NEXT T
765 FORUQ=1TO11-1:U1=T(UQ)-DM*4/235:U2=8/222
770 MOVEU1,I(UQ)-U2:LABEL1,1;"*"
775 MOVEU1,P(UQ)-U2:LABEL1,1;"*"
780 MOVEU1,B(UQ)-U2:LABEL1,1;"*"
785 MOVEU1,V(UQ)-U2:LABEL1,1;"*"
790 NEXTUQ
800 DISP"COPY?":INPUTCY$:IFASC(CY$)=65THENGOSUB2000
999 END
1000 REM***VYPOCET FUNKCNYCH HODNOT***
1010 P=EXP(-(T/S)^D)
1020 I=(D/(S^(D-1)))*T^(D-1)
1030 B=I*P
1040 V=1-P
1050 N=V*Y
1060 X=EXP(-(T^O/U^O))
1070 P1=INT(P*1000+.5)/1000:I1=INT(I*1000+.5)/1000
1080 B1=INT(B*1000+.5)/1000:V1=INT(V*1000+.5)/1000
1090 RETURN
2000 REM***** TLACIAREN D-100 *****
2010 POKE'2E,0:OUTPUT 403;CHR$(27)+"0";
2020 OUTPUT 403;CHR$(27)+"1";
2025 ME$=CHR$(255)
2030 FORST=44TO0STEP-1:HH$="":H$=""
2040 FORRI=0TO121:BMOVEST,RI:H$=H$+ME$+CHR$(255-USR(-31501)):
    NEXTRI
2050 FORRI=122TO242:BMOVEST,RI:HH$=HH$+ME$+CHR$(255-USR(-31501)):
    NEXTRI
2060 OUTPUT 403;H$;HH$
2070 OUTPUT 403;CHR$(10);
2080 NEXTST
2090 OUTPUT 403;CHR$(27)+"5";
3000 OUTPUT 403;CHR$(27)+"2";
3010 POKE'2E,48
3020 DISP"ESTE RAZ ?":INPUTCY$:IFASC(CY$)=78THEN END
3030 GOTO 2010

```



1. Spoľahlivostné charakteristiky centrálneho kolesa — Reliability characteristics of the central wheel



2. Spoľahlivostné charakteristiky hnaného kolesa III. stupňa — Reliability characteristics of the driven wheel of gear III

VÝSLEDKY

Na obr. 1 sú znázornené spoľahlivostné charakteristiky centrálneho kolesa koncového prevodu a na obr. 2 spoľahlivostné charakteristiky hnaného kolesa III. stupňa. Z priebehu hustoty pravdepodobnosti poruchy $f(t_i)$ vyplýva, že u centrálneho kolesa je stredná hodnota technického života 1050 Mh, u hnaného kolesa III. stupňa je 3200 Mh. Uvedené výsledky sa týkajú traktorov UR II-A, vyrobených do roku 1982. Pre celkový rozbor poruchovosti transmisie traktora je potrebné určiť spoľahlivostné charakteristiky všetkých prvkov transmisie. Z porovnania týchto charakteristík vyplynú požiadavky pre opravárske zásahy z hľadiska optimálnej spotreby náhradných dielov. Na základe skúseností z opravárskeho závodu možno konštatovať, že častou príčinou porúch býva preťažovanie a nedôsledne dodržané pokyny výrobcu traktorov pre ich obsluhu.

U modernizovaných traktorov UR II-B, ktoré sú vo výrobe od roku 1983, boli poruchy prvkov transmisie konštrukčne riešené.

Literatúra

ČSN 30 0414. Převodná ústrojí. Technické požadavky. 1980.

HAVLÍČEK, J. a kol.: Provozní spolehlivost strojů. Praha, Státní zemědělské nakladatelství 1983.

KOVÁŘ, R. — ONDRÁČEK, J. — DANĚK, V.: Stanovení bodových a intervalových odhadů ukazatelů spolehlivosti u traktorů UR I. Zeměd. Techn., 33, 1987, č. 3, s. 129-137.

Došlo dňa 18. 7. 1988

КАСТЕЛОВИЧ, Э. — СЛОБОДА, А. — ВЕСЕЛОВСКА, Э. (Высшее техническое училище, Кошице): Анализ аварийности элементов трансмиссий тракторов УР II из модернизации А. Zeměd. Techn., 35, 1989 (5) : 299-306.

На основании анализа аварийности трансмиссий тракторов Зетор УР II-А в работе приведен ход наблюдения за надежностью выбранных элементов трансмиссии. Вводные данные получили от пользователей тракторов и на основании познаний производящего капитальный ремонт трансмиссии. Методика расчета основана на расчетную программу, которая дополнена графическим изображением результатов и разработанную для персонального ЭВМ ПМД-85-2.

надежность; характеристика надежности; технический срок службы; расчетная программа

KASTELOVIČ, E. — SLOBODA, A. — VESELOVSKÁ, E. (Institute of Technology, Košice): *An Analysis of the Failure Rate of Transmission Gearing in the Zetor UR II Tractors of Innovation Series A*. Zeměd. Techn., 35, 1989 (5) : 299-306.

Failure rate of transmission gearing in the Zetor UR II-A tractor is analyzed and the procedure of determining the reliability of selected transmission elements is shown in the paper. The input data for analysis were supplied from tractor users and from the workshops where complete overhauls of the transmission systems were performed. The method of calculation is based on a computation programme, supplemented by graphical representation of the results and adapted to the PMD-85-2 personal computer.

reliability; reliability characteristics; technical life; computer programme

KASTELOVIČ, E. — SLOBODA, A. — VESELOVSKÁ, E. (Technische Hochschule, Košice): *Analyse der Störanfälligkeit der Transmissionselemente der Traktoren UR II aus der Modernisierung A*. Zeměd. Techn., 35, 1989 (5) : 399-306.

Aufgrund der Analyse der Störanfälligkeit der Transmissionen der Traktoren Zetor UR II-A ist in der vorliegenden Arbeit die Verfolgung der Zuverlässigkeit der ausgewählten Transmissionselemente angeführt. Die Inputsangaben wurden von mehreren Traktorenbenutzern gewonnen und eine wichtige Rolle spielten dabei auch die von Mechanikern, die die Generalreparaturen machten, gewonnenen Unterlagen. Die Berechnungsmethodik beruht auf einem speziellen Berechnungsprogramm, das mit Diagrammen und graphischen Darstellungen der erzielten Ergebnisse ergänzt und für den Personenrechner PMD-85-2 aufbereitet wurde.

Zuverlässigkeit; Zuverlässigkeitscharakteristik; technische Standzeit; Berechnungsprogramm

Adresa autorov:

Ing. Eduard Kastelovič, ing. Aurel Sloboda, CSc., ing. Elena Veselovská, CSc., Vysoká škola technická, fakulta strojnica, Švermova ulica 9/A, 041 87 Košice

ZE ZAHRANIČÍ

TECHNICKÁ PERSPEKTIVA ZÁPADOEVROPSKÉHO ZEMĚDĚLSTVÍ

Pro další rozvoj ekonomicky i technicky rozvinuté společnosti jsou důležité mimo jiné i prognostické práce, které s daným stupněm přesnosti, na základě dostupných podkladů specifikují možné vývojové trendy daného oboru na období 20 až 25 let. Tyto práce probíhají dnes ve všech vyspělých státech, ať socialistických či ostatních, a jejich souhrny vyjadřují i představy politicko-ekonomických seskupení, jako např. v evropských podmínkách RVHP či EHS.

Uvedená práce syntetizuje některé prognostické záměry v zemědělství s dopadem na technickou politiku tohoto významného odvětví zajišťujícího výživu lidu. Opírá se o nejnovější prognostické práce francouzské (Carillon, 1987 a jiní) a západoněmecké (Anonym, 1987; Traulsen a Keiser, 1987). Důvodem je skutečnost, že Francie je mj. významným zemědělsko-potravinářským a průmyslovým komplexem ovlivňujícím stav potravin na západoevropském trhu, NSR pak jednou z vedoucích západoevropských zemí v oblasti technického rozvoje, v našem případě zemědělské techniky.

VÝCHOZÍ FAKTORY

Základním úkolem světového zemědělství je zajištění výživy pro obyvatele této planety. Pokud porovnáme nárůst obyvatelstva zpětně za několik staletí i tisíciletí (tab. I), v současnosti i nedaleké budoucnosti (obr. 1), vidíme, že jde o úkol nemalý, nicméně splnitelný.

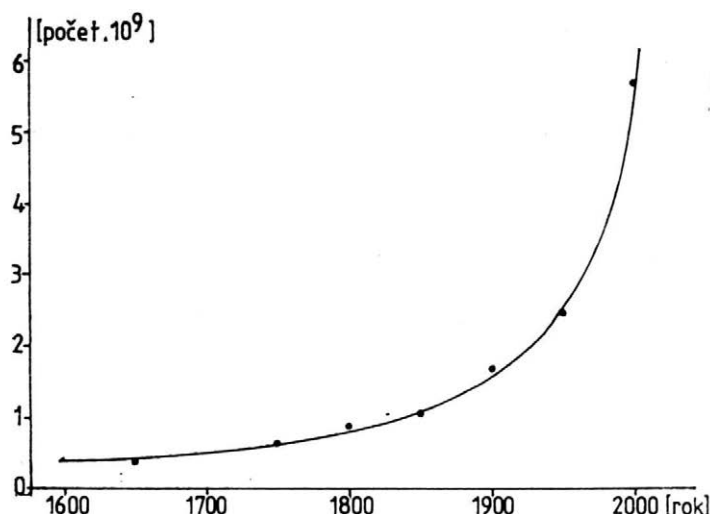
První rozpor nacházíme ve skutečnosti, že nejvyspělejší státy dosahují vynikajících výsledků v zemědělské výrobě a disponují i významnými přebytky potravin, i když počet jejich obyvatelstva v podstatě stagnuje, zatímco státy s nejvyšším populačním přírůstkem nekryjí již nyní základní potřeby výživy svého obyvatelstva.

Pokud si budeme všimát techniky v nejvyspělejších státech, nacházíme některé další rozpory. Druhý rozpor je v tom, že v těchto státech (USA, Kanada, Francie, NSR a další) přebytky potravin dnes snižují jejich světové ceny; tím snižují i životní úroveň zemědělců, jejich investiční potenciál klesá, a to vše vyúsťuje v současnou krizi projevující se kromě jiného i v odbytu zemědělské techniky v uvedených státech. Např. v USA byl zaznamenán pokles odbytu zejména u dvou rozhodujících strojů, které tvoří přes 50 % hodnoty celkového prodeje zemědělské techniky, a to u traktorů a sklízecích mlátiček. V počtu ročně prodaných kusů se dostaly traktory ze 140 000 kusů v roce 1979 na necelých 60 000 kusů v roce 1986; prodej sklízecích mlátiček klesl z 32 000 kusů v roce 1979 na necelých 13 000 kusů v roce 1986. Výrobci zemědělské techniky v USA dnes využívají své výrobní kapacity pouze na 20 až 50 % (Strouhal, 1988b).

Pokles odbytu zemědělské techniky, i když nikoliv v tak velkém rozsahu, se dnes projevuje i na západoevropském

I. Vývoj populace

Časové období (rok)	Počet obyvatel ($\times 10^6$)
18 000 před naším letopočtem	1
10 000 před naším letopočtem	10
3 500 před naším letopočtem	150
0	220
750	350
1000	400
1650	470
1800	919
1850	1091
1900	1571
1950	2486
1985	4850
2000	5600 — 5800

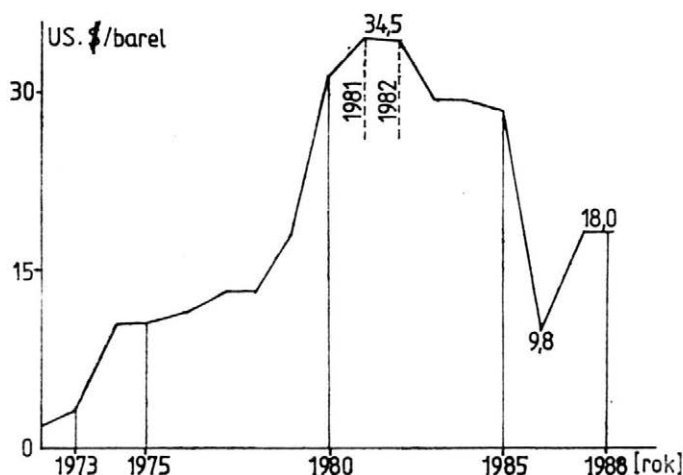


1. Vývoj populace v období let 1600 až 2000

trhu. Investice vkládané do zemědělské techniky např. ve Francii od roku 1982 klesají. Porovnáme-li prodej traktorů v letech 1985 a 1986, vidíme ve Francii pokles o 20 %, ve stejných letech v NSR o 5,3 %, v Itálii o 11 %, ve Velké Británii o 24,6 %. Obdobné tendence můžeme zaznamenat i u sklízecích mlátiček (Strouhal, 1988a).

Dalším rozporným faktorem je současná nestabilita světových cen a ubývajících zdrojů energie, zejména ropy (obr. 2). Mnoho specialistů očekává kolem roku 2000 druhou ropnou krizi, která se promítne i do mobilní zemědělské techniky jako významného spotřebitele motorové nafty. Jiné podklady, např. studie koncernu Shell, uvádějí, že ropné zdroje „vydrží“ ještě asi dalších 150 až 200 let. Vysvětlení tohoto rozporu je třeba hledat ve skutečnosti, že „pesimistické“ úvahy (Molle, 1986) o zdrojích ropy se opírají zejména o kapacity současných nalezišť a jejich předpokládané zásoby, zatím co „optimistické“ úvahy vycházejí z domněnky o snad existujících, ale dosud nenalezených světových ropných zdrojích a z rozdílu současné a perspektivní těžební techniky. Nesplnilo se zatím dřívější očekávání, že světové ceny potravin se budou zvyšovat rychleji než ceny energie.

Transformace zemědělských produktů v kvalitní potravinářský výrobek musí být v souladu se zásadami správné výživy i s prognózou zpracování a úpravy jídel. Tyto prognózy např. předpokládají pro běžnou potřebu rozvoj tzv. velkokuchyní, odkud by spotřebitelé odebírali upravená a dehydrovaná nebo zmrazená jídla. Tato jídla by se těsně před spotřebou rehydrovala, rozmrazovala a tepelně upravovala zpravidla v mikrovlnných troubách. Velkokuchyně by umožnily využít novou techniku a nové formy pokrmů, např. ochučené rostlinné proteiny, vaječné koncentráty, syntetické mléko, upravené řasy apod. Pouze luxusní jídla by pocházela z dnešních klasických surovin.



2. Vývoj světových cen ropy

Současné prognózy zpravidla vycházejí v zásadě z dnes známých skutečností (Cempírek, 1986). V příštích 20 až 25 letech se však mohou uplatnit kvalitativní změny, které současné představy významně ovlivní.

Tyto kvalitativní změny můžeme očekávat v těchto dnes ještě rozvíjejících se oborech:

- biotechnologie, zejména genetické inženýrství;
- kybernetika;
- robotika.

Dále mohou další vývoj zemědělství a zemědělské techniky ovlivnit tyto činitele

- stav potravin na světovém trhu a jejich ceny,
- stav energie všeho druhu na světovém trhu,
- vztahy a úroveň mezinárodní spolupráce i dělby práce.

BIOTECHNOLOGIE

Rozvoj biotechnologií lze nazvat základním kvalitativním zvratem v dalším rozvoji zemědělské výroby příštího období.

Např. ve Francii již došlo k úspěšným pokusům s kombinací genů různých zemědělských rostlin, ve výhledu je další rozšiřování a prohlubování těchto procesů i v živočišné výrobě. Jaké budou mít, podle francouzské prognózy, tyto procesy vliv na obor zemědělské techniky? Souhrnnou představu uvádí tab. II.

Ať již se tyto možnosti odkryté biotechnologickým výzkumem uplatní ve skutečnosti v praxi v dnes neznámé šíři či nikoliv, lze předpokládat jak obecnou ten-

II. Úkoly biotechnologického výzkumu a jejich vliv na zemědělskou techniku (Carillon, 1987)

Biologický výzkum	Vliv na zemědělskou techniku
Fixace vzdušného dusíku u hlavních plodin, zejména obilovin	omezení potřeby rozmetadel hnojiv
Zvýšení výnosů plodin v aridních a semi-aridních oblastech bez potřeby závlah	potřeba nových druhů sklizečů
Ovlivnění vlastností rostlin zaměřené na další zpracování sklizně	systém "vyčesávání" klasů obilovin, nová sklizňová technika
Ovlivnění rovnoměrného a postupného dozrávání plodin	nová organizace práce sklizečů
Rezistence nebo očkování (imunizace) proti chorobám a škůdcům	omezení potřeby prostředků ochrany rostlin
Výroba izoglukózy pomocí enzymatické hydrolýzy biomasy	omezení pěstování cukrovky a tím i příslušných strojů
Výroba alternativních paliv na bázi biomasy	linky na zpracování dřevního odpadu a další technika pro zpracování produktů rostlinné výroby
Využití bakterií k ochraně rostlin proti mrazu	omezení technických prostředků protimrazové ochrany
Využití celulózy v zažívacím traktu skotu	snižování spotřeby klasických objemových krmiv a techniky pro jejich sklizeň a zpracování
Zprůmyslnění produkce mikrobiálních proteinů na bázi odpadu	snižování potřeby jatečných zvířat, krmiv a techniky pro jejich přípravu
Syntéza mléka z rostlinných surovin s regulací obsahu proteinu a tuku	omezení chovu dojníc a potřeby příslušné techniky

denci dalšího vývoje zemědělské techniky, tak přechod k technice zemědělsko-potravinářské, která bude mimo jiné stacionární průmyslovou výrobou nových proteinových a izoglukózových potravin.

Tím by se např. snížila potřeba strojů pro hnojení a pro ochranu rostlin, zjednodušila a omezila potřeba sklízecí techniky pro obiloviny. Dále by se omezila potřeba strojů pro sklizeň objemových krmiv jako základ pro současné způsoby výroby mléka.

Těžiště technického vybavení budoucího zemědělství by se tedy soustředilo do strojů a náradí pro zpracování půdy, přípravu půdy, setí a sázení, dále na sklizeň plodin určených přímo k výživě člověka. Další potřeba nových strojů a zařízení by se dále projevila např. u techniky pro zpracování a další využití vybraných odpadů.

KYBERNETIKA

Dynamický vývoj informatiky povede rychle ke všeobecnému využívání velkých možností diagnostiky, simulace, automatického řízení, řízení výrobních procesů, vyhodnocování a rozhodování.

Zevšeobecnění těchto metod umožní rozhodovat o způsobu organizace agrotechnických a zootechnických zásahů podle podrobného a homogenního členění jednotlivých honů a u jednotlivých skupin zvířat s využitím simulačních algoritmů. Simulace bude založena na parametrech významných pro výrobní proces, které se budou průběžně měřit a vyhodnocovat pro homogenní pásma honů nebo pro homogenní skupiny zvířat.

Moderní systémy telekomunikací dále např. umožní, aby se nabídka a realizace zemědělských produktů na trhu zajišťovala již podle údajů změřených snímači na sklizeň.

U prostředků výpočetní techniky se předpokládá rychlá miniaturizace komponentů a celých soustav, pronikavé snižování cen hardware a postupné snižování cen programového vybavení (software).

PRODUKTIKA A ROBOTIKA

Produktikou rozumíme zcela nový vědeckotechnický obor, který na základě nejširšího komplexu rozličných údajů optimalizuje nejrůznější technické, výrobní, provozní, řídicí a jiné obdobné děje nebo ucelené systémy. Využívá k tomu nejnovějších poznatků elektroniky, výpočetní techniky a robotiky (Strouhál, 1988b).

Např. ve Francii se produktika v zemědělství definuje jako automatizace zemědělské výroby, popř. některých jejích dílčích částí, kromě jiného s pomocí informatiky umožňující zavést automatizovanou a pružnou výrobu.

Možnosti rozvoje robotizace v zemědělství budou těsně spojeny s otázkou pracovních sil. Roboty se uplatní zejména pro speciální práce s krátkou agrotechnickou lhůtou, např. při prořezávce vinic a sklizni choulostivého stolního ovoce. Další oblastí budou opakované práce v intenzivní živočišné výrobě s drahými pracovními silami (dojení, krmení prasat, stříž ovcí). Roboty se pravděpodobně uplatní i ve sklenících, v závlahových systémech, při třídění a úpravě sklizených produktů, v živočišné výrobě při čištění stájí a výběhů. Mohou se uplatnit také v probírce lesních porostů a při sklizni energetické biomasy.

Další úvahy počítají s leteckou ochranou rostlin (kromě herbicidů) pomocí ultralehkých letadel s vysokou stabilitou a rychlostí 60 až 80 km.h⁻¹. Robotizace by se zde týkala automatického dodržování přesné letové výšky a tras. Start a přistávání by byly řízeny dálkově. Tato technika by uspořila pracovní síly, zvýšila bezpečnost práce, snížila utučování půdy a zlepšila operativnost zákroku.

Z uvedeného vyplývá, že

- zemědělským pracovníkům se odejme část aktivních technických prací,
- zemědělský pracovník se bude moci více věnovat vlastnímu technicko-ekonomickému řízení podniku,
- pro případ nutných změn programů robotů bude třeba mít k dispozici vysoce kvalifikované programátory obeznámené i s problematikou a specifikou zemědělských prací.

Obecnou tendencí tohoto vývoje bude pronikání zemědělských odborníků spíše do ekonomické a řídicí sféry a naopak pronikání strojírenských a elektrotechnických odborníků do zemědělské výrobní sféry; tím bude prakticky docházet k utváření zemědělsko průmyslového komplexu.

ŘÍZENÍ ZEMĚDĚLSKÉ VÝROBY

Zemědělské podniky a jejich střediska se budou po technicko-ekonomické stránce řídit pomocí výpočetní techniky v reálném čase a s využitím simulačních systémů. Rozhodování se tak bude opírat o předvídatelné faktory výrobních procesů, ať již jde o osevní postupy, pracovní postupy i jednotlivé operace.

Vedoucí zemědělských podniků budou vybaveni mikropočítači s velkou paměťovou kapacitou a velkým výběrem programových souborů specializovaných pro ekonomické i technické řízení dané zemědělské výroby. Technické údaje se budou vztahovat na jednotlivé hony, z nichž se relevantní data budou shromažďovat prostřednictvím palubních počítačů mobilní techniky. Další data se budou získávat z automatických mikroprocesorových meteorologických stanic rozmístěných na všech mikroklimaticky významných stanovištích. Další kategorie vstupů bude do výpočetního systému vkládána přímo zemědělcem. Telekomunikační síť umožní propojit tyto podnikové počítače na regionální počítače, z kterých bude možné čerpat diagnostické, expertní a obecně konzultační informace.

Minitel — jako teletextový systém zavedený např. ve Francii — se vzhledem ke své nákladovosti i nedostatku rozšíří pouze přechodně. Ani celostátní banky technicko-ekonomických informací, tak jak jsou koncipovány v současné době, nebudou pro zemědělský provoz zajímavé. Regionální počítač bude základem regionální a lokální databanky schopné zodpovědět dotazy zemědělců v dané oblasti. Dodávky se přesunou z dat na programové soubory, kterých zemědělec použije pro simulaci a rozhodování ve svém podniku.

Univerzální poradci pro rozvoj zemědělství budou téměř vytlačeni. Zůstanou pouze velmi kvalifikovaní a specializovaní poradci, schopní v dané oblasti aplikovat příslušné adaptované systémy diagnostiky a simulace s využitím obecných i lokálních dat.

PROGNÓZA FRANCIE

Velmi přehledně je souhrn koncepce francouzského zemědělství zpracovaný na obr. 3 (Carillon, 1987). Pro vyjádření konkrétních hodnot je třeba použít i tab. III, která zahrnuje hodnoty pro rok 1985 z jiných zdrojů (Strouhal,

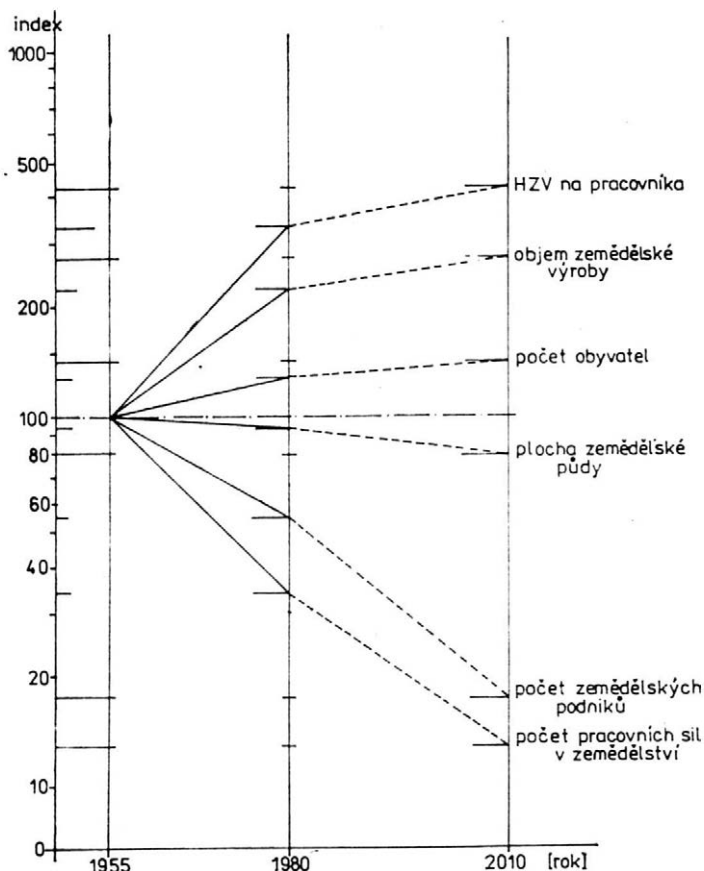
III. Základní údaje o dalším vývoji francouzského zemědělství

Údaj	Hodnota udávaná pro rok 1985	Přibližná hodnota pro rok 2010
1	2	3
Hrubá zemědělská výroba na pracovníka	170 000 Ffr	290 000 Ffr
Objem zemědělské výroby	275.10 ⁹ Ffr	385.10 ⁹ Ffr
Celkový počet obyvatelstva	55,5.10 ⁶	58,3.10 ⁶
Orná půda	16,8.10 ⁶ ha*)	14,8.10 ⁶ ha
Počet zemědělských podniků	1,1.10 ⁶ **)	0,8.10 ⁶ ***)
Počet pracovníků v zemědělství	1,6.10 ⁶	1,3.10 ⁶

*) z celkové zemědělské kolem 30.10⁶ ha

**) z toho asi 500 000 zajišťuje 80 % zemědělské výroby

***) z toho zhruba 400 000 s průměrnou výměrou kolem 70 ha bude zajišťovat asi 80 % zemědělské výroby



3. Vývoj francouzského zemědělství v období let 1955 až 1980 a prognóza do roku 2010

1988a). S využitím těchto údajů a trendů podle obr. 3 lze pro rok 2010 specifikovat velmi přibližné údaje podle sloupce 3 tab. III.

Stručně a názorně vyjádřené představy francouzských prognostiků jsou pro nás velmi zajímavé. Za 25 let, k roku 2010

- se hrubá zemědělská výroba na pracovníka, vyjádřená v tzv. konstantních francích, zvýší asi o 70 %,
- se celkový objem zemědělské výroby, vyjádřený v tzv. konstantních francích, zvýší asi o 40 %,
- vzroste celkový počet obyvatel Francie asi o pouhých 5 %,
- poklesne výměra orné půdy asi o 12 %,
- poklesne počet zemědělských podniků asi o 27 % při zvýšení jejich průměrné velikosti,
- se počet pracovníků v zemědělství dále sníží, a to asi o 16 %.

Z uvedených skutečností vyplývá, že v cílovém období jeden pracovník v zemědělství bude zajišťovat produkty pro výživu minimálně 44 obyvatel (dnes je to asi 35 obyvatel, v roce 1960 to bylo 10 obyvatel). Konfrontace těchto údajů s našimi je problematická, protože je ovlivněna mnoha faktory, např. exportem a importem zemědělských produktů, rozdílnou definicí „pracovníka v zemědělství“, nejširším spektrem služeb ve francouzském zemědělství a počtem pracovníků zaměstnaných v těchto službách. Proto lze jen velmi přibližně vyjádřit, že ve stejném období (1985) zajišťoval jeden pracovník v zemědělství ČSSR výživu pro 17 obyvatel. Přesto je názorný rozdíl v produktivitě práce, který vyjadřuje výši rezerv ve využití pracovních sil v našem zemědělství.

Dále můžeme již přesněji porovnat, že ve Francii v roce 1985 připadlo na jednoho obyvatele 0,3 ha orné půdy, resp. 0,54 ha zemědělské půdy. V ČSSR je u orné půdy pro rok 1985 údaj stejný, u zemědělské půdy pak činí 0,43 ha. V roce 2010 poklesne ve Francii podíl orné půdy na 0,25 ha.

ZÁVĚR

Za základní faktory dalšího rozvoje zemědělství je třeba mimo jiné považovat tyto aspekty:

1. agronomické a zootechnické: další vzestup výnosů při relativně nižších výrobních vkladech (např. menší spotřebě energie nebo prostředků na ochranu rostlin, hnojení apod.) i další vzestup užitkovosti — tedy další intenzifikace výroby;
2. potravinářské: silnější snahy omezovat kaloricky bohatou stravu, tuky, možná i bílkoviny živočišného původu; možnost rozvoje velkovýroben hotových pokrmů;
3. ekonomické: vyšší využití výpočetní techniky pro řízení podniku i výroby v reálném čase se snahou dosáhnout maximálního čistého zisku v daných podmínkách trhu (racionalizace výroby);
4. ergonomické: zvýšená ochrana pracujících v zemědělství před nepříznivými vlivy hluku, prašnosti, toxických výparů, vibrací, rázů, atmosférických poruch, rozvržení a délky trvání práce v izolaci, nutnost trvalé kontroly procesů atd.

Pokud bychom shrnuli všechny podklady k danému problému, můžeme zatím v obecné rovině předpokládat tyto základní vývojové varianty zemědělské výroby jako celku, resp. vzájemné jejich kombinace, zejména v evropských podmínkách:

1. Nové politické a zejména ekonomické mezinárodní vztahy zajistí další růst a odbyť produktů zemědělské výroby, bez ohledu na její výrobní oblasti; světový trh potravin zajistí rovnoměrnou výživu obyvatelstva přesunem přebytků do oblastí nedostatku.
2. Země s přebytky potravin, ve snaze udržet úroveň svého zemědělství a současně řešit nestabilitu světového trhu ropy (obr. 2), budou využívat svých přebytků k energetickým účelům, zejména jako náhradní zdroje motorových paliv z každoročně obnovitelných organických surovin (rostlinné oleje všeho druhu, etanol apod.) nebo i paliva ostatní (např. dřevní odpad).
3. Ve snaze řešit současnou svoji krizovou situaci budou země s přebytky potravin snižovat zemědělskou výrobu omezováním aplikace chemických látek a přípravků, které byly jedním ze zdrojů nárůstu zemědělské výroby, a při nižší úrovni zemědělské výroby budou vyrábět ekonomicky výhodnější „zdravé potraviny bez chemie“.
4. Zemědělská výroba se ve své nové vyšší kvalitě a s využitím všech výrobních potenciálů soustředí do nejvýhodnějších půdních a klimatických oblastí a ostatní území, v současné době s nižším efektem zemědělsky využívané, bude přebudováno na veřejné a kolektivní prostory, zejména sady, parky, zahrady, lesoparky a na oblasti zeleně, rekreace a sportu a optimálního prostředí pro využití volného času.
5. Zemědělská výroba musí rychle reagovat na trvalé zhoršování životního prostředí zejména nepříznivým spadem, jehož negativní účinky je třeba eliminovat především pěstováním rostlin na tyto škodlivé vlivy méně náchylných, novými formami zpracování půdy napomáhajícími regeneraci napadených vrstev ornice apod. Intenzivní zemědělskou výrobu bude třeba soustředit do oblastí s přijatelným účinkem těchto škodlivin.

Společným jmenovatelem všech variant zemědělství budoucnosti bude nejširší uplatnění vědeckotechnického pokroku — téměř ze všech oblastí činnosti — jako prostředku k další racionalizaci, intenzifikaci a efektivnosti zemědělské výroby. Tuto skutečnost je třeba plně promítnout i do prognózy rozvoje našeho zemědělství.

Ing. Emil Strouhal, CSc., ing. Bruno Cempírek, CSc.

Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy

RNDr. Dana Velebilová, Ústav pro prognózování ČSR, Praha

Literatura

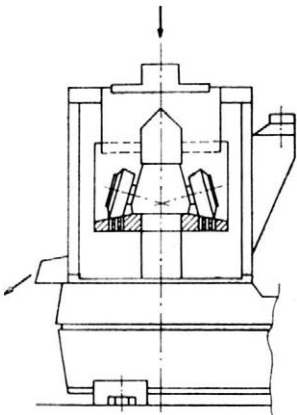
- ANONYM: Neuheitenliste, landtechnische Tendenzen und beachtenswerte Weiterentwicklungen. Frankfurt a. M., DLG 1987.
- CARILLON, R.: Contribution pour le machinisme agricole de l'an 2010. CEMAGREF, BTMEA N° HS 9, Antony 1987.
- CEMPÍREK, B.: Technická úroveň v ČSSR a v zahraničí — zemědělství. Praha, ÚVTEI, SIVO 2112, s. 1-30.

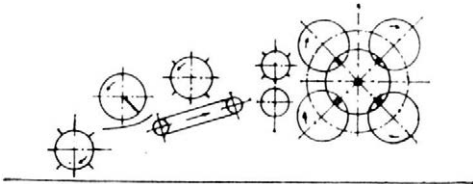
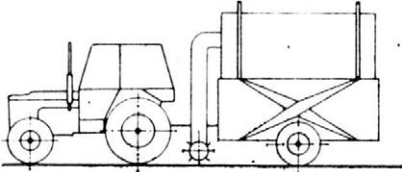
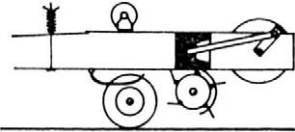
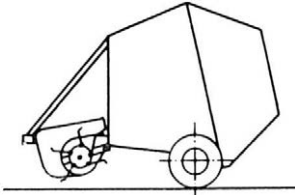
- MOLLE, J. F.: L'éthanol-carburant, emploi et perspectives. CEMAGREF, BTMEA N° 7—8, Antony 1986.
- STROUHAL, E.: Vývojové tendence a koncepce zemědělské techniky ve Francii. Zeměd. Techn., 34, 1988a, č. 3, s. 173-184.
- STROUHAL, E.: Produktika v zemědělství USA. Zeměd. Techn., 34, 1988b, č. 4, s. 249-256.
- TRAULSEN, H. — KEISER, H.: Kritischer Führer zur Agritechnica '87. Kiel, RKL 1987.

Došlo dne 20. 9. 1988

TERMINOLOGIE V OBORU ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

Lisy

Název operace, stroje	Obrázek	Definice
1. lisování lisovanie прессование; прессование тюков Pressen baling; packing		vytváření kopek, balíků, briket nebo granulí při současném zvyšování objemové hmotnosti lisovaného materiálu
2. lis lis пресс; пресс-подборщик Presse baler		stroj určený k lisování; podle účelu použití jsou lisy kopkovací, balíkovací, briketovací a granulovací
3. stacionární lis stacionárny lis стационарный сеной пресс Stationärpresse stationary baler		lis, který lisuje materiál bez pojiždění
4. sběrací lis zbierací lis пресс-подборщик Sammelpresse pickup baler		lis, který lisuje materiál sbíraný z řádků
5. granulovací lis granulovací lis гранулятор Matrizenpresse granulator; cuber		lis, který lisuje materiál do granulí

Název operace, stroje	Obrázek	Definice
6. briketovací lis briketovací lis брикетировщик Brikettierpresse pelleter; cuber; pelleting machine		lis, který lisuje materiál do briket
7. lis na maloobjemové balíky lis na maloobjemové balíky пресс-подборщик Kleinballenpresse baler		lis, který vytváří balíky zpravidla o objemu do 0,3 m ³
8. lis na velkoobjemové balíky lis na velkoobjemové balíky крупногабаритный пресс Grossballenpresse big baler		lis, který vytváří balíky zpravidla o objemu nad 1 m ³
9. kopkovací lis kôpkovací lis самозагружающаяся тележка; копнитель; стогометатель Presswagen stackpacker; stacker		lis, který lisuje materiál do kopky (bez vázání)
10. pístový lis piestový lis поршневой пресс; поршневой пресс-подборщик Ballenkolbenpresse ram baler; plunger baler		lis s pístovým lisovacím ústrojím
11. svinovací lis zvinovací lis рулонный пресс; рулонный пресс-подборщик Rollpresse roll baler		lis se svinovacím lisovacím ústrojím

12. podávací ústrojí
podávacie ústrojenstvo
питатель; подаватель; набиватель
Zubringerpresse
feeder; feeding mechanism;
feeding system

13. lisovací ústrojí
lisovacie ústrojenstvo
прессовальное устройство
Pressorgan
packing mechanism; bale mechanism

14. pístové lisovací ústrojí
piestové lisovacie ústrojenstvo
поршневой прессовальный механизм
Kolbenpressorgan
plunger packing mechanism;
plunger bale mechanism

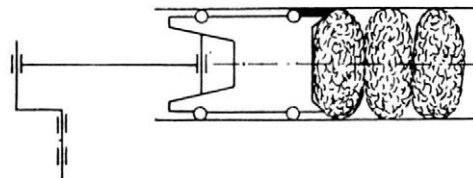
15. lisovací kanál
lisovacie kanál
прессовальная камера
Presskanal
packer crank; baling chamber

16. lisovací píst
lisovacie piest
прессовальный поршень;
прессовальный плужер
Kolben
plunger (stroke); baling ram;
baling plunger

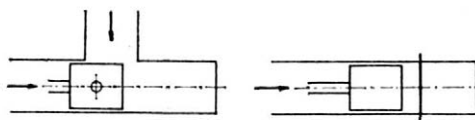
17. svinovací lisovací ústrojí
zvinovacie lisovacie ústrojenstvo
рулонный прессовальный механизм
Rollpressorgan
rollpacking mechanism; roll baling
mechanism

část lisu určená k podávání a dopravě
materiálu do lisovacího ústrojí

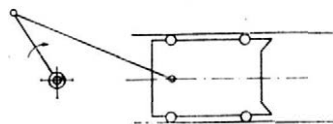
část lisu určená pro lisování



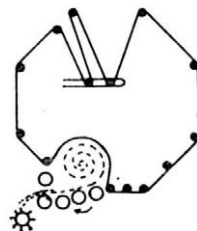
lisovací ústrojí, které lisuje materiál v lisovacím kanálu pístem



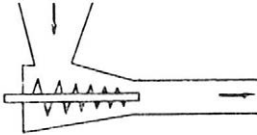
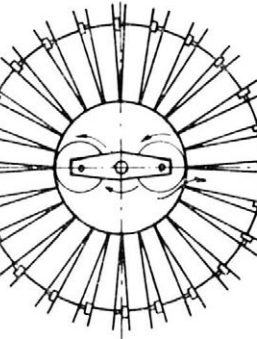
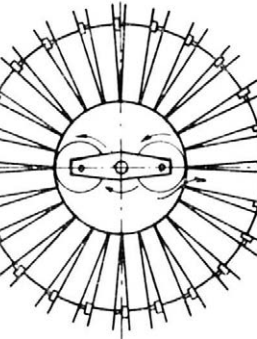
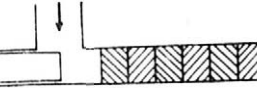
pevná část lisovacího ústrojí, v níž se tvaruje a lisuje materiál; může být otevřený nebo uzavíratelný



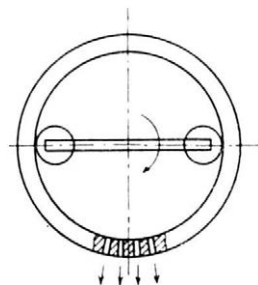
pohyblivá část lisovacího ústrojí s vratným pohybem



lisovací ústrojí, které lisuje materiál ve svinovací komoře

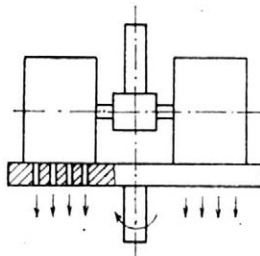
Název operace, stroje	Obrázek	Definice
18. svinovací komora zvinovacia komora рулонная камера; наматывающая камера Kammer (Presskammer) chamber; rolling chamber		část svinovacího ústrojí, v níž se tvaruje a stlačuje materiál; objem komory je stálý nebo proměnlivý
19. šnekové briketovací ústrojí závitovkové briketovací ústrojenstvo шнековый брикетировочный механизм; брикетировочный шнек Schneckenbrikettierwerkzeuge auger pelleting mechanism; cubing auger		část briketovacího lisu, kde se materiál lisuje šnekem v otevřeném lisovacím kanálu
20. válcové briketovací ústrojí valcové briketovací ústrojenstvo цилиндрический брикетировочный механизм Ringwalzenbrikettierwerkzeuge roll cubing mechanism		část briketovacího ústrojí, kde materiál lisují rotující válce do otevřených kanálů uspořádaných zpravidla ve společném prstenci
21. pístové briketovací ústrojí piestové briketovací ústrojenstvo поршневой брикетировочный механизм Kolbenbrikettierwerkzeuge plunger cubing mechanism		část briketovacího lisu, kde se materiál lisuje pístem v otevřeném lisovacím kanálu

22. granulační ústrojí s prstencovou maticí
 granulačné ústrojenstvo s prstencovou maticou
 гранулировочное устройство с кольцевой гайкой
 Ringmatrizenpresswerkzeuge
 ring roller cubing mechanism



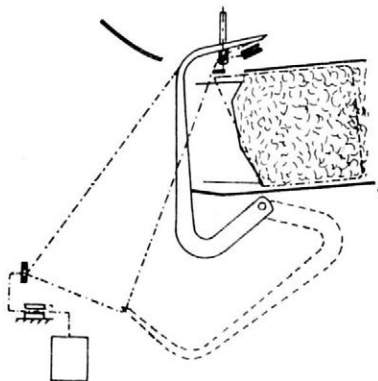
část granulovacího lisu, kde rotující válce stlačují materiál do kuželovitých otvorů prstencové matrice

23. granulační ústrojí s plochou maticí
 granulačné ústrojenstvo s plochou maticou
 гранулировочное устройство с плоской гайкой
 Scheibenmatrizenpresswerkzeuge
 flat forming cuber

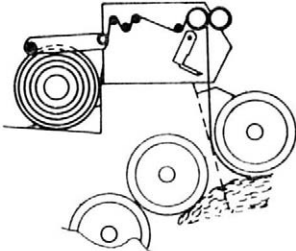
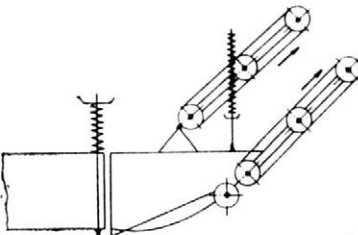
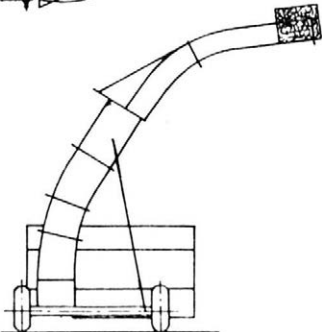


část granulovacího lisu, kde rotující válce stlačují materiál do kuželovitých otvorů ploché matrice

24. vázací ústrojí
 viazacie ústrojenstvo
 узловязатель
 Bindeaggregat
 knotter



část lisu, která balík sváže zpravidla motouzem nebo drátem, a tím jistí jeho tvar

Název operace, stroje	Obrázek	Definice
25. ovíjecí ústrojí ovíjacie ústrojenstvo обматывающий механизм Netzbindeaggregat wrapping mechanism		část svinovacího lisu, která ovíjí balík zpravidla motouzem, fólií nebo sítí
26. vrhač balíků vrhač balíkov метатель тюков; тюкометатель Ballenwerfer bale ejector; bale thrower		přídavná část lisu na maloobjemové balíky určená k vrhání balíků do dopravního prostředku
27. ližinová nakládací dráha ližinová nakladacia dráha лежневая погрузочная дорога; волокуша для тюков Ballenschurre bale (loading) sledge		přídavná část lisu na maloobjemové balíky určená k nakládání balíků do souběžně jedoucího dopravního prostředku

Hesla definovali členové názvoslovné subkomise pro zemědělskou techniku, k tisku vybral a připravil doc. ing. Karel Žák, CSc., z Vysoké školy zemědělské v Českých Budějovicích.

INHALT

Novikov J. F., Koganov M. M.: Physikalische Prinzipien der Fraktionierung des Blattproteins	261
Lobotka J.: Technisch-energetische Rationalisierung der Entnahme, des Transports und der Verfütterung von Rauhfutter	279
Krupička J., Hanousek B.: Natürliche Vortrocknung der Biomasse der Getreidearten	288
Kovář R., Breš M.: Verallgemeinerung des Verfahrens zur Festlegung der Parameter der Störungsfreiheit und der Lebensdauer der Landtechnik entsprechend der Verteilung nach Weibull	297
Kastelovič E., Sloboda A., Veselovská E.: Analyse der Störanfälligkeit der Transmissionselemente der Traktoren UR II aus der Modernisierung	306

Rukopisy odevzdány k tisku 27. 1. 1989 — Podepsáno k tisku 3. 4. 1989

Vědecký časopis ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA • Vydává Československá akademie zemědělská — Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství • Vychází měsíčně • Redaktorka ing. Jovanka Václavičková • Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, telefon 257541 • Vytiskl MÍR, Novinářské závody, n. p., závod 6, tř. Lidových milicí 22, 120 00 Praha 2 • © Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1989

Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS-ÚED Praha, ACT, Kafkova 19, 160 00 Praha 6; PNS-ÚED Praha, závod 02, Obránců míru 2, 656 07 Brno; PNS-ÚED Praha, závod 03, Gottwaldova tř. 206, 709 90 Ostrava 9. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice a dovoz tisku Praha, administrace vývozu tisku, Kovpalkova 26, 160 00 Praha 6.