



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

8

ROČNÍK 22 (XLIX)

PRAHA

SRPEN 1976

CENA 10 Kčs

CS ISSN 0044 - 3883

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ

ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ

PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

Rídi redakční rada

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

Vedoucí redaktorka ing. Jovanka Václavíčková

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1976

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

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

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

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

ČINNOST STÁLÉ PRACOVNÍ SKUPINY PRO MECHANIZACI A ELEKTRIFIKACI ZEMĚDĚLSTVÍ A LESNICTVÍ STÁLÉ KOMISE RVHP PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

J. Boudný

*Stálá pracovní skupina pro mechanizaci a elektrifikaci zemědělství a lesnictví RVHP,
Praha*

BOUDNÝ J. *Činnost stálé pracovní skupiny pro mechanizaci a elektrifikaci zemědělství a lesnictví Stálé komise RVHP pro zemědělství*. Zem. technika 22 (8) : 437-443, 1976.

Neustálý růst kvalitativní a kvantitativní náročnosti na rozvoj zemědělské mechanizace a zrychlení inovačního programu vyžaduje, aby se prohlubovala dělba práce a kooperace ve výrobě a aby se rozšiřovaly vzájemné dodávky strojů a zařízení mezi socialistickými státy. Těmito otázkami se zabývá Stálá komise RVHP pro zemědělství. Jedním z jejích pracovních orgánů je stálá pracovní skupina pro mechanizaci a elektrifikaci zemědělství a lesnictví, která je pověřena následujícími úkoly: zpracovávat mezinárodní soustavu strojů; srovnávat parametry vyvinutých strojů s požadavky mezinárodních a národních soustav mechanizace; sjednocovat normy a normativy pro využití, údržbu a opravy; organizovat mezinárodní soutěže v orbě; hodnotit výsledky mechanizace a elektrifikace zemědělství; řešit normativní otázky spotřeby, zásob a renovací náhradních součástí strojů. Tyto a další úkoly této pracovní skupiny mají vytvářet perspektivní a dlouhodobé předpoklady pro trvalý a plynulý vývoj automatizace a komplexní mechanizace prací v zemědělství v souladu s plánovými úkoly všech členských států RVHP.

Jedním z pracovních orgánů Stálé komise RVHP pro zemědělství je stálá pracovní skupina pro mechanizaci a elektrifikaci zemědělství a lesnictví. Tato pracovní skupina je pověřena významnými úkoly, mezi něž patří zejména:

- Zpracovávat návrh mezinárodní soustavy strojů pro mechanizaci zemědělství a lesnictví jako základního dokumentu sloužícího pro výrobní podniky všech zemí RVHP k vývoji, výrobě a dodávkám strojů a zařízení pro mechanizaci a elektrifikaci v zemědělství členských států. Podle této mezinárodní soustavy se zpracovávají v jednotlivých zemích národní soustavy pro mechanizaci, agrotechnické a zootechnické požadavky pro výzkumné ústavy a strojírenské podniky, které jsou podle dohodnuté specializace odpovědné za krytí požadavků zemědělství příslušných zemí.

- Podle mezinárodních a národních plánů zkoušek zemědělských a lesnických strojů srovnávat parametry vyvinutých strojů s požadavky mezinárodních a národních soustav pro mechanizaci a podle výsledků zkoušek rozhodovat o přípustnosti jejich dodávek do zemědělství. Při

plnění tohoto úkolu je vybudována úzká spolupráce mezi státními zemědělskými zkušebnami. Dochází k pravidelné výměně protokolů a informací o výsledcích zkoušek, aby tak byly ve všech zemích udržovány vysoké nároky na materiálové, konstrukční i ekonomické parametry nové techniky.

- Postupně sjednocovat normy a normativy pro využití, údržbu a opravy techniky v zemědělských podnicích. V souvislosti s tímto úkolem stále pracovní skupiny jsou organizována společná sympozia o technologiích v rostlinné a živočišné výrobě, vědeckotechnické konference, výstavky používaných diagnostických přístrojů, zařízení a měřicí techniky ve zkušebnách a jsou vyměňovány zkušenosti o organizaci řízení a o využití strojů v zemědělství členských zemí.

- Organizovat mezinárodní soutěže členských států RVHP v orbě.

- Společně s 5. sekci Stálé komise RVHP pro strojírenství hodnotit dosahované výsledky v úrovni mechanizace a elektrifikace prací v rostlinné a živočišné výrobě z hlediska plnění mezinárodních a národních soustav strojů a mnohostranných i dvoustranných smluv o vývoji, výrobě a dodávkách strojů a zařízení pro zemědělství, včetně náhradních dílů.

- Řešit normativní otázky spotřeby, zásob a renovací náhradních součástek pro běžně vyráběné i výběhové stroje.

Neustálý růst nároků na kvalitu a kvantitu při rozvoji zemědělské mechanizace a zrychlování inovačního programu vyžaduje, aby se prohlubovala dělba práce, kooperace ve výrobě a aby se rozšiřovaly vzájemné dodávky strojů a zařízení mezi socialistickými státy. Pro československé zemědělství činil v rámci minulé pětiletky dovoz strojů a zařízení z členských zemí RVHP cca 50 % celkového objemu dodávek strojních investic. To dokazuje vysokou závislost rozvoje mechanizace prací v našich JZD, na státních statcích a u zemědělských stavebních a melioračních podniků na výsledcích mezinárodní dělby práce na tomto úseku. Z celkového počtu cca 450 typů strojů používaných v našem odvětví se dováželo asi 130 typů.

První smlouva „O mnohostranné mezinárodní specializaci výroby traktorového a zemědělského strojírenství“ byla podepsána v roce 1972 a měla platnost do roku 1975. Tato smlouva řešila specializaci výroby u 61 položky, z toho dovoz do ČSSR u 46 položek. Zbývající druhy dovážených strojů a zařízení byly zabezpečovány dvoustrannými specializačními dohodami a přímými obchodními smlouvami členských států RVHP. Podle těchto dokumentů byly dodávány našemu zemědělství

- ze SSSR: pásové a kolové traktory, sklízecí mlátičky, sušárny obilí, sklízecí řezačky, kultivátory, meliorační a stavební stroje;
- z NDR: sklízecí mlátičky a kombajny na sklizeň brambor, nákladní automobily, sklízecí řezačky a řada dalších strojů;
- z PLR: sušárny obilí, kombajny na sklizeň brambor, postřikovače a další;
- z MLR: stroje na mechanizaci pěstování a sklizně kukuřice, na sklizeň ovoce a zeleniny, sušárny a další;
- z BLR: malotraktory, stroje pro vinice, půdní frézy a další;
- z RSR: traktory, vlečné vozy, secí stroje, kultivátory ap.

K významnému rozvoji kvantity a zejména kvality v oblasti mezinárodní dělby práce v oboru traktorů a zemědělských strojů dojde v této pětiletce (1976–1980).

Mezinárodní soustava strojů pro mechanizaci a elektrifikaci zemědělství a lesnictví a její národní modifikace mají sice desetiletou až patnáctiletou platnost, ale tyto dokumenty jsou soustavně korigovány a doplňovány tak, aby v každém období plně respektovaly nejnovější poznatky vědy a techniky u nás i v zahraničí, jakož i poznatky zemědělské a strojírenské praxe. Proto v letech 1976 až 1980 bude stálá pracovní skupina pro mechanizaci a elektrifikaci zemědělství RVHP, za účasti specialistů Stálé komise RVHP pro strojírenství, pracovat na zpřesnění, doplnění a zdokonalení jednotlivých částí mezinárodní soustavy. Tato práce bude zahájena v roce 1976. Stálá pracovní skupina projedná na základě návrhů jednotlivých států, s přihlédnutím k dlouhodobé prognóze vývoje automatizace a komplexní mechanizace v příštím období, názory jednotlivých zemí odpovědných za koordinaci příslušných částí soustavy a jimi navržený program na upřesnění soustavy. Na podzim roku 1975 byly projednány návrhy na zpracování perspektivních technologií u komplexu strojů pro výrobu jednotlivých druhů zemědělských produktů na období po roce 1980. Základním kritériem těchto prací bylo propracovat systém dodávek strojů druhé generace a připravit výzkum a vývoj strojů třetí generace.

Těmito otázkami se koncem roku 1975 zabývala Stálá komise RVHP pro zemědělství. Byly přijaty zásady pro upřesnění nové mezinárodní soustavy strojů pro mechanizaci zemědělství a lesnictví. Bylo rozhodnuto rozšířit počet komplexních linek pro mechanizaci prací o části: výroba průmyslových krmiv a výroba kostní a krevní moučky, sušeného mléka a mléčných náhražek, jakož i strojů a zařízení pro sanitární a veterinární účely. Pro organizační zabezpečení a rozpracování jednotlivých částí mezinárodní soustavy pro mechanizaci zemědělství a lesnictví byl sestaven harmonogram těchto prací. Přitom se bude vycházet ze zpracované prognózy rozvoje mechanizace, elektrifikace a automatizace výrobních procesů v rostlinné a živočišné výrobě v členských státech RVHP na období do roku 1990 až 2000. Práce na nové soustavě strojů se budou uskutečňovat v úzké spolupráci s odborníky odvětví traktorového a zemědělského strojírenství s cílem urychlit výzkum, vývoj a výrobu tak, aby se zajistily optimální potřeby členských států RVHP. Nastávající práce při zdokonalování a zpřesňování mezinárodní soustavy strojů pro mechanizaci zemědělství a lesnictví si vyžádají prověření dosavadních 29 částí soustavy a 1746 typových rozměrů strojů a navíc budou vypracovány tři nové části. Práce jsou navrženy na období let 1976 až 1980 a jednotlivé části budou realizovány po etapách.

Stálá pracovní skupina pro mechanizaci a elektrifikaci zemědělství a lesnictví bude společně s 5. sekci Stálé komise RVHP pro strojírenství hodnotit plnění dodávek podle mezinárodní soustavy strojů pro mechanizaci zemědělství a lesnictví každý druhý rok tak, aby cíle v mechanizaci zemědělství byly plněny ve všech zemích RVHP. Současně byl přijat návrh, aby byl vydáván katalog traktorů a hlavních druhů zemědělských a lesnických strojů vyráběných v členských státech RVHP.

Rostoucí složitost zemědělských strojů a jejich zvyšující se hodnota vyžaduje, aby se ve všech státech RVHP zvýšila úroveň a zdokonalily me-

tody a organizace jejich oprav a aby se zabezpečila specializace výroby zařízení pro technickou obsluhu a provádění oprav. Proto stálá pracovní skupina projednala a Stálá komise RVHP pro zemědělství schválila, aby se ve druhé polovině roku 1975 uskutečnila v SSSR mezinárodní výstava s přehlídkou moderního zařízení pro technickou obsluhu a opravy strojů a traktorů sériově vyráběných jednotlivými státy RVHP. V době výstavy se konalo sympozium odborníků členských zemí na toto téma. Byla vytvořena dočasná pracovní skupina odborníků členských států RVHP, která bude v roce 1976 řešit otázky specializace a kooperace výroby opravárensko-technologického zařízení, a to zejména:

- sestavení přehledu o současné úrovni výroby těchto zařízení v členských státech RVHP a rozbor perspektivní potřeby uvedených zařízení,

- návrhy na typizaci zařízení pro opravy, technický servis a technickou diagnostiku.

- návrhy a perspektivní program specializace a kooperace výroby zařízení, přístrojů a nástrojů s přihlédnutím k potřebám zainteresovaných států a k možnostem výroby a vývozu.

Velká pozornost je věnována řešení otázek mechanizace pěstování zeleniny, ovoce a vinohradnictví. V roce 1974 byly projednány technologie mechanizovaného pěstování, sklizně a skladování zeleniny, ovoce a vinných hroznů a stav vývoje nových strojů. Byla přijata doporučení jednotlivých států RVHP na odstranění duplicit v práci mezinárodních ústavů a konstrukčních kolektivů a na vypracování a přijetí jednotných unifikovaných prvků v technologii (v odrůdové skladbě, velikosti a tvaru keřů). Zároveň byly projednány požadavky na energetické prostředky a pracovní stroje. Na základě společných metodik a pracovních programů se urychluje vývoj nových technologií komplexně mechanizované výroby zeleniny, ovoce a vinných hroznů a zavedení vysoce výkonných kombinovaných strojů a nářadí, zajišťujících snížení spotřeby živé práce a materiálových prostředků. Při vývoji a konstrukci těchto strojů se přihlíží k nutnosti vypracovávat jejich modifikace pro práce na svazích.

Stálá pracovní skupina pro mechanizaci a elektrifikaci zemědělství a lesnictví projednala výsledky mezinárodní soutěže v orbě, která proběhla v NDR a v SSSR na vysoké organizační a technické úrovni. Současně byly zpřesněny zásady pro tyto mezinárodní soutěže v dalších zemích.

Základním kritériem výsledků pracovních orgánů RVHP na úseku mechanizace a elektrifikace zemědělství jsou výsledky ve výzkumu, vývoji, výrobě a dodávkách nových výkonných typů strojů pro mechanizaci rostlinné a živočišné výroby. V této oblasti lze v 6. pětiletce očekávat další pozitivní vývoj. O tom nejlépe svědčí předpokládaný růst specializace výroby traktorů a zemědělských strojů ve strojírenských podnicích zemí RVHP, a tím i růst dodávek nových typů strojů do ČSSR.

Na období let 1976 až 1980 jsou navrhovány pro specializaci výroby traktorů a zemědělských strojů celkem 124 typy, a to zejména 10 tříd traktorů, 15 druhů strojů pro obiloviny, 5 pro píce, 6 pro brambory, 4 pro cukrovku, 15 pro zelinářství, 11 pro sady, 14 pro vinice, 5 pro meliorace a další stroje pro mechanizaci dalších oborů rostlinné a živočišné výroby. Mezi nejdůležitější typy strojů, které mají být z jednotlivých zemí dodávány do ČSSR, patří:

- ze SSSR: sklízecí mlátička Niva SKK-5 v horském provedení, samochodné sklízeče cukrovky KS 6, vybrané stroje na pěstování zeleniny a lnu, traktory a další zemědělské stroje;
- z NDR: víceřádkové sklízeče brambor, sklízecí mlátička o výkonu 8 až 10 kg s⁻¹, samohybný žací řádkovač, zařízení pro chov prasat v klecích; podle obchodních dohod bude dále dodáváno: nákladní auta, fekální přívěsy, nakladače, dopravní technika atd.;
- z PLR: rozmetadla minerálních hnojiv, postřikovače, čističky a sušičky, kombajny na brambory;
- z MLR: kombajny na sklizeň kukuřice, 15 druhů strojů na mechanizaci, pěstování a sklizeň zeleniny, ovoce a vinné révy, sušárny, vybírače sil, postřikovače a další stroje;
- z BLR: traktory pro vinice a chmelnice, půdní frézy, některé speciální stroje pro zeleninu, ovoce a vinnou révu, žací řádkovače;
- z RSR: pneumatické secí stroje, kultivátory a další stroje.

V této pětiletce se objeví některé významné nové typy dovážených strojů, a to pásové traktory, pneumatické secí stroje, výkonnější samochodné stroje na sklizeň obilovin, mechanizace pro horské a podhorské oblasti, větší množství nových typů strojů pro zeleninu, ovoce a vinnou révu, výkonné samohybné nakladače, vybírače siláže a další.

Naproti tomu budou z ČSSR v období let 1976 až 1980 vyváženy do jednotlivých členských zemí RVHP tyto hlavní druhy zemědělských strojů a zařízení:

- do SSSR: sázeče brambor, sklízeče chmele, automatické jednotiče cukrovky, malotraktory, vyorávače a ořezávače cukrovky;
- do NDR: sázeče brambor, třířádkové a šestiřádkové ořezávače cukrovky, rotační žací stroje, sklízeče chmele, malotraktory;
- do PLR: sázeče brambor, půdní frézy, motorové žací stroje, žací stroje na náhon, elektrické kvočny;
- do MLR: kolové traktory od 88 kW (120 k), malotraktory, sázeče brambor, ořezávače cukrovky, samohybné řezačky, česače chmele;
- do BLR: soupravy strojů pro rozmetání organických hnojiv, ořezávače cukrovky, nakladače, přesné stroje na setí cukrovky, bubnové sušárny;
- do RSR: česače chmele, sázeče brambor, samosběrací vozy.

Celkový vývoj v mezinárodní dělbě práce v oblasti zemědělství a strojírenství při řešení společných otázek mechanizace prací v rostlinné a živočišné výrobě je vcelku příznivý, i když rozsáhlé možnosti další specializace a kooperace zdaleka nebyly vyčerpány.

Důležitým předpokladem dalšího pokroku v mezinárodní dělbě práce v mechanizaci zemědělství je jednota zájmů a potřeb všech členských států. Dlouhodobé programy a projekty dalšího zvyšování úrovně mechanizace v zemědělství všech zemí, koordinace těchto plánů a dlouhodobé dohody o vzájemných dodávkách tuto jednotu zájmů a potřeb zabezpečují.

V roce 1976 má např. projednat naše vláda projekt mechanizace čs. zemědělství na období let 1976 až 1980, v němž budou navrženy kvalitativní i kvantitativní prvky výroby a dodávek výkonných strojů naší výroby i z dovozu.

Jednání stálé pracovní skupiny pro mechanizaci a elektrifikaci zemědělství, k němuž dojde ve druhé polovině roku 1976, se bude zabývat dalšími závažnými otázkami, a to zejména:

- vypracováním návrhu metodiky pro zpracování mezinárodní soustavy strojů pro příští období, včetně dohody o jednotné terminologii;
- výsledky mezinárodních zkoušek strojů a zařízení za rok 1975, plánem na rok 1976 a 1977;
- spoluprací jednotlivých zemí při národních zkouškách;
- návrhem na výhledovou specializaci a kooperaci ve výrobě a vzájemných dodávkách přístrojů a zařízení pro diagnostiku a opravářství traktorů a zemědělských strojů;
- novou technologií sklizně, konzervace a skladování zelené píče.

Tyto a další úkoly stálé pracovní skupiny pro mechanizaci a elektrifikaci zemědělství mají vytvářet perspektivní a dlouhodobé předpoklady pro trvalý a plynulý vývoj automatizace a komplexní mechanizace prací v zemědělství a lesním hospodářství v souladu s plánovanými úkoly všech členských států RVHP.

Došlo dne 1. 4. 1976

БОУДНЫ Й. (Федеральное министерство сельского хозяйства и продовольствия, Прага, Чехословакия). Деятельность рабочей группы по механизации и электрификации сельского хозяйства стран-членов СЭВ. *Zem. technika* 22 (8) : 437-443, 1976.

Постоянный рост качественных и количественных требований к развитию сельскохозяйственной механизации и ускорение программы нововведений требует, чтобы углублялось разделение труда и кооперация в производстве и чтобы расширялись взаимные поставки машин и приспособлений между социалистическими странами. Этими вопросами занимается Постоянная комиссия СЭВ по сельскому хозяйству. Одним из их рабочих органов является Постоянная рабочая группа по механизации и электрификации сельского хозяйства, которой поручены следующие задания: разработать международную систему машин, сравнить параметры сконструированных машин с требованиями международной и национальных систем механизации; объединить стандарты и нормативы по использованию, уходу и ремонту; организовать международные соревнования в пахоте; подытожить результаты механизации и электрификации сельского хозяйства; решить нормативные вопросы потребления, запасов и восстановления запчастей машин. Эти и другие задачи Постоянной рабочей группы должны создавать перспективные и долгосрочные предпосылки для постоянного и равномерного развития автоматизации и комплексной механизации работ в сельском хозяйстве в соответствии с запланированными задачами всех стран-членов СЭВ.

BOUDNÝ J. (Federal Ministry of Agriculture and Food, Praha, Czechoslovakia). *The Activities of the Working Group for Farm Mechanization and Electrification of the CMEA Member Countries*. *Zem. technika* 22 (8) : 437-443, 1976.

The continuous growth of the qualitative and quantitative requirements for the development of farm mechanization and the acceleration of the innovation programme necessitate intensification of the division of labour and co-operation in the production and extension of mutual supplies of machines and equipments among socialist countries. These problems are treated by the Standing CMEA Commission for Agriculture. One of the working bodies of this Commission is the Standing Working Group for Farm Mechanization and Electrification which is entrusted with the following tasks: to design continuously the international system of farm machines;

to compare the parameters of designed and developed machines with the requirements of the international and national systems of mechanization; to unify standards and normatives for use, maintenance, and repairs; to organize international ploughing contests; to evaluate the results of farm mechanization and electrification; to solve the normative questions of the consumption, reserves, and renewal of machine spare parts. These and further tasks of the Standing Commission are to create long-term prospective prerequisites for a continuous development of the automation and complex mechanization of agricultural work in keeping with the planned tasks of all member countries of the Council for Mutual Economic Assistance.

BOUDNÝ J. (Föderalministerium für Landwirtschaft und Ernährung, Praha, Tschechoslowakei). *Tätigkeit der Arbeitsgruppe „Mechanisierung und Elektrifizierung der RGW-Staaten“*. Zem. technika 22 (8) : 437-443, 1976.

Der unaufhörliche Aufstieg der qualitäts- und mengenmässigen Aufwendigkeit an die Entwicklung der landwirtschaftlichen Mechanisierung und Beschleunigung des Innovationsprogramms erfordert, die Arbeitsteilung und Produktionskooperation zu vertiefen und gegenseitige Lieferungen von Maschinen und Einrichtungen zwischen den sozialistische Staaten zu erweitern. Mit solchen Fragen befaßt sich die Ständige Kommission des RGW für die Landwirtschaft. Eines ihrer Arbeitsorgane ist die Ständige Arbeitsgruppe „Mechanisierung und Elektrifizierung der Land.- u. Forstwirtschaft“, der folgende Aufgaben obliegen: Bearbeitung des internationalen Maschinensystems; Vergleich der Parameter von entwickelten Maschinen mit den Forderungen des internationalen Systems und der nationalen Mechanisierungssysteme; Vereinheitlichung der Normen und Normative für die Nutzung, Instandhaltung und -setzung; Organisation des internationalen Pflugwettbewerbs; Bewertung der Ergebnisse von Mechanisierung und Elektrifizierung der Landwirtschaft; Lösung der normativen Fragen des Verbrauches, der Vorräte und Erneuerung von Maschinenersatzteilen. Diese und weitere Aufgaben der Ständigen Arbeitsgruppe sollen perspektivische und langfristige Voraussetzungen für eine andauernde und zügige Entwicklung der Automatisierung und Komplexmechanisierung der Arbeiten in der Landwirtschaft im Einvernehmen mit Planaufgaben aller Mitgliedsstaaten des RGW schaffen.

Adresa autora:

Ing. Jaroslav Boudný, Stálá pracovní skupina pro mechanizaci a elektrifikaci zemědělství a lesnictví RVHP, Petřské nám. 1, 110 00 Praha 1

Výběr z nových přírůstků

Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ÚVTIZ

z úseku zemědělská technika

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

KOŠOVYJ, E. A. — KORNIJENKO, D. M. — ŠEVČENKO, Ju. M.

D 65.355

Mechanizacija vyrobnyčych procasiv na tvarynnyckych kompleksach.

Kyjiv, Urožaj 1975. 197 s. 50 obr. 28 tab. (Mechanizace zemědělství — živočišná výroba — příručka)

RUSEV, G.

E 28.943/1975/4

Mechanizacija i tehnologija na otgleždaneto na selskostopanskite životni.

Sofija, n. vl. 1975. 117 s. tab. obr. Nacionalen centăr za naučna i tehničeska inf. po selsko stop., chranitelna prom. 1975/4. (Mechanizace zemědělství — živočišná výroba — konference mezinárodní — 1973 — Bulharsko — sborník)

E 37.352

A gépi fejés technológiája.

Budapest, MGK 1974. 301 s. 139 obr. 29 tab. (Dojicí stroje — použití — příručka)

NOVIKOV, G. I.

E 37.042

Kompleksnaja mechanizacija v promyšlennom svinovodstve.

Moskva, Kolos 1973. 175 s. 36 obr. 14 tab. (Prase — chov a výkrm — mechanizace komplexní — příručka)

C 18.637/25

Farm food processing.

London, Min. of agric. a. food — Agric. develop. a. advisory service 1975. 17 s. 9 obr. Mechanization leaflet 25. (Krmivářské stroje — použití)

C 18.637/34

Mechanized parlour feed dispensers.

London, Min. of agric., fisheries and food 1975. 13 s. 13 obr. Mechanization leaflet for farmers and growers 34. (Dojírny — krmení — mechanizace — výzkum / Krmítka automatická — dojírny — výkrm — Anglie)

KROODSMA, W.

C 12.972/65

Krehtvoortransport naar de melkstal.

Wageningen, Inst. v. landbouwb企业sgebouwen 1974. 6 s. 4 obr. 5 tab. Mededeling no. 65. (Dojírny — krmení automatické — řízení — výzkum — Holandsko)

OPTIMALIZOVANIE ZBERU OBILNÍN A DOPRAVY ZRNA OD OBILNÝCH KOMBAINOV

M. Ďuriš, L. Nozdrovický

Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra

ĎURIŠ M., NOZDROVICKÝ L. *Optimalizovanie zberu obilnín a dopravy zrna od obilných kombainov*. Zem. technika 22 (8): 445–454, 1976.

Cieľom predloženej práce je popis prístupu k optimalizovaniu procesu zberu obilnín s nasledujúcou dopravou na miesto prvého pozberového spracovania. Za kritérium optimalizácie je prijatá veličina prevádzkových nákladov na zberovo-dopravný proces, na základe priebehu ktorej možno danej skupine obilných kombainov priradiť optimálny počet dopravných prostriedkov. Vytýčenú úlohu možno vzhľadom na jej zložitosť a pravdepodobnostný charakter procesu riešiť použitím mnohovariantného modelovania na samočinnom počítači. Na základe priebehu celkových strát na zberovo-dopravný proces (zohľadňujúce okrem prevádzkových nákladov aj náklady spojené s biologickými stratami) možno určiť optimálnu plochu zberu pre skupiny obilných kombainov rôzneho rozmeru.

skupinové nasadenie obilných kombainov; dopravné prostriedky; modelovanie; optimalizovanie

Zberové mechanizované procesy v rastlinnej výrobe možno v súčasnej etape vývoja československého poľnohospodárstva charakterizovať čoraz širším uplatňovaním skupinového nasadenia ako zberových strojov, tak i dopravných prostriedkov, ktoré svojou funkciou bezprostredne spájajú proces zberu úrody a jej dopravy na miesto prvého pozberového spracovania.

Na základe systémového prístupu možno proces zberu obilnín a dopravy zrna od zberacích mlátačiek považovať za proces hromadnej obsluhy, uskutočňovaný komplexom zberových strojov a dopravných prostriedkov. V tejto súvislosti nadobúdajú význam otázky týkajúce sa optimálnej funkcie skúmaného systému strojov, čo veľmi úzko súvisí so stanovením počtu strojov zaradených do systému.

Určenie optimálnej zostavy komplexu zberových a dopravných strojov pri zbere obilnín v určitých podmienkach predpokladá použitie objektívneho kritéria komplexne hodnotiaceho funkciu celého zberového a dopravného komplexu. Takým kritériom môžu byť minimálne prevádzkové náklady N_{ZD} na zber a dopravu zrna z jedného hektára.

Závislosť vyjadrujúca veličinu prevádzkových nákladov N_{ZD} musí byť zostrojená ako funkcia ekonomických a organizačno-technických charakteristík zberového a dopravného procesu.

METODIKA

Prevádzkové náklady na zberovo-dopravný proces N_{ZD} sa skladajú z nákladov na prácu obilných kombajnov N_Z a z nákladov na dopravu zrna na miesto pozberového spracovania N_D :

$$N_{ZD} = N_Z + N_D \quad (\text{Kčs ha}^{-1}) \quad (1)$$

Prevádzkové náklady na zberový proces obecné sú dané vzťahom:

$$N_Z = \frac{\sum_{i=1}^m N_{EK(i)}}{\sum_{i=1}^m W_K(i)} + N_{SZ} \quad (2)$$

kde: m — počet obilných kombajnov v skupine
 $N_{EK(i)}$ — prevádzkové náklady na 1 hodinu práce obilného kombajnu (Kčs h⁻¹)
 W_K — výkonnosť obilného kombajnu (ha h⁻¹)
 N_{SZ} — náklady spojené s priamymi stratami zrna za kombajnom (Kčs ha⁻¹)

Náklady spojené s 1 hodinou práce obilného kombajnu:

$$N_{EK(i)} = N_{ZP} + 0,01 \frac{C_P(i)}{W_P(i)} (a + o) + N_{PO} + N_S + \\ + C_{PH} \left[\frac{g_c(i) \cdot \left[N_{c(i)P} + N_{c(i)H} + N_1(i) + N_Z(i) \alpha \cdot \frac{Bp \cdot v \cdot U}{360} \right] \cdot T_1(i)}{T_{07}} + \right. \\ \left. + \frac{G_{21} \cdot T_{21}(i) + G_{22}(i) \cdot T_{22}(i) + G_6(i) \cdot T_6(i)}{T_{07}} \right] \quad (\text{Kčs h}^{-1}) \quad (3)$$

kde: N_{ZP} — náklady na pracovnú silu (Kčs h⁻¹)
 C_P — nadobúdacia cena kombajnu (Kčs)
 W_P — výkonnosť kombajnu za rok (h)
 a — percento ročného odpisu (%)
 o — percento ročných opráv (%)
 N_{PO} — náklady na poistenie (Kčs h⁻¹)
 N_S — náklady na uskladnenie (Kčs h⁻¹)
 C_{PH} — komplexná cena paliva (Kčs kg⁻¹)
 $g_c(i)$ — merná spotreba paliva motorom kombajna (kg kW⁻¹ h⁻¹)
 $N_{c(i)P}; N_{c(i)H}$ — efektívny príkon motora kombajnu spotrebovaný na pojazd a pohon hydraulických mechanizmov (kW)
 $N_1(i)$ — príkon na pohon pracovných orgánov (kW)
 $N_Z(i)$ — merný príkon na technologické spracovanie obilnej hmoty (kW s⁻¹ kg⁻¹)
 α — súčiniteľ využitia priechodnosti mlátiaceho mechanizmu
 B_p — pracovná šírka záberu (m)
 v — pracovná rýchlosť kombajnu po poli (m s⁻¹)
 U — úroda obilnej hmoty (t ha⁻¹)
 $T_1(i)$ — čas hlavný (h)
 $T_{21}(i)$ — čas otáčania na úvrtiach (h)
 $T_{22}(i)$ — čas vyprázdňovania zásobníka (h)
 T_6 — čas na zahájenie a ukončenie práce obilného kombajnu (h)
 $G_{21}(i); G_{22}(i); G_6(i)$ — hodinová spotreba paliva pri otáčaní na úvrtiach, pri vyprázdňovaní zásobníka a počas prejazdov pred a po ukončení pracovnej doby (kg h⁻¹)

Výkonnosť i -tého kombajnu sa určuje zo vzťahu:

$$W_K(i) = 0,1 \cdot B_P \cdot v \cdot \frac{T_1(i)}{T_{07}} \quad (\text{ha h}^{-1}) \quad (4)$$

kde: B_P — pracovná šírka záberu (m)
 v — pracovná rýchlosť obilného kombajnu po poli (m s^{-1})
 $T_1(i)$ — čas hlavný (h)
 T_{07} — celkový čas nasadenia obilného kombajnu (h)

Celkový čas nasadenia obilných kombajnov je daný vzťahom:

$$T_{07} = T_1 + T_{21} + T_{22} + T_{31} + T_{32} + T_{33} + T_{41} + T_{42} + T_5 + T_{61} + T_{71} \quad (\text{h}) \quad (5)$$

kde: T_1 — čas hlavný (h)
 T_{21} — čas otáčania na úvratiach (h)
 T_{22} — čas vyprázdňovania zásobníka (h)
 T_{31} — čas na smenovú údržbu (h)
 T_{32} — čas na prestavenie stroja do pracovnej polohy (h)
 T_{33} — čas na prvé zariadenie stroja (h)
 T_{41} — čas na odstránenie funkčných porúch (h)
 T_{42} — čas na odstránenie technických porúch (h)
 T_5 — čas prestojov zavinených obsluhou (h)
 T_{61} — čas na prejazdy kombajnu na pole a späť (h)
 T_{71} — čas prestojov v očakávaní vyprázdňovania zásobníka (h)

Náklady spojené s priamymi stratami zrna možno určiť podľa vzťahu:

$$N = 0,1 \cdot C_V \cdot P_{SZ} \cdot U_Z \quad (\text{Kčs ha}^{-1}) \quad (6)$$

kde: C_V — výkupná cena zrna (Kčs t^{-1})
 P_{SZ} — priemerná hodnota strát zrna (%)
 U_Z — výnos zrna (t ha^{-1})

Náklady na dopravu zrna na miesto pozberového spracovania obecné sú určené vzťahom:

$$N_D = \frac{U_Z \sum_{j=1}^n N_{ED(j)}}{\sum_{j=1}^n W_D(j)} \quad (\text{Kčs ha}^{-1}) \quad (7)$$

kde: U_Z — výnos zrna (t ha^{-1})
 $N_{ED(j)}$ — prevádzkové náklady na 1 hodinu práce dopravného prostriedku (Kčs h^{-1})
 W_D — výkonnosť dopravného prostriedku (t h^{-1})
 n — počet dopravných prostriedkov v skupine

Veličina prevádzkových nákladov na 1 h práce dopravného prostriedku je daná výrazom:

$$N_{ED} = \frac{(v_{c(j)} \cdot T_{c(j)} + v'_{c(j)} \cdot T'_{c(j)}) N_{c(j)} + v_P(j) \cdot T_P(j) \cdot N_P(j)}{T_{07}} + \frac{Z(j) \cdot N_Y(j)}{T_{07}} + N_M(j) + N_A(j) \quad (\text{Kčs h}^{-1}) \quad (8)$$

kde: $v_{c(j)}$; $v'_{c(j)}$ — rýchlosť j -tého dopravného prostriedku pri jazde po ceste s nákladom i bez nákladu (km h^{-1})
 $T_{c(j)}$; $T'_{c(j)}$ — čas jazdy j -tého dopravného prostriedku po ceste s nákladom i bez nákladu (h)

v_p	— rýchlosť dopravného prostriedku pri jazde po poli (km h^{-1})
$T_{PR(j)}$	— čas pohybu dopravného prostriedku po poli (h)
$Z(j)$	— počet dopravných cyklov uskutočnených dopravnými prostriedkami za T_{07}
$N_v(j); N_P(j)$	— náklady na 1 km jazdy po ceste a po poli (Kčs h^{-1})
N_V	— náklady spojené s vyprázdňovaním dopravného prostriedku (Kčs cykl^{-1})
$N_M(j)$	— mzda vodičov (Kčs h^{-1})
$N_A(j)$	— náklady na odpisy a bežné opravy dopravného prostriedku (Kčs h^{-1})

Výkonnosť dopravného prostriedku je daná vzťahom:

$$W_{D(j)} = \frac{Q(j) \cdot \gamma \cdot Z(j)}{T_{07}} \quad (\text{t h}^{-1}) \quad (9)$$

kde: $Q(j)$ — nominálna nosnosť (t)
 γ — koeficient využitia a nosnosti
 $Z(j)$ — počet dopravných cyklov za T_{07}

Celkový čas nasadenia dopravného prostriedku T_{07} určíme takto:

$$T_{07} = T_{22(j)} + T_{PR(j)} + Z(j) \cdot \frac{2L}{v_{c(j)} + v'_{c(j)}} + T_V(j) + T_X(j) \quad (\text{h}) \quad (10)$$

kde: $T_{22(j)}$ — sumárny čas naplnenia dopravného prostriedku (h)
 $T_{PR(j)}$ — sumárny čas prejazdov dopravného prostriedku pri prijímaní zásobníkov zrna (h)
 $Z(j)$ — počet dopravných cyklov uskutočnených dopravným prostriedkom za čas T_{07}
 L — dopravná vzdialenosť (km)
 $v_{c(j)}, v'_{c(j)}$ — rýchlosť dopravného prostriedku pri jazde po ceste s nákladom a bez nákladu (km h^{-1})
 T_V — prestoj dopravného prostriedku pri vyprázdňovaní (h)
 T_X — prestoj dopravného prostriedku pri čakaní na vyprázdnenie kombajnov (h)

Sumarizáciou nákladov na zber N_Z i na dopravu N_D možno určiť náklady na zberovo-dopravný proces N_{ZD} a na základe ich priebehu vybrať v závislosti od konkrétnych podmienok optimálny zberovo-dopravný komplex.

Jednako však prijatá kritériálna funkcia neurčuje hranice využitia optimálnych komplexov zberovo-dopravnej techniky. Toto je dôležité predovšetkým z toho dôvodu, že zber obilnín ako technologický proces vo veľkej miere závisí od klimatických podmienok, v ktorých sa uskutočňuje. Preto možno navrhnúť použitie veličiny celkových nákladov na zber a dopravu zrna N_O zohľadňujúcej okrem prevádzkových nákladov N_{ZD} i náklady na biologické straty N_B , vznikajúce následkom nedodržania (predĺžovania) termínu zberu obilnín. Na základe priebehu veličiny N_O možno potom určiť v závislosti od výmery zberanej plochy potrebný počet kombajnov v skupine, ktorý zabezpečí zber v optimálnom termíne s biologickými stratami na prijateľnej výške.

Veličinu celkových nákladov N_O možno určiť nasledujúcim spôsobom:

1. Výpočet prevádzkových nákladov N_{ZD} na základe vzťahov (1) — (10).

2. Výber optimálnych variantov zberovo-dopravného komplexu podľa kritéria $N_{ZD} \rightarrow \text{MIN}$.

3. Určenie trvania zberu:

a) optimálneho D_O , dní:

$$D_O = 0,3 \sqrt{\frac{C_P \cdot O_R}{0,1 \cdot |A| \cdot C_V \cdot W_K \cdot T_{SM}}} \quad (\text{dni}) \quad (11)$$

kde: O_R — sumárne percento odpisov na renováciu (%)
 A — parameter funkcie vyjadrujúci závislosť veľkosti úrody zrna od dĺžky trvania zberu D_O ($\text{t ha}^{-1} \text{ deň}^{-1}$)
 T_{SM} — doba trvania smeny (h)

Vzťah (11) bol určený prof. Kirtbajom diferencovaním funkcie

$$U_i = AD_i^2 + BD_i + C$$

na maximum s hľadáním rovnováhy medzi hodnotou strát zrna a ušetrovanými nákladmi na renováciu zberovej techniky (náklady na renováciu zohľadňujú amortizačné odpisy, úrok a zostatkovú hodnotu odpísaného stroja),

b) na zadanej ploche S_Z

$$D = \frac{S_Z}{m \cdot W_K \cdot T_{SM}} \quad (\text{dni}) \quad (12)$$

4. Určenie počtu dní ΔD_B , v priebehu ktorých vznikajú biologické straty zrna:

$$\Delta D_B = D - D_0 \quad (\text{dni}) \quad (13)$$

5. V prípade, že $\Delta D_B > 0$, určuje sa hodnota biologických strát:

$$N_B = K_V \cdot U_Z \cdot C_V \cdot \Delta D_B \quad (\text{Kčs ha}^{-1}) \quad (14)$$

kde: K_V – koeficient včasnosti pre zber obilnín

Ak $D_B \rightarrow 0$, uskutočnil sa zber obilnín v medziach optimálneho trvania zberu ($N_B = 0$).

6. Určenie celkových strát N_O za zberovo-dopravný proces:

$$N_O = N_{ZD} + N_B \quad (\text{Kčs ha}^{-1}) \quad (15)$$

Zber obilnín na zadanej ploche S_Z je nevyhnutné uskutočňovať takým počtom kombajnov m , aby pri zbere vznikali iba minimálne biologické straty, čiže aby

$$N_O = N_{ZD}, \quad \text{keď } N_B \rightarrow \text{MIN}$$

Výpočet veličiny prevádzkových nákladov N_{ZD} podľa vzťahov (1) – (10) predpokladá určenie jednotlivých zložiek. Tieto zložky možno rozdeliť na niekoľko skupín podľa toho, od akých faktorov závisí ich hodnota. Do prvej skupiny patria zložky, ktoré sú dané a stále pre určitý variant zberovo-dopravného komplexu (m, n, L, T_{07}, U_Z). Druhú skupinu tvoria veličiny stanovené na základe príslušných noriem $N_{ZP}, a, o, C_{PH}, W_P, N_Z, T_{31}, T_{32}, T_{33}, T_5, N_C, N_P, N_Y, N_M, N_A, Q, \gamma, C_V$. V tretej skupine sú zložky závisiace od typu stroja, a to buď konštantné ($g_e, N_{eP}, N_{eH}, N_1, a, B_P, G_{21}, G_{22}, G_6$) alebo pravdepodobnostného charakteru ($T_{41}, T_{42}, T_6, v_C, v'_C, T_V, v_P, P_{SZ}$); sem možno zaradiť aj veličinu v , ktorá je plne determinovaná funkciou $v = f(U_Z)$. Osobitné miesto majú zložky štvrtej skupiny, ktorých hodnota plne závisí od zostavy zberovo-dopravného komplexu, a majú okrem toho aj pravdepodobnostný charakter. Medzi ne patria: $T_1, T_{21}, T_{22}, T_{71}, T_C, T'_C, T_P, Z, T_X$.

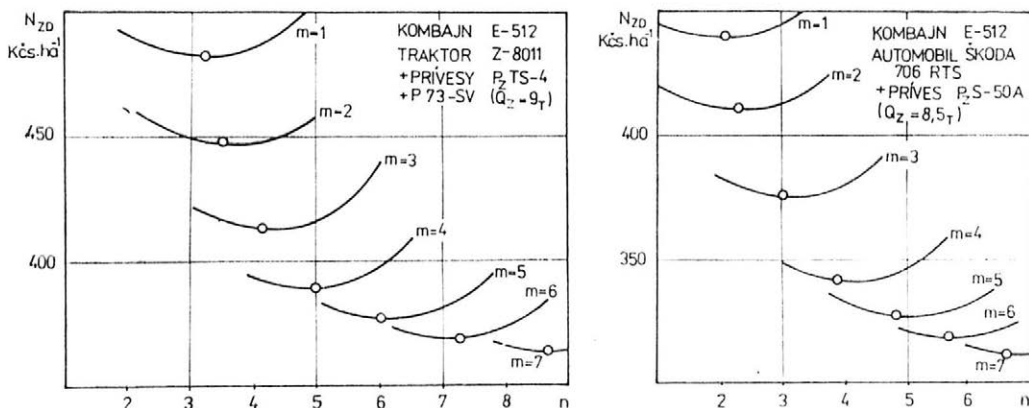
VLASTNÁ PRÁCA

Optimalizovanie funkcie zberovo-dopravného komplexu na základe prijatého kritéria – minima prevádzkových nákladov N_{ZD} na zber a dopravu zrna z jedného hektára – predstavuje zložitú pravdepodobnostnú úlohu. Pre jej riešenie bola použitá metóda mnohovariantného modelovania (metóda štatistických pokusov – Monte Carlo) na samočinnom počítači. Základom takéhoto prístupu bolo prísne formálne opísanie skúmaného procesu, ktoré zohľadňuje jeho základné zákonitosti a vplyvajúce faktory. Na základe formalizácie procesu možno zostrojiť formalizovanú schému a jej opísaním po-

mocou matematického aparátu aj príslušný matematický model vyjadrený modelujúcim algoritmom. Modelujúci algoritmus imitoval funkciu zberovo-dopravného procesu. Kvalita jeho funkcie závisela od zložitosti jeho štruktúry, od toho, do akej miery zodpovedal skutočnému procesu a od vierohodnosti východiskových údajov. Ako východiskové údaje preto slúžili výsledky chronometračných meraní skutočného procesu a v modeli boli použité po príslušnom štatistickom spracovaní. V závislosti od charakteru premenlivosti boli jednotlivé východiskové údaje predstavené buď svojimi strednými hodnotami, alebo svojimi histogramami rozdelenia, čo umožnilo zohľadniť ich pravdepodobnostný charakter.

Pri štatistickom modelovaní ľubovoľného procesu významnú úlohu zaujímajú náhodné čísla generované počas riešenia algoritmu, podľa histogramu rozdelenia jednotlivých náhodných veličín. Takým spôsobom model sledovaného procesu na základe svojej vnútornej logickej štruktúry s použitím náhodných čísel nadobudol stochastický a dynamický charakter, čo ho priblížilo skutočnému procesu zberu obilnín.

Významným cieľom matematického modelovania bolo odhalenie zákonitostí zmien sledovaného procesu pri rôznych výrobných podmienkach, typoch použitej techniky a technologických schémach procesu, atď.



1. Pribeh prevádzkových nákladov N_{zd} v závislosti od počtu dopravných prostriedkov n

typ obilného kombajnu — E-512

typ dopravného prostriedku — automobil Škoda 706 RTS s príviesom PzS-50A ($Q_z = 8,5$ t)

dopravná vzdialenosť $L = 11$ km

m — počet obilných kombajnov v skupine

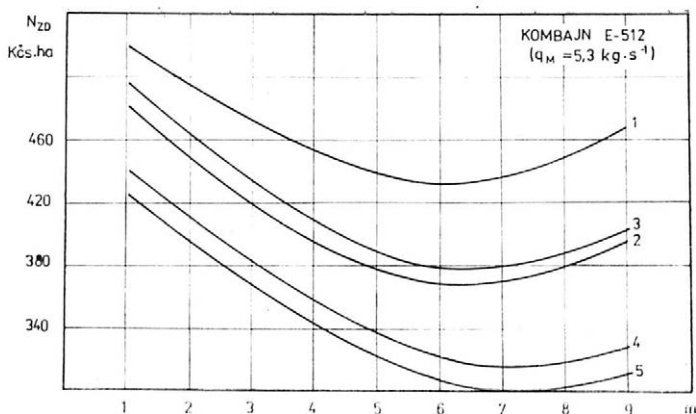
Na obr. 1 je predstavená závislosť veličiny prevádzkových nákladov N_{zd} na zber a dopravu zrna od počtu dopravných prostriedkov n obsluhujúcich určitý počet m obilných kombajnov.

Ako vidieť z obr. 1, každej skupine obilných kombajnov zodpovedá z hľadiska minimálnej hodiny N_{zd} určitý optimálny počet dopravných prostriedkov.

Podobným spôsobom možno určiť i optimálny počet obilných kombajnov m v skupine (obr. 2).

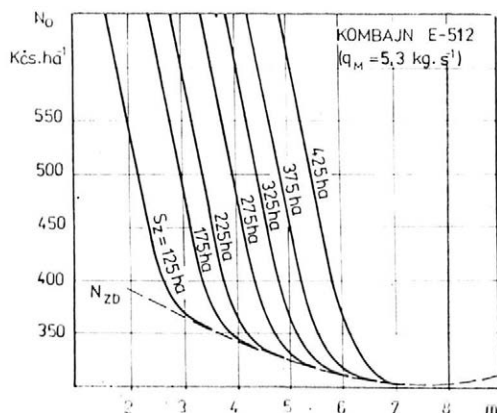
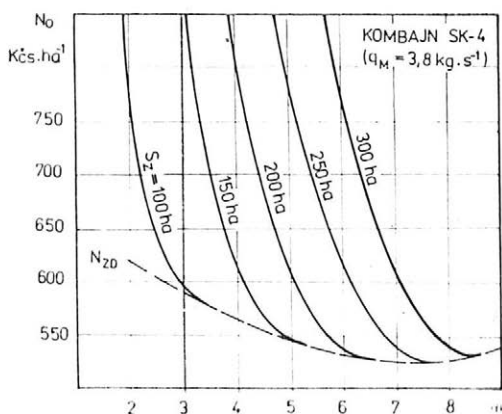
Obr. 2 potvrdzuje, že zvyšovaním počtu obilných kombajnov v skupine sa znižujú náklady na zber a dopravu, pravda, len po určitú hranicu. Za takúto hranicu možno považovať šesť až sedem obilných kombajnov v závislosti od typu dopravného prostriedku. Pri zväčšení počtu obilných kombajnov v skupine (nad hranicu ôsmich kom-

2. Priebeh prevádzkových nákladov N_{ZD} v závislosti od počtu obilných kombajnov m v skupine
typy dopravných prostriedkov — 1. Zetor 5611 + P-73SV ($Q = 5$ t); 2. Zetor 8011 + PzTS-4,0 + P-73SV ($Q_Z = 9$ t); 3. Praga S 5 T ($Q_Z = 4,8$ t); 4. Škoda 706 RTS + PzS-50A ($Q_Z = 8,5$ t); 5. Tatra 815 AGRO + HW — 80.11 ($Q_Z = 14,5$ t)



bajnov) sa náklady N_{ZD} zväčšujú, čo je zrejmé spôsobené tým, že u jednotlivých obilných kombajnov sa už ďalej nezvyšuje ich výkonnosť a dochádza k plynulosti materiálového toku zrna (práca obilných kombajnov bez organizačných prestojov).

Obr. 3 predstavuje závislosť celkových nákladov na zberovo-dopravný proces N_O



3. Závislosť celkových nákladov N_O na zberovo-dopravný proces od počtu obilných kombajnov n v skupine pri rôznej zberovej ploche S_Z
typ dopravného prostriedku — Škoda 706 RTS s prívěsom PzS-50 ($Q_Z = 8,5$ t)
dopravná vzdialenosť $L = 11$ km

od počtu m obilných kombajnov v skupine pri rôznej veľkosti zberanej plochy S_z . Ako vidno z tohoto obrázku, pri zväčšení zberanej plochy, aby bolo možné zberať s minimálnymi biologickými stratami zrna, je nevyhnutné proporcionálne zvyšovať počet kombajnov v skupine, a tak zabezpečiť zber s minimálnymi celkovými nákladmi na zberovo-dopravný proces $N_o = N_{zd}$, $N = 0$ (obr. 3).

Z obr. 3 je vidieť rozdiel v nasadení obilných kombajnov rôznej výkonnosti. Skupinou piatich kombajnov SK-4 možno zberať bez biologických strát plochu 150 ha pri celkových nákladoch $N_o = 537$ Kčs ha⁻¹, plochu 200 ha pri nákladoch $N_o = 625$ Kčs ha⁻¹, plochu 250 ha — 780 Kčs ha⁻¹, atď. V prípade, že na zber bude použitá taká istá skupina kombajnov typu E-512, možno plochu 275 ha zberať pri nákladoch $N_o = 352$ Kčs ha⁻¹, 325 ha — pri $N_o = 420$ Kčs ha⁻¹ a 375 ha pri $N_o = 340$ Kčs ha⁻¹.

Ako vidieť, veličinou celkových nákladov N_o na zberovo-dopravný proces možno určiť hranice ekonomicky efektívneho použitia skupín s rôznym počtom obilných kombajnov. So zvyšovaním ich výkonnosti a počtu zväčšujú sa hranice ekonomicky efektívneho využitia. Tento fakt je veľmi závažný predovšetkým v súvislosti s nastupujúcou kooperáciou a integráciou poľnohospodárskych podnikov, pri ktorej sa predpokladá súčasný zber obilnín na blokoch polí s celkovou výmerou 250 — 400 ha.

DISKUSIA

Významnou vlastnosťou zvoleného postupu optimalizovania práce zberového a dopravného komplexu pre zber obilnín je možnosť výberu zostavy zberových a dopravných strojov podľa vopred zvoleného kritéria. Ako vyplýva z predloženého postupu, počet dopravných prostriedkov určených pre obsluhu daného počtu kombajnov možno určiť na základe priebehu veličiny prevádzkových nákladov na zber a dopravu zrna.

Každý komplex zberových a dopravných strojov možno efektívne použiť len vtedy, keď bude v súlade výkonnosť komplexu a veľkosť zberovej plochy. Z toho dôvodu sa porovnáva optimálne trvanie doby zberu D_o s dobou trvania zberu na zadanej ploche S_z . Z praxi je známe, že úplne zabrániť biologickým stratám zrna by bolo možné len vtedy, keby sa celý rozsah práce uskutočnil bezprostredne v tom okamihu, od ktorého straty začínajú vznikať — t.j. maximálne za niekoľko hodín. Preto s prihliadnutím na technické možnosti zberaných komplexov je nutné zber organizovať tak, aby zberové biologické straty dosahovali určitú prijateľnú minimálnu výšku. Toto umožní stanoviť pre každú veľkosť zberového a dopravného komplexu určité optimálne hranice využitia z hľadiska veľkosti zberanej plochy.

ZÁVER

Matematické modelovanie zberovo-dopravného procesu pri zbere obilnín umožňuje tento proces skúmať a optimalizovať podľa kritéria minimálnych prevádzkových nákladov. Použitím náhodných veličín zadáných svojimi histogramami rozdelenia nadobúda model pravdepodobnostný charakter, čo umožňuje vernejšie imitovať daný proces.

Mnohovariantné modelovanie na samočinnom počítači ukázalo, že základným faktorom ovplyvňujúcim činnosť skúmaného systému je zostava zberovo-dopravného komplexu. Priebeh prevádzkových nákladov na zberovo-dopravný proces v závislosti od počtu dopravných prostriedkov dosahuje pri optimálnom počte dopravných prostriedkov svoje minimum.

Najväčší ekonomický efekt pri zbere obilnín možno dosiahnuť skupinovým nasadením šiestich až siedmich obilných kombajnov typu E-512 v komplexe s výkonnými

dopravnými prostriedkami na báze nákladných automobilov typu ŠKODA 706 RTS a Tatra 815 AGRO.

Podľa priebehu celkových nákladov na zberovo-dopravný proces, zohľadňujúce okrem prevádzkových nákladov aj náklady na biologické straty, možno určiť optimálnu zberovú plochu pre skupiny kombajnov rôzneho rozmeru.

Literatúra

BUDKO, A. I.: Ocenka i prognozirovanie ekonomičeskoj efektivnosti mašin. Mechanizacija i elektrifikacija soc. seľskogo chozajstva, Moskva, 1972, č. 1.

GOLOVAŠKIN, L. I.: O metode rešenija zadači optimalizacii količestvennogo sootnošenija kombajnov i avtomobilej na uborke zernovych kultur. Naučno-techničeskij bjulleten VIM, Moskva, 11-12, 1971.

KIRTBAJA, J. K. — KOZICKIJ, I. M.: Metodika modelirovanija seľskochozajstvennych polevych processov na ECBM. VIM, Moskva 1968.

NOZDROVICKÝ, L.: Issledovanie i optimalizacija uboročno-transportovo processa pri uborke zernovych. [Kandidátska dizertácia.] MIISP, Moskva 1975.

Došlo dne 7. 4. 1976

ДЮРИШ М., НОЗДРОВИЦКИ Л. (Сельскохозяйственный институт, Нитра, Чехословакия). Оптимизация уборки зерновых и перевозки зерна с зернокомбайнов. Zem. technika 22 (8) : 445-454, 1976.

Цель предлагаемой работы состоит в описании оптимизации процесса уборки зерновых и их своза в место первой послеуборочной переработки. Критерием оптимизации служит данная величина производственных издержек уборочно-транспортного процесса, на основе которой данную группу зерновых комбайнов можно агрегировать с оптимальным числом транспортных средств. С учетом сложности и вероятностного характера процесса намеченное задание можно решить с помощью многовариантного моделирования на ЭВМ. На основе кривой общих потерь при осуществлении уборочно-транспортного процесса (помимо производственных издержек здесь имеются в виду и затраты, связанные с биологическими потерями) можно определить оптимальную площадь уборки для группы зернокомбайнов разного размера.

закрепление за агрегатными группами зернокомбайнов; транспортные средства; моделирование; оптимизация

ĐURIŠ M., NOZDROVICKÝ L. (University of Agriculture, Nitra, Czechoslovakia). *Optimizing the Harvest of Cereals and Grain Transport from Harvester-Threshers*. Zem. technika 22 (8) : 445-454, 1976.

The study aims at describing an approach to the optimization of the process of cereal harvesting with subsequent transport to the place of the first post-harvest processing. The value of operational costs needed for the harvesting-transporting process is considered a criterion of optimization. An optimum number of trucks can be provided per one given group of cereal harvester-threshers on the basis of the course of these costs. In view of the complexity of the problem and of the probability character of the process, the mentioned problem can be solved with the use of computer multivariant simulation. It is possible on the basis of the course of total losses suffered in the harvesting-transporting process (including both operational costs and additional costs due to biological losses) to determine the optimum area to be harvested by harvester-thresher groups of different sizes.

group operation of cereal harvester-threshers; trucks; simulation; optimization

ĎURIŠ M., NOZDROVICKÝ L. (Hochschule für Landwirtschaft, Nitra, Tschechoslowakei). *Optimierung der Getreideernte und des Körnertransports von den Mäh-dreschern*. Zem. technika 22 (8) : 445-454, 1976.

Die vorliegende Arbeit beschreibt die Einstellung auf die Optimierung des Getreide-ernteprozesses mit nachfolgendem Transport zur Stelle der ersten Nacherntebearbeitung. Als Kriterium gelten die Betriebsaufwände auf den Ernte- und Transportprozeß, auf Grund dessen Verlaufs man der gegebenen Mähdreschergruppe die optimale Anzahl von Transportmitteln zuteilen kann. Die gestellte Aufgabe kann man in Hinsicht auf ihre Kompliziertheit und ihren Wahrscheinlichkeitscharakter durch Benutzung einer Mehrvariantenmodellierung auf einer automatischen Datenverarbeitungsanlage lösen. Auf Grund des Verlaufs der Gesamtverluste beim Ernte- und Transportprozeß (unter Berücksichtigung auch der mit den biologischen Verlusten verbundenen Kosten außer den Betriebskosten) kann man die optimale Erntefläche für Mähdreschergruppen von verschiedener Größe bestimmen.

Gruppenweiser Einsatz von Mähdreschern: Transportmittel; Modellieren; Optimierung

Adresa autorov:

Doc. ing. Marko Ďuriš, CSc., ing. Ladislav Nozdrovický, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, 949 01 Nitra

J. Juríček

Generálne riaditeľstvo strojových a traktorových staníc, Rovinka

JURÍČEK J. *Reologické vlastnosti exkrementov ošipáných*. Zem. technika 22 (8): 455—464, 1976.

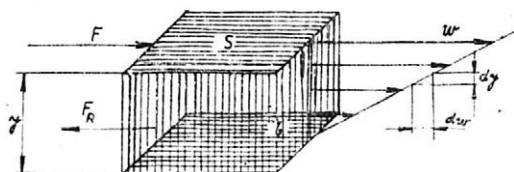
Budovaním veľkokapacitných ošipární vznikol problém s manipuláciou a spracovaním výkalov ošipáných. K vyriešeniu uvedeného problému je potrebné dokonale poznať fyzikálno-mechanické vlastnosti exkrementov. Medzi nimi sú aj reologické vlastnosti, ktorými sa článok zaoberá. Na rotačnom viskozimetri Rheomat 15 bolo sledované reologické chovanie sa splachovaných výkalov ošipáných s obsahom sušiny od 1,4 do 3,5 % a ich separovanej frakcie s obsahom sušiny od 1,3 do 3,5 %. Separácia bola uskutočnená na oblúkovom site typu Bauer Hydrasieve. Splachované výkaly ako aj tekutá frakcia s uvedeným obsahom sušiny sa chovala podľa Ostwald de Waeleovho modelu. Boli stanovené a graficky znázornené reogramy výkalov pri rôznom obsahu sušiny. V Ostwald de Waeleovej rovnici $D = A_1 \cdot \tau^A$ bola stanovená závislosť konštanty A od obsahu sušiny v splachovaných výkaloch a v tekutej frakcii. Taktiež bola sledovaná závislosť konštanty A_1 od konštanty A v uvedenej rovnici.

exkrementy ošipáných; reológia; tangenciálne napätie; gradient rýchlosti; reogram; Ostwald de Waeleov model

K základným fyzikálno-mechanickým vlastnostiam látok patrí aj vnútorné napätie, ktoré sa pri tekutinách a kašovitých látkach nazýva viskozita. Otázky prúdenia týchto koloidných systémov rieši reológia, ktorú Žáček (1969) definuje ako vedu o deformačných a tokových javoch, vznikajúcich pri látkach v dôsledku pôsobenia vonkajších a vnútorných silových vplyvov.

REOLOGICKÉ MODELY LÁTOK

Reológia ako vedná disciplína sa zaoberá mechanikou deformácie a toku látok v oblasti medzi pevnými a kvapalnými látkami. Základnou otázkou reológie je vzťah medzi tangenciálnym napätím danej látky a jej gradientom rýchlosti. Pri postupovaní od vrstvy k vrstve látky (obr. 1) kolmo na smer jej prúdenia možno zmenu rýchlosti charakterizovať podielom $\frac{dw}{dy}$, pričom dw je rozdiel rýchlosti medzi dvoma susednými vrstvami vzdialenými od seba o hodnotu dy v smere kolmo k jeho prúdeniu. Podiel $\frac{dw}{dy}$ sa



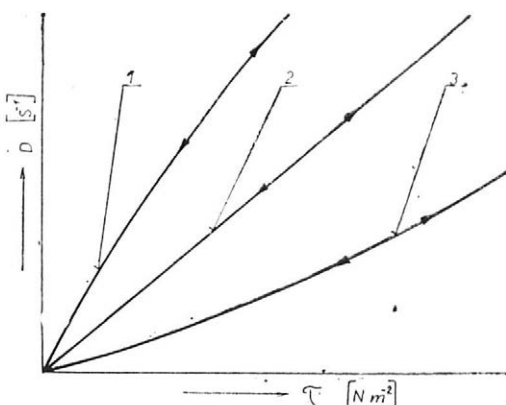
1. Princíp vzniku dynamickej viskozity: dw — rozdiel rýchlostí medzi dvoma susednými vrstvami, vzdialenými od seba o hodnotu dy v smere kolmo k jeho prúdeniu, dy — vzdialenosť medzi dvoma susednými vrstvami, τ — dynamická viskozita, F — pôsobiacia sila

nazýva gradient rýchlosti; podľa Newtonovej hypotézy je tangenciálne napätie úmerné gradientu rýchlosti, čomu odpovedá rovnica vyjadrujúca Newtonov model

$$\tau = \eta \cdot \frac{dw}{dy} = \eta \cdot D$$

Táto závislosť medzi tangenciálnym napätím a gradientom rýchlosti je lineárna (obr. 2), pričom priamka prechádza začiatkom súradnicového systému a jej smernicou je dynamická viskozita.

2. Reogram newtonovskej a neneutronovských kvapalín bez medze tečenia: 1 — dilatantná kvapalina, 2 — newtonovská kvapalina, 3 — pseudoplastická



Ostwald de Waeleov model. Najstarším analytickým vyjadrením závislosti tangenciálneho napätia od gradientu rýchlosti neneutronovských kvapalín sú mocninové funkcie. Najčastejšie sa používa rovnica Ostwalda de Waelea:

$$\tau = k \cdot \left(\frac{dw}{dy} \right)^n = k \cdot \left(\frac{dw}{dy} \right)^{n-1} \cdot \frac{dw}{dy}$$

kde hodnota $k \cdot \left(\frac{dw}{dy} \right)^{n-1}$ vyjadruje zdanlivú viskozitu neneutronovskej kvapaliny. Viskozita neneutronovských kvapalín nie je teda konštantnou veličinou, ale jej hodnota závisí od hodnoty gradientu rýchlosti.

Podobný tvar ako uvádza Ulbrecht (1965) navrhli aj Forter a Rao:

$$\tau^N = k_f \cdot \frac{dw}{dy}$$

pričom

$$\tau^N = \frac{1}{n} \quad \text{a} \quad k_f = k^{\frac{1}{n}}$$

Pre $n = 1$ sa rovnica redukuje na Newtonov model. Ak $n < 1$, chovanie látky je pseudoplastické, ak $n > 1$, chovanie látky je dilatantné (obr. 2, tab. I).

I. Schematický prehľad kvapalín z reologického hľadiska

Kvapaliny			Reologické chovanie	Obr. č.	Krivka č.	
Newtonovské	Závislosť od deformácie		newtonovská kvapalina	2	2	
Nenewtonovské	nezávislé od doby trvania deformácie	bez medze toku	pseudoplastické	2	3	
			dilatantné	2	1	
	závislé od doby trvania deformácie	s medzou toku	binghamské cassonove plastické	3 3 3	2 3 1	
		závislé od doby trvania deformácie	bez medze i s medzou toku	tixotropné reopexné		
			viskoelastické			

Binghamov model má tento tvar rovnice:

$$\tau = -\eta_B \cdot \frac{dw}{dy} \pm \tau_0$$

kde: η_B — zdánlivá, resp. plastická viskozita

τ_0 — medzné napätie

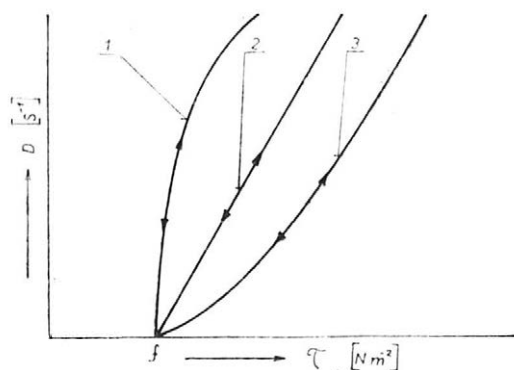
Látka, ktorá vyhovuje tomuto modelu, ostáva pevná, ak tečie a ak je medzné napätie τ_0 menšie ako tangenciálne napätie τ .

Eyringov model. Tomuto modelu vyhovuje rovnica:

$$\tau = A \cdot \arcsin h_1 \left(-\frac{1}{B} \cdot \frac{dw}{dy} \right)$$

Tento model, ako uvádza Velebil (1974), je odvodený z Eyringovej kinetickej teórie kvapalín. Pri konečných hodnotách τ má látka pseudoplastické chovanie.

Ďalšími nenewtonovskými kvapalinami sú také látky, ktoré majú časom ohraničený pokles viskozity pri zmene šmykového napätia, a nazývajú sa tixotropné. Naopak látky, ktoré majú rast viskozity s časom pri pôsobení tangenciálneho napätia, sa nazývajú reopexné. Látky, ktoré sa po skončení pôsobenia napätia vracajú do pôvodného stavu, sa nazývajú viskoelastické.

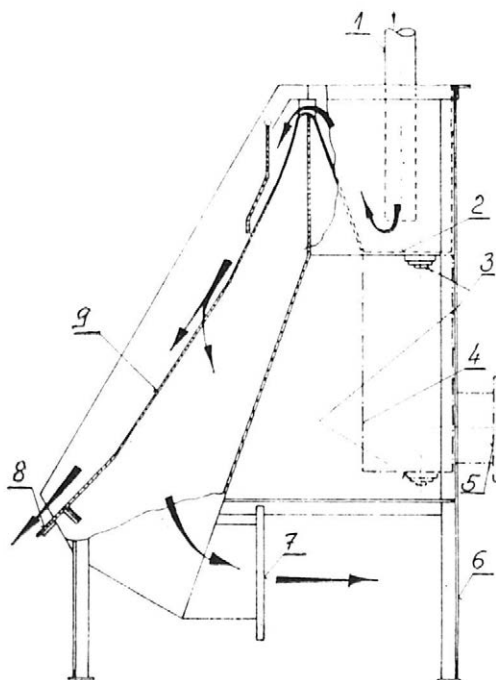


3. Reogramy nenewtonovských kvapalín s medzou tečenia: 1 — plastická, 2 — binghamská kvapalina, 3 — Cassonova kvapalina

Reogramy — grafy rovníc reologických modelov podľa Záthureckého (1966) sú znázornené na obr. 2 a 3. Schematický prehľad kvapalín z reologického hľadiska je v tab. 1.

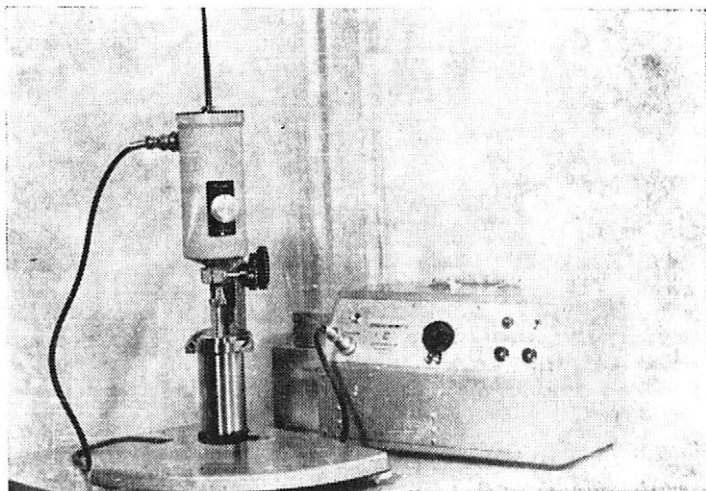
METODIKA

Reologické vlastnosti boli zisťované pri výkaloch ošipaných, ktoré boli splachované vodou z podroštových priestorov, a pri tekutej frakcii, ktorá bola z nich separovaná na oblúkovom site Bauer Hydrasieve (obr. 4).



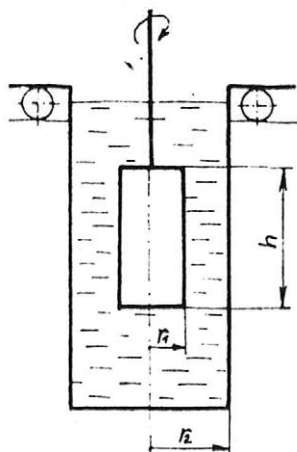
4 Oblúkové sito typu Bauer Hydrasieve
1 — prívod exkrementov, 2 — nádrž, 3 — výpustný otvor, 4 — alternatívna nádrž, 5 — alternatívny prívod kalu, 6 — rám, 7 — odtok tekutej frakcie, 8 — odtod pevnej frakcie, 9 — vlastné sito

Vzorky zo spláchnutých exkrementov — „nátoku“ — boli odoberané z nádrže na oblúkovom site a vzorky tekutej frakcie boli brané z odmernej nádrže umiestnenej pod sitom. Počas experimentov bol menený obsah sušiny v spláchnutých výkaloch, a to tým, že do nich bola v zbernej nádrži pridávaná pevná odseparovaná frakcia v stanovených množstvách. Pri vzorkách exkrementov, ktoré boli týmto spôsobom odobrané, boli na viskozimetri Rheomat 15 zisťované závislosti medzi gradientom rýchlosti a tangenciálnym napätím. Z týchto veličín boli zostrojené reogramy a v oddelení meracej a výpočtovej techniky VÚPT v Rovinke boli uvedené namerané údaje vyhodnotené na samočinnom počítači Wang 2200.



5. Rotačný viskozimeter Rheomat 15

je výrobok švajčiarskej firmy Contraves (obr. 5); zakladá sa na tom, že vnútorný valec je zavesený na pružine, pričom je ponorený do meracej látky (obr. 6), v ktorej sa otáča. Vplyvom odporu, ktorý kladie kvapalina rotačnému pohybu, pootočí sa zavesený valec o určitý uhol, ktorý je úmerný krútiacemu momentu. Prístroj má 15 prevodových stupňov, ktorými sa menia otáčky valca od 5,59 do 352 min⁻¹ a tým sa mení aj gradient rýchlosti (tab. II). Hodnoty gradientu rýchlosti sa pohybujú od 28,43 do 1789 s⁻¹.



6. Schéma súosých valcov rotačného viskozimetra: r_1 — polomer vnútorného valca, r_2 — polomer vonkajšieho valca, h — výška vnútorného valca

II. Hodnoty gradientu rýchlosti při 15 prevodových stupňoch rotačného viskozimetra Rheomat 15

Prevodový stupeň	1	2	3	4	5
Gradient rýchlosti s ⁻¹	28,43	38,18	50,23	67,03	88,42
Prevodový stupeň	6	7	8	9	10
Gradient rýchlosti s ⁻¹	127,5	171,1	225,2	300,4	396,3
Prevodový stupeň	11	12	13	14	15
Gradient rýchlosti s ⁻¹	575,3	772,4	1016	1355	1789

Z hodnôt výchyliek odčítaných na stupnici prístroja je možné vypočítať tangenciálne napätie τ pri danom gradiente rýchlosti a zostrojiť reogram. Zariadenie je možné použiť na meranie viskozity látok, ktorá sa pohybuje v intervale od 0,001 do 129 000 Pa.S pri použití šiestich rôznych výmenných rotujúcich telies.

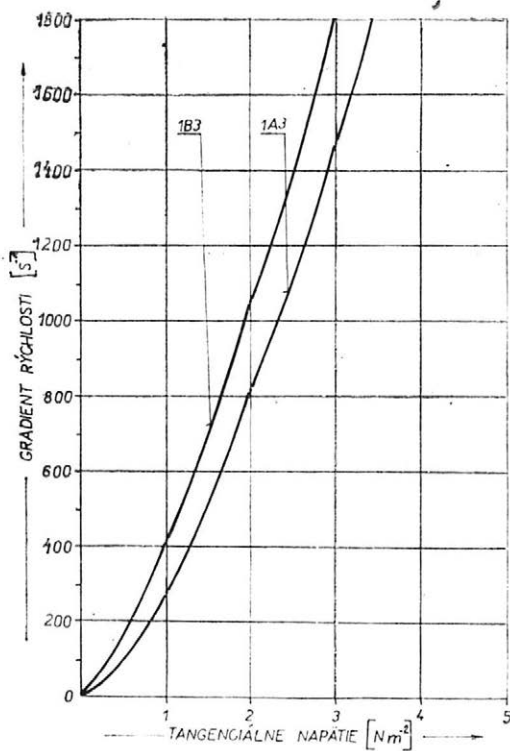
VÝSLEDKY

REOGRAMY EXKREMENTOV OŠÍPANÝCH

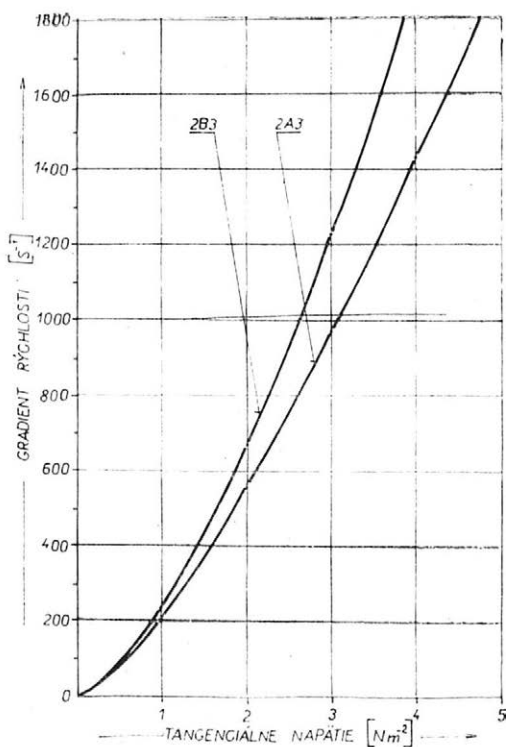
Jednou z veličín, ktoré v podstatnej miere ovplyvňujú priebeh reogramu, je obsah sušiny. Z reogramov (obr. 7, 8, 9) jednoznačne vyplýva, že výkaly ošipáných a z nich oddelená tekutá frakcia pri obsahu sušiny od 1,3 do 3,5 % sú látkou Ostwald de Waleovho modelu. Tento model charakterizuje mocninová rovnica:

$$D = A_1 \cdot \tau^A$$

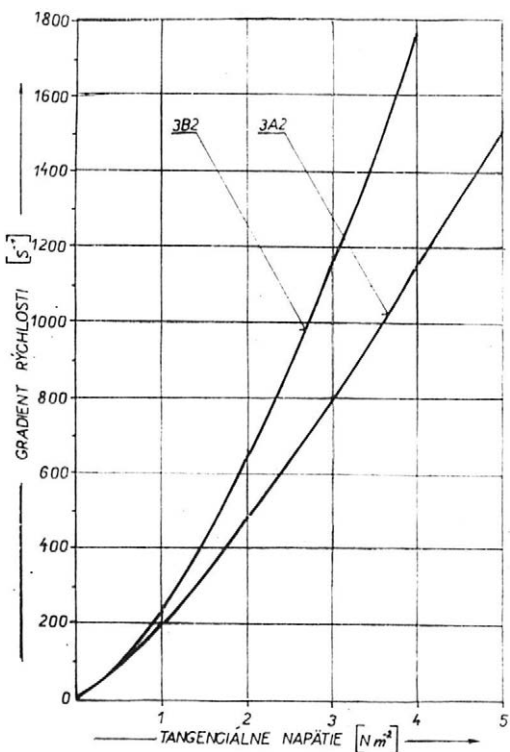
Grafickým znázornením tejto funkcie je parabola A -tého stupňa.



7. Reogram nátoku 1 A 3 a z neho od-
delenej tekutej frakcie 1 B 3



8. Reogram nátoku 2 A 3 a z neho od-
delenej tekutej frakcie 2 B 3



Pre prehľadnosť uvádzam len tri reo-
gramy, pričom hodnoty aproximálnych
konštánt a indexov korelácií rovníc reog-
ramov sú uvedené v tab. III.

Z grafického zobrazenia je vidieť, že
reogram pre tekutú frakciu stúpa strmšie
ako reogram pre nátok, t.j. tangenciálne
napätie pri určitom gradiente rýchlosti je
väčšie pri nátoku ako pri tekutej frakcii.
Zvyšovaním obsahu sušiny vo výkaloch
v sledovanom rozsahu rastie aj tangenciál-
ne napätie. Pri nízkych hodnotách gra-
dientu rýchlosti je väčší prírastok tangen-
ciálneho napätia ako pri hodnotách vyšších.
Tento jav je tým výraznejší, čím je väčší
obsah sušiny v exkrementoch ošipaných.
Znižovaním obsahu sušiny vo výkaloch
sa približujú výkaly svojím chovaním New-
tonovmu modelu.

Vzhľadom k tomu, že v Ostwald de
Waeleovej rovnici nie je vyjadrený vplyv

9. Reogram nátoku 3 A 2 a z neho od-
delenej tekutej frakcie 3 B 2

$D = A_1 \cdot \tau^A$					
Označenie vzorky		Obsah sušiny %	A	A_1	Index korelácie
Nátok	1 A 3	1,4873	1,5005	8,9758	0,9860+++
	2 A 3	2,7489	1,3445	10,0436	0,9958+++
	3 A 2	3,4554	1,2397	11,7979	0,9956+++
Tekutá frakcia	1 B 3	1,3804	1,3484	18,5576	0,9936+++
	2 B 3	2,3813	1,5206	6,9858	0,9875+++
	3 B 2	2,3083	1,4642	7,9466	0,9882+++

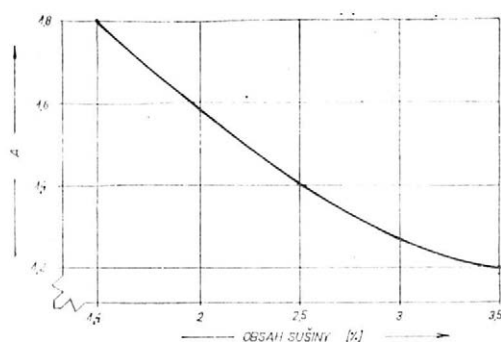
obsahu sušiny na reologické vlastnosti, sledoval som závislosť konštanty A od obsahu sušiny a konštanty A_1 od konštanty A . Závislosť konštanty A od obsahu sušiny vyjadruje rovnica rovnoosej hyperboly:

$$A = \frac{1}{C_1 \cdot s + C}$$

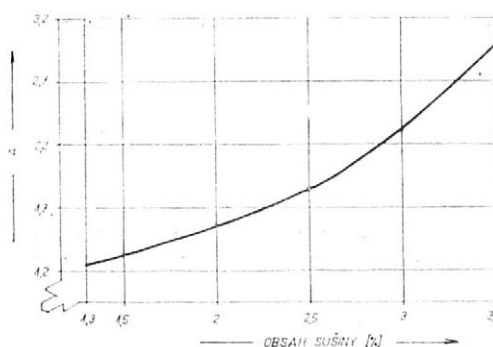
Aproximačné konštanty a indexy korelácií sú uvedené v tab. IV.

IV. Hodnoty aproximačných konštánt a indexov korelácií pri závislosti konštanty A od obsahu sušiny v nátoku a v tekutej frakcii v Ostwald de Waeleovej rovnici

$A = \frac{1}{C_1 \cdot s + C}$			
Nátok	C	C_1	index korelácie
	0,3635	0,1369	0,7809+++
Tekutá frakcia	1,0479	-0,2058	0,8022+++



10. Závislosť koeficientu A od obsahu sušiny nátoku



11. Závislosť koeficientu A od obsahu sušiny tekutej frakcie

Zvyšovaním obsahu sušiny nátok hodnotu koeficientu A klesá (obr. 10), kým zvyšovaním obsahu sušiny v tekutej frakcii (obr. 11) práve naopak stúpa. Dosadením uvedeného výrazu za konštantu A má Ostwald de Waeleova rovnica tvar:

$$D = A_1 \cdot \tau^A = A_1 \cdot \tau^{\left(\frac{1}{C_1 \cdot s + C_2}\right)} = A_1 \cdot \sqrt[C_1 \cdot s + C_2]{\tau}$$

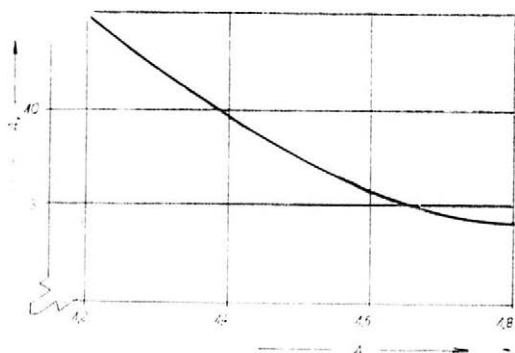
Priebeh ďalšej závislosti — konštanty A_1 od konštanty A — vystihuje rovnica hyperboly:

$$A_1 = \frac{B_2}{A^2} + \frac{B_1}{A} + B$$

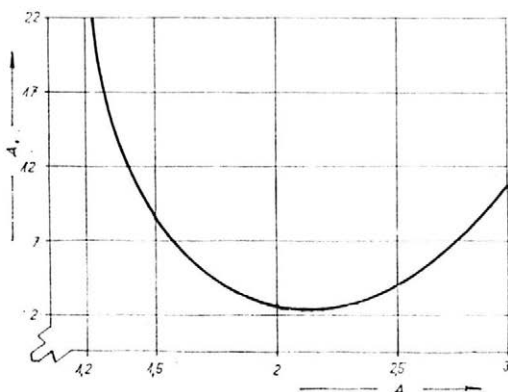
V. Hodnoty aproximačných konštánt a index korelácií pri závislosti konštanty A_1 od konštanty A pri nátoku a tekutej frakcii v Ostwald de Waeleovej rovnici

$A_1 = \frac{B_2}{A^2} + \frac{B_1}{A} + B$				
Nátok	B	B_1	B_2	index korelácie
	-20,7750	48,1474	-8,1489	0,9681+++
Tekutá frakcia	40,2743	-159,8084	167,7817	0,9112+++

V tab. V sú obsiahnuté aproximačné konštanty a indexy korelácií pre uvedenú rovnicu. Z priebehu grafov je vidieť, že zväčšovaním hodnoty konštanty A do 2,1 konštanty A_1 klesá. Pri väčších hodnotách konštanty A pri tekutej frakcii sa hodnota konštanty A_1 zväčšuje (obr. 12, 13).



12. Závislosť koeficientu A_1 od konštanty A pri nátoku v Ostwald de Waeleovej rovnici



13. Závislosť koeficientu A_1 od konštanty A pri tekutej frakcii v Ostwald de Waeleovej rovnici

Z A V E R

Reologické vlastnosti v značnej miere ovplyvňujú proces manipulácie a spracovania exkrementov ošipaných. Vzhľadom k tomu, že sa výkaly chovajú ako nenenewtonovská

látka, sledoval som tangenciálne napätie pri rôznych gradientoch rýchlosti a rôznych obsahoch sušiny v splachovaných výkaloch a v ich tekutej frakcii.

Pri týchto pokusoch sa veľmi dobre osvedčil rotačný viskozimeter Rheomat 15.

Z výsledkov experimentov vyplýva, že výkaly ošípaných s obsahom sušiny od 1,3 do 3,5 % sú látkou chovajúcou sa podľa Ostwald de Waeleovho modelu, ktorý vyjadruje mocninová funkcia:

$$D = A_1 \cdot \tau^A$$

K tomu, aby rovnica vyjadrovala aj vplyv obsahu sušiny exkrementov na reologické vlastnosti, bola sledovaná aj závislosť konštanty A od obsahu sušiny a závislosť konštanty A_1 od A . Dosadením vzťahov za konštanty A a A_1 do Ostwald de Waeleovej rovnice nadobudne táto tvar:

$$D = [B_2 \cdot (C_1 \cdot s + C)^2 + B_1 \cdot (C_1 \cdot s + C) + B] \cdot \sqrt{\frac{(C_1 \cdot s + C)}{\tau}}$$

Znižovaním obsahu sušiny vo výkaloch sa tieto približujú newtonovským kvapalinám. Zvyšovaním gradientu rýchlosti rastie aj tangenciálne napätie, pričom pri konštantnom gradiente rýchlosti rastie tangenciálne napätie zvyšovaním obsahu sušiny vo výkaloch.

Literatúra

ULBRECHT, J. — MITSCHKA, P.: Chemické inženýrství nenewtonovských kapalin. Praha, Naklad. ČSAV 1965.

VELEBIL, M. — CHALUPA, M.: Metody zjišťování fyzikálních vlastností výkalů. Zem. technika, 17, 1971, č. 3, s. 171-176.

ZÁTHURECKÝ, L.: Masťové základy a masti súčasnej dermatoterapie. Bratislava, Obzor 1966.

ŽÁČEK, H.: Rheometrie galenických přípravků. [Vysokoškolské učební texty.] Bratislava 1969.

Došlo dne 11. 2. 1976

ЮРИЧЕК И. (Генеральное управление машинно-тракторных станций, Ровинка, Чехословакия). Реологические свойства экскрементов свиней. Zem. technika 22 (8): 455-464, 1976. Со строительством крупных свиноферм возникла проблема использования и переработки экскрементов. Для ее решения надо в совершенстве изучить физико-механические свойства экскрементов, особенно реологические, которые данная статья рассматривает. На вращающемся вискозиметре Реомат 15 определяли реологические свойства смываемых экскрементов, содержащих от 1,4 до 3,5 % сухого вещества, и их сепарированной фракции, содержащей от 1,3 до 3,5 % сухого вещества. Сепарацию проводили на свдчатом грохоте типа Бауэр Гидрасив. Реакции смываемых экскрементов и жидкой фракции с упомянутым содержанием сухого вещества отвечали модели Оствальда де Вале. Составлены и графически изображены реограммы экскрементов с разным содержанием сухого вещества. По уравнению Оствальда де Вале $D = A_1 \cdot \tau^A$ определили зависимость константы A от содержания сухого вещества в смываемых экскрементах и в жидких фракциях. Определена также зависимость константы A_1 от константы A в данном уравнении.

экскременты свиней; реология; касательное напряжение; градиент скорости; реограмма; модель Оствальда де Вале

JURÍČEK J. (General Directorate of Machine and Tractor Stations, Rovinka, Czechoslovakia). *Rheological Properties of Pig Excrements*. Zem. technika 22 (8) : 455-464, 1976.

The building of large-capacity pig houses has entailed the problem of pig excrement treatment and processing. In order to solve this problem it is necessary to know perfectly the physical and mechanical characteristics of excrements. These characteristics include also the rheological properties treated of in the article. The Rheomat 15 rotary viscosimeter was used for the study of the rheological behaviour of washed pig excrements, containing 1.4–3.5 % dry matter, and their separated fraction containing 1.3–3.5 % dry matter. The separation was performed on the arch sieve of the Bauer Hydrasieve type. The excrements washed down as well as the liquid fraction with the mentioned solids content behaved according to the Ostwald de Waele model. Excrement rheograms were determined and graphically represented at different contents of dry matter. The Ostwald de Waele equation ($D = A_1 \cdot \tau^A$) was used for the determination of the dependence of constant A on dry matter content in washed-down excrements and in the liquid fraction. The dependence of constant A_1 on constant A was examined by the same equation.

pig excrements; rheology; tangential stress; speed gradient; rheogram; Ostwald de Waele model

JURÍČEK J. (Generaldirektion der Maschinen- und Traktorenstationen, Tschechoslowakei). *Rheologische Eigenschaften der Schweineexkremente*. Zem. technika 22 (8) : 455-464, 1976.

Beim Aufbau von Großkapazitätsschweineställen trat das Problem der Manipulation und Verarbeitung der Schweineexkremente auf. Zur Lösung dieses Problems ist die eingehende Kenntnis der physikalisch-mechanischen Eigenschaften der Exkremente erforderlich. Zu diesen Eigenschaften gehören auch die wichtigen rheologischen Eigenschaften, mit denen sich der Artikel befaßt. Auf dem Rotationsviskosimeter Rheomat 15 wurde das rheologische Verhalten der abgeschwemmten Schweineexkremente mit 1,4 bis 3,5 % Trockensubstanzgehalt und deren separierten Fraktion mit 1,3 bis 3,5 % Trockensubstanzgehalt untersucht. Die Separierung erfolgte mittels eines Bogensiebs des Typs Bauer Hydrasieve. Die abgeschwemmten Exkremente und auch die flüssige Fraktion mit dem angeführten Trockensubstanzgehalt verhielten sich gemäß dem Ostwald de Waele-Modell. Es wurden die Rheogramme von Exkrementen bei verschiedenen Trockensubstanzgehalten bestimmt und graphisch dargelegt. In der Ostwald-de-Waelschen Gleichung $D = A_1 \cdot \tau^A$ wurde die Abhängigkeit der Konstante A vom Trockensubstanzgehalt der abgeschwemmten Exkremente und der flüssigen Fraktion bestimmt. Gleichzeitig wurde auch die untersuchte Abhängigkeit der Konstante A_1 von der Konstante A in der angeführten Gleichung verfolgt.

Schweineexkremente; Rheologie; Tangentialspannung; Geschwindigkeitsgradient; Ostwald-de Waele-Modell

Adresa autora:

Ing. Ján Juríček, CSc., Generálne riaditeľstvo strojových a traktorových staníc, 900 42 Rovinka, okres Bratislava - vidiek

STRATY TRENÍM PRI PRÚDENÍ TEKUTÉHO HNOJA A HNOJOVICE V POTRUBÍ

B. Podstavek

Pôdohospodársky projektový ústav, Bratislava

PODSTAVEK B. *Straty trením pri prúdení tekutého hnoja a hnojovice v potrubí.* Zem. technika 22 (8) : 465-476, 1976.

Tekutý hnoj a hnojovica od hovädzieho dobytká a ošípaných má špecifické hydrodynamické vlastnosti. Zmenou percenta sušiny tekutého hnoja a hnojovice sa menia ich fyzikálno-mechanické vlastnosti a tým aj veličiny vo vzťahoch pre výpočet prúdenia v potrubí. Práca sa zaoberá zisťovaním hydraulických dĺžkových strát pri prúdení tekutého hnoja a hnojovice v rovnom potrubí v závislosti od jednotky dĺžky potrubia. Z nameraných hodnôt boli zostavené grafické závislosti $Z_t = f(\phi, s)$ a stanovená matematická závislosť medzi dĺžkovou stratou pri prúdení tekutého hnoja a hnojovice hovädzieho dobytká a ošípaných v potrubí a sušinou tohoto média. Získané poznatky môžu byť použité pri riešení hydraulických systémov veľkokapacitných fariem, hlavne pri navrhovaní rúrového rozvodu a výtlačnej výšky čerpadiel.

tekutý hnoj; hnojovica; sušina; newtonské kvapaliny; tlakové straty

Pre manipuláciu s tekutým hnojom a hnojovicou sa v rámci veľkokapacitných fariem navrhujú hydraulické sústavy. Pri poznaní fyzikálnych a chemických vlastností (Podstavek, 1971, 1975) tekutého hnoja a hnojovice od ošípaných a hovädzieho dobytká treba konštatovať, že každá hydraulická sústava, ktorá má slúžiť pre dopravu uvádzaného média, nemôže byť dimenzovaná obdobným spôsobom ako sa dimenzuje, keď má slúžiť na dopravu čistej vody. Hnojovica, a zvlášť tekutý hnoj, sa svojimi fyzikálnymi a chemickými vlastnosťami podstatne odlišujú od vody.

Hlavným faktorom, ktorý ovplyvňuje ich vlastnosti, je okrem iného aj sušina, alebo opačne vyjadrené, obsah vody. V literatúre je zaužívané používanie sušiny a menej už obsah vody v hnojovici, alebo tekutom hnoji.

Sušina čerstvých exkrementov hovädzieho dobytká je závislá od vekovej kategórie zvierat a charakteru kŕmnych dávok. Pohybuje sa v rozpätí od 6,5 do 16 %. Priemerná sušina čerstvých exkrementov od ošípaných sa pohybuje v rozpätí 8,2 ± 4,5 % (Podstavek, 1975). Zmes tekutých a pevných výkalov, porozlievanej vody, roztrúseného krmiva a iných nečistôt a látok nazývame tekutým hnojom, pokiaľ sušina tejto zmesi od ošípaných je vyššia ako 7 % a od hovädzieho dobytká v rozpätí nad 4–5 %. Zriedený tekutý hnoj v pomere 1 : 1 a viac nazývame hnojovicou. Hnojovica by nemala mať vyššie percento sušiny ako 2. Hnojovica sa pre

nízky obsah sušiny, t. j. pre vysoký obsah vody, chová ako newtonská kvapalina, a preto môžu byť v tomto prípade pri dimenzovaní hydraulického systému použité obdobné zásady, ktoré platia pre vodu.

Problematika prúdenia tekutého hnoja v potrubí alebo iných korytách nebola doposiaľ u nás sledovaná a zhodnotená. Keď sme v roku 1970 zistili, že tekutý hnoj ošipaných a hovädzieho dobytká, produkovaný vo veľkokapacitných farmách, je za určitých podmienok nenewtonskou disperznou sústavou, začali sme v rámci skromných možností sledovať, získavať a zhodnocovať poznatky o prúdení predmetného nenewtonského média.

Táto práca pojednáva o tlakových stratách, ktoré vznikajú pri prúdení hnojovice a tekutého hnoja v potrubí. Vychádza zo štúdie (Podstavek, 1975) a predchádzajúcich citovaných prác. Zhrňujú sa poznatky získané rozsiahlou experimentálnou prácou prevádzanou v priebehu piatich rokov v PPÚ v Bratislave. Experimentálne získané údaje sú spracované do nomogramov, čo umožňuje projektantom a iným zainteresovaným odborníkom jednoduchým spôsobom určiť veľkosť hydraulických tlakových strát trením v závislosti od priemeru potrubia, objemového prietoku a sušiny.

CHARAKTER TEKUTÉHO HNOJA Z HYDRAULICKÉHO HLADISKA

Sušina tekutého hnoja má vplyv na hmotnosť, dynamickú viskozitu, sedimentačné vlastnosti, stupeň organického znečistenia, vzhľad, špecifickú vodivosť, koncentráciu vodíkových iónov atď. (Jelínek, 1973, Podstavek, 1975).

Rozhodujúci vplyv na charakteristiku tekutého hnoja z hľadiska hydraulického má:

a) Sušina, nakoľko ovplyvňuje jej viskozitu pri konštantnej teplote a gradiente rýchlosti. Viskozita sa znižuje s pribúdaním šmykového napätia τ po hraničnú hodnotu. Viskozita so stúpaním rýchlosti prúdenia tekutého hnoja v potrubí silne klesá. Pre prúdenie tekutého hnoja je rozhodujúci obsah voľnej vody. Pri rovnakej sušine rastie zvyšovaním rýchlosti prúdenia šmykové napätie a to má za následok uvoľňovanie vody z väzieb tekutého hnoja. Pohyb uvoľnenej vody medzi časticami spôsobuje zmenšenie relatívnej viskozity. Pri zastavení prúdenia tekutého hnoja sa šmykové napätie zmenší na nulu a uvoľnená voda pri prúdení sa spätne absorbuje, čím sa tekutý hnoj dostáva do pôvodného stavu.

b) Koloidné vlastnosti tekutého hnoja.

c) Disperzný stav tekutého hnoja, ktorý môže byť štruktúrny, ale aj neštruktúrny.

Podľa konkrétneho stavu tekutého hnoja, t. j. zistených reologických charakteristík predmetného média, sme prišli k poznatku, že tekutý hnoj ako disperzná sústava môže mať charakter:

a) Newtonskej kvapaliny, keď sa sušina hnojovice pohybuje v rozpätí do 2,0 až 2,5 %, alebo obsah vody je 97,5 až 98,0 %. Pre tento prípad platí Newtonov vzťah:

$$\tau = \eta \frac{du}{dn} \quad (1)$$

kde: τ – šmykové napätie
 η – vnútorné trenie, t. j. dynamická viskozita
 $\frac{du}{dn}$ – rýchlostný gradient

b) Pseudoplastickej kvapaliny, keď sa sušina tekutého hnoja pohybuje v rozpätí od 2,0 až 2,5 % do 5,5 až 7,5 %. Pre tento typ kvapaliny platí na vyjadrenie tokovej krivky reogramu vzťah Ostwald de Waellea

$$\tau = K \left(\frac{du}{dn} \right)^n \quad (2)$$

kde: τ – šmykové napätie
 K – koeficient konzistencie tekutého hnoja
 n – tokový index
 $\frac{du}{dn}$ – rýchlostný gradient

Rovnica Ostwald de Waellea sa zvykne tiež nazývať mocninový zákon. V prípade, že tokový index n má hodnotu $n = 1$, redukuje sa tento vzťah na Newtonov model viskozity. Odchýlka od hodnoty 1 ukazuje stupeň odklonenia od Newtonového zákona. V prípade, že tokový index n má hodnotu menšiu než 1, má kvapalina vlastnosti pseudoplastické a pri hodnotách väčších ako 1 má kvapalina vlastnosti dilatantné.

c) Binghamova disperzná sústava, keď sa sušina tekutého hnoja pohybuje v rozpätí nad 7,5 ‰: vzťah medzi tangenciálnym napätím a rýchlostným gradientom je charakterizovaný rovnicou

$$\tau = \tau_B + \eta_P \left(\frac{du}{dr} \right) \quad (3)$$

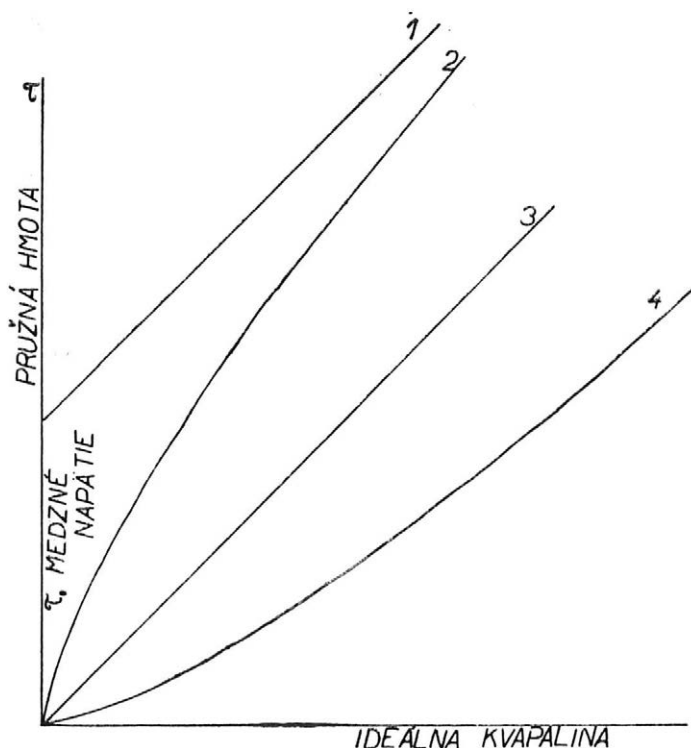
kde: τ — šmykové napätie
 τ_B — počiatočné napätie
 η_P — plastická viskozita
 $\frac{du}{dr}$ — gradient rýchlosti

U nenewtonskej disperznej sústavy dochádza k nenewtonskému prúdeniu až po prekročení Binghamového počiatočného napätia τ_B . V oblasti nízkych hodnôt gradientu rýchlosti je vzťah $\tau = f\left(\frac{du}{dr}\right)$ nelineárny a pri vyšších hodnotách môže prejsť do lineárneho Newtonového vzťahu $\tau = f\left(\frac{du}{dr}\right)$ (obr. 1).

Reogramy pre všetky druhy kvapalín (nenewtonská a newtonská disperzná sústava, pseudoplastická, newtonská a dilatantná kvapalina) sú znázornené na obr. 1.

1. Tokové krivky rôznych druhov kvapalín

- 1 — Binghamova plastická hmota
- 2 — pseudoplastická kvapalina
- 3 — Newtonova kvapalina
- 4 — dilatantná kvapalina

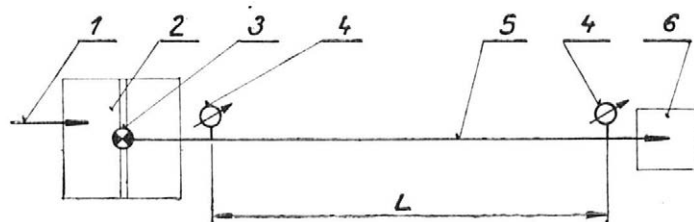


V tejto práci sa nemôžeme zaoberať presnou analýzou a dokazovaním uvedenej kategorizácie hnojovice a tekutého hnoja z hľadiska hydrodynamického. Problematika je veľmi náročná a vyžaduje si samostatné spracovanie. Uvádzame len stručné výsledné konštatovanie.

V zásade je možné konštatovať, že tekutý hnoj hovädzieho dobytku a ošipaných sa za určitých podmienok chová ako kvapalina a môže sa dopravovať potrubím. Tlakové pomery pri doprave tekutého hnoja potrubím sú závislé od technických parametrov potrubia a jeho fyzikálnych a mechanických vlastností. Strata trením pri doprave v potrubí je závislá od viskozity tekutého hnoja, ktorú značne ovplyvňuje sušina (Podstavek, 1975). Tento poznatok je v súlade so závermi iných zahraničných autorov (Marčenko, 1972; Kalinin, 1969; Peschel a Schmidt, 1972). Čím je percento sušiny hnojovice nižšie, tým viac má vlastnosti newtonských kvapalín. V rozpätí sušiny do 2,0 až 2,5 % sa chová hnojovica pri prúde ako každá iná newtonská kvapalina. Z toho dôvodu pre dimenzovanie objektov hydraulické sústavy slúžiacej na dopravu hnojovice môžu byť použité v hydraulike známe zákony, vzorce, tabuľky a nomogramy odvodené pre vodu. Pri zvyšovaní percenta sušiny hnojovice a tekutého hnoja nad hodnotu 2,5 sa menia tokové vlastnosti od newtonských k pseudoplastickým až Binghamovým, newtonským i nenewtonským disperzným sústavám.

METODIKA

Straty trením v potrubí sa merali priamo v teréne na farmách hovädzieho dobytku a ošipaných. Pre meranie bola spracovaná metodika s modelom na použitie čerpadla ČTV-15 (obr. 2). Pre zisťovanie strát trením sa použilo potrubie AZC



2. Schéma zapojenia čerpadla a potrubia pri pokusoch

- 1 — vyústenie stoky na tekutý hnoj
- 2 — žumpa s kapacitou 100—200 m³
- 3 — čerpadlo ČTV-15
- 4 — manometer
- 5 — výtlačné potrubie
- 6 — odmerná nádoba
- L — vzdialenosť manometrov

s drsnosťou 0,015 mm. Dĺžka úseku potrubia 100 m, prietochné profily $\varnothing$ 100, 150, 200, 300, 400 a 500 mm. Pokusy sa robili s tekutým hnojom hovädzieho dobytku a ošipaných s obsahom sušiny od 2 do 15 %. Pred každým pokusným meraním sa tekutý hnoj v žumpke zhomogenizoval recirkulačným prečerpávaním. Stredné prietokové množstvá tekutého hnoja potrubím sme regulovali šupátkami. Merania sa prevádzali pri prietokoch od 2 l s⁻¹ až po 100 l s⁻¹ v závislosti od prietochného profilu potrubia.

Čerpadlo ČTV-15 bolo zabudované do stredu alebo na okraj žumpy. K čerpadlu sa pripojilo potrubie potrebnej prietochnej svetlosti ($\varnothing$). Na konci potrubia bola umiestnená odmerná nádrž. Manometre boli namontované na rovnom úseku potrubia vo vzdialenosti 100 m. Čerpadlom sa vyvíjal žiaduci tlak a tekutý hnoj prúdil v potrubí. Po spustení čerpadla sme merali:

sušinu	s (%)
vlhkosť	W (%)
čerpané množstvo	Q (m ³ s ⁻¹)
rozdiel tlaku na manometroch	N m ⁻²
čas čerpania (čas trvania pokusu)	t (s)
teplotu tekutého hnoja	T (°C)

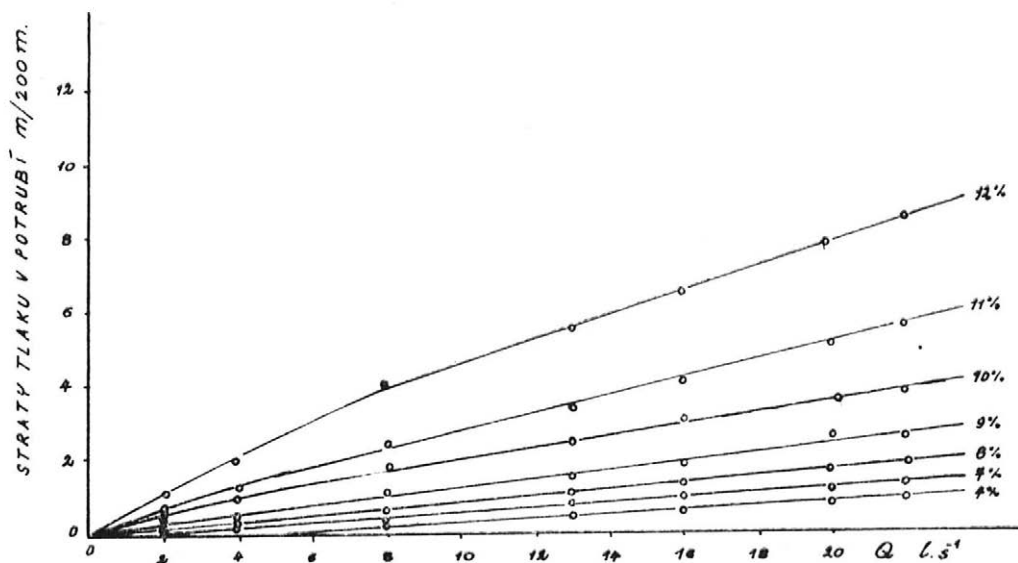
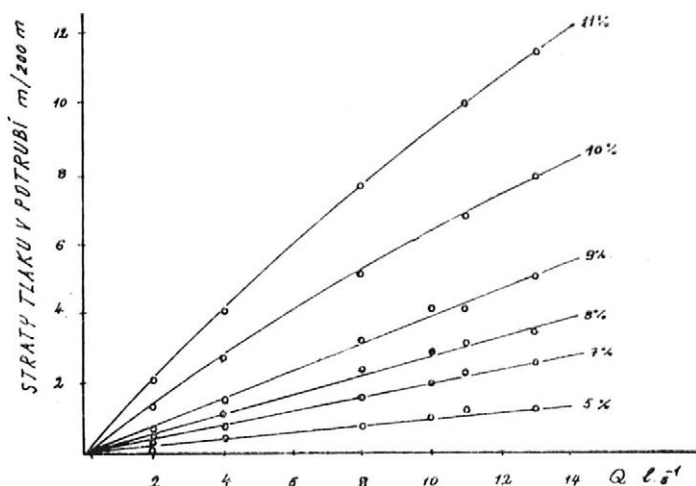
Zhodnotením získaných údajov sme stanovili stratu trením na dĺžke potrubia pre konkrétne prietoky, profily potrubia a pre tekutý hnoj charakterizovaný určitým percentom sušiny.

Pre každý prietok, profil potrubia a zvolené percento sušiny bolo robených najmenej šesť meraní. Pre tekutý hnoj s rovnakým percentom sušiny pri nezmenenom prietochom profile bolo robených celkove najmenej 42 meraní.

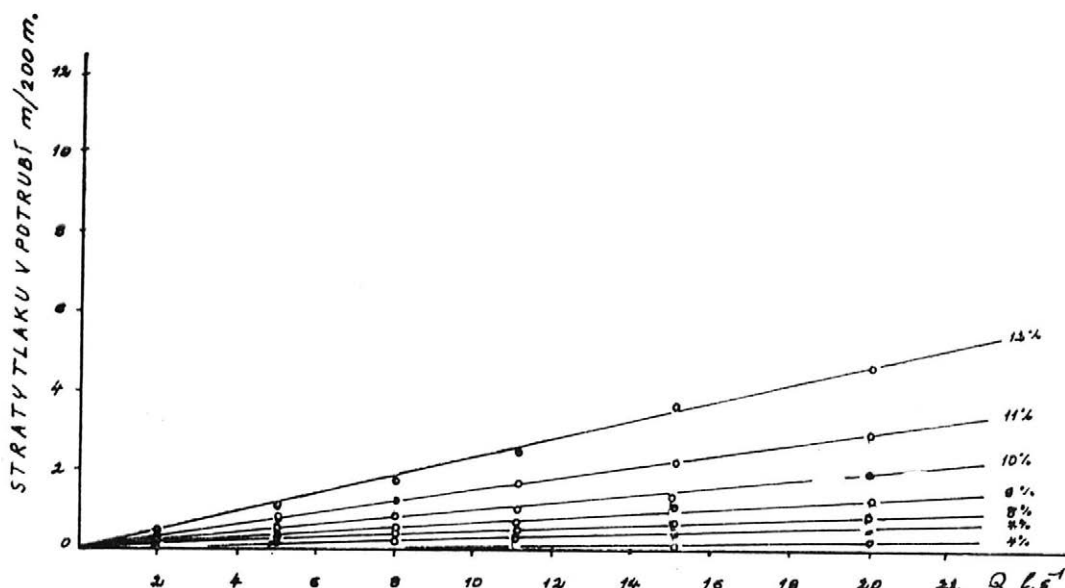
VÝSLEDKY

Pre každý prietochý profil potrubia v závislosti od rôzneho percenta sušiny tekutého hnoja a prietoku bolo urobených až 340 meraní. Namerané hodnoty pre jeden prietok, percento sušiny tekutého hnoja a prietochý profil potrubia sa priemerovali. Zpriemerované hodnoty sme znázornili

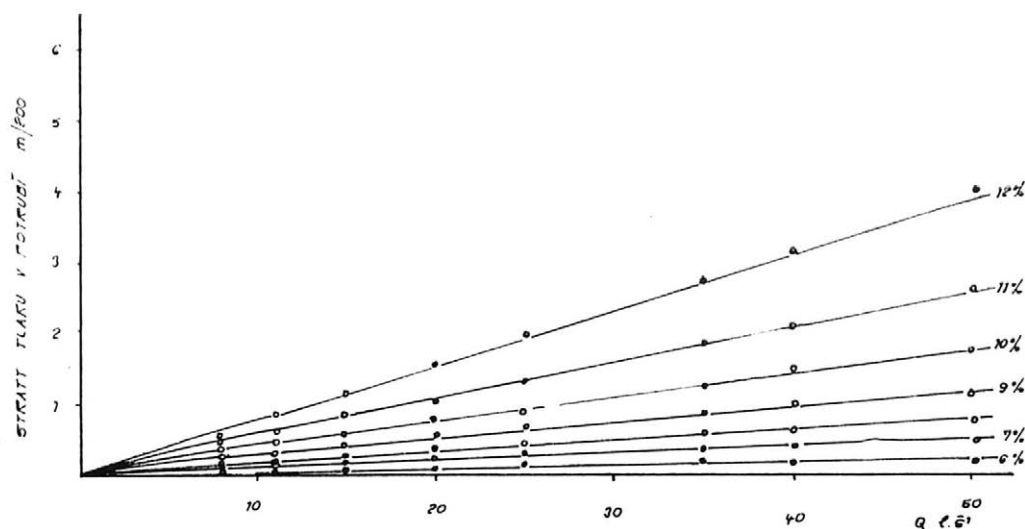
3. Straty tlaku pri prúde-
ní hnojovice a tekuté-
ho hnoja od ošipáných
v potrubí $\varnothing$ 100 mm



4. Straty tlaku pri prúde-
ní hnojovice a tekutého hnoja od ošipáných v potrubí
 $\varnothing$ 150 mm



5. Straty tlaku pri prúdení hnojovice a tekutého hnoja od ošipáných v potrubí $\varnothing$ 200 mm

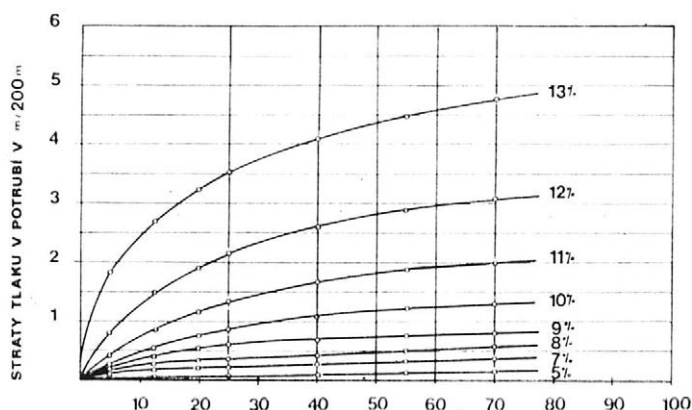
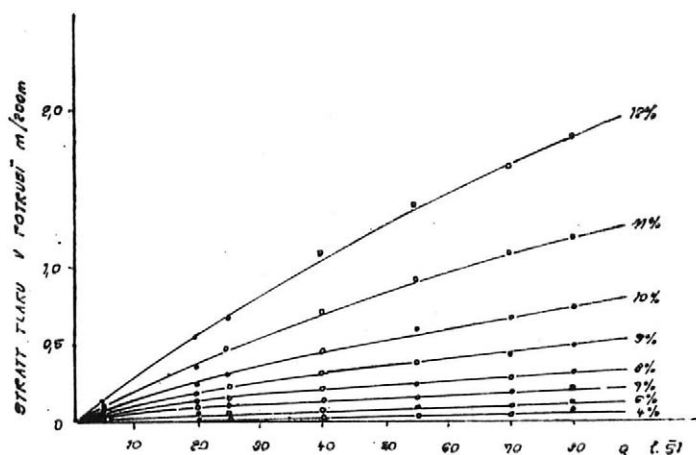


6. Straty tlaku pri prúdení hnojovice a tekutého hnoja od ošipáných v potrubí $\varnothing$ 250 mm

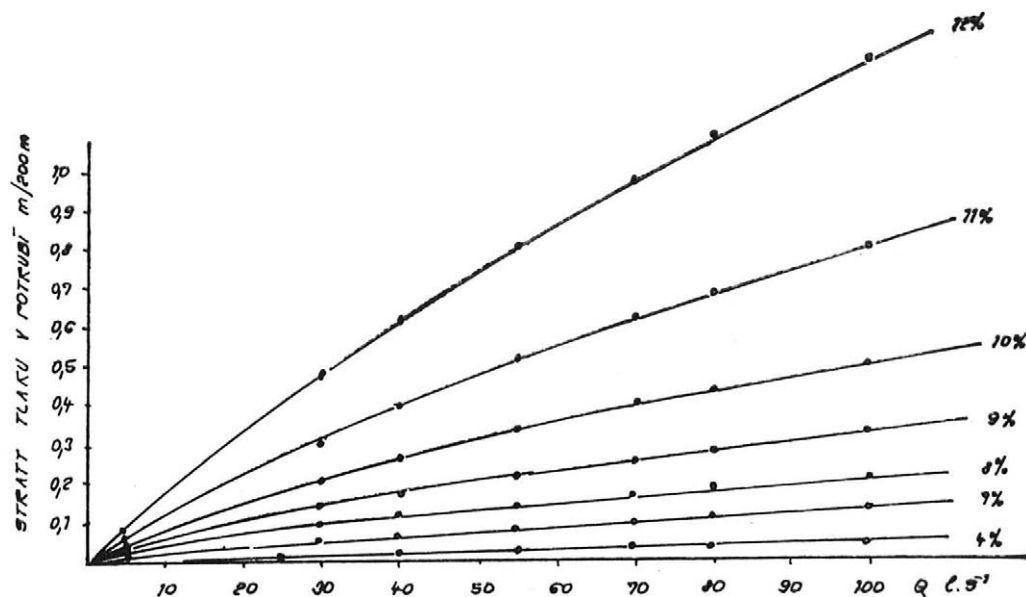
graficky. Získané krivky vyjadrujú priebeh funkcie $Z_t = f(s, \varnothing)$, (obr. 3-16).

Počas meraní strát trením Z_t sme zistili, že tekutý hnoj od ošipáných pri prúdení v potrubí a pri rovnakých percentách sušiny vykazuje menšie straty trením ako tekutý hnoj od hovädzieho dobytku. Uvedený poznatok sa vysvetľuje tým, že pre tokové vlastnosti tekutého hnoja má okrem

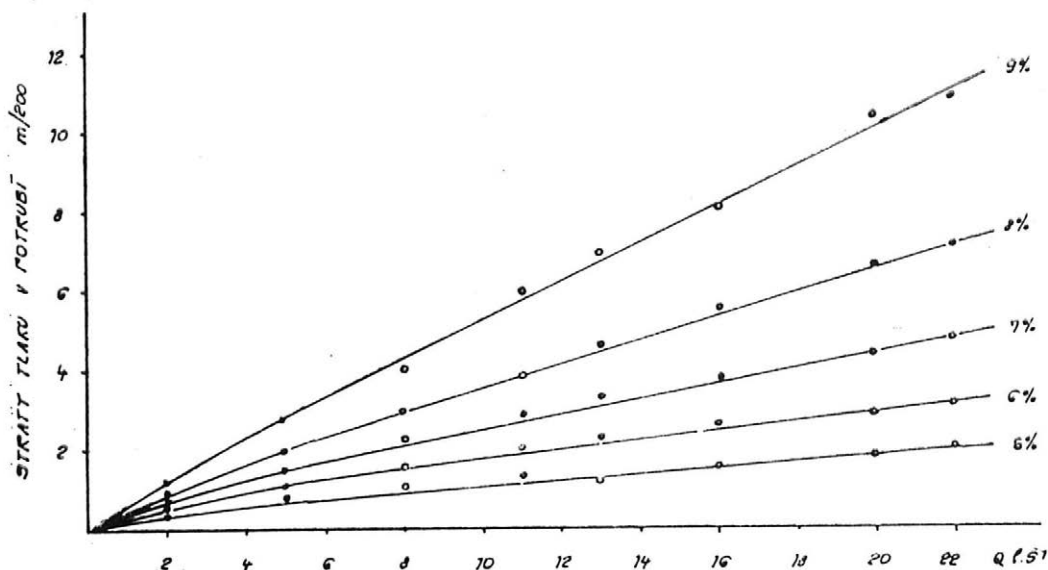
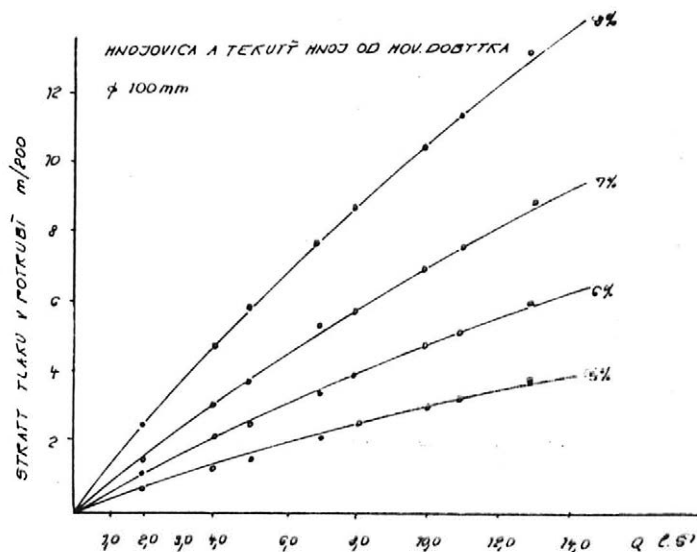
7. Straty tlaku při průtoku hnojovice a tekutého hnoja od ošpaných v potrubí $\varnothing$ 300 mm



8. Straty tlaku při průtoku hnojovice a tekutého hnoja od ošpaných v potrubí $\varnothing$ 400 mm



9. Straty tlaku při průtoku hnojovice a tekutého hnoja od ošpaných v potrubí $\varnothing$ 500 mm

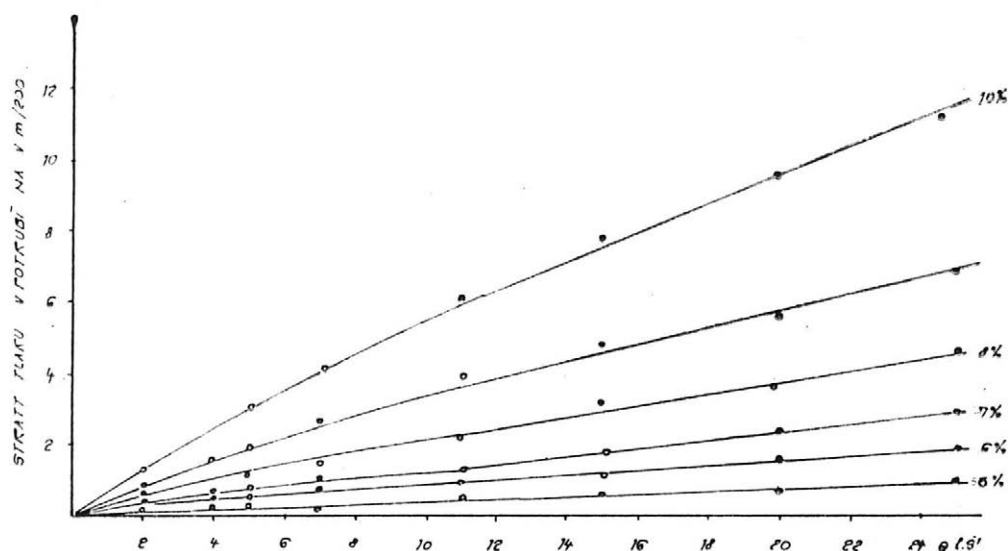


11. Straty tlaku pri prúde-
ní hnojovice a tekutého hnoja od hovädzieho dobytk-
a v potrubí $\varnothing$ 150 mm

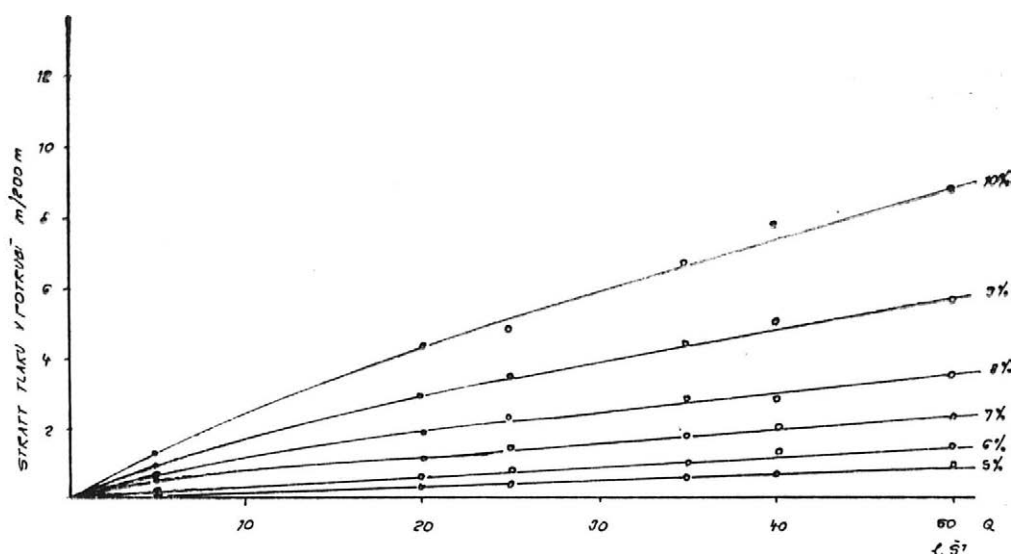
iného rozhodujúci význam obsah voľnej vody, ktorý je u tekutého hnoja od ošípaných vždy väčší ako u tekutého hnoja od hovädzieho dobytk-
a pri rovnakom percente sušiny.

Hodnota strát trením je ovplyvňovaná percentom sušiny tekutého hno-
ja, druhom tekutého hnoja podľa zvierat, ktoré ho vyprodukovali, profi-
lom potrubia a obsahom voľnej vody v tekutom hnoji.

Aj v danom prípade platí poznatok, že so zvyšovaním prietochného
profilu potrubia sa straty trením znižujú pri zachovaní rovnakých hodnôt
percenta sušiny a prietoku. Straty trením pri prúde-
ní tekutého hnoja
v potrubí sú v porovnaní s vodou väčšie.

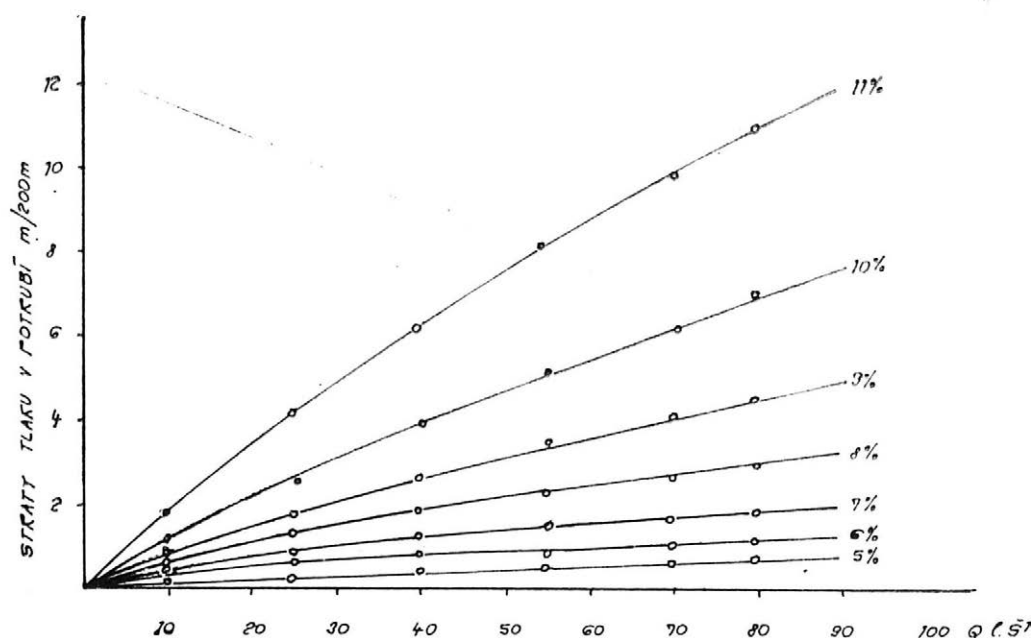


12. Straty tlaku pri prúdení hnojovice a tekutého hnoja od hovädzieho dobytká v potrubí $\varnothing$ 200 mm

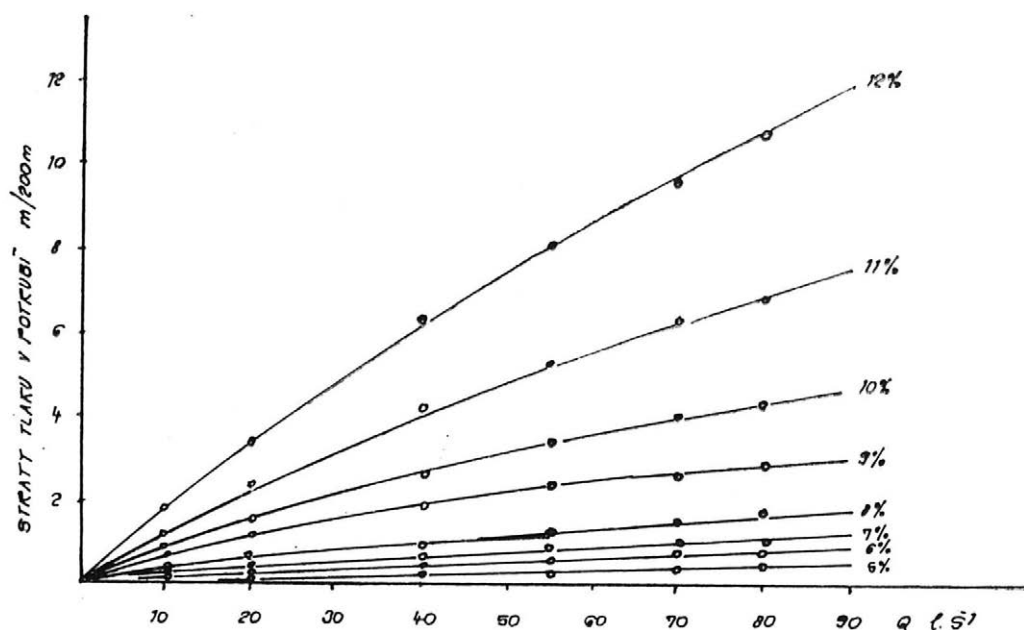


13. Straty tlaku pri prúdení hnojovice a tekutého hnoja od hovädzieho dobytká v potrubí $\varnothing$ 250 mm

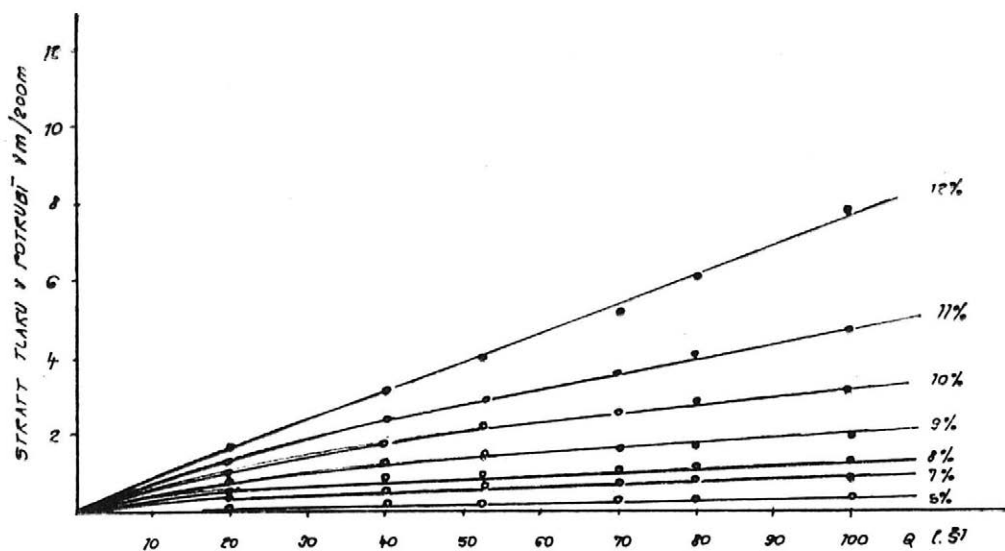
Tekutý hnoj so sušinou 14 % a viac má veľmi zle tokové vlastnosti. Straty trením sú veľmi vysoké. Tekutý hnoj s obsahom sušiny 14 % a viac treba riediť, v opačnom prípade vznikajú veľké problémy s jeho dopravou potrubím. Bez riedenia vodou sa manipulácia s tekutým hnojom musí riešiť iným spôsobom ako dopravou potrubím s prečerpávaním. Pri navrhovaní potrubia pre dopravu tekutého hnoja okrem strát trením treba zobrať do úvahy minimálne prietokové rýchlosti, ktoré sú viazané na podmienku nezanášania potrubia. Zohľadniť sa majú všetky faktory, ktoré ovplyvňujú optimálny ekonomický návrh dopravy tekutého hnoja potrubím.



14. Straty tlaku pri prúdení hnojovice a tekutého hnoja od hovädzieho dobytku v potrubí $\varnothing$ 300 mm



15. Straty tlaku pri prúdení hnojovice a tekutého hnoja od hovädzieho dobytku v potrubí $\varnothing$ 400 mm



16. Straty tlaku pri prúdení hnojovice a tekutého hnoja od hovädzieho dobytká v potrubí $\varnothing$ 500 mm

ZÁVER

Predložená práca pojednáva o priamymi meraniami zistených stratách trením pri doprave tekutého hnoja potrubím so sušinou od 2 do 15 %. Pre sušinu v rozpätí od 2 do 15 %, stanovené prietochné profily a prietochné množstvá je graficky vyjadrená závislosť $Z_t = f(s, \varnothing)$. Zo spracovaných nomogramov sa jednoduchým spôsobom môžu zistiť straty trením. Experimentálnou prácou sa zistilo, že straty trením pri prúdení tekutého hnoja v potrubí sú závislé od jeho fyzikálno-mechanických vlastností, ktoré sa menia sušinou tekutého hnoja a obsahom voľnej vody.

Straty trením pri prúdení tekutého hnoja v potrubí sú väčšie v porovnaní so stratami pri prúdení čistej vody. Z toho dôvodu nemôžu byť pri dimenzovaní hydraulické sústavy pre tekutý hnoj používané vzorce, vzťahy a nomogramy odvodené pre newtonské kvapaliny akou je aj čistá voda.

Literatúra

- JELÍNEK, T.: Vyhodnocení samotížného systému odklizu výkalů ve výkrmnách prasat. [Závěrečná zpráva C-11-329-003-01-03.] Výzkumný ústav pro chov prasat, Kostelec n. Orlicí 1973.
- KALININ, V. A.: Transportirovanie navoza po trubam. Mech. elektr. soc. seřchoz., 27, 1969, č. 2.
- MARČENKO, N. M.: Dviženie židkovo navoza po trubam. Mech. elektr. soc. seřchoz., 30, 1972, č. 3.
- PESCHEL, E. — SCHMIDT, F.: Transport der Exkremente aus industriemässig produzierenden Anlagen der Legehennenhaltung. Dte Agrartechnik, 22, 1972, č. 10.
- PODSTAVEK, B.: Tekutosť výkalov ošipáných a vodohospodárske riešenie kanalizačnej siete na farmách ošipáných. Štúdia PPÚ, Bratislava 1971.
- PODSTAVEK, B.: Fyzikálne a chemické vlastnosti hnojovice hovädzieho dobytká a ošipáných a riešenie manipulácie s hnojovicou. Zem. technika, 21, 1975, č. 2, s. 79-93.
- PODSTAVEK, B.: Prúdenie hnojovice v potrubí. [Štúdia.] PPÚ, Bratislava 1975.

ПОДСТАВЕК Б. (Почвоведческий проектный институт, Братислава, Чехословакия). Потери из-за трения при стекании жидкого навоза и навозной жижи через трубопровод. Zem. technika 22 (8) : 465-476, 1976.

Жидкий навоз и навозная жижа крупного рогатого скота и свиней обладают специфическими гидродинамическими свойствами. Путем изменения процента сухого вещества в них меняются их физико-механические свойства, а тем самым и величины соотношений при вычислении стекания в трубопроводе. В работе рассматриваются гидравлические потери длины при протекании упомянутых веществ через ровный трубопровод в зависимости от единицы его длины. На основе промеренных величин составлены графические зависимости $Zt = f(\varnothing, s)$ и математическая зависимость между потерями длины при протекании упомянутых веществ через трубопровод и сухим веществом этой среды. Полученные данные могут быть использованы для решения гидравлических систем крупных ферм, для проектирования трубчатой разводки и напора насосов.

жидкий навоз; навозная жижа; сухое вещество; потери давления

PODSTAVEK B. (Land Projecting Institute, Bratislava, Czechoslovakia). *Friction Losses in the Passage of Liquid Manure and Dungwater along Pipelines*. Zem. technika 22 (8) : 465-476, 1976.

Liquid manure and dungwater generated by cattle and pigs have specific hydrodynamical properties. Changes in the dry matter percentage of liquid manure and dungwater influence their physical and mechanical properties and, consequently, the values of the relations for the calculation of flow along the pipelines. The paper deals with the determination of hydraulic longitudinal losses in the flow of liquid manure and dungwater in a straight pipeline, as depending on pipeline unit length. Graphical dependences were formed on the basis of measured values $Zt = f(\varnothing, s)$ and a mathematical dependence was determined between the longitudinal loss suffered during the flow of pig and cattle dungwater and liquid manure along pipelines on the one hand and the dry matter of this material on the other. The findings can be used for the designing of hydraulic systems on large-capacity farms, especially when designing pipe systems and pump delivery head.

liquid manure; dungwater; dry matter; non-Newtonian liquids; pressure losses

PODSTAVEK B. (Landwirtschaftliche Projektionsanstalt, Bratislava, Tschechoslowakei). *Reibungsverluste bei der Strömung des flüssigen Mistes und der Jauche durch die Rohrleitung*. Zem. technika 22 (8) : 465-476, 1976.

Der flüssige Mist und die Jauche vom Rindvieh und von Schweinen weisen spezifische hydrodynamische Eigenschaften auf. Bei Veränderung des prozentischen Trockensubstanzgehalts des flüssigen Mistes und der Jauche verändern sich die physikalisch-mechanischen Eigenschaften derselben und damit auch die Größen in den Beziehungen zur Berechnung der Strömung in der Rohrleitung. Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit der Feststellung der hydraulischen Längenverluste beim Strömen des flüssigen Mistes und der Jauche in der geradlinigen Röhrenleitung in Abhängigkeit von der Längeneinheit der Rohrleitung. Von den gemessenen Werten wurden die graphischen Abhängigkeiten $Zt = f(\varnothing, s)$ zusammengestellt und die mathematische Abhängigkeit zwischen dem Längenverlust bei der Strömung des flüssigen Mistes und der Jauche des Rindviehs und der Schweine in der Rohrleitung einerseits und der Trockensubstanz dieses Mediums andererseits bestimmt. Die gewonnenen Erkenntnisse können bei der Lösung der hydraulischen Systeme bei Großfarmen, insbesondere bei der Projektierung der Röhrenverteilung und der Druckhöhe der Pumpen, ausgenutzt werden.

flüssiger Mist; Jauche; Trockensubstanz; nichtnewton'sche Flüssigkeiten; Druckverluste

Adresa autora:

Ing. Bohumil Podstavek, CSc., Pôdohospodársky projektový ústav, Vajnorská cesta 21, 800 00 Bratislava

J. Klůfa

Vysoká škola zemědělská, Praha

KLŮFA J. *Bodový odhad a jeho aplikace v zemědělské praxi*. Zem. technika 22 (8): 477–485, 1976.

Článek pojednává o obecných metodách konstrukce nejlepších nestranných odhadů, tj. nestranných odhadů s minimálním rozptylem. Seznámíme se s velmi důležitým pojmem postačující statistiky, ze které musíme vždy vyjít při řešení této úlohy. V druhé části jsou získané závěry aplikovány na konkrétní úlohu odhadu spolehlivosti zemědělských strojů a zařízení. Úloha je vyčerpávajícím způsobem vyřešena v případě, že doba bezporuchové činnosti je náhodná veličina s exponenciálním rozdělením. Pokud tomu tak není, je spolehlivost odhadnuta prostřednictvím počtu poruch v časovém intervalu dané délky (za předpokladu, že tato diskrétní náhodná veličina má Poissonovo rozdělení).

metody konstrukce nejlepších nestranných odhadů; spolehlivost zemědělských strojů; bezporuchová činnost

V celé řadě prakticky důležitých problémů se dostáváme do situace, kdy na základě určitého souboru naměřených hodnot potřebujeme za pomoci teoretických pravděpodobnostních modelů učinit obecné závěry. K tomu účelu je vybudován matematicko-statistický aparát, který umožňuje induktivním způsobem uvedené problémy řešit (testování hypotéz, korelace a regrese apod.). Jednou z matematicko-statistických metod je také úloha bodového odhadu, kterou lze na základě dílčí informace získané měřením přibližně určit hodnoty neznámých parametrů nebo jejich funkcí (např. hodnotu spolehlivosti zemědělského zařízení, jak uvidíme v dalším). Význam metody spočívá také v tom, že v celé řadě otázek, které se přímo netýkají odhadu, se velmi často používají závěry vyplývající z teorie bodového odhadu (např. odhad parametrů rozdělení u χ^2 testu dobré shody atd.). Nyní si upřesníme, co pod úlohou bodového odhadu budeme rozumět.

Úlohu bodového odhadu lze obecně formulovat následujícím způsobem. Je dáno rozdělení pravděpodobností diskrétního nebo spojitého typu $f(x, \theta)$, závislé na parametru θ (v případě spojitého rozdělení značí $f(x, \theta)$ hustotu pravděpodobnosti, v diskrétním případě pravděpodobnost realizace hodnoty x). Hodnota parametru je neznámá konstanta. Naším úkolem je tuto hodnotu nebo hodnotu parametrické funkce $\tau(\theta)$, zadané na parametrickém prostoru, odhadnout na základě náhodného výběru $\mathbf{X} = (X_1, \dots, X_n)$ z rozdělení $f(x, \theta)$, tj. najít takovou funkci $T(\mathbf{X})$ definovanou na výběrovém prostoru, nezávislou na θ (takovým funkcím říkáme statistiky), aby byla dobrým odhadem neznámé hodnoty parametru či dané parametrické funkce.

Odhad je přirozeně tím lepší, čím je blíže skutečné hodnotě odhadované veličiny.

Protože statistika $T(\mathbf{X})$ je náhodná veličina, odhadujeme vlastně konstantu prostřednictvím náhodné veličiny. Kvalitu odhadu nelze tedy posuzovat podle konkrétní realizace $T(\mathbf{X})$, nýbrž podle rozdělení této statistiky. Za lepší odhad proto považujeme ten, jehož rozdělení je více koncentrováno kolem neznámé správné hodnoty parametrické funkce, ať je skutečná hodnota parametru jakákoli. Tento požadavek lze vyjádřit střední hodnotou a rozptylem takto: hledáme statistiku $T(\mathbf{X})$ takovou, aby její střední hodnota byla rovna neznámé hodnotě parametrické funkce při libovolné hodnotě parametru, tj. $E(T(\mathbf{X})) = \tau(\theta)$; mezi statistikami splňujícími tuto podmínku hledáme tu, která má nejmenší rozptyl. Statistiku $T(\mathbf{X})$, splňující první podmínku, nazýváme nestranným odhadem parametrické funkce $\tau(\theta)$; splňuje-li navíc i druhou podmínku, nazýváme ji nejlepším nestranným odhadem (rusky najluchšaja něsmeščennaja ocenka, angl. best unbiased estimator).

V souvislosti s uvedenými podmínkami je přirozené ptát se, zda existuje nějaká dolní mez pro rozptyly nestranných odhadů. Ukazuje se, že splňuje-li rozdělení $f(x, \theta)$ tzv. podmínky regularity a odhad $T(\mathbf{X})$ je rovněž regulární v tom smyslu, že ve výrazu pro střední hodnotu $T(\mathbf{X})$ lze derivovat podle parametru za integračním znaménkem, je možné rozptyly nestranných odhadů zdola omezit, aniž bychom sestrojovali nejlepší nestranný odhad. Mezi regulární rozdělení patří většina prakticky užívaných diskretních i spojitých rozdělení (např. Poissonovo, binomické, normální, exponenciální, gamma, Weibullovo a celá řada dalších rozdělení). Dříve než uvedeme dolní hranici pro rozptyl nestranných odhadů, zavedeme pojem Fisherova míra informace, stručně informace (o parametru θ v jednom pozorování), následujícím vztahem

$$I(\theta) = E \left(\frac{\ln f(X, \theta)}{\theta} \right)^2$$

Velmi snadno lze ukázat, že rozptyl žádného regulárního nestranného odhadu parametrické funkce $\tau(\theta)$ nemůže být menší než

$$(\tau'(\theta))^2 / n \cdot I(\theta)$$

Tato mez se nazývá dolní Rao-Cramérova hranice rozptylu nestranných regulárních odhadů (někdy také Fréchetova).

Jestliže nalezneme nestranný odhad parametrické funkce, jehož rozptyl bude roven dolní Rao-Cramérově hranici, bude takový odhad zároveň nejlepším nestranným odhadem. Ovšem ne v každém případě se nám podaří této hranici dosáhnout, v některých případech bude rozptyl nejlepšího nestranného odhadu větší než teoreticky dostupná mez. Například je-li $\mathbf{X} = (X_1, \dots, X_n)$ náhodný výběr z Poissonova rozdělení s neznámým parametrem λ , je nejlepším nestranným odhadem parametrické funkce $\tau(\lambda) = \lambda^2$ statistika $\left(\sum_{i=1}^n X_i \right) \cdot \left(\sum_{i=1}^n X_i - 1 \right) / n^2$, jejíž rozptyl je $4\lambda^3 / n + 2\lambda^2 / n^2$ (nestranný odhad s menším rozptylem tedy neexistuje) a po výpočtu informace zjistíme, že dolní Rao-Cramérova hranice je $4\lambda^3 / n$. Proto je přirozené ptát se, v jakém případě bude dolní hranice pro rozptyl dosažitelná. Ukazuje se, že tato podmínka bude splněna jen v případě, kdy sdružené rozdělení výběru má tvar

$$f(\mathbf{X}, \theta) = \exp(A(\theta) \cdot T(\mathbf{X}) + B(\theta) + C(\mathbf{X}))$$

kde: $A(\theta)$ a $B(\theta)$ — funkce parametru

$T(x)$ a $C(x)$ — nezávislé na parametru (tzv. jednoparametrické rozdělení exponenciálního typu)

V případě, že statistika $T(\mathbf{X})$ v tomto rozpisu je nestranným odhadem parametrické funkce (speciálně parametru θ), je to odhad s nejmenším rozptylem (tj. nejlepší nestranný

odhad, který dosahuje dolní hranice). V tomto případě lze tedy nalézt nejlepší nestranný odhad parametrické funkce $\tau(\theta)$ velmi jednoduše.

Příklad: Mějme výběr rozsahu n z exponenciálního rozdělení, tj. rozdělení s hustotou $f(x, \theta) = \exp(-x/\theta) / \theta$ pro $x > 0$ a $f(x, \theta) = 0$ pro $x \leq 0$. Naším úkolem bude najít nejlepší nestranný odhad parametru θ .

Z tvaru sdruženého rozdělení výběru je vidět, že je to rozdělení exponenciálního typu, kde $T(\mathbf{X}) = \sum_{i=1}^n X_i$. Střední hodnota této statistiky je $n\theta$, proto je nejlepším ne-

stranným odhadem parametru θ výběrový průměr $\sum_{i=1}^n X_i / n$. Výpočtem zjistíme, že dolní hranice pro rozptyl nestranných odhadů parametru θ je θ^2 / n a snadno se můžeme přesvědčit, že rozptyl výběrového průměru této hranice dosahuje.

Konstrukce nejlepších nestranných odhadů, když sdružené rozdělení výběru není exponenciálního typu nebo pokud je exponenciálního typu, ale statistika $T(\mathbf{X})$ v rozpisu sdruženého rozdělení není nestranným odhadem parametrické funkce, vyžaduje zavedení pojmu postačující statistiky.

Jestliže je možné sdružené rozdělení výběru přepsat na tvar

$$f(\mathbf{X}, \theta) = g[\theta, T^*(\mathbf{X})] \cdot h(\mathbf{X})$$

kde funkce g závisí jen na θ a hodnotě statistiky $T^*(\mathbf{X})$ a $h(\mathbf{X})$ není závislá na parametru, pak statistiku $T^*(\mathbf{X})$ nazveme postačující (pro parametr θ). Například pro rozdělení exponenciálního typu existuje vždy postačující statistika a v rozpisu sdruženého rozdělení exponenciálního typu je postačující statistikou statistika $T(\mathbf{X})$. Důležitost postačujících statistik vyplývá z následujícího tvrzení.

Jestliže existuje postačující statistika $T^*(\mathbf{X})$ a nestranný odhad $T(\mathbf{X})$ parametrické funkce $\tau(\theta)$, pak také existuje nestranný odhad $\tilde{T}[T^*(\mathbf{X})]$, který je jen funkcí postačující statistiky a jehož rozptyl je menší nebo roven rozptylu $T(\mathbf{X})$. Je-li navíc postačující statistika $T^*(\mathbf{X})$ tzv. úplná, je nestranný odhad $\tilde{T}[T^*(\mathbf{X})]$ určen jednoznačně (tj. neexistuje jiný nestranný odhad, který by byl pouze funkcí postačující statistiky) a v důsledku předchozího je tedy $\tilde{T}[T^*(\mathbf{X})]$ nejlepší nestranný odhad parametrické funkce $\tau(\theta)$. O tom, zda statistika $T^*(\mathbf{X})$ je či není úplná, rozhoduje její výběrové rozdělení. Například v případě, že $T^*(\mathbf{X})$ má binomické rozdělení, Poissonovo rozdělení, rovnoměrné rozdělení na intervalu $(0, \theta)$, $\theta > 0$, exponenciální rozdělení, rozdělení typu gamma nebo normální rozdělení s daným rozptylem, je úplná; úplná by např. nebyla, kdyby měla rovnoměrné rozdělení na intervalu $(\theta, \theta + 1)$.

Tato velmi důležitá věta vlastně říká, že nejlepší nestranný odhad musíme hledat pouze mezi funkcemi postačující statistiky, neboť každý jiný nestranný odhad, který by nebyl funkcí postačující statistiky, by bylo možné vylepšit.

Z předchozího vyplývá, že při konstrukci nejlepšího nestranného odhadu budeme postupovat podle následujícího schématu. Z rozpisu sdruženého rozdělení výběru nalezneme postačující statistiku $T^*(\mathbf{X})$ — ve většině praktických úloh existuje. Rozhodneme, zda je tato statistika úplná. Logickou úvahou nebo zkusmo nalezneme nestranný odhad parametrické funkce takový, aby byl pouze funkcí postačující statistiky. Pokud se nám to nepodaří, určíme funkci $\tilde{T}(t)$ proměnné t ze vztahu

$$\tilde{T}(t) = E[T(\mathbf{X}) \mid T^*(\mathbf{X}) = t]$$

kde: $T(\mathbf{X})$ — libovolný nestranný odhad parametrické funkce (snadno jej uhádneme)

výraz vpravo — značí podmíněnou střední hodnotu (podmíněnou náhodným jevem $T^*(\mathbf{X}) = t$)

Pak platí, že $\tilde{T}[T^*(\mathbf{X})]$ je nestranný odhad parametrické funkce (který je funkcí pouze postačující statistiky) a je-li statistika $T^*(\mathbf{X})$ úplná, je to odhad s nejmenším rozptylem (tj. nejlepší).

Příklad: Necht $\mathbf{X} = (X_1, \dots, X_n)$ je náhodný výběr z Poissonova rozdělení s parametrem λ . Sestrojíme již zmíněný nejlepší nestranný odhad parametrické funkce $\tau(\lambda) = \lambda^2$. Ze zápisu sdruženého rozdělení výběru je vidět, že je to rozdělení exponenciálního typu, kde $T(\mathbf{X}) = \sum_{i=1}^n X_i$. Střední hodnota této statistiky je rovna $n \cdot \lambda$, to znamená,

že výběrový průměr $\sum_{i=1}^n X_i / n$ je nejlepší nestranný odhad parametru λ , jehož rozptyl dosahuje dolní Rao-Cramérovovy hranice. Ke konstrukci nejlepšího nestranného odhadu $\tau(\lambda) = \lambda^2$ budeme tedy muset použít předchozí schéma. Postačující statistika je $T^*(\mathbf{X}) = \sum_{i=1}^n X_i$. Tato statistika má opět Poissonovo rozdělení s parametrem $n \cdot \lambda$, je tedy úplná.

K řešení úlohy nyní stačí najít nestranný odhad dané parametrické funkce, který bude pouze funkcí postačující statistiky. Jelikož známe rozdělení $T^*(\mathbf{X})$, víme, že má střední hodnotu i rozptyl $n \cdot \lambda$. Proto je střední hodnota $[T^*(\mathbf{X})]^2 - T^*(\mathbf{X})$ rovna $n^2 \cdot \lambda^2$ a po dosazení za $T^*(\mathbf{X})$ a vytknutí před závorkou je

$$\left(\sum_{i=1}^n X_i \right) \cdot \left(\sum_{k=1}^t X_i - 1 \right) / n^2$$

nestranný odhad λ^2 , který je funkcí úplné postačující statistiky, tj. je to již dříve uvedený nejlepší nestranný odhad λ^2 .

Kdyby se nám nepodařilo najít nestranný odhad λ^2 , který by byl funkcí postačující statistiky, postupovali bychom takto: Našli bychom jednoduchý nestranný odhad λ^2 — například statistiku $X_1(X_1 - 1)$ a vypočetli

$$\tilde{T}(t) = E \left[X_1(X_1 - 1) / \sum_{i=2}^n X_i = t \right] = \sum_{k=0}^t k(k-1) \cdot P \left(X_1 = k / \sum_{i=1}^n X_i = t \right)$$

Podmíněnou pravděpodobnost na pravé straně výrazu určíme ze vztahu

$$P(X_1 = k) \cdot P \left(\sum_{i=2}^n X_i = t - k \right) / P \left(\sum_{i=1}^n X_i = t \right)$$

který lze, vzhledem k tomu, že $\sum_{i=2}^n X_i$ má Poissonovo rozdělení s parametrem $(n-1) \cdot \lambda$, přepsat na tvar

$$\binom{t}{k} \cdot \left(\frac{1}{n} \right)^k \cdot \left(1 - \frac{1}{n} \right)^{t-k}$$

Po dosazení a úpravách vyjde $\tilde{T}(t) = t(t-1) / n^2$, takže

$$\tilde{T}[T^*(\mathbf{X})] = \left(\sum_{i=1}^n X_i \right) \cdot \left(\sum_{i=1}^n X_i - 1 \right) / n^2$$

je jako v předchozím případě nejlepší nestranný odhad λ^2 .

Aplikace bodového odhadu v zemědělství je velmi široká. Ukážeme si dále jednu z možností využití předchozích teoretických výsledků. V tab. I je uvedena doba činnosti zařízení (které se skládá z velkého počtu elementů) mezi dvěma poruchami. Uvedené hodnoty jsou získány simulací exponenciálního rozdělení, nicméně pro ilustraci metody velmi dobře poslouží.

I. Rozdělení četností doby činnosti zařízení mezi dvěma poruchami

Doba bezporuchové činnosti	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14
Četnost	1	1	2	2	5	1	1	2	1	5	2
Doba bezporuchové činnosti		15	16	17	18	20	21	22	23	29	30
Četnost		3	1	1	1	3	2	2	1	1	1
Doba bezporuchové činnosti	32	33	37	38	40	42	45	46	48	49	50
Četnost	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1
Doba bezporuchové činnosti	53	55	73	86	90	110	129				
Četnost	1	2	1	1	1	1	1				

Testy shody se můžeme přesvědčit, že tento náhodný výběr rozsahu $n = 60$ je skutečně výběrem z exponenciálního rozdělení. Zajímá nás spolehlivost (rusky nádežnost, angl. reliability) zařízení, tj. pravděpodobnost, že doba bezporuchové činnosti bude větší nebo rovna určité hodnotě t_0 .

Vzhledem k tomu, že náhodný výběr se řídí exponenciálním rozdělením s neznámým parametrem θ , můžeme spolehlivost vyjádřit pomocí distribuční funkce exponenciálního rozdělení vztahem $1 - F(t_0, \theta)$, který po dosazení příslušné distribuční funkce přejde na tvar $\exp(-t_0 / \theta)$. Jinak řečeno, je třeba odhadnout na základě uvedeného náhodného výběru parametrickou funkci $\tau(\theta) = \exp(-t_0 / \theta)$.

Víme, že postačující statistika je $T^*(\mathbf{X}) = \sum_{i=1}^n X_i$. Tato statistika má rozdělení typu gamma, je tedy úplná. Protože parametrická funkce $\exp(-t_0 / \theta)$ je pravděpodobnost, že doba bezporuchové činnosti bude alespoň rovna t_0 , zvolíme za její nestranný odhad relativní četnost hodnot ve výběru větších nebo rovných t_0 , tj. statistiku $T(\mathbf{X}) = \sum_{i=1}^n Y_k / n$, kde $Y_k = 0$, když X_k je menší než t_0 a $Y_k = 1$, když X_k bude alespoň rovno t_0 . Nejlepší nestranný odhad vypočteme vztahem

$$\tilde{T}(t) = E[T(\mathbf{X}) / T^*(\mathbf{X}) = t] = P\left(X_1 \geq t_0 / \sum_{i=1}^n X_i = t\right)$$

Podmínčnou pravděpodobnost na pravé straně lze pomocí sdružené hustoty X_1 a $\sum_{k=2}^n X_k$ převést na tvar $\left(1 - \frac{t_0}{t}\right)^{n-1}$, takže nejlepší nestranný odhad spolehlivosti zařízení je

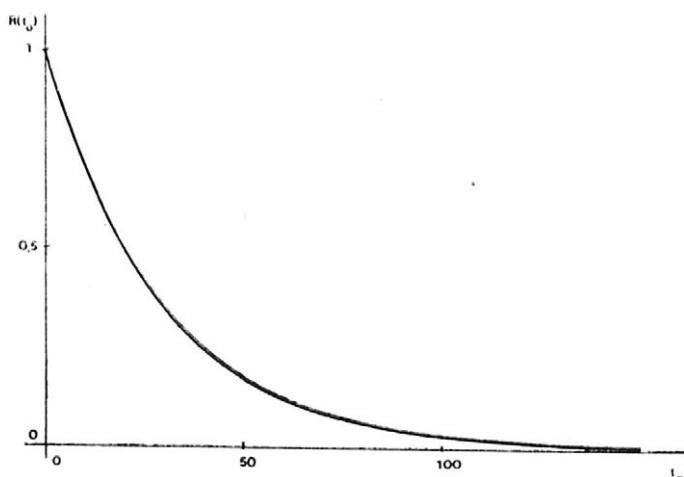
$$\tilde{T}[T^*(\mathbf{X})] = \left(1 - \frac{t_0}{\sum_{i=1}^n X_i}\right)^{n-1}$$

Protože součet hodnot ve výběru je 1715, je spolehlivost zařízení [označíme $R(t_0)$], tj. pravděpodobnost, že doba bezporuchové činnosti bude alespoň rovna t_0 , dána vztahem $R(t_0) = (1 - t_0/1715)^{59}$. Z tohoto výrazu můžeme pro různé hodnoty t_0 určit nejlepší nestranný odhad spolehlivosti zařízení (tab. II).

II. Závislost spolehlivosti na čase — $R = R(t_0)$

t_0	0	2	4	6	8	10	12	14	16
$R(t_0)$	1	0,933	0,871	0,813	0,759	0,708	0,661	0,617	0,575
t_0	18	20	24	28	32	36	40	45	
$R(t_0)$	0,537	0,501	0,453	0,379	0,329	0,286	0,248	0,208	
t_0	50	60	80	100	130				
$R(t_0)$	0,175	0,122	0,060	0,029	0,010				

Speciálně: spolehlivost, že zařízení bude pracovat bez poruchy alespoň po dobu $t_0 = 20$, je zhruba 0,5. Na základě tab. II můžeme graficky znázornit průběh spolehlivosti v závislosti na čase (obr. 1).



1. Graf závislosti spolehlivosti na čase — graf $R = R(t_0)$

Doba bezporuchové činnosti jednotlivých elementů (součástek) má pouze zřídka exponenciální rozdělení. Lze totiž ukázat, že pokud by tomu tak bylo, platilo by toto: jestliže v časovém okamžiku t se element ještě neporouchal, pak rozdělení jeho doby bezporuchové činnosti bude stejné, jako kdybychom v tomto okamžiku začali zkoumat nový element, tj. předchozí činnost elementu nijak neovlivňuje jeho další životnost. Tato skutečnost odporuje mnohým přirozeným představám, existují však elementy s podobnými vlastnostmi (např. elektrotechnické prvky). Situace je ale jiná u složitých systémů, skládajících se z velkého počtu elementů. Zde hraje exponenciální rozdělení základní roli. Za velmi obecných předpokladů je rozdělení doby mezi poruchami celé soustavy přibližně exponenciální. Co do četnosti je exponenciální rozdělení užíváno v teorii spolehlivosti nejčastěji.

Pokud bychom měli konkrétní na sobě nezávisle naměřené hodnoty doby bezporuchové činnosti určitého zemědělského zařízení nebo součástky a pokud bychom se testy shody přesvědčili, že doba bezporuchové činnosti má exponenciální rozdělení, je možné při odhadu spolehlivosti postupovat podle uvedeného schématu.

Uspořádejme experiment tak, že místo doby bezporuchové činnosti budeme sledovat počet poruch v určitém časovém intervalu $[t, t + t_0]$ délky t_0 . Pak při odhadu spolehlivosti můžeme postupovat dále popsaným způsobem.

Vzhledem k tomu, že spolehlivost chápeme jako pravděpodobnost, že doba bezporuchové činnosti je alespoň rovna t_0 , lze ji vyjádřit také takto. Jestliže $t = 0$, nebo v čase t začne zařízení pracovat po opravě, je spolehlivost vlastně pravděpodobnost, že počet poruch v časovém intervalu $[t, t + t_0]$ délky t_0 je roven nule [náhodné jevy „doba bezporuchové činnosti je alespoň rovna t_0 “ a „počet poruch v intervalu $[t, t + t_0]$ je roven nule“ jsou si rovny v tom smyslu, že buď oba nastanou, nebo nenastane ani jeden]. Přitom je třeba ještě před začátkem experimentu rozhodnout, pro jakou konkrétní hodnotu t_0 chceme zjistit adekvátní hodnotu spolehlivosti $R(t_0)$ (např. spolehlivost kombajnu po dobu žní). Kdybychom bez předchozí důkladné analýzy problému, řekněme, začali sledovat počet poruch v časovém intervalu délky $t_0 = 20$ a později zjistili, že by nás spíše než $R(20)$ zajímala spolehlivost pro $t_0 = 50$ [tj. $R(50)$], museli bychom provést nové měření. Pokud potřebujeme spolehlivost pro více hodnot $t_0^1, \dots, t_0^m$ (eventuálně závislost spolehlivosti na čase), musíme experiment přizpůsobit v tom smyslu, že zaznamenáváme počet poruch v intervalech $[t, t + t_0^1], \dots, [t, t + t_0^m]$, což za předpokladu $t_0^1 < \dots < t_0^m$ je totéž, jako když sledujeme počet poruch v navzájem disjunktních intervalech $[t, t + t_0^1], [t + t_0^1, t + t_0^2], \dots, [t + t_0^{m-1}, t + t_0^m]$.

Mějme nyní n různých zařízení stejného typu. U každého zařízení registrujeme počet poruch v časovém intervalu délky t_0 (nebo v několika disjunktních intervalech). Získáme tak n navzájem nezávislých hodnot $x_1, \dots, x_n$ počtu poruch v tomto intervalu, tj. náhodný výběr rozsahu n . Jelikož počet poruch v intervalu dané délky je na rozdíl od doby bezporuchové činnosti diskrétní (celočíslná) náhodná veličina, nebude k popisu rozdělení této náhodné veličiny vyhovovat dříve užívané exponenciální rozdělení, ani žádné jiné spojitě rozdělení — z diskrétních rozdělení se k tomuto účelu bude hodit především rozdělení Poissonovo. Testy shody se proto přesvědčíme, zda získaný náhodný výběr pochází z Poissonova rozdělení. Za předpokladu, že tomu tak je, má spolehlivost (tj. pravděpodobnost, že počet poruch v časovém intervalu délky t_0 je roven nule) tvar $\exp(-\lambda)$. Naším úkolem je tedy najít nejlepší nestranný odhad parametrické funkce $\tau(\lambda) = \exp(-\lambda)$.

Úplná postačující statistika, jak už jsme viděli, je $T^*(\mathbf{X}) = \sum_{i=1}^n X_i$. Podobně jako v předchozím případě zvolíme za nestranný odhad $\exp(-\lambda)$ relativní četnost hodnot ve výběru rovných nule, to znamená statistiku $T(\mathbf{X}) = \sum_{i=1}^n Z_k / n$, kde $Z_k = 1$, když $X_k = 0$ a $Z_k = 0$, když $X_k \geq 1$ pro $k = 1, \dots, n$ [neboť $\exp(-\lambda)$ je pravděpodobnost, že počet poruch v intervalu délky t_0 je 0]. Nestranný odhad, který bude pouze funkcí úplné postačující statistiky (tj. nejlepší nestranný odhad), obdržíme opět prostřednictvím funkce $\tilde{T}(t)$ proměnné t takto:

$$\tilde{T}(t) = E\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Z_i \mid \sum_{i=1}^n X_i = t\right) = E\left(Z_1 \mid \sum_{i=1}^n X_i = t\right) = P\left(X_1 = 0 \mid \sum_{i=1}^n X_i = t\right)$$

Poslední podmíněnou pravděpodobnost, vzhledem k nezávislosti náhodných veličin

X_1 a $\sum_{i=2}^n X_i$ a vzhledem k tomu, že mají Poissonovo rozdělení s parametry λ a $(n-1) \cdot \lambda$, lze zapsat ve tvaru

$$\frac{P(X_1 = 0) \cdot P\left(\sum_{i=2}^n X_i = t\right) \exp(-\lambda) \cdot \exp[-(n-1)\lambda] \cdot [(n-1)\lambda]^t / t!}{P\left(\sum_{i=2}^n X_i = t\right) \exp(-n\lambda) \cdot (n\lambda)^t / t!} =$$

Po úpravě máme $\tilde{T}(t) = (1 - 1/n)^t$, takže nejlepší nestranný odhad spolehlivosti zařízení je

$$R(t_0) = \tilde{T}[T^*(\mathbf{X})] = \left(1 - \frac{1}{n}\right)^{\sum_{i=1}^n X_i}$$

Naměříme-li nezávisle na sobě n hodnot $x_1, \dots, x_n$ počtu poruch určitého zařízení během předem zvolené doby t_0 a sečtením těchto hodnot nalezneme celkový počet registrovaných poruch (celé číslo), odhadneme spolehlivost v průběhu této doby velmi jednoduše tak, že výraz $(1 - 1/n)$ umocníme na celkový počet poruch. Tímto způsobem je tedy možné, za předpokladu, že počet poruch v časovém intervalu délky t_0 má Poissonovo rozdělení s parametrem λ , rovněž odhadnout pravděpodobnost, že doba bezporuchové činnosti bude alespoň rovna t_0 (spolehlivost).

ZÁVĚR

V první části článku jsme se seznámili s obecnými zásadami konstrukce nejlepších nestranných odhadů a s velmi důležitým pojmem postačující statistiky, ze které při hledání nestranného odhadu s nejmenším rozptylem musíme vždy vycházet. Závěry z tohoto oddílu je možné použít k řešení celé řady problémů, speciálně jsme je aplikovali při odhadu spolehlivosti zemědělských strojů a zařízení. Vyčerpávajícím způsobem jsme vyřešili otázku odhadu spolehlivosti v případě, že doba bezporuchové činnosti je náhodná veličina, která má nejběžnější rozdělení teorie spolehlivosti — rozdělení exponenciální. Tato metoda je ilustrována na konkrétním náhodném výběru získaném simulací exponenciálního rozdělení. V závěrečné části jsme ukázali, jak by bylo možné postupovat při odhadu spolehlivosti v případě, že doba bezporuchové činnosti nemá exponenciální rozdělení, nýbrž některé ze složitějších rozdělení jako např. Weibullovo, logaritmicko-normální, useknuté normální, gamma apod. Vycházeli jsme přitom z počtu poruch zařízení v časovém intervalu dané délky a z předpokladu, že tato diskrétní náhodná veličina má Poissonovo rozdělení.

Literatura

- BARLOW, R. E. — PROSCHAN, F.: Mathematical Theory of Reliability. Londýn. Ruský překlad: Matematičeskaja teorija naděžnosti. Moskva 1969.
KENDALL, M. G. — STUART, A.: The Advanced Theory of Statistics, 2. díl. Londýn 1961.
MACHEK, J.: Teorie odhadu. Skripta MFF KU, Praha 1966.
WAERDEN, B. L. van der: Mathematische statistik. Berlín 1957. Ruský překlad: Matematičeskaja statistika. Moskva. 1960.

Došlo dne 7. 4. 1976

КЛУФА Й. (Сельскохозяйственный институт, Прага, Чехословакия). Балловая оценка и ее применение в сельскохозяйственной практике. *Zem. technika* 22 (8) : 477-485, 1976.

В статье рассматриваются общие методы построения наилучших несмещенных оценок, т. е. несмещенных оценок с минимальной дисперсией. Статья знакомит с важным понятием достаточной статистики, из которой надо исходить при решении данного задания. Во второй части полученные результаты применяются к конкретной задаче по оценке надежности сельскохозяйственных машин и оборудования. Задача решена в исчерпывающем порядке в том случае, когда время безотказной работы является случайной величиной с экспоненциальным распределением. В противоположном случае надежность определяется посредством числа отказов во временном интервале данной протяженности (при условии, что эта дискретная случайная величина обладает распределением по Пуассону).

методы построения наилучших несмещенных оценок; надежность сельскохозяйственных машин; безотказная работа

KLÚFA J. (University of Agriculture, Praha, Czechoslovakia). *Point Estimator and its Application in Agricultural Practice*. *Zem. technika* 22 (8) : 477-485, 1976.

The paper deals with the general methods of the construction of the best unbiased estimators, i. e. unbiased estimators with a minimum dispersion. There is information on the very important notion of sufficient statistics which must be always used as a starting point in solving the task. In the other part, the conclusions are applied to an actual problem of estimating the reliability of farm machines and equipments. The problem is exhaustively solved in case that the time of fail-safe operation is a random variable with an exponential distribution. If this is not the case, reliability is estimated through the number of failures in the time interval of a given length (on the assumption that this discrete random variable has the Poisson's distribution).

methods of the construction of the best unbiased estimators; reliability of farm machines; fail-safe operation

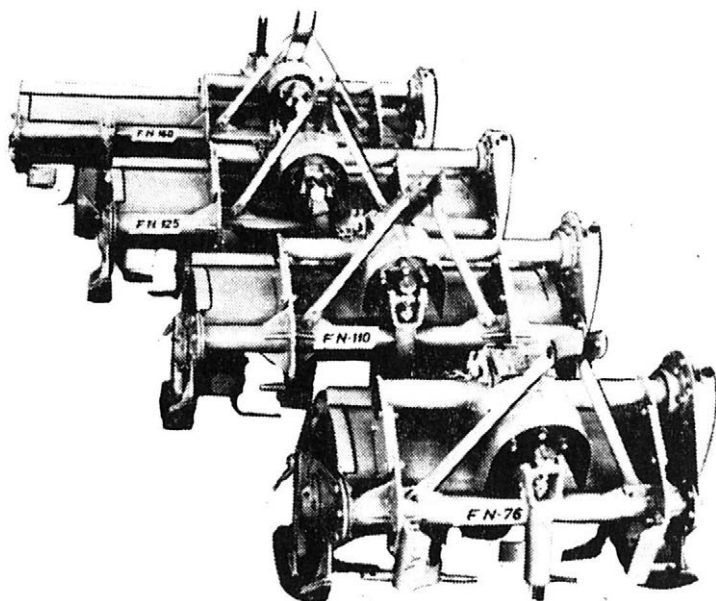
KLÚFA J. (Hochschule für Landwirtschaft, Praha, Tschechoslowakei). *Punkteschätzung und deren Applikation in der landwirtschaftlichen Praxis*. *Zem. technika* 22 (8) : 477-485, 1976.

Der Artikel befaßt sich mit den allgemeinen Methoden der Konstruktion der besten erwartungstreuen Schätzungen, d. h. der erwartungstreuen Schätzungen mit minimaler Streuung. Wir machen uns bekannt mit einem sehr wichtigen Begriff der Statistik, von der wir bei der Lösung der gegebenen Aufgabe ausgehen müssen. Im zweiten Teil der Arbeit werden die erlangten Schlußfolgerungen auf die konkrete Aufgabe der Schätzung der Verlässlichkeit landwirtschaftlicher Maschinen und Einrichtungen appliziert. Die Aufgabe ist restlos in dem Fall gelöst, wenn die Zeit der störungslosen Tätigkeit eine zufällige Größe mit Exponentialverteilung ist. Anderenfalls wird die Verlässlichkeit mittels der im Zeitintervall der gegebenen Länge auftretenden Anzahl von Störungen geschätzt (unter der Voraussetzung, daß diese diskrete zufällige Größe die Poisson'sche Verteilung aufweist).

Methoden der Konstruktion der besten erwartungstreuen Schätzungen; Verlässlichkeit landwirtschaftlicher Maschinen; störungslose Tätigkeit

Adresa autora:

RNDr. Jindřich Klůfa, Vysoká škola zemědělská, 160 21 Praha 6 - Suchbátar



ROTAČNÍ FRÉZY "BOLGAR"

Unifikovaná řada fréz umožňuje zcela rovnoměrné a plastické obdělávání půdy na vinicích a v ovocných sadech, ničí plevel a dá se připojit na všechny druhy traktorů.

Šířka záběru — od 0,76 do 2,00 m

Hloubka záběru — 0,22 m

Agromachinaimpex



Vývozce: GTP Agromachinaimpex, Bulharsko, Sofia, Aksakovova 5,
telefon: 88 53 25, dálnopis 022 563

PODROBNĚJŠÍ INFORMACE Vám poskytne Bulharské obchodní zastupitelství na adrese
PRAHA I, KRAKOVSKÁ 6, ČSSR

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA V ZAHRANIČÍ

SEPARACE ŽIVIN ZE ZELENE PÍCE LISOVÁNÍM

V dnešní době se často mluví o světovém nedostatku potravin. Nejtěživější součástí tohoto stavu je nedostatek bílkovin. Podle Altschula (1967) měl být roční světový deficit bílkovin na počátku sedmdesátých let zhruba 10 miliónů tun. Přitom bílkoviny tvoří základní, ničím nenahraditelnou součást naší stravy. Osm z celého počtu dvaceti aminokyselin, z nichž jsou bílkoviny vybudovány a které tělo neustále potřebuje na obnovu jednotlivých tkání, nemůže být v našem těle syntetizováno. Je proto možné říci, že otázka získávání bílkovin je jedním z nejdůležitějších problémů, před kterým stojí lidstvo. Je známé, že ani naše republika není soběstačná ve výrobě bílkovin a řadu bílkovinných složek krmiv, jako je obilí, kukuřice, rybí moučky a podobně, dováží ze zahraničí. Lze tedy říci, že bílkovinný problém je i naší československou záležitostí. Proto také Směrnice pro hospodářský a sociální rozvoj ČSSR v letech 1976 až 1980 ukládají řešit tuto problematiku.

I. Možné zdroje bílkovin podle Skrommela (1975)

Potravina	Obsah bílkovin %	Výnos z 1 ha	Zisk bílkovin kg ha ⁻¹
Vejce	12,8		
Čerstvé mléko	3,6		230
Hovězí maso	18,0	486 kg	89
Pšenice	13,0		393
Pšeničná mouka	8,6	4,13 m ³	
Rýže	7,5	4,5 m ³	252
Sója	38,0	2,7 m ³	785
Sójová mouka	35,0		785
Kukuřice na siláž			1340
Kukuřice na zrna	9,5	13,5 m ³	886
Vojtěška	21,0	13 tun	1234
Štáva z vojtěšky	35,0		

Analýzujeme-li možnost získání bílkovin z jednotlivých potravin (tab. I), je na první pohled patrné, že největšími producenty bílkovin jsou rostliny; sója jako zrnina, a zejména píce kukuřice a vojtěška. Produkce bílkovin v živočišné výrobě je málo účinná. Podle čísel, která udává Hanczakowski (1970), se při výrobě mléka získá takové množství bílkovin, které se rovná 18 % bílkovin zkrmených. Americké údaje jsou však ještě nižší. Tímto způsobem definovaná účinnost

produkce bílkovin je odhadována pro výrobu vepřového masa na 15 %, pro výrobu drůbežího masa na 21–26 % a pro výrobu vajec na 24 %.

U zelených rostlin, vytvářejících tzv. objemovou píci, je hlavním problémem uchování a využití bílkovin v píci obsažených. Po začátku sklizně, ať se sklízí jakýmkoliv způsobem, dochází rychle k úbytku všech živin obsažených v píci, včetně bílkovin a vitamínů. Uvedme jako příklad klasický způsob využití pícnin v zemědělství. Píce se sklízí zelená a zkrmuje přímo hovězím dobytkem, nebo je z ní usušeno seno zkrmované v období vegetačního klidu. Při zkrmování čerstvé zelené píce dochází u dobytka vzhledem k vysoké koncentraci šťáv k častým dietetickým potížím doprovázeným průjmami a živiny obsažené v píci jsou dobyt看em málo využity. Zubrilin (1953) uvádí, že 80 % karotenu odchází vyměšovacími ústrojími z těla dojnic. Při klasickém způsobu sušení dochází k vysokým ztrátám živin již v průběhu sušení. Citujme opět Zubrilina (1953): Za pěkného počasí činí ztráty živin kolem 2/5 škrobové hodnoty včetně 1/3 stravitelných bílkovin. Za nepříznivého počasí dosahují však ztráty bílkovin až 60 %. Navíc se v píci v průběhu sušení zvyšuje podíl nestravitelných látek vzhledem k látkám stravitelným. Nestravitelné látky pak zbytečně zatěžují zažívací trakt krmených zvířat. Uvedená čísla ukazují nedostatky klasické technologie zpracování pícnin.

Z hlediska uchování živin v objemové píci je jistě vhodnější použít jiné technologie zpracování, zejména horkovzdušného sušení nebo senážování. Můžeme se o tom přesvědčit z mnoha údajů uvedených třeba ve vynikající monografii Zubrilinově (1953) nebo v novější monografii Bilowickiho (1974).



B - bílkoviny
S - sušina

1. Schéma procesu lisování (Kohler aj., 1975)

V tomto referátu budeme čtenáře informovat o výhodnějším, i když zdaleka ne novém postupu při zpracování zelené píce. Jde o separaci šťáv ze zelené píce lisováním. Princip této metody je schematicky naznačen v obr. 1 (Kohler aj., 1975). V následujících kapitolách tuto technologii podrobněji popíšeme. Nyní se zaměříme na některé specifické rysy této technologie, v nichž spočívají její přednosti:

1. nízká spotřeba energie,
2. efektivní uchování živin,
3. velké množství možností využití jednotlivých složek pro separaci.

Množství energie spotřebované při lisování závisí do značné míry na technologickém vybavení, na druhu plodiny, na intenzitě lisování apod. Zásadně lze říci, že spotřeba energie na vymačkání šťávy z 1 tuny surové hmoty může být v optimálním případě snížena až na hodnotu kolem 15 · 10⁶ J (tj. asi 4 kWh). Tato hodnota je asi 200krát menší než energie potřebná k usušení tohoto materiálu. Vylisovaný materiál je možné s výhodou přímo krmit, protože obsahuje ještě dosti živin a může na hovězí dobytek působit dieteticky lépe než čerstvá píce. Tento materiál může být také usušen na poměrně dobré seno. Sušení výlisků je energeticky výhodné, neboť obsahují podstatně méně vody než původní píce a odpařování z rozdrčeného materiálu probíhá podstatně rychleji. Úspora paliva dosahuje podle druhu technologie až 40 % a výkonnost sušičky se zvýší zhruba o 30 %. Vylisovanou šťávu je možné v nejjednodušším případě po pasterizaci nebo aplikaci konzervačních prostředků použít přímo jako krmiva pro prasata. Lze ji však také více způsoby dále

zpracovat a rozdělit ji na různé frakce. Získané složky se mohou uchovávat zvlášť. Přitom je možné volit speciální metody konzervace, pro každou složku zvlášť, s cílem snížit na minimum ztráty v průběhu skladování. Vzhledem k tomu, že výsledkem procesu je řada finálních výrobků, je možné jich pružně a v optimálním poměru využívat jak ke krmným účelům, tak také přímo jako potraviny.

VÝVOJ TECHNOLOGIE A JEJÍ DNEŠNÍ STAV VE SVĚTOVÉM MĚŘÍTKU

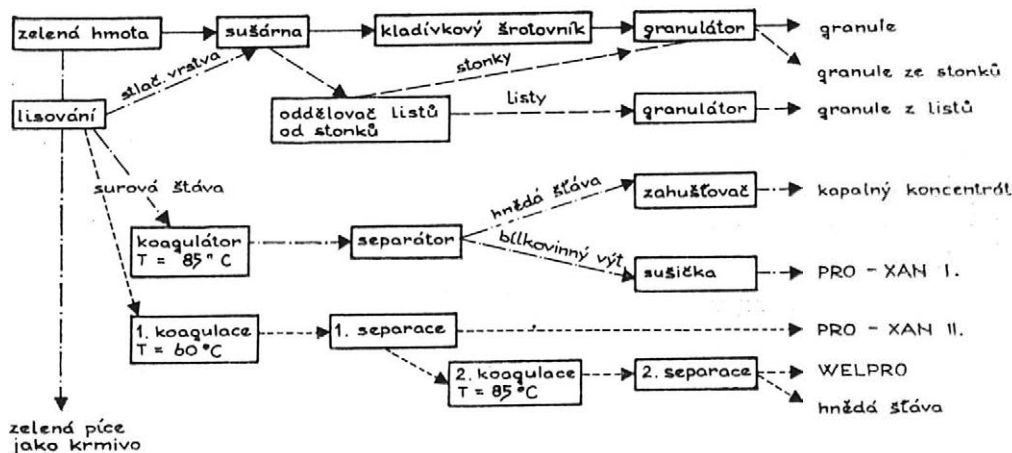
Myšlenky o separaci živin ze zelených rostlin mají velmi staré kořeny. Pirie (1975) uvádí, že Ronelle se zabýval tímto problémem již v roce 1773. Rozsáhlejší pokusy se získáváním šťáv z listů a trav se však začaly dělat ve Velké Británii a v Sovětském svazu až před druhou světovou válkou. Zajímavé podrobnosti o prvních pokusech tohoto druhu lze najít v Zubrilinově monografii (1953). Po skončení druhé světové války byly konány pokusy s lisováním šťáv ze zelených rostlin ve větším měřítku zejména v Rothamsted Experimental Station, Harpenden ve Velké Británii (Morrison a Pirie, 1961; Davys a Pirie, 1965).

V šedesátých letech došlo na mnoha místech světa k výraznému rozšíření technologie získávání šťáv ze zelených rostlin. Velkých úspěchů bylo dosaženo v tomto směru zejména v Maďarsku, Velké Británii a také v USA, Francii, SSSR a v dalších zemích. Výzkumné úsilí bylo vedeno mnoha směry. Proto vyvinuté a použité technologie budeme klasifikovat podle finálních výrobků na technologie neúplné, u nichž vyprodukovaná šťáva je pouze minimálním způsobem zpracována a zakonzervována a je určena ke zkrmení, a technologie úplné, u nichž vyprodukovaná šťáva je dále zpracována a čišťena tak, aby některé vzniklé složky mohly být přímo použity v potravinářském průmyslu. Podle výkonnosti budeme dělit použité technologie a zařízení takto:

1. zkoušky na laboratorních přístrojích;
2. zařízení s kapacitou menší než 1 tuna zelené píce za hodinu
 - a) laboratorní provoz,
 - b) výrobní provoz;
3. zařízení s kapacitou zpracované zelené píce za hodinu v rozmezí od 1 do 10 tun. Jde o zařízení vhodné pro provoz v zemědělských závodech;
4. zařízení s kapacitou zpracované zelené píce větší než 10 t ha⁻¹. Jde o zařízení vhodné k průmyslovým účelům.

Přehled významnějších a dostupných technologií je sestaven v tab. II. Podrobněji si popíšeme tři vybrané technologie.

Jako první příklad uvádíme technologii vyvinutou ve WRRRL ARS USDA (Western Regional Research Laboratory, Agricultural Research Service, U. S. Department



2. Systém zpracování objemové píce (Spencer aj., 1970; Kohler aj., 1975)

II. Přehled nejvýznamnějších ve světě se vyskytujících technologií

Země	Instituce	Místo	Velikost	Úplnost	Poznámky
Francie (*)	France Luzerne	Mairy-sur-Marne	4	neúplné 1976 úplné	spolupráce s USDA 1975 produkce 500 tun bílkovinného koncentrátu z cca 50 000 tun zelené hmoty
Maďarsko (*) (**)	Vepex	Budapest provoz v Tomasi	4	neúplné	materská firma pro licenční podniky v Ra- kousku, Švédsku, Dánsku, Kanadě a Japonsku produkce 2500 tun bílko- vinového koncentrátu z cca 26 000 tun zelené hmoty
Polsko (***)	Institut zootechniky	Krakow	2a	neúplné	
SSSR ⁺)	UNIIMESCH v sovchoze XXII. sjezdu KSSS	Snigerevskij rajon Nikolajev- ská oblast	3	neúplné	
USA ⁺⁺)	Department of Agric. Engineering University of Wisconsin	Madison	1, 2, 3	neúplné	zkoušky se zařízením o kapacitě zelené píce 5 t h ⁻¹
⁺⁺⁺)	WRRL, ARS, USDA	Berkeley	2a, 3, 4	úplné	zaměřeno na výzkum optimálního strojového vybavení a na zpracování bílkovinných koncentrátů
Velká Británie (*)	Rowett Research Institute	Aberdeen	3	neúplné	
	Dengie Crop Driers Ltd	u Severního moře mezi řekami Crouch a Blackwater	3—4	neúplné	ročně zpracováno 9000 tun materiálu, krmné pokusy s prasaty se dělají ve stanicích National Institute for Research in Dairying

(*) Neal (1975)

(**) Paszkovski (1972), Hollo (1969), Hollo a Koch (1970)

(***) Hanczakowski (1970)

⁺) Jacko aj. (1974)

⁺⁺) Koegel a Bruhn (1972), Koegel aj. (1973), Pratt (1974)

⁺⁺⁺) Spencer aj. (1970), Kohler aj. (1975)

of Agriculture) v Kalifornii. V této organizaci federálního ministerstva zemědělství USA se začali zabývat lisováním šťáv ze zelené píce v roce 1967, v minulosti se snahou snížit náklady na sušení zelené píce v sušárnách. V průběhu necelých deseti let výzkumné činnosti bylo v této organizaci dosaženo významného pokroku. Na obr. 2 je schematicky zachycen celý systém zpracování objemové píce, navržený touto organizací. Probereme si jej nyní podrobněji.

Podle obr. 2 je možné efektivně zpracovávat zelenou píci těmito způsoby:

1. Klasické horkovzdušné sušení na sennou moučku (granule) — (na obr. 2 je tento postup naznačen plnou čarou).

2. Horkovzdušné sušení píce rozdělené na stonky a listy (Spencer aj., 1970). Vyrábějí se produkty různé kvality — z listů mají vyšší obsah bílkovin a vitamínů než ze stonků. Tento proces je na obr. 2 naznačen čárkovaně.

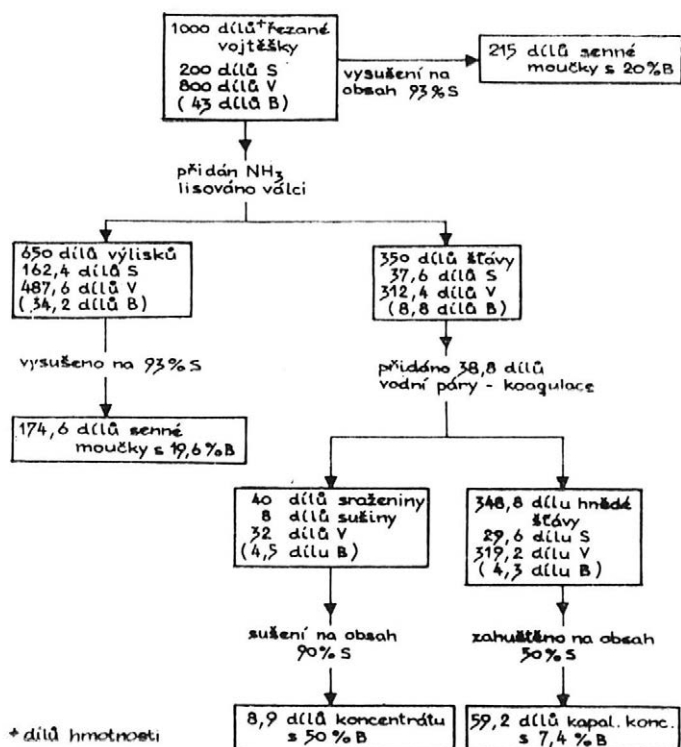
3. Vylisování šťávy ze zelené píce. Zbytky po lisování slouží buď jako zelené krmivo, nebo jsou dále zpracovány sušením (seno, granule, brikety apod.). Vylisovaná šťáva může být zpracována dvěma způsoby:

a) podle vyznačení čerchovanou čarou v obr. 2 (Spencer aj., 1970) — výsledným produktem v tomto případě je kapalný koncentrát „hnědé šťávy“ a zelený bílkovinný koncentrát s vysokým obsahem karoténu a xantofilu, pro který se ve světové literatuře užívá označení PRO-XAN I (protein — xantofil);

b) podle vyznačení tečkovanou čarou v obr. 2 (Köhler aj., 1975) — v tomto případě je produktem kapalný koncentrát „hnědé šťávy“, zelený bílkovinný-xantofilový výtažek PRO-XAN II a bílý bílkovinný výtažek označený termínem WELPRO (White Extract Leaf Protein).

3. Lisování šťáv z vojtěšky — bilance celého procesu (Spencer aj., 1970)

S — sušina, V — voda,
B — bílkoviny



Omezíme se pouze na proces zpracování zelené píce lisováním. Na obr. 3 je vynesena bilance procesu 3a z obr. 2. Číslo v tomto obrázku a všechna další čísla udávaná pro popisovanou technologii byla získána při lisování vojtěšky. Před lisováním byl k vojtěšce přidán čpavek nebo čpavková voda v množství 1—1,5 kg na tunu píce tak, aby se hodnota pH zvýšila z ≈ 5,6 na 8,0 až 8,5. Autoři uvádějí, že přidáním čpavku k vojtěšce se:

- sníží enzymatické ztráty v průběhu lisování,
- změni konzistence bílkovin, což se projeví snadnějším lisováním,
- uchová přirozená zelená barva.

III. Složení jednotlivých frakcí v procentech podle Spencera aj. (1970)

Složka	Vlhkost	Bílkoviny ⁺	Tuk ⁺	Vlákniny ⁺	Popel ⁺
Čerstvá vojtěška	79	23,4	4,0	22,6	10,5
Výlisky před sušením	73	21,9	3,6	25,0	9,3
Štáva po lisování	91	36,3	1,0	0,7	17,1
Bílkovinový-xantofilový -karoténový koncentrát	80	55,7	6,7	1,6	10,2
Hnědá štáva před zahuštěním	94	28,9	0,5	0,6	19,7

⁺ vztahuje se k sušině

IV. Obsah zákl. látek v úsuších vojtěšky (A) a úsuších výlisků (B) podle Spencera aj. (1970)

Vzorek	Bílkoviny (%)	Karotén (mg kg ⁻¹)	Xantofil (mg kg ⁻¹)
A — průměr	22,8	298	440
— stonky	17,3	210	340
— listy	25,1	320	470
B — průměr	21,3	280	400
— stonky	20,5	202	310
— listy	24,5	320	450

Produktem procesu je kromě objemového krmiva ve formě výlisků zejména PRO-XAN a tzv. „hnědá štáva“. Obsah základních živin v jednotlivých frakcích před finálním zpracováním (sušením) je uveden v tab. III. Z této tabulky je patrné, že i ve výliscích se uchovává poměrně vysoký obsah živin včetně bílkovin. Potvrzuje to také srovnání obsahu bílkovin, karotenu a xantofilu v úsuších vojtěšky a v úsuších výlisků vojtěšky (tab. IV). Výlisky vojtěšky v případě použitého stupně separace (Spencer aj., 1970 — tab. III) jsou plnohodnotným krmivem pro přežvýkavce. PRO-XAN je vynikající bílkovinnou složkou do krmiv pro drůbež a prasata a omezeně se může použít i jako potravina (Clifford aj., 1975). „Hnědá štáva“ je vedlejší produkt obsahující ještě značné množství různých živin a vitamínů, ale také řadu látek škodlivých: fenolů, purinů, saponinů apod. „Hnědou štávu“ lze zkrmovat v menším množství s jinými krmivy, nebo ji před zkrmením dále zpracovat (např. droždováním). Podle nejnovějších verzí popisované technologie (1974) je „hnědá štáva“ usušena a přidána k sušeným výliskům (Köhler aj., 1975).

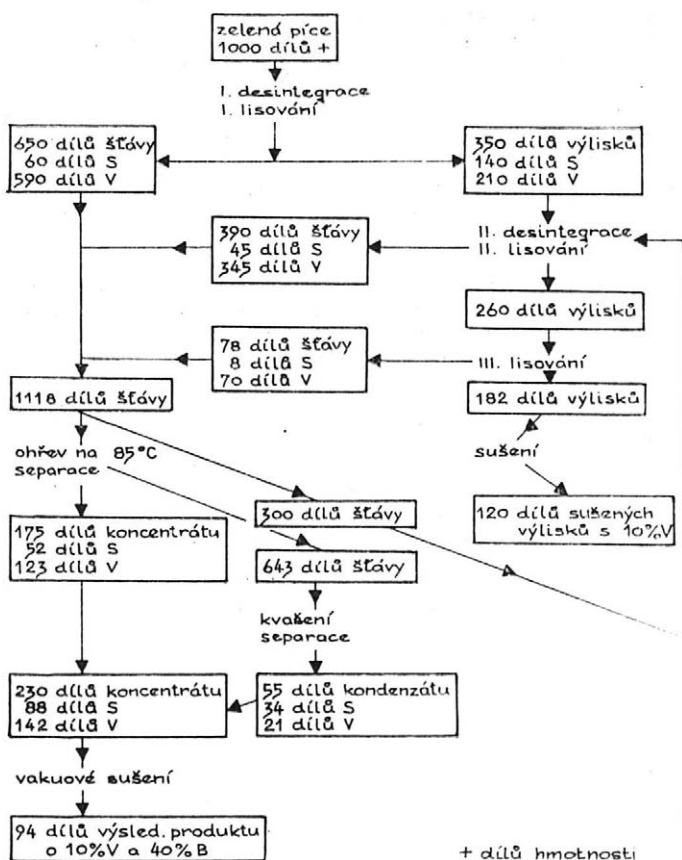
Technologický proces 3b z obr. 2 se liší od procesu 3a zejména dalším rozdělením PRO-XANU I na dvě složky — PRO-XAN II a WELPRO. Usušený produkt WELPRO obsahuje 89 % bílkovin — tyto bílkoviny reprezentují čtvrtinu všech bílkovin obsažených v zelené hmotě. Vzhledem k příznivé bílé barvě, vysoké koncentraci bílkovin a minimálnímu obsahu nepříznivých látek lze WELPRO použít přímo jako potravinu (Clifford aj., 1975). Clifford aj. také zjistili, že surové WELPRO je jako zdroj bílkovin kvalitnější než kasein a jeho kvalita ještě významně

stoupne po doplnění lyzímem a metioninem. PRO-XAN II může sloužit podobně jako PRO-XAN I jako složka do krmných směsí.

Z toho, co bylo řečeno, plyne, že technologie produkující WELPRO může být charakterizována jako úplná. Je to jediná dnes používaná technologie tohoto druhu. Ve WRRL, ARS, USDA vyvinuli tuto technologii na počátku sedmdesátých let. V období let 1970—1975 v této organizaci vyzkoušeli řadu strojů na drcení píce a lisování šťávy z ní a značně zdokonalili další zpracování šťávy. Disponovala-li tato instituce v roce 1969 neúplnou technologií velikosti 2a, má dnes celé spektrum úplných technologií velikostí 2, 3, 4. Další informace o dnešním stavu vyvíjených technologií v této organizaci lze nalézt v publikaci Kohlera aj. (1975).

Jako další příklad popíšeme původní maďarskou technologii VEPEX. VEPEX je zkratka z anglického termínu Vegetable Protein Extract = česky bílkovinné výtažky z rostlin. Byla vyvinuta v šedesátých letech na základě zkušeností z Velké Británie zásluhou profesorů Hollo a Kocha. Je to technologie neúplná, zaměřená na produkci bílkovinných složek do krmiv. Již koncem šedesátých let byla v Maďarsku použita ve velkých rozměrech (Hollo, 1969; Hollo a Koch, 1970). V sedmdesátých letech byla využita v průmyslových rozměrech v městě Tomasi a zároveň se licenčně šíří do Rakouska, Japonska a dalších zemí (tab. II). Podrobněji nyní popíšeme maďarské záměry při stavbě podniku v Tomasi, jak o nich referuje Paszkowski (1972). Schéma navržené technologie je patrné z obr. 4; charakteristickými prvky této technologie jsou zejména:

- několikastupňová desintegrace a lisování zelené hmoty,
- několikanásobné využití vylisované šťávy po separaci bílkovin k oddělení dalších bílkovin od vlákniny difúzí,
- droždování „hnědé šťávy“ s cílem zvýšit podíl získaných bílkovin na úkor glycidů.



Produktem procesu je zejména bílkovinný koncentrát o obsahu 40 % bílkovin. Ten obsahuje kromě jiných živin asi 80 % bílkovin ze zelené píce. Vedlejší produkt tvoří sušené výlisky, které mají krmnou hodnotu druhořadého sena.

Plánované náklady na výstavbu továrny v Tomasi činily 25 miliónů forintů včetně 1 miliónu dolarů na dovoz strojů ze zahraničí, zejména od firmy Alfa Laval. Plánovaný devizový přínos 420 000 dolarů ročně spočíval především v úsporách deviz určených k nákupu bílkovinných krmiv na zahraničních trzích. Průmyslový komplex je spojen s farmou disponující 1200 ha půdy s maximální vzdáleností 15 km od objektu závodu. Na této půdě jsou intenzivně pěstovány a sklizeny zelené plodiny jako luskobílné směsky, hořčice, vojtěška, kukuřice, slunečnice, proso, kapusta, lupina a další. Vhodná kombinace plodin umožňuje získat 1,25 t koncentrovaných bílkovin z ha ročně. Je to velmi vysoká hodnota, srovnáme-li je s údaji v tab. I. Celková produkce komplexu má být kolem 2,5 tis. tun bílkovinného koncentrátu za rok.

Uvedený příklad závodu firmy VEPEX je příkladem komerčního průmyslového získávání bílkovin ze zelených rostlin. Zdá se, že vývoj této technologie je ukončen, hledají se pouze cesty jejího efektivního využití na dalších místech a v dalších zemích na bázi licencí. Při projektování dalších závodů se volí optimální parametry technologie s využitím výpočetní techniky (Neal, 1975).

Dalším příkladem technologie je linka navržená Ukrajinským vědecko-výzkumným ústavem mechanizace i elektrifikace zemědělství (UNIIMESCH) v sovětské XXII. sjezdu KSSS v Snigirevském okrese (Nikolajevská oblast) v SSSR (Jacko aj., 1974). Jde o linku umístěnou přímo v zemědělském závodě s cílem snížit spotřebu paliva při sušení pícnin a zvýšit výkonnost sušárny. Technologie je přirozeně neúplná, velikosti 3.

Na této lince je zpracovávána zejména vojtěška. Pokosená píce je dopravována krmnými vozy KTU-10K z pole k drtiči Volgar 5, kde je desintegrována. Desintegrovaná píce je lisována ve šnekovém lisu VPND-10. V průběhu lisování se oddělí výlisky od šťávy, která tvoří 45–55 % původní hmotnosti píce. Výlisky jsou transportovány do senážních jam, k sušičce AVM-0,4, nebo přímo ke zkrmení. Výlisky mají obsah vody 50–60 % a 75 % poškozených buněk. Při jejich sušení podle Jacko aj. (1974) je možné zvýšit výkonnost sušárny o 80–120 % a snížit spotřebu paliva na 1 tunu senné moučky o 40–60 %. Vylisovaná šťáva se používá buď přímo ke krmným účelům, nebo je dále zpracovávána. V tomto případě jsou bílkoviny koagulovány buď tepelně (ohřevem na 65 °C) či přidáním kyseliny (pH = 3,8–4,2) a odděleny buď filtrací nebo odstředěním. Získaný bílkovino-vitaminový koncentrát (označovaný RBVK) typu PRO-XAN s 45–50 % bílkovin a koncentrací karotenu kolem 500 mg kg⁻¹ je chemicky konzervován a může být skladován 10 měsíců při teplotě 8–10 °C bez ztráty živin. Slouží jako přísada do krmiv v zimním období. „Hnědá šťáva“, v tomto případě poněkud bohatší na živiny (obsah sušiny 7 %, bílkovin v sušině 23–25 %), je pravděpodobně zkrmována.

Poslední příklad jsme uvedli zejména proto, abychom ukázali možnosti použití technologie lisování šťáv ze zelených rostlin přímo v zemědělském provozu. V těchto rozměrech a v těchto podmínkách pracují obdobné technologie zejména ve Velké Británii (Howe, 1974, Murrell, 1975).

PODMÍNKY VYUŽITÍ LISOVÁNÍ ŠTÁV Z OBJEMOVÉ PÍCE

Při navrhování jednotlivých technologií vylučování šťávy ze zelené píce a jejího dalšího zpracování je potřeba respektovat některé základní ekonomicko-ekologické požadavky. Zejména je potřeba vycházet:

- ze spotřeby energie na zpracování zelené píce a produktů z ní získaných,
- z nákladů na stroje a jejich údržbu vzhledem k jejich použití,
- z organizace pěstování pícnin jako suroviny,
- z organizace spotřeby vyrobených produktů.

Spotřeba energie při získávání šťávy ze zelené píce

Důležitou otázkou při návrhu technologie lisování šťáv ze zelené píce je spotřeba energie na uvolnění a vymačkání šťávy z rostlin. Zelené rostliny, zejména stonky, obsahují velké množství buněk se silnými stěnami. Má-li být kapalný obsah těchto buněk získán ve formě šťávy, musí být stěny buněk mechanicky poškozeny.

K dnešnímu dni ještě poměrně velmi málo známe o mechanismu poškozování stěn buněk působením vnějších sil. Je však zřejmé, že mnoho záleží na konkrétním mechanismu drcení. V případě nevhodného mechanismu se dodávaná energie může uvolnit ve formě tepla, způsobí neefektivní ohřátí zelené píce, které se neprojeví poškozením stěn buněk. Naopak ohřátí zelené píce může urychlit koagulaci bílkovin přímo v buňkách, což má za následek snížené množství vylisované šťávy (F o m i n, C h a n c e l l o r, 1973).

V. Spotřeba energie při drcení zelené píce

Způsob zpracování	E	Literatura
	kJ kg^{-1}	
Drcení kladivkem laborat. zkouška rychlost kladívka $v = 1,5 \text{ m}$	6,3	Addy aj. (1975)
Protlačování otvorem $\varnothing 12,8 \text{ mm}$ laboratorní zkouška	9	Koegel aj. (1973)
Rozdrcení v kladivkovém šrotovníku	126	Addy aj. (1975)

Pro ilustraci jsou uvedeny v tab. V některé konkrétní hodnoty. K rozdrcení 1 kg zelené píce ve šrotovníku je potřeba energie přibližně 20krát větší, než je energie potřebná k poškození stěn buněk v laboratorních zařízeních. Rozdíl mezi laboratorními zařízeními a praktickými hodnotami tvoří energie přeměněná v teplo. K o e g e l aj. (1973) získal své údaje uvedené v tab. V při protlačování zelené píce otvorem. Při tomto způsobu zatěžování vzniká na hranách otvoru velký gradient tlaku, který je podle těchto autorů rozhodující příčinou popraskání stěn buněk. Velký gradient tlaku lze dosáhnout také při průchodu materiálu mezi válci; v tomto případě je však jeho hodnota omezena pevností materiálu (K o e g e l aj., 1973). A d d y aj. (1975) poškozovali stěny buněk ve vzorku materiálu dopadem kladívka. Tito autoři zjistili, že při použití vyšších rychlostí pádu kladívka dochází k menší spotřebě energie na poškození buněk. Vysvětlují to viskoelastickými vlastnostmi zeleného materiálu; v případě pomalé deformace se mnoho energie spotřebuje na deformace viskózního charakteru, které jsou nedestruktivní, zatímco v podmínkách vyšších rychlostí jsou viskózní složky deformace potlačeny. Navíc je zřejmé, že v podmínkách viskoelastického tělesa dojde při použití vyšších rychlostí deformací k vytvoření větších gradientů napětí (tlaků), tedy stavů vhodnějších pro porušení stěn buněk (K o e g e l aj., 1973). P i r i e (1975) tvrdí, že při vhodném způsobu drcení zelené píce se uplatňují procesy simulující vytírání šťávy z listu (tření zelené plochy o tvrdé části stroje).

Energie, která je potřebná k vylisování šťávy z rozdrcené zelené hmoty, je mnohem menší než energie potřebná k rozdrcení zelené píce. K o e g e l aj. (1973) udávají pro tuto energii hodnotu $0,65 \text{ kJ kg}^{-1}$. Při lisování šťávy z drtě zelené hmoty je výhodné použít jiný způsob stlačování než při drcení; D a v y s a P i r i e (1965) formulují požadavky na vhodný způsob lisování do dvou bodů:

1. materiál musí být lisován ve slabé vrstvě,
2. stlačení materiálu musí trvat dostatečně dlouho.

Tyto požadavky jsou přirozené vzhledem k mechanismu lisování šťáv; uvolnění šťávy se působením tlaku musí dostat z prostorů uvnitř vrstvy na její povrch. Dráha, kterou musí šťáva urazit, je úměrná tloušťce vrstvy. Ze srovnání vhodných způsobů zatěžování zelené píce při jejím drcení s požadavky na vhodné uspořádání při lisování je patrné, že obě tyto operace nelze dělat najednou při zachování optimálního průběhu obou procesů. Principiálně je vhodnější oddělit operaci drcení od lisování píce.

Velké množství energie je spotřebováno formou tepla potřebného na sušení vyrobených produktů. Spotřeba energie na usušení 1 tuny vojtěšky v klasické sušárně se pohybuje v rozmezí 3 až 5.10⁹ J. V případě, že se zelená píce lisuje, sníží se spotřeba energie na sušení a zkrátí doba procesu. Mechanickým zpracováním se naruší stěny buněk a vůbec veškerých pletiv a voda se může rychle vypařit bez potřeby difúze stěnami buněk a pletiv. Priepke a Bruhn (1970) udávají, že za čtyři hodiny sušení při běžných podmínkách, odpovídajících letnímu dni při sušení píce, se sníží vlhkost vojtěšky o 65 %, zatímco vlhkost válcované vojtěšky se sníží o 88 %.

VI. Spotřeba energie při drcení a lisování šťáv a píce

Způsob lisování	K* t h ⁻¹	E** kJ kg ⁻¹	P*** %	ZKS† %	UP††	Autor
VEPEX 2 × desintegrace 3 × lisování Maďarsko	—	160 – 200	80	—	—	Kocgel aj. (1973)
Protlačování 13m otvorem v desce USA	3 – 4	13	—	—	—	Pratt (1974)
Válcový lis na cukrovou třtinu USA	0,45	—	35	39	39	Spencer aj. (1970)
Šnekový lis VPND-10 SSSR	—	—	50	80 – 120	40 – 60	Jacko aj. (1974)
Šnekový lis Bentall Protessor GB	1,25	~18	~50	—	40	Murell (1975) Howe (1974)
Šnekový lis Stord-Bartz BS-41-M Norsko	12 – 14	—	—	—	40	Neal (1975)
Šnekový lis BAUER 585 USA	5	16,5	50	30 – 40	—	Kohler (1975)
Drtič (kladívkový) Pásový lis Vyvinuto Rothamsted Experiment. Station Harpenden GB	4,9	~18	50	30	40	Howe (1974)

* Kapacita linky (zelené píce)

** Měrná spotřeba energie vztažená k zelené píci

— Informace není k dispozici

† Zvýšení kapacity sušárny

*** Množství uvolněné šťávy vztažené k zelené píci

† Úspora paliv

Podívejme se nyní na spotřebu energie při lisování z praktického hlediska. Tab. VI obsahuje souhrn dostupných údajů o spotřebě energie při získávání šťávy ze zelené píce a o úsporách při sušení výlisků u různých výrobních linek. Tabulka ukazuje, že drcení zelené hmoty a lisování šťávy z ní není obvykle oddělené a děje se šnekovým lisem. Měrná spotřeba energie se v tomto případě pohybuje kolem 20 kJ kg⁻¹ zelené hmoty při zisku šťávy v množství asi 50 % z původní hmotnosti zelené hmoty. Tato spotřeba energie není příliš vysoká vzhledem k výsledkům laboratorních měření (tab. V) a svědčí o poměrně vysoké účinnosti práce šnekových lisů. Spotřeba energie na lisování silně roste, je-li snaha získat ze zelených rostlin

více šťáv (Koegel a Bruhn, 1972) — hodnota měrné energie spotřebované u technologie VEPEX v tab. VI to potvrzuje.

Z dalších strojů umožňujících drcení a lisování zelené píce je možné jmenovat válcový lis, protlačovací lis a drtič soupravu (kladivkový drtič a pásový lis) vyvinutou v Rothamsted Experimental Station Harpenden (tab. VI). Poslední souprava pracuje stejně efektivně jako šnekové lisy; o prvních dvou chybí podrobnější údaje. Kohler aj. (1975) však referují o přechodu od válcových lisů ke šnekovým v provezech firmy France Luzerne. Zdá se, že šnekové lisy jsou to nejlepší, co v současné době z běžně vyráběných strojů lze pro lisování šťávy ze zelených rostlin použít.

Pokud jde o úspory paliv při sušení výlisků, lze dojít střizlivou analýzou dat v tab. VI k závěru, že 40% úspora paliv je velmi reálná. Podobným způsobem lze přijmout 30–40% zvýšení kapacity sušárny. Prakticky to znamená, že sušárna, která zpracovávala zelenou píci sušením, je po doplnění o lisovací zařízení a o zařízení na zpracování vylisovaných šťáv schopna zpracovat o ~ 170% více hmoty. Její výkon stoupne takřka na trojnásobek.

Je tedy možné říci, že v současné době pracující technologické linky na lisování šťáv ze zelené píce jsou vzhledem ke spotřebě energie poměrně úsporné a výhodné. Další cesta bude pravděpodobně spočívat v oddělení drcení od vlastního lisování a ve zvýšení účinnosti drtičů píce.

Náklady na stroje a na jejich údržbu z hlediska jejich využití

Strojní vybavení technologické linky na získání šťáv ze zelených rostlin a na jejich další zpracování je nákladné. Zmínili jsme se již, že strojní vybavení systému VEPEX v závodě v Tomasi představovalo v r. 1971 částku cca 1 000 000 dolarů. Neal (1975) podává informace o ceně strojů pro technologii instalovanou u firmy Dengie Crop Driers Ltd (tab. II): celková částka je zhruba 260 000 dolarů, z toho činí cena šnekového lisu Stord-Bartz BS 41-M 88 200 dolarů a sušárna koncentráty typu PRO-XAN 52 800 dolarů. Investiční náklady do značné míry závisí na výrobní kapacitě celé linky a na místně zpracování vyrobených produktů.

Vysoké pořizovací náklady na vybavení technologické linky stroji kladou zvýšené nároky na její optimální vytížení. Jde o linku sezónní, využitou k lisování šťáv ze zelených rostlin pouze asi šest měsíců v roce, a proto v tomto období musí linka pracovat téměř nepřetržitě. Tento požadavek vystupuje tím výrazněji, čím je větší výrobní kapacita dané linky. V mimosezónním období je třeba se věnovat opravám a údržbě strojů. U větších technologických linek je výhodné využít alespoň části strojů k náhradní činnosti. Tak v závodě firmy VEPEX v Tomasi suší v zimním období syrovátku.

Ekonomickou stránku získávání šťáv ze zelených rostlin budeme ilustrovat hroubo roční bilancí technologie realizované firmou Dengie Crop Driers Ltd (Neal, 1975) při zpracování 12 až 14 tun zelené hmoty za hodinu.

Úspory: úspora paliv v sušárně	60 000 dolarů
zisk na prodeji koncentráty (300 t)	72 000 dolarů
celkem	132 000 dolarů
Výdaje: doprava, opravy, palivo, údržba	38 400 dolarů
odpis hodnoty zařízení	36 000 dolarů
úroky	31 200 dolarů
celkem	105 600 dolarů

Tato bilance ukazuje, že zisk činí 26 400 dolarů ročně. Struktura výdajů ukazuje, že odpisy strojního zařízení spolu s úroky tvoří skoro dvojnásobek částky potřebné na krytí provozních nákladů. Úspory vzniklé při výrobě musí tedy krytí zejména náklady na odpisy strojního zařízení, které jsou nezávislé na množství vyrobených produktů. Vysoký stupeň využití strojního zařízení je za těchto okolností nezbytný. Požadavky plného využití strojů stoupají s rostoucí cenou strojního zařízení, tj. s růstem kapacity linky a s růstem složitosti zařízení na zpracování vyrobených produktů. Naopak lze říci, že větší a komplikovanější technologie mohou pracovat ekonomičtěji, s menší potřebou lidské práce a také kvalitněji. V každém případě je však

nutné zajistit pravidelný přísun suroviny a odbyt vyrobených produktů. Nároky na organizaci práce a dodržování harmonogramů jsou v případě větších a složitějších technologií mnohem vyšší než u technologií jednoduchých a malých.

Zdá se, že v zemědělském provozu se uplatní jednoduché (neúplné) a menší technologie, které budou moci pružně a operativně plnit potřeby provozu: zpracovávat zelenou píci na krmivo, úsušky, siláž apod. Vylisovaná šťáva musí být velmi rychle konzervována, aby se zabránilo rozkladné činnosti fermentů. Po těchto úpravách může být samostatně zkrmována, nebo uskladněna, nebo použita jako přísada do krmiv apod.

Organizace pěstování pícnin a organizace spotřeby vyrobených produktů

Zelená píce obsahuje až 80 % vody a zaujímá velký objem, je tedy nevýhodné ji převážet na velké vzdálenosti. Navíc dlouhá doba transportu zelené hmoty uložené ve velkém objemu výrazně snižuje její schopnost uvolňovat v průběhu lisování šťávy. Vzdálenost mezi polem a místem zpracování nemá být velká, v Tomasi je menší než 15 km. Má-li být splněn tento požadavek, pak je nutné při růstu kapacity technologické linky vyprodukovat v její blízkosti větší množství zelených rostlin. S růstem technologie roste také riziko, že v případě neúrody zelených krmiv se bude muset materiál nutný pro udržení chodu zařízení dovážet z velkých vzdáleností za ekonomicky nevýhodných podmínek.

Rovnoměrné rozmístění menších provozů s jednoduchou technologií, o kterých byla zmínka v předcházejícím odstavci, by značně snížilo riziko práce velkých zpracovatelských závodů. Navíc by tato koncepce umožnila rovnoměrně zvětšit plochy, na kterých by se produkovala zelená píce pro lisování, čímž by se zlepšila v této oblasti struktura osevních postupů porušených v současné době vysokým zastoupením obilnin. Při velké koncentraci kapacit na lisování se musí zásadně ještě víc porušit pravidelné střídání plodin v osevních postupech: v blízkosti zpracovatelského podniku by byla přemíra pícnin, ve větších vzdálenostech vyšší koncentrace ostatních plodin.

Přes tyto nesporné výhody rovnoměrného rozložení menších technologií lze dnes provozně využívané technologie charakterizovat jako velké, průmyslové; VEPEX, France Luzerne, Dengie Crop Driers Ltd. Příčinou tohoto stavu je bezesporu jistá uzavřenost cyklu v těchto podnicích — ze zeleného materiálu jsou vyrobena hodnotná krmiva nepodléhající zkáze: seno nebo krmná moučka a bílkovinný koncentrát. U malých technologií vždy zůstává otázkou, zda konzervovat či dále zpracovávat vylisovanou šťávu, která podléhá rychlému rozkladu. Technologické zařízení pro další zpracování šťávy na další produkty (typu PRO-XAN, WELPRO apod.) by finančně neúměrně zatěžovalo technologii a omezovalo by také její hlavní přednost — pružnost při použití v rámci zemědělského podniku. Příznivou alternativou by bylo najít prostředky ke vhodné konzervaci šťávy tak, aby mohla být zkrmována mimo vegetační období, popřípadě aby mohla být průběžně dopravována do velkých průmyslových středisek k dalšímu zpracování na koncentrovaná krmiva či potravinářské výrobky.

ZÁVĚR

V práci jsme v omezené šíři poskytli nám dostupné informace o současném stavu vývoje technologií zpracování zelené píce vylisováním šťáv. Je skutečností, že na vývoji těchto technologií se ve světě s přestávkami pracuje již čtyřicet let. Přesto do dnešního dne nedošlo k jejich hromadnému použití. Rádi bychom v závěru učinili k tomuto stavu několik poznámek.

Z celého předchozího výkladu vyplynulo, že technologie lisování šťávy ze zelených rostlin není jednoduchý proces, nýbrž že vyžaduje nákladná technologická zařízení, jejichž ekonomický provoz je silně vázán na organizaci provozu v návaznosti na zemědělskou výrobu. Původně zamýšlený přímý konzum bílkovinných koncentrátů typu PRO-XAN jako náhradní potraviny v době druhé světové války ve Velké Británii se stal po skončení války bezpředmětný s ohledem na dostatek potravin z kolonií. Navíc se při pokusech s konzumem tohoto koncentráту v rozvojových zemích (Clifford aj., 1975) objevovaly nepříznivé důsledky jeho požívání (alergie apod.). Teprve koncem šedesátých let se ukázaly vhodné směry využití, jejichž cílem je:

- úspora energie při konzervaci píce,
- výroba koncentrovaných bílkovinných krmiv,
- příprava čisté bílkoviny pro potravinářské účely (WELPRO).

Od této doby se technologie získávání listového proteinu bouřlivě rozvíjí a začíná se prakticky využívat (tab. II). Hnací silou tohoto rozvoje jsou především rostoucí ceny paliv na světových trzích a všeobecný nedostatek bílkovin. Lisování šťáv ze zelených rostlin umožňuje využít jako zdrojů živin i odpadní látky. Pirie (1975) uvádí, že z bramborové natě získané z 1 ha je možné získat až 600 kg bílkovin a z natě hrachu je možné získat více bílkovin, než kolik jich je obsaženo v hrášku. Jako zdroj bílkovin mohou být touto technologií využity plevely a vodní rostliny. Při intenzivním obdělávání orné půdy lze s užitím technologie lisování získávat dvě tuny bílkovin z hektaru za rok. Pokusy v Indii ukázaly, že v místních podmínkách lze produkovat až tři tuny bílkovin z hektaru za rok (Pirie, 1975; Abaturvová, 1974).

Lisování šťáv ze zelených rostlin je tedy perspektivní technologií zemědělské výroby, splňující požadavky současnosti.

Literatura

- ABATUROVOVÁ, E. A.: Bílkovinová krmiva z přírodní šťavy z píce. Selské chovajstvo za rubežom, 1974, č. 12. Překlad: Zemědělské informace ze zahraničí ÚVTIZ, 13, 1976, č. 4, 49 s.
- ADDY, T. O. — WHITNEY, L. F. — CHEN, C. S.: Mechanical Parameters in Leaf Cell Rupture for Protein Production. Annual Meeting American Society of Agricultural Engineers, Davis 25. 6. 1975, ASAE paper no. 75-1057.
- ALTSCHUL, A. M.: New Sources from Seeds. Science, 158, 1967, s. 221.
- BIŁOWICKI, J.: Nowyje napravlenija v technologii uborki i suški zelenogo korma. Čast I. — Uborka i suška sena. Centralna biblioteka rolnicza, Warszawa 1974.
- CLIFFORD, A. J. — WEIR, W. C. — VASCONCELLOS, J. A. — FORMAN, L. P. — LUMIJARVI, D.: A Nutritional Evaluation of Leaf Protein Concentrates. Annual Meeting American Society of Agricultural Engineers, Davis 25. 6. 1975, ASAE paper no. 75-1057.
- DAVYS, M. N. G. — PIRIE, N. W.: A Belt Press for Separating Juices from Fibrous Pulps. J. agric. Engn Res., 1965, č. 10, s. 142.
- FOMIN, V. M. — CHANCELLOR, V.: Issledovanie processa vydavlivaniya travjanovo soka s primenenijem mnogokratnovo szatija. Vestnik sel'skochozj. nauki, 18, 1973, č. 10, s. 57.
- HANCZAKOWSKI, P.: Produkcija i własności koncentratów białkowych z roślin zielonych. Przem. ferm. roln., 14, 1970, č. 10, s. 25.
- HOLLO, J.: Green Plant Concentrates of High Biological Activity as a Potential Protein and Other Nutrient Resources. Austral. chem. Engng, 10, 1969, č. 2, s. 9.
- HOLLO, J. — KOCH, L.: Process Biochemistry, 10, 1970, s. 37.
- HOWE, S. D.: Putting the Squeeze on Grass. Power Farming, 52, 1974, č. 6, s. 18.
- CHRISMAN, J. — KOHLER, G. O. — MOTTOLA, A. C. — NELSON, J. W.: Separation — Nebraska stage of growth study. In: Sborník Ninth Technical Alfalfa Conference Proceedings, ARS-74-36, 1975.
- JACKO, M. A. — BALAN, G. M. — NAGORNYJ, A. P.: Mechanické obezvožovanie zelenej masy na technologickej linii. Životnovodstvo, 46, 1974, s. 52.
- KOEGEL, R. G. — BRUHN, H. D.: Pressure Fractionation Characteristics of Alfalfa. Trans ASAE, 15, 1972, č. 5, s. 856.
- KOEGEL, R. G. — FOMIN, V. I. — BRUHN, H. D.: Cell Rupture Properties of Alfalfa. Trans ASAE, 16, 1973, č. 4, s. 712.
- KOHLER, G. O. — FREMERY, D. de — EDWARDS, R. H.: Leaf Protein Research at Western Regional Research Center. Annual Meeting American Society of Agricultural Engineers, Davis 25. 6. 1975.
- MORRISON, J. E. — PIRIE, N. W.: The Large-Scale Production of Protein from Leaf Extracts. J. Sci. Fd. Agr. 12, 1961, č. 1, s. 1.
- MURRELL, G.: Grass Juice Squeezing Could Become a Big-Farm Fashion. AMJ, 29, 1975, č. 2, s. 21.
- NEAL, A. E.: Juice Protein Development in Europe and Elsewhere. Annual Meeting American Society of Agricultural Engineers, Davis 25. 6. 1975, ASAE paper no. 75-1054.

PASZKOWSKI, A.: Koncentrat bílkovin z zelenek. Przem. ferm. roln., 16, 1972, č. 4, s. 19.

PIRIE, N. W.: Leaf Protein: a Beneficiary of Tribulation. Nature, 24, 1975.

PRATT, M.: Alfalfa = Protein + Profits. Agric. Engng., 55, 1974, č. 6, s. 20.

PRIEPKE, E. H. — BRUHN, H. D.: Altering Physical Characteristics of Alfalfa to Increase the Drying Rate. Trans. ASAE, 13, 1970, s. 827.

SKROMMEL, A. B.: Juice Protein from Plants. Agric. Engn., 55, 1974, č. 3, s. 26.

SPENCER, R. V. — BICKOFF, E. M. — KOHLER, G. O. — WITT, S. C. —

KNUCKLES, B. E. — MOTTOLA, A. C.: Alfalfa Products by Wet Fractionation. Trans. ASAE, 13, 1970, s. 198.

ZUBRILIN, A. A.: Vědecké základy konzervování píce. Stát. zem. nakl., Praha 1953.

Došlo dne 28. 5. 1976

Adresa autorů:

Prof. ing. Radoš Řezníček, DrSc., RNDr. ing. Jiří Blahovec, Vysoká škola zemědělská, 160 21 Praha 6 - Suchbát

Rukopis odevzdán k tisku 19. 7. 1976 — Podepsáno k tisku 12. 1976

Boudný J.: Činnost stálé pracovní skupiny pro mechanizaci a elektrifikaci zemědělství a lesnictví Stálé komise RVHP pro zemědělství	437
Duriš M., Nozdrovický L.: Optimalizovanie zberu obilnín a dopravy zrna od obilných kombajnov	445
Juriček J.: Reologické vlastnosti exkrementov ošípaných	455
Podstavek B.: Straty trením při průdení tekutého hnoja a hnojovice v potrubí	465
Klůfa J.: Bodový odhad a jeho aplikace v zemědělské praxi	477

Zemědělská technika v zahraničí

Řezníček R., Blahovec J.: Separace živin ze zelené píce lisováním

СОДЕРЖАНИЕ

Бодный Й.: Деятельность рабочей группы по механизации и электрификации сельского хозяйства стран-членов СЭВ	442
Дюриш М., Ноздровицкий Л.: Оптимализация уборки зерновых и перевозки зерна с зернокомбайнов	453
Юричек Й.: Реологические свойства экскрементов свиней	463
Подстaveк Б.: Потери из-за трения при стекании жидкого навоза и навозной жижи через трубопровод	476
Клуфа Й.: Балловая оценка и ее применение в сельскохозяйственной практике	485

CONTENT

Boudný J.: The Activities of the Working Group for Farm Mechanization and Electrification of the CMEA Member Countries	442
Ďuriš M., Nozdrovický L.: Optimizing the Harvest of Cereals and Grain Transport from Harvester-Threshers	453
Juriček J.: Rheological Properties of Pig Excrements	464
Podstavek B.: Friction Losses in the Passage of Liquid Manure and Dungwater along Pipelines	476
Klůfa J.: Point Estimator and its Application in Agricultural Practice	485

INHALT

Boudný J.: Tätigkeit der Arbeitsgruppe „Mechanisierung und Elektrifizierung der RGW-Staaten“	443
Ďuriš M., Nozdrovický L.: Optimierung der Getreideernte und des Körnertransports von den Mähdreschern	454
Juriček J.: Rheologische Eigenschaften der Schweineexkremente	464
Podstavek B.: Reibungsverluste bei der Strömung des flüssigen Mistes und der Jauche durch die Rohrleitung	476
Klůfa J.: Punkteschätzung und deren Applikation in der landwirtschaftlichen Praxis	485

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