

JANUSZ NOWAK
WALDEMAR LEBIEDOWICZ
Instytut Mechanizacji Rolnictwa Akademii Rolniczej w Lublinie

OCENA TECHNOLOGII DYSTRYBUCJI SUCHYCH PASZ OBJĘTOŚCIOWYCH

Wstęp

Intensyfikacja produkcji zwierzęcej wymaga ciągłego doskonalenia procesów użytkowania pasz. Szczególnie uciążliwe są operacje technologiczne dotyczące zbioru, transportu, przechowywania i zadawania suchych pasz objętościowych, które stanowią podstawę w żywieniu przeżuwaczy [2, 4, 5, 13]. Należy więc zwrócić szczególną uwagę na te rozwiązania, w których istnieją możliwości zastosowania nowoczesnego sprzętu o korzystnych parametrach eksploatacyjnych. Pozwoli to na zestawienie wysokowydajnych linii technologicznych, dla których jednostkowe nakłady pracy ludzkiej i uprzedmiotowionej będą korzystne. Problematyka ta jest przedmiotem zainteresowania wielu jednostek naukowo-badawczych, w tym również Instytutu Mechanizacji Rolnictwa AR w Lublinie.

Przegląd literatury

Suche pasze objętościowe zbierane przyczepami zbierającymi i klasycznymi prasami wysokiego stopnia zgniotu stwarzają wiele problemów w procesie ich pobierania z miejsca składowania oraz dystrybucji. Wynika to przede wszystkim z braku wysokowydajnych maszyn i urządzeń przeznaczonych do realizacji poszczególnych operacji technologicznych. Z wielu opracowań dotyczących kompleksowej oceny technologii zbioru i dystrybucji pasz słomianych wynika, że operacje pobierania z miejsca składowania, transportu i zadawania są wysoce pracochłonne i energochłonne, a ich udział w ogólnej strukturze wymienionych nakładów może być znaczny [4, 7, 10]. Stwierdzenie to odnosi się głównie do rozwiązań, w których materiał roślinny jest zbierany w formie nie sprasowanej lub w postaci małych bel. Należy jednak dodać, że o braku efektywnych środków technicznych przeznaczonych do zmechanizowania wyżej wymienionych operacji decydują dwa główne czynniki. Pierwszy z nich dotyczy formy „obrabianego” materiału, a drugi jest związany z konstrukcją i wyposażeniem budynków inwentarskich. W oborach starszego typu proces zadawania pasz słomianych realizowany jest ręcznie z wykorzystaniem wózków

gospodarczych. W przypadku obór z korytarzami paszowymi, umożliwiającymi wjazd ciągnika z przyczepą, słoma lub siano kierowane są do żłobów bezpośrednio ze skrzyni ładunkowej. W budynkach wyposażonych w taśmowe przenośniki żłobowe proces zadawania paszy słomistej sprowadza się przede wszystkim do ręcznego zasilania przenośnika.

Rezultaty badań prowadzonych przez Bengtssona [1] nad oceną procesów pobierania z miejsca składowania, a także dystrybucji siana wykazały, że wymienione zabiegi technologiczne dotyczące paszy nie prasowanej są bardzo pracochłonne. Należy jednak dodać, że analizowane systemy dystrybucji odnosiły się do obór wyposażonych w poddasze przystosowane do przechowywania siana lub w odrębne pomieszczenia składowe stanowiące integralną całość z budynkiem inwentarskim. Pracochłonność zadawania siana składowanego na poddaszu obory wynosiła około $2 \text{ rbh} \cdot \text{t}^{-1}$ dla paszy zbieranej przyczepą zbierającą i $1,25 \text{ rbh} \cdot \text{t}^{-1}$ dla materiału uformowanego w małe bele prostopadłościennie. Na podkreślenie zasługuje również fakt, że analizowane wskaźniki są mniej korzystne, jeśli odnoszą się do systemów, w których pasza była przechowywana w pomieszczeniach bezpośrednio przylegających do obory. Wynoszą one odpowiednio $2,3 \text{ rbh} \cdot \text{t}^{-1}$ i $1,9 \text{ rbh} \cdot \text{t}^{-1}$. Można sądzić, że wskaźniki te byłyby znacznie wyższe w przypadku braku w pomieszczeniach składowych chwytarek widłowych współpracujących z urządzeniami suwnicowymi, które pozwalały na szybki załadunek paszy na wózek gospodarczy. Dystrybucja siana uformowanego w duże bele prostopadłościennie okazała się najmniej pracochłonna (około $1 \text{ rbh} \cdot \text{t}^{-1}$). W tym systemie zadawania stosowano jedynie ciągnik wyposażony w ładowacz czołowy, który służył do załadunku bel na wózek gospodarczy. Pozostałe czynności wykonywano ręcznie. Warto również dodać, że podobne operacje dotyczące dużych bel cylindrycznych zbieranych prasami zwijającymi okazały się bardziej pracochłonne.

Wyniki badań prowadzonych przez Olszewskiego [13] nad oceną kompleksowych technologii zbioru zielonek na siano (zbiór – dystrybucja) wykazały, że poprzez stosowanie zmechanizowanych zbiorników wieżowych przeznaczonych do dosuszania i przechowywania siana można znacznie ograniczyć nakłady pracy ludzkiej ponoszonej w procesie składowania, pobierania i zadawania. Pracochłonność wymienionych operacji wynosi około $0,38 \text{ rbh} \cdot \text{t}^{-1}$ i w zestawieniu z rozwiązaniami najmniej korzystnymi pod tym względem, które odnoszą się do paszy zbieranej przyczepami zbierającymi i klasycznymi prasami wysokiego stopnia zgniotu, jest nawet 6–8-krotnie niższe. Należy jednak dodać, że technologia ta charakteryzuje się stosunkowo wysokim wskaźnikiem jednostkowej energochłonności, a zwłaszcza procesu składowania i dosuszania. Wynika to głównie z konieczności stosowania energochłonnych rzutników-dmuchaw i wentylatorów.

Biorąc pod uwagę ekonomiczną ocenę tej technologii można stwierdzić, że należy ona do tych, które wymagają dużych nakładów inwestycyjnych. Może być więc stosowana w gospodarstwach o dużej powierzchni użytków zielonych przeznaczonych na produkcję siana.

Z analizy wyników badań dotyczących oceny technologii dystrybucji pasz słomistych zbieranych prasami formującymi wielkowieńcowe bele prostopadłościennie

ne lub cylindryczne wynika, że rozwiązania te wymagają małych nakładów pracy ludzkiej. Jednostkowa pracochłonność najbardziej korzystnych tego typu linii technologicznych wynosi około $1,3 \text{ rbh} \cdot \text{t}^{-1}$.

Na podkreślenie zasługuje również fakt, że dystrybucja paszy formowanej w duże bele jest procesem wymagającym małych nakładów energii mechanicznej. Wynika to przede wszystkim z dużej wydajności maszyn i urządzeń stosowanych w operacjach pobierania, transportu i zadawania paszy zwierzętom.

Szczególną pozycję wśród wyżej wymienionych środków technicznych zajmują rozdrabniacze bel, które stanowią najbardziej dynamicznie rozwijającą się grupę maszyn [3, 6, 8, 9, 11, 14].

Kompleksowa ocena technologii zbioru pasz słomiatych wymaga również znajomości wskaźników dotyczących operacji pobierania, transportu i dystrybucji. Podjęcie zatem badań nad wymienioną problematyką pozwoli na dokonanie analizy przydatności stosowanych rozwiązań w warunkach krajowego rolnictwa.

Zakres pracy i metodyka badań

Celem pracy było porównanie i ocena wybranych wariantów technologii dystrybucji suchych pasz objętościowych, zbieranych w różnej postaci. Jako kryterium analizy przyjęto nakłady pracy ludzkiej i uprzedmiotowionej ponoszone podczas realizacji procesów pobierania, transportu i zadawania paszy zwierzętom.

Badaniami objęto cztery podstawowe linie technologiczne dystrybucji pasz słomiatych zbieranych przyczepami zbierającymi, prasami wysokiego stopnia zgniotu, prasami zwijającymi oraz przyczepą stogującą. Przewidziane do badań rozwiązania obejmowały maszyny i urządzenia produkowane w kraju i pochodzące z importu.

Badania eksploatacyjne prowadzono zgodnie z zaleceniami metodycznymi opracowanymi przez Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa w Warszawie [15, 16]. Dotyczyły one określania czasu realizacji poszczególnych operacji technologicznych i pomiaru ilości „obrabianej” paszy roślinnej. Pomiarami czasu objęto procesy transportu, załadunku, rozładunku i zadawania paszy zwierzętom. Wyniki pomiarów podawano z dokładnością do 30 sek. Pomiaru ilości zadawanej paszy dokonano przy użyciu wagi przejazdowej z dokładnością do 10 kg.

Energochłonność procesu określano na podstawie norm zużycia paliwa dla poszczególnych typów stosowanych ciągników oraz czasu ich pracy określanego w motogodzinach. Dane te stanowiły podstawę do oceny ilości zużytego paliwa, którego wartość opałową przyjęto $42 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ [12].

Do określania wskaźników jednostkowej pracochłonności i energochłonności procesów pobierania, transportu i dystrybucji wykorzystano wyniki pomiarów z uwzględnieniem liczby zatrudnionych osób oraz stosowanych maszyn i ciągników.

Badania prowadzono w okresie jesienno-zimowego karmienia zwierząt. Miejscem badań były zakłady rolne kombinatów PPGR w Machnowie (woj. zamojskie) i w Urszulinie (woj. chełmskie).

Wyniki badań i ich analiza

Wyniki badań technologii dystrybucji siana zbieranego w różnej postaci zamieszczono w tabelach 1–4.

Technologia zadawania suchych pasz objętościowych w formie nie sprasowanej, składowanych w stertach poza gospodarstwem, jest rozwiązaniem charakteryzującym się znacznymi nakładami pracy ludzkiej. Dla wariantu najmniej korzystnego pod tym względem, w którym stosowano przyczepy wywrotki do transportowania paszy z pola (łąki) do gospodarstwa, wskaźnik jednostkowej pracochłonności wynosi 3,54–4,02 rbh·t⁻¹. Wynika to głównie z dwu powodów. Pierwszy z nich dotyczy małej efektywności transportowania paszy o niskim stopniu zagęszczenia. Drugi odnosi się bezpośrednio do procesu zadawania z wykorzystaniem uniwersalnego wózka gospodarczego T-001 „Żuk”, którym dostarczano paszę do obory. Zastosowanie natomiast adaptowanej przyczepy zbierającej T-009 „Pokos” jako transportera pozwoliło na znaczne obniżenie wskaźnika jednostkowej pracochłonności w wyniku dostarczania paszy bezpośrednio do miejsca skarmiania. Należy jednak dodać, że konstrukcja budynków inwentarskich, w których prowadzono badania, nie pozwalała na wjazd ciągnika z przyczepą wywrotką o podwyższonych burtach. W takich warunkach znacznie korzystniejsze okazało się rozwiązanie z zastosowaniem adaptowanej przyczepy zbierającej (prawie dwukrotnie niższa wartość wskaźnika jednostkowej pracochłonności). Badane warianty technologii zadawania siana zbieranego przyczepami zbierającymi charakteryzują się zbliżonymi wskaźnikami jednostkowej energochłonności. Stwierdzenie to odnosi się do zestawień, w których odległość transportowania materiału do obory jest jednakowa (102 MJ·t⁻¹ dla 3 km oraz 75 MJ·t⁻¹ i 62 MJ·t⁻¹ dla 1,5 km).

Analizując wyniki badań dotyczące dystrybucji siana zbieranego prasami wysokiego stopnia zgniotu (tab. 2) należy stwierdzić, że wskaźniki jednostkowej pracochłonności dla wymienionych rozwiązań są korzystniejsze w zestawieniu z tymi, które odnoszą się do zadawania paszy w formie nie sprasowanej. Wynika to przede wszystkim z lepszego wykorzystania ładowności stosowanych środków transportowych i ułatwionego manipulowania małymi belami w oborze. Wskaźniki jednostkowych nakładów energetycznych dla badanych wariantów technologicznych są także niższe i stanowią przeciętnie 86% wartości odnoszących się do zadawania paszy zbieranej w formie luźnej.

Z danych zamieszczonych w tabeli 3, które dotyczą pobierania, transportu i zadawania paszy zbieranej prasami zwijającymi, wynika, że wymienione operacje realizowane na dużych belach są najbardziej efektywne, jeśli stosuje się wysoko wydajne zestawy transportowe i maszyny rozdrabniająco-dozujące. Dla najkorzystniejszych rozwiązań w tej technologii wskaźniki jednostkowej pracochłonności wynoszą 1,17 rbh·t⁻¹ i 1,31 rbh·t⁻¹.

Na szczególną uwagę zasługują wyniki badań odnoszące się do zestawu, w którym zastosowano transporter bel cylindrycznych T-051 i rozwijacz H-903. Rozwiązanie to charakteryzuje się stosunkowo wysokim wskaźnikiem jednostkowej pracochłonności (2,34 rbh·t⁻¹). Jest to wynikiem niskiej efektywności operacji

Wskaźniki pracochłonności i energochłonności pobierania, transportu oraz zadawania siana zbieranego przyczepami zbierającymi

Tabela 1

Typ korytarzy paszowych	Zestaw maszyn i urządzeń	Odległość sterty od gospodarstwa (km)	Pracochłonność pobier. i transpor. (rbh·t ⁻¹)	Pracochłonność zadawania (rbh·t ⁻¹)	Całkowita pracochłonność (rbh·t ⁻¹)	Energochłonność (MJ·t ⁻¹)
Korytarze paszowe z dwustronnym układem żłobów	Ciągnik Ursus C-360 + ładowarka chwytakowa T-214	3	1,35	2,67	4,02	102
	2 ciągniki Ursus C-360 z przyczepami wyrotkami o podwyższonych burtach	1,5	1,02	2,52	3,54	75
	4 wózki gospodarze T-001 „Zuk”					
	3	1,24	0,96	2,20	94	
	1,5	0,91	0,94	1,85	62	

Wskaźniki pracochłonności i energochłonności pobierania, transportu oraz zadawania siana zbieranego tradycyjnymi prasami wysokiego stopnia zgniotu

Tabela 2

Typ korytarzy paszowych	Zestaw maszyn i urządzeń	Odległość sterty od gospodarstwa (km)	Pracochłonność pobier. i transport. (rbh·t ⁻¹)	Pracochłonność zadawania (rbh·t ⁻¹)	Całkowita pracochłonność (rbh·t ⁻¹)	Energochłonność (MJ·t ⁻¹)
Korytarze paszowe z dwustronnym układem żłobów	2 Ciągnik Ursus C-360 + ładowarka chwytakowa T-214	2,9	1,24	2,1	3,35	85
	2 ciągniki Ursus C-360 z przyczepami wyrotkami o podwyższonych burtach,	1,5	0,94	2,1	3,04	64
	4 wózki gospodarze T-001 „Zuk”					
	3	1,10	0,87	1,97	83	
	1,4	0,89	0,91	1,80	56	

Tabela 3

Wskaźniki pracochłonności i energochłonności pobierania, transportu oraz zadawania siana zbieranego prasami zwijającymi Z-230

Typ korytarzy paszowych	Zestaw maszyn i urządzeń	Odległość sterty od gospodarstwa (km)	Pracochłonność pobier. i transport. (rbh · t ⁻¹)	Pracochłonność zadawania (rbh · t ⁻¹)	Całkowita pracochłonność (rbh · t ⁻¹)	Energochłonność (MJ · t ⁻¹)
Korytarze paszowe z dwustronnym układem żłobów	Ciągnik Ursus C-385 + przyczepa niskopodwoziowa	2,9	0,48	0,83	1,31	104
	Ciągnik Ursus C-385 + ładowarka T-273	1,4	0,38	0,79	1,17	86
	Ciągnik Ursus C-360 + szarpacz bel H-152		1,08	1,26	2,34	96
	Ciągnik Ursus C-360 + ładowarka chwytakowa T-214	1,4	0,72	1,49	2,21	49
Ciągnik Ursus C-360 + wózek do bel cylindrycznych T-051	Ręczne rozwijanie bel					

Tabela 4

Wskaźniki pracochłonności i energochłonności pobierania, transportu oraz zadawania siana zbieranego przyczepą stogującą John Deere 300

Typ korytarzy paszowych	Zestaw maszyn i urządzeń	Odległość stogów od gospodarstw (km)	Pracochłonność pobier. i transport. (rbh · t ⁻¹)	Pracochłonność zadawania (rbh · t ⁻¹)	Całkowita pracochłonność (rbh · t ⁻¹)	Energochłonność (MJ · t ⁻¹)
Korytarze paszowe z dwustronnym układem żłobów	Ciągnik T-150 K + transport stogów	3	0,44	1,05	1,49	96
	Ciągnik Ursus C-360 + ład. chwytakowa T-214					
Taśmowe przenośniki żłobowe	Ciągnik Ursus C-360 + adapt. przyczep zbier. T-009	2,9	0,95	0,89	1,86	92
	Ciągnik Ursus C-360 + ładow. chwytakowa T-214					
	Ciągnik Ursus C-360 + adapt. przyczepa zbierająca T-009					
	Ciągnik Ursus C-360 + ładowarka chwytakowa T-214	1,4	0,81	0,85	1,66	60
	Ciągnik Ursus C-360 + adaptowana przyczepa zbierająca T-009					

transportowania i mechanicznego rozwijania bel. Zestawiając dane dotyczące procesu zadawania paszy z zastosowaniem rozwijacza bel z tymi, które odnoszą się do ręcznego rozwijania, należy stwierdzić, że są one zbliżone. Oznacza to, że stosowanie rozwijacza bel praktycznie nie obniża pracochłonności operacji zadawania paszy, ponieważ i tak istnieje konieczność ręcznego wykonywania pozostałych czynności, co potwierdzają również wyniki badań prowadzonych przez Olszewskiego [13].

Analizując dane dotyczące dystrybucji siana formowanego w stogi maszyną John Deere 300, należy stwierdzić, że badana technologia charakteryzuje się nieznacznie mniejszymi nakładami pracy ludzkiej w porównaniu z tymi, które odnoszą się do paszy zbieranej przyczepami zbierającymi. Większy stopień zagęszczenia materiału zbieranego przyczepą stogującą oraz ułatwienie jego pobieranie ze stogu wpływa jedynie korzystniej na efektywność prac transportowych. Uwagi te dotyczą tych rozwiązań, w których stosowano podobne zestawy środków technicznych (ciągnik + ładowarka chwytkowa, ciągnik + adaptowana przyczepa zbierająca). Niska wartość wskaźnika jednostkowej pracochłonności ($1,49 \text{ rbh} \cdot \text{t}^{-1}$) odnosi się natomiast do wariantu, w którym paszę dowożono do gospodarstwa transporterem stogów. Duża wydajność stosowanej maszyny czyni operacje pobierania i transportu wymagającymi małych nakładów pracy ludzkiej. W warunkach prowadzonych badań (przy 3 km transportowania stogów do gospodarstwa) wskaźnik jednostkowej pracochłonności prac za- i wyładunkowych oraz transportowania wynosił $0,44 \text{ rbh} \cdot \text{t}^{-1}$ (tab. 4). Jednostkowa energochłonność analizowanego wariantu technologicznego wynosiła $96 \text{ MJ} \cdot \text{t}^{-1}$ i praktycznie nie różniła się od innych wskaźników, które odnosiły się do rozwiązań stosowanych w podobnych warunkach ($81 \text{ MJ} \cdot \text{t}^{-1}$ i $92 \text{ MJ} \cdot \text{t}^{-1}$ dla 2,9 km transportowania paszy, tab. 4).

Badane technologie są powszechnie stosowane w gospodarstwach wielkotowarowych o dużej liczebności stada bydła. Wyjątek stanowi jedynie rozwiązanie, w którym materiał przeznaczony do skarmiania był zbierany przyczepą stogującą. W specjalistycznych gospodarstwach indywidualnych, w których głównym kierunkiem produkcji jest bydło mleczne, znajdują zastosowanie niektóre elementy ocenianych technologii. Odnosi się to szczególnie do końcowych operacji związanych bezpośrednio z dystrybucją paszy zbieranej prasami wysokiego stopnia zgniotu i prasami zwijającymi. Zastosowanie szarpaczy bel pozwala na znaczne ograniczenie uciążliwej pracy ludzkiej, a proces zadawania staje się bardziej efektywny. Warto również dodać, że wymienione środki techniczne, a także rozwijacze bel spełniają rolę transporterów przy przemieszczaniu materiału z miejsca składowania do obory. Odnosi się to szczególnie do gospodarstw indywidualnych, w których pasze składowane są zwykle w pobliżu budynków inwentarskich.

Prezentowane wyniki badań mogą być pomocne przy podejmowaniu decyzji zakupu odpowiedniego sprzętu dla gospodarstw chłopsko-farmerskich.

Wnioski

Na podstawie wyników z przeprowadzonych badań można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Dystrybucja suchych pasz objętościowych zbieranych przyczepami zbierającymi i tradycyjnymi prasami wysokiego stopnia zgniotu jest technologią wymagającą dużych nakładów pracy ludzkiej. Wynika to z niskiej efektywności prac transportowych oraz ręcznego zadawania paszy zwierzętom. Stosowanie adaptowanej przyczepy zbierającej jako wozu paszowego zmniejsza pracochłonność całej technologii o około 40%.

2. Zmechanizowane operacje transportu i zadawania paszy w postaci dużych bel cylindrycznych w wyniku zastosowania wysokowydajnych środków transportowych oraz szarpacza bel H-152 wymagają małych nakładów pracy ludzkiej ($1,17-1,31 \text{ rbh} \cdot \text{t}^{-1}$).

Technologia ta charakteryzuje się jednak wyższym o około 25% wskaźnikiem jednostkowej energochłonności w zestawieniu z rozwiązaniami, które odnoszą się do dystrybucji paszy w formie luźnej lub w postaci małych bel prostopadłościennych.

3. Stosowanie transportera stogów pozwala na znaczne ograniczenie nakładów pracy ludzkiej ponoszonych w technologii dystrybucji siana zbieranego przyczepami stogującymi.

4. Dobór technologii dystrybucji pasz objętościowych uwarunkowany jest wyposażeniem gospodarstwa w sprzęt przydatny do tego celu. Optymalizacja technologii zadawania pasz może okazać się niecelowa, jeżeli koszt zakupu nowych maszyn jest zbyt wysoki. Należy wtedy przeprowadzić dokładny rachunek ekonomiczny.

Literatura

- [1] Bengtsson N.: Höhantering (uttagning-utfodring). Meddelande nr 383, Jordbrukstekniska institutet, Uppsala 1980.
- [2] Bischoff T., Meuther R., Wandel H.: Zur Mechanisierung der Entnahme und Vorlage von Heu. Landtechnik, nr 12, 1979.
- [3] Brenndorfer M.: Uredaji za rastresanje i usitrijavanje balirane slame-tipovi konstrukcija. Agrotehničar, nr 6, 1984.
- [4] Cavalchini A. G.: Meccanizzazione della raccolta, conservazione e distribuzione dei foraggi affienati. Quaderno di sintesi nr 2, Accademia Nazionale di Agricoltura - Bologna 1981.
- [5] Colzani G., Gariboldi A.: Meccanizzazione della foraggiocoltura. Macchine Motori Agricoli, nr 9, 1980.
- [6] Colzani G., Santoro G., Baldi F.: Distributrice Omas SD 800. Macchine Motori Agricoli, nr 1, 1983.
- [7] Colzani G., Santoro G., Baldi F., Gariboldi A.: Prove su distributrici di foraggi imballati. Estratto degli Annali - vol. VIII. Istituto Sperimentale per la Meccanizzazione Agricole - Roma, 1980.
- [8] Gieroba J., Nowak J., Zak W.: Wybrane zagadnienia mechanicznego zadawania pasz słomianych. Maszyny i Ciągniki Rolnicze, nr 7-8, 1986.

-
- [9] M a i s o n n i e r C.: Les deroulenses – distributries de balles rondes. Bull. Inform. CEMAG-REF, nr 300, 1982.
- [10] M a l e ř J.: Vyskladňování a rozebirání velkoobjemových balíků slámy. Výzkumná zpráva Z-1800. Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha – Řepy, 1983.
- [11] M a l e ř J.: Rozebirání velkoobjemových balíků slámy. Zemědělska technika, nr 9, 1984.
- [12] M a r s z a ł e k St.: Racjonalne gospodarowanie paliwami płynnymi w transporcie samochodowym. WKiŁ, Warszawa 1983.
- [13] O l s z e w s k i T.: Analiza i ocena efektywności technologii zbioru zielonek na siano. Prace naukowo-badawcze, IBMiER, Warszawa 1991.
- [14] R e z n i k E. I.: Osnownyje tendenciji razvitija konstrukcij bunkiernych izmelczitielej kormow. Traktory i Sielchozmasziny, nr 6, 1985.
- [15] Metodyka kwalifikacyjna badań maszyn rolniczych. Część VIII. Symbol dok. XXXVII/135, IBMiER, Warszawa 1975.
- [16] System Maszyn Rolniczych i Leśnych. IBMiER, Warszawa 1976.