

# **Rozwój technik i technologii zbioru słomy i siana**

*Janusz Nowak, Michał Karyś, Adam Węgrzyn*

*Katedra Eksploatacji Maszyn i Zarządzania w Inżynierii Rolniczej,  
Akademia Rolnicza w Lublinie  
ul. Głęboka 28, 20-612 Lublin  
e-mail: adweg@hortus.ar.lublin.pl*

**Słowa kluczowe:** słoma, siano, zbiór luźny, prasy formujące, transport

## **Wstęp**

Produkcja roślin paszowych i zbożowych wiąże się z koniecznością zbioru dużej ilości słomy, siana i zielonek do zakiszania. W ostatnim okresie szczególnie duże zainteresowanie wzbudza słoma, która często w znacznych ilościach pozostaje na polu i nie jest zużywana do celów gospodarczych. Stała się ona przedmiotem licznych badań, których głównym celem jest wykorzystanie jej do celów energetycznych. Powstały kotłownie bazujące zwykle na wielkowimiarowych belach słomy oraz na brykietach [2, 3, 6, 8, 15, 18, 46, 49]. Słoma stała się także materiałem poszukiwanym przez producentów podłoży do uprawy grzybów jadalnych [26]. Spowodowało to, że w ostatnich latach obserwujemy w Polsce duży wzrost obrotu handlowego słomą. W 1995 roku skupiono 2 tys. ton tego surowca za cenę 0,2 mln zł, a w roku 2000 już 50,2 tys. ton słomy za cenę 4 mln zł [38]. Nastąpił więc ponad dwudziestopięciokrotny wzrost skupionej masy w stosunkowo krótkim czasie.

Stosowane obecnie technologie zbioru słomy i siana można podzielić na dwie podstawowe grupy, które różnią się formą zebranego materiału. Pierwsza grupa obejmuje rozwiązania, w których materiał występuje w postaci luźnej. Są to technologie bazujące głównie na przyczepach zbierających oraz ręcznej realizacji wielu operacji technologicznych. Do drugiej grupy należą technologie bazujące na prasach zbierających, które formują zbierany materiał w bele prostopadłościennie lub cylindryczne. Są to metody zbioru, które dominują w wielu krajach Europy i Ameryki Północnej.

## Mechanizacja zbioru słomy i siana w postaci luźnej

Podstawowa technologia zbioru słomy i siana w formie luźnej bazuje na przyczepach zbierających, które mogą być również stosowane do zbioru zielonek. Wiele firm o światowej renomie (Claas, Krone, Deutz-Fahr, Kverneland, Pöttinger) produkuje wysoko wydajne przyczepy zbierające wykorzystywane głównie do zbioru zielonek przeznaczanych do zakiszczania lub bezpośredniego skarmiania. Wyposaża się je w skrzynie ładunkowe o dużej objętości (do 66 m<sup>3</sup> dla maszyny Rapide 160 SW firmy Schuitemaker) oraz zespoły tnące. Do ich napędu wymagane są ciągniki dużej mocy, nawet do 150 KM. Technologia zbioru materiału roślinnego w postaci luźnej ma bardzo wiele zalet: duża wydajność zbioru i wyładunku, prosta konstrukcja maszyn, względnie małe zapotrzebowanie mocy, łatwość obsługi, duża niezawodność oraz mała wrażliwość na parametry zbieranego materiału.

Pomimo wielu zalet technologia ta nie znajduje obecnie szerszego zastosowania, zwłaszcza przy zbiorze słomy. Zdecydowała o tym zbyt luźna postać zebranego materiału, która utrudnia realizację dalszych operacji (składowanie, pobieranie materiału). Dużą rolę należy również przypisać małemu wykorzystaniu pomieszczeń magazynowania materiału z racji jego małego zagęszczenia. Do składowania materiału stosuje się najczęściej dmuchawy, które znacznie obniżają pracochłonność tej operacji. Przy układaniu stert stosuje się niekiedy ładowarki chwytakowe oraz przenośniki taśmowe. W krajowym rolnictwie ta metoda zbioru słomy i siana bazuje najczęściej na ręcznej realizacji takich zabiegów technologicznych, jak : załadunek na środki transportowe, wyładunek i przygotowanie do składowania. Jest ona stosowana w gospodarstwach kilkuhektarowych, które często nie posiadają nawet ciągnika. O małym zainteresowaniu przyczepami zbierającymi w kraju świadczą malejące wyniki ich sprzedaży w ostatnich latach.

W latach 70. i 80. ubiegłego stulecia wdrożono technologie, w której maszyną wiodącą była przyczepa stogująca. Propagatorem tej nowej metody zbioru suchych pasz objętościowych były głównie firmy amerykańskie o światowej renomie (np. John Deere, Hesston, Farmhand). Zebrany materiał miał postać wielkogabarytowego stogu, który składowano na wolnym powietrzu i bez przykrycia. Taki sposób przechowywania paszy był związany z dużymi stratami ilościowymi i jakościowymi. Ponadto liczne trudności związane z przemieszczaniem stogów oraz pobieraniem z nich materiału zdecydowały o szybkim wycofaniu tej technologii z praktyki rolniczej. Specjalny transporter nie zawsze mógł prawidłowo załadować stóg, który często ulegał deformacji. Przenośniki łańcuchowe pochylanej platformy podbierające stogi powodowały zbyt duże straty materiału. W transporterze produkcji rosyjskiej zastosowano inne rozwiązania konstrukcyjne. Część załadowczo-transportową stanowią hydraulicznie napędzane szerokie i długie widły. W pozycji opuszczonej, podczas cofania urządzeniem widły wsuwane są pod podbierany materiał. Po wykonaniu tej czynności widły wraz z określoną ilością materiału unoszone są do góry i służą do jego transportu. Należy zaznaczyć, że załadunek określonej ilości materiału możliwy jest dopiero po uprzednim jego odcięciu od sterty [37].

## Technologie zbioru prasami formującymi bele prostopadłościenne

---

Najbardziej rozpowszechniona w Polsce technologia zbioru suchych pasz objętościowych w formie sprasowanej bazuje na klasycznych prasach wysokiego stopnia zgniotu. Ma ona wiele zalet w zestawieniu z rozwiązaniami, w których główne ogniwa stanowią przyczepy zbierające [52]. Dotyczy to głównie lepszego wykorzystania ładowności środków transportowych i pomieszczeń magazynowych. Podstawowa wada tej technologii wynika jednak z trudności w wyeliminowaniu uciążliwej pracy ludzkiej związanej ze zbiorem bel z pola i przygotowywaniem ich do składowania [30]. Skłoniło to licznych producentów maszyn rolniczych do opracowania rozwiązań pozwalających na zmechanizowanie wymienionych operacji.

Szerokie zastosowanie znalazły prowadnice (boczne, tylne) oraz wyrzutniki bel. Pierwsze z nich są jeszcze obecnie stosowane w gospodarstwach rolnych. Drugą grupę środków technicznych stanowiły paletyzatory przyczepiane do maszyny zbierającej, które pozwalały na formowanie uporządkowanej grupy bel. Niektóre z tych maszyn wiązały sznurkiem uformowany pakiet bel (np. maszyny firmy MacConnel). Miały jednak złożoną konstrukcję i wysokie ceny. Nie bez znaczenia była również zawodna praca dodatkowych aparatów wiążących i zwiększone zużycie sznurka. Powyższe względy zdecydowały o tym, że te maszyny nie znalazły szerszego zastosowania i były produkowane przez nieliczne firmy. Szersze zastosowanie znalazły paletyzatory pozwalające na formowanie jednej warstwy bel składającej się z 8–10 sztuk, która nie była wiązana sznurkiem. Trzecią grupę rozwiązań mających na celu usprawnienie zbioru bel z pola lub łąki stanowiły przyczepiane do prasy zbierającej zgarniacze bel. Ich zadanie polegało na grupowaniu bel, które opuszczały komorę roboczą maszyny zbierającej.

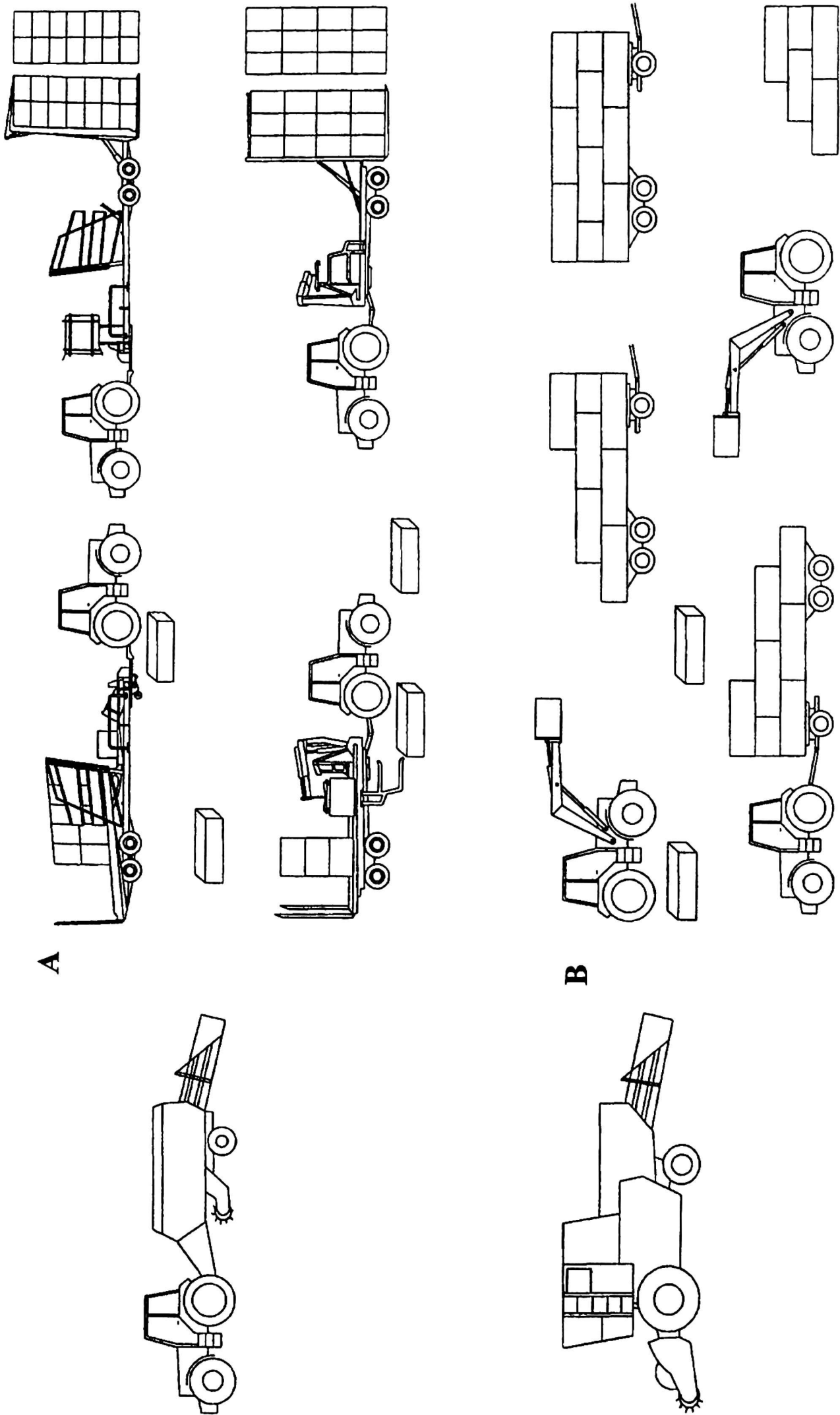
Produkcją tego typu środków technicznych zajmowały się między innymi firmy: Russell, LFMR-Lublin. Pomimo pewnego usprawnienia operacji zbioru bel słomy okazały się jednak rozwiązaniami nieprzydatnymi przy grupowaniu bel siana. Wynikało to głównie ze sposobu ich pracy, podczas której uformowane bele przesuwane były po podłożu i kierowane specjalnym torem do głównej części zgarniacza. Powodowało to niszczenie darni łąkowej, a niekorzystne oddziaływanie przesuwanych bel było najbardziej widoczne na wartościowych przemiennych użytkach zielonych. W zależności od konstrukcji mogły gromadzić w sposób uporządkowany lub bezładny od 8 do 20 małych bel. Po wypełnieniu głównej części zbiorczej urządzenia, zgrupowane bele pozostawiano na polu. Wyładunek uporządkowanej grupy bel miał korzystny wpływ na usprawnienie dalszych etapów procesu załadunku na środki transportowe. Przy użyciu specjalnego ładowacza czołowego formowano z nich większe sterty, które następnie w całości szybko można było załadować na samozaładowczo-rozładowcze środki transportowe (wózek firmy Russell). W tym czasie również

wiele firm podjęło się produkcji zbieraczy bel o dużej pojemności skrzyni ładunkowej (Carboni, Guaresi, New Holland, OMAS, Kemper, Fella). Niektóre z nich były nawet jednostkami samobieźnymi.

Obecnie tylko nieliczne firmy produkują klasyczne prasy wysokiego stopnia zgniotu (Claas, John Deere, Massey-Ferguson, Welger, Gallignani, Sipma, Famarol). Przyczyną tego są głównie zmiany potrzeb rynku, na którym dominują maszyny o dużej wydajności, formujące zbierany materiał w sposób zapewniający kompleksową mechanizację prac załadunkowych i wyładunkowych. Klasyczne prasy zbierające zostały w wielu krajach prawie w całości zastąpione wysoko wydajnymi maszynami formującymi duże bele cylindryczne lub prostopadłościenne. Przykładem może być rynek maszyn rolniczych w Niemczech. Rolnictwo tego kraju nabyło 2896 nowych pras zbierających w sezonie 1995/96, w tym ponad 2700 maszyn do formowania dużych bel. Również w naszym kraju maszyny te znajdują w ostatnich latach coraz więcej nabywców. Decyduje o tym ich duża wydajność oraz kształt i zagęszczenie formowanych bel [4, 7, 33, 34, 35, 39]. Ponadto znajdują one coraz szersze zastosowanie do sporządzania kiszonek. Technologie konserwowania zielonek w formie dużych bel prostopadłościennych są często rozwiązaniami konkurencyjnymi w stosunku do technologii bazujących na prasach zwijających. Decyduje o tym głównie wydajność maszyn zbierających oraz kształt i zagęszczenie bel [31, 48].

Produkcją pras formujących duże bele prostopadłościenne zajmują się obecnie wszystkie liczące się firmy na rynku maszyn do zbioru pasz łodygowych (Claas, John Deere, Krone, Massey-Ferguson, New Holland, Welger). Oferowane prasy wyposaża się często w zespoły tnące, dzięki którym są przydatne do zbioru zielonek [1, 29, 51]. Warto również dodać, że najnowsza oferta firmy Deutz-Fahr dotyczy prasy samobieźnej oznaczonej symbolem Power-Press 120H. Maszyna ta została dostosowana do potrzeb bardzo dużych gospodarstw byłej NRD. Obecnie nowoczesne prasy wyposażane są w wyspecjalizowaną elektronikę. Zastosowanie komputerów pokładowych pozwala na optymalną pracę wielu zespołów roboczych maszyny i pełną nad nimi kontrolę. Umożliwia między innymi automatyczne nastawianie stałego zagęszczenia bel z możliwością dodatkowej regulacji (zwiększanie, zmniejszanie zagęszczenia), wizualne i dźwiękowe ostrzeżenie w wypadku nieprawidłowej pracy aparatów wiążących, kontrola odpowiedniego kształtu formowanych bel. Ponadto istnieje możliwość nadzorowania prędkości obrotowej podbieracza, montowane są także liczniki bel, a niektóre z pras wyposażone zostały nawet w wagę dla bel opuszczających komorę prasowania [23, 25, 32].

W technologiach bazujących na prasach formujących duże bele prostopadłościenne (rys.1), podobnie jak w technologiach opartych na prasie tradycyjnej, szukano głównie usprawnienia czynności zbioru bel z pola. Efektem tych działań było powstanie wielu ciekawych konstrukcji pras. Przykładem jest tutaj renomowana firma Welger, która wprowadziła na rynek prasę oznaczoną symbolem Delta 5000 [5, 52]. Na maszynie tej nabudowano specjalny zasobnik, który może pomieścić trzy bele



**Rysunek 1.** Przykładowe technologie zbioru i transportu dużych bel prostopadłościennych: A – z zastosowaniem specjalnych przyczep zbierających, B – z zastosowaniem platform transportowych)

e prostopadłościennie o masie do 500 kg każda. Po wypełnieniu beły automatycznie są wyładowywane na polu. Ułatwia to znacznie późniejszy załadunek beł na środki transportowe, ograniczając liczbę przejazdów po polu. Do zbioru beł stosowane są przyczepiane do pras paletyzatory [16, 28]. Wiele firm (Arcusin, Claas, Spragelse Maskinfabrik A/S, New Holland) o dużym doświadczeniu w budowie maszyn do zbioru pasz łądowych opracowało i wdrożyło własne rozwiązania konstrukcyjne tych urządzeń. W zależności od wymiarów formowanych beł umożliwiają gromadzenie różnej ich liczby, z reguły od trzech do pięciu sztuk ułożonych obok siebie. Do bezpiecznego poruszania się po drogach publicznych w niektórych modelach boczne burty składane są do siebie, zmniejszając tym samym całkowitą szerokość paletyzatora.

Interesujące rozwiązanie w tym zakresie opracowała firma Claas [21]. Ciągnięty za prasą zbierającą paletyzator umożliwia gromadzenie dwóch lub czterech – w zależności od modelu – beł prostopadłościennych ułożonych jedna nad drugą przy wykorzystaniu hydraulicznego układu dźwigowego. Rozwiązanie to pozwoliło na ograniczenie szerokości roboczej zestawu. Warto także dodać, że do współpracy z wymienioną wcześniej prasą samobiezną firmy Deutz-Fahr, oznaczoną symbolem Power Press 120H, oferowany jest przyczepiany samozaładowczy wózek [23]. W wersji jednoosiowej może pomieścić 8 beł. Wózek na podwoziu trójosiowym przeznaczony jest do gromadzenia 12 beł. Zaleta stosowania paletyzatorów i specjalnych wózków polega głównie na wyładunku zgrupowanych beł, które następnie w wydajny sposób mogą być załadowywane na środki transportowe. Wpływa to korzystnie na wydajność całej technologii. Wymienione urządzenia znajdują jednak mniejsze zastosowanie niż rozwiązania bazujące na wysoko wydajnych przyczepach samozaładowczych [17].

Manipulowanie wielkowymiarowymi bełami wymaga stosowania odpowiednich urządzeń, którymi najczęściej są ładowarki wyposażane w specjalne chwytaki [10, 13, 20, 40, 50]. Zastosowanie znajdują w pracach załadunkowych zgrupowanych beł na środki transportowe i przy rozładunku. Można je podzielić na dwie grupy. Do pierwszej z nich należą te, które montuje się zwykle z przodu ciągnika. Druga grupa obejmuje ładowarki samobieżne, które w zależności od wyposażenia stosuje się do wielu prac gospodarskich. W produkcji wymienionych maszyn specjalizują się głównie takie firmy, jak: Andi, Avant, Claas, Fabryka Urządzeń Transportowych w Suchedniowie, Fuchs, Heitmann, John Deere, Manitou, Norcar, Oehler, JCB, Bobcat, Merlo, Prinzing, Weidemann, Schäffer, Striegel. Do transportu beł na większe odległości stosuje się zwykle przyczepy ogólnego przeznaczenia oraz specjalne platformy ładunkowe. Najnowsza oferta niektórych firm dotyczy specjalnej konstrukcji zbieraczy beł. Przykładem może być maszyna hiszpańskiej firmy Arcusin, która umożliwia także samoczynny wyładunek beł w pozycji pionowej.

## Technologie zbioru prasami formującymi bele cylindryczne

Kolejną grupą maszyn umożliwiających zbiór słomy i siana w formie zagęszczonej są prasy zwijające, które pozwalają na formowanie bel w kształcie cylindrycznym. Produkowane są one zarówno przez przemysł krajowy, jak i zagraniczny. Do producentów zagranicznych należą między innymi czołowe firmy: Claas, Welger, Krone, Gallignani, Deutz-Fahr, John Deere, New Holland. Z producentów krajowych wymienić należy firmy: Sipma Lublin, Polmot Warfama. Maszyny wymienionych firm pozwalają zbierać i formować materiał w duże bele. Nieliczne firmy (CAEB, Gallignani, Pöttinger, Superfino, Wolvo) wprowadziły na rynek miniprasy zwijające stałokomorowe napędzane mikrociagnikami jednoosiowymi lub ciągnikami o mocy od 11 do 18 kW. Prasy te mogą formować małe bele cylindryczne o średnicy 550–570 mm i szerokości 520–630 mm. Znajdują one zastosowanie głównie na małych poletkach, terenach górskich, a także i w gospodarce komunalnej do zbioru liści i trawy. Masa formowanych bel w zależności od rodzaju zbieranego materiału waha się w granicach od 14 do 50 kg. Małe wymiary i stosunkowo niewielka masa bel pozwala na ręczne prace załadowczo-rozładowcze. Natomiast większe jednostki ułatwiają wprowadzenie pełnej mechanizacji w realizacji wymienionych wyżej czynności [42].

Prasy zwijające charakteryzują się wysoką wydajnością, zwłaszcza podczas podbierania materiału. Najistotniejszym jednak czynnikiem ograniczającym wydajność zbioru są przestoje niezbędne do wiązania i wyrzucenia bel na zewnątrz maszyny. Wysoka wydajność formowania beli (podbieranie materiału) nie jest w stanie zrekomensować strat czasu wynikających z czynności pomocniczych. Udział czasu niezbędnego do owijania i wyrzucania bel z maszyny zbierającej w czasie roboczym zmiany zależy od wielkości i zagęszczenia formowanych bel oraz sposobu ich owijania. Materiałem stosowanym do owijania bel cylindrycznych w maszynie zbierającej może być sznurek, siatka lub folia [27]. W rolnictwie krajów zachodnich pojawiają się na polach i łąkach duże bele (cylindryczne i prostopadłościowe) ze słomy i siana, które przed opadami atmosferycznymi zabezpieczane są folią. Niektóre z bel cylindrycznych owijane są folią już w maszynie zbierającej [36]. Najnowsze tego typu rozwiązania zostały przedstawione na wielu międzynarodowych wystawach sprzętu rolniczego (Agromek w Herning, Agritechnica w Hanowerze, Eima w Bolonii, Royal Show w Londynie, SIMA w Paryżu).

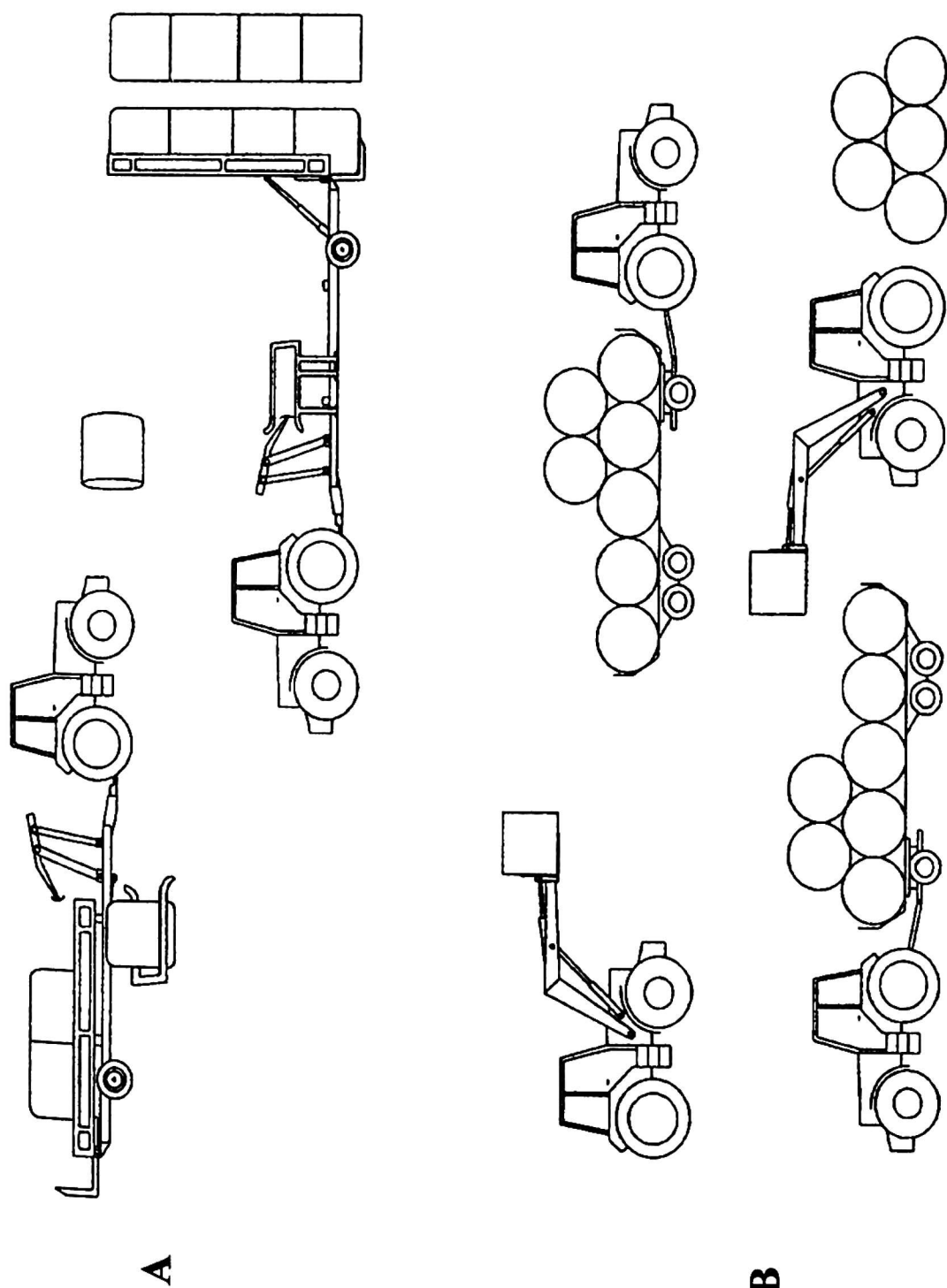
Obecnie produkowane prasy zwijające można podzielić na dwie podstawowe grupy wyodrębnione na podstawie budowy komory roboczej. Do pierwszej grupy należą maszyny o stałym przekroju komory roboczej, zwane prasami stałokomorowymi. Główny zespół roboczy tych pras mogą stanowić walce, przenośnik łańcuchowo-prętowy, zespoły przenośników taśmowych lub układy mieszane zbudowane z walców i przenośników łańcuchowo-prętowych [14]. Główne zalety pras stałokomorowych wynikają ze stosunkowo prostej konstrukcji zespołu formującego bele, których zagęszczenie wzrasta wraz ze średnicą powstającej beli. W końcowym efekcie uzyskujemy silnie

zagęszczoną zewnętrzną warstwą oraz stosunkowo luźny rdzeń [22, 30, 31]. Firma Claas oferuje najnowszą prasę Rollant 250, która została wyposażona w system MPS (Maximum Pressure System) [41]. Jego zadanie polega na zwiększaniu zagęszczenia bel w wyniku wcześniejszego rozpoczęcia końcowego sprasowania materiału w komorze roboczej. Jest to ważna zaleta podczas składowania bel na wolnym powietrzu i bez przykrycia. Warto również dodać, że w prasach stałokomorowych nie występują trudności z początkiem formowania rdzenia beli. Wadą natomiast jest duże zapotrzebowanie mocy w końcowej fazie formowania beli (nawet do 80 kW) [11, 43, 44, 47].

Drugą grupę pras zwijających stanowią maszyny o zmiennym przekroju komory roboczej zwane zmiennokomorowymi. Zagęszczanie materiału rozpoczyna się od środka beli, która po uformowaniu cechuje się jednolitym stopniem sprasowania w całej swej objętości. Maksymalna objętość bel formowanych prasami zmiennokomorowymi może wynosić prawie 4 m<sup>3</sup> (prasa zwijająca firmy Welger z serii RP 520 Farmer) [9]. Duża objętość formowanych bel pozwala na uzyskanie wysokiej wydajności maszyny ze względu na stosunkowo nieliczne i krótkie przestoje związane z owijaniem i wyrzucaniem beli na zewnątrz maszyny. Jedną z ważnych zalet tych maszyn jest możliwość zwijania bel o różnej średnicy i regulowanym zagęszczeniu [1, 22]. Jest to szczególnie korzystne przy zbiorze słomy i siana w małych gospodarstwach, które nie dysponują pełnym zestawem maszyn służących do prac transportowych oraz nie posiadają urządzeń do rozwijania lub rozdrabniania bel. Przy ograniczonej masie bel istnieje możliwość ręcznego ich przetaczania na niewielkie odległości [30, 31]. Istotną zaletą wynika również ze stałego zapotrzebowania na moc w całym procesie formowania beli [11, 44]. Warto jednak zwrócić uwagę na fakt, że w prasach zwijających zmiennokomorowych starszej generacji istniały poważne problemy z początkiem formowania beli, które często wynikały z nierównomiernego zasilania komory roboczej. Stosowane obecnie szerokie podbieracze w znacznym stopniu wyeliminowały tę trudność.

Zespół roboczy obecnie produkowanych maszyn zmiennokomorowych może stanowić jeden (np. prasy firmy Claas, John Deere) lub dwa układy przenośników pasowych (np. prasy firmy Gallignani) oraz dwa układy przenośników łańcuchowo-prętowych (np. maszyny firmy Krone, Wolvo) [36, 45]. Najnowsze oferty firmy Ford New Holland i Vicon dotyczą pras zwijających, których komory robocze zostały utworzone z zespołu przenośników taśmowych i rolek napędzanych. W maszynach oznaczonych symbolem Roll Belt 650 zastosowano jeden zespół przenośników pasowych, pięć rolek i walec wciągający. Komora robocza prasy RV 1901 firmy Vicon zbudowana jest z trzech rolek i zespołu pięciu przenośników pasowych (rdzeń beli jest formowany w przestrzeni utworzonej przez trzy rolki i dwa fragmenty pasów, które stanowią w tym czasie górną i tylną jej część). Warto podkreślić, że w ostatnich latach wzrasta zainteresowanie prasami zmiennokomorowymi, zwłaszcza w krajach Europy Zachodniej. Przykładem może być rynek maszyn rolniczych Francji. W 1995 roku rolnicy tego kraju zakupili 5633 nowe prasy zwijające, w tym 2551 maszyn zmiennokomorowych (około





**Rysunek 2.** Przykładowe technologie zbioru i transportu bel cylindrycznych: A – z zastosowaniem wózka samozaładowczo-sterującego, B – z zastosowaniem specjalnych przyczep transportowych

46%). Trzy lata później zarejestrowano znaczny spadek zakupu pras stałokomorowych na korzyść maszyn pozwalających na formowanie bel o różnej średnicy (udział tych drugich stanowił około 60% zakupionych pras zwijających w 1998 roku).

Ważnym elementem w konstrukcji pras zwijających są zespoły rozdrabniające. Jako pierwsze tego typu urządzenia zastosowano w prasach produkowanych przez firmę Deutz-Fahr na początku lat 90. Maszyny wyposażone w zespół tnący pozwalają na formowanie bel o wyższym zagęszczeniu, zwłaszcza podczas zbioru zielonek z przeznaczeniem na kiszonkę. Wpływa to korzystnie na przebieg właściwej fermentacji, która następuje w wyniku łatwiejszego dostępu bakterii kwasu mlekowego do soków komórkowych zakiszanego materiału [12, 19, 24, 29, 30]. Warto zwrócić przy tym uwagę na to, że zespół tnący praktycznie jest bezużyteczny w wypadku zbioru suchej słomy i siana, ponieważ w niewielkim stopniu wzrasta zagęszczenie bel. Warto również dodać, że niektóre z obecnie produkowanych pras zwijających nie są praktycznie przydatne do zbioru słomy i siana. Stwierdzenie to odnosi się do maszyn wyposażonych w bijakowy zespół podbierający (maszyny Orkel GP 1202 firmy Gjønnes), które cechuje mała wydajność i duże zapotrzebowanie mocy. Zbyt duże rozdrobnienie zbieranego materiału, a zwłaszcza suchej słomy może być przyczyną trudności w owijaniu bel sznurkiem lub siatką.

Mechanizacja zbioru wielkowiedrowych bel z pola wymaga zastosowania odpowiednich maszyn i urządzeń (rys. 2). Najczęściej spotykanym rozwiązaniem przy tego typu operacjach są ciągnikowe ładowacze czołowe oraz zestawy transportowe składające się głównie z ciągników współpracujących z przyczepami ogólnego przeznaczenia lub specjalnymi platformami [18, 24, 50]. W wielu krajach Europy powstały firmy specjalizujące się w produkcji czołowych ładowaczy, które mogą być wyposażane w dodatkowy osprzęt umożliwiający realizację różnych prac w rolnictwie, budownictwie, gospodarce komunalnej. Do czołowych producentów tego typu sprzętu można zaliczyć firmy: Andi, Avant, Baas Trima, Caltec, Faucheux, Frost, Fuchs, Heitmann, Malleux, Norcar, Oehler, Prinzing, Quicke Schäffer, Striegel, Weidemann. Nieliczne natomiast firmy (np. Agromet FMR Czarna Białostocka, CMT Chojnice, G. Balestra) produkują specjalne platformy, które mogą być stosowane do transportu dużych bel cylindrycznych i prostokątnych. Stosowane są również, zwłaszcza do transportu bel na dalsze odległości, specjalne zestawy samochodowe z platformami ładunkowymi przystosowanymi do poruszania się po drogach publicznych [40].

W procesie zbioru bel cylindrycznych z pola można stosować jeszcze inne rozwiązania, które bazują głównie na przyczepach samoładowniczych [10, 13]. Zaletą ich użytkowania polega na zastępowaniu pracy wielu ludzi i innych urządzeń. Są to maszyny niezawodne, podobne do siebie pod względem budowy i zasady działania. Do firm zagranicznych zajmujących się ich produkcją należą między innymi: Ritchie, Cronos, Pronovost, Fasterholt, Bala Industri, Delitzscher Landtechnik u. Maschinenbau GmbH. Krajowymi producentami tego typu przyczep jest Sipma z Lublina oraz Polmot Warfama z Dobrego Miasta. Podstawową wadą wielu tych maszyn, w tym

także rodzimej produkcji, jest zbyt mała ładowność (6–8 bel). Powoduje to, że przy transporcie na większe odległości stają się one mało efektywne. Ze względu na wzrost powierzchni upraw zbożowych w Polsce oraz powierzchni gospodarstw rolnych, można przypuszczać, że krajowy przemysł maszyn rolniczych podejmie produkcję bardziej wydajnych środków transportowych.

## Podsumowanie

---

Zbiór suchych pasz objętościowych stanowi poważny problem w wielu gospodarstwach rolniczych naszego kraju. W większych gospodarstwach, ze znacznym udziałem uprawy roślin zbożowych, stosowane powszechnie klasyczne prasy zbierające nie spełniają stawianych obecnie wymagań. Uzyskanie dobrej jakości suchych pasz objętościowych wymaga bowiem szybkiego zbioru z pola lub łąki z powodu zmieniających się warunków atmosferycznych oraz konieczności prowadzenia dalszych zabiegów agrotechnicznych. Powyższe względy zmuszają do zwrócenia szczególnej uwagi na technologie odznaczające się największymi wydajnościami. Dotyczy to głównie rozwiązań, w których główne ogniwa stanowią prasy do formowania dużych bel cylindrycznych i prostopadłościennych. Jednak efektywne wykorzystanie tych pras wymaga zastosowania do zbioru pozostawionych na polu bel odpowiednio wydajnych środków do ich załadunku i transportu. Zadania te najlepiej spełniają produkowane w tym celu różne urządzenia specjalistyczne.

## Literatura

---

- [1] Achilles A., Jäger P., Funk M. 1995. Ballenkette – für jeden das richtige Format. *Dlz* 4: 108–115.
- [2] Allica J. H., Mitre A. J., González Bustamante J. A., Itoiz C., Blanco F., Alkorta I., Garbisu C. 2001. Straw quality for ist combustion in a straw-fired power plant. *Biomass & Bioenergy* 21(4): 249–258.
- [3] Balsari P., Airoidi G. 1998. Analisi di alcuni cantieri di raccolta del sottoprodotto colturale del mais per una successiva utilizzazione energetica. *Macchine e Motori Agricoli* 7–8: 33–44.
- [4] Bartoszcze L., Dołycki A., Waszkiewicz Cz., Gach S., Lisowski A. 1998. Prasa zbierająca wielkogabarytowa Z-550 firmy Sipma SA. *Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej* 7: 13–16.
- [5] Bertram H.H. 1991. Was spricht für quaderballen? *Landtechnik* 4: 144–146.
- [6] Brammer J. G., Bridgwater A. V. 2002. The influence of feedstock drying on the performance and economics of a biomass gasifier-engine CHP system. *Biomass & Bioenergy* 22(4): 271–281.
- [7] Cousins D. 1999. 5 square balers go on trial. *Farmers Weekly* 10: 76–80.

- [8] Denisiuk W., Piechocki J. 2000. Energetyczne wykorzystanie słomy na przykładzie kotłowni w Zielonkach. *Inżynieria Rolnicza* 8: 265–272.
- [9] Eberle C., Kämmerer D. 2000. Viel Neues auf dem Pressen-Markt. *Dlz* 5: 78–85.
- [10] Engler G., Höner G. 2000. Praxistest Strohbergung : Wie geht's am schnellsten? *Top Agrar* 10: 74–76.
- [11] Freeland R. S., Bledsoe B. L. 1988. Energy required to form large round hay bales-effect of operational procedure and baler chamber type. *Transactions of the ASAE* 31(1): 63–67.
- [12] Frolov V. U., Caplina S. A. 2002. Obosnovanie proizvoditel'nosti razdatčika-izmel'čitelâ grubyh kormov v rulonah. *Tehnika v sel'skom hozâjstve* 1: 34.
- [13] Fröba N. 1996. Transport, Umschlag, Lagerung. *Landtechnik* 4: 209–214.
- [14] Gieroba J., Nowak J., Sawa J., Soszka W. 1995. Włoskie prasy zwijające. *Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej* 12: 7–9.
- [15] Gradziuk P. 1995. Możliwości energetycznego wykorzystania słomy. *Post. Nauk Rol.* 5: 31–38.
- [16] Herrmann A. 1994. Strohernte mit niedrigen Kosten. *Neue Landwirtschaft* 7: 77–80.
- [17] Herrmann A. 1994. Transportverfahren in der Landwirtschaft. *Neue Landwirtschaft* 12: 78–80.
- [18] Herrmann A., Papesch J. 1996. Stroh zur Energiegewinnung. *Landtechnik* 1: 36–37.
- [19] Höner G. 1995. Stroh - und Silageballen auflösen, verteilen, verfüttern... *Top Agrar* 2: 100–105.
- [20] Höner G. 2002. Hoflader: Kompakt und kräftig muss er sein. *Top Agrar* 11: 78–82.
- [21] Johanning B., Kämmerer D. 1996. Stroh unter Druck. *Agrartechnik* 5: 22–26.
- [22] Kutzbach H. D. 1992. Halmgutverdichtung mit rotierenden werkzeugen. *Landtechnik* 1/2: 60–63.
- [23] Lisowski A. 1997. Wybrane zagadnienia z konstrukcji wielkogabarytowych pras zbierających. *Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej* 1: 8–11.
- [24] Lisowski A. 2000. Udoskonalenia konstrukcji maszyn do owijania, transportu i przygotowania paszy. *Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej* 3: 2–4.
- [25] Mikucki K., Olszewski T. 1993. Automatyzacja w technice rolniczej z zastosowaniem urządzeń elektronicznych i komputerów pokładowych. *Technika Rolnicza* 6: 16–18.
- [26] Miłosz T. 1998. Techniczno-ekologiczne aspekty utylizacji słomy pozostawionej na polu. *Problemy Inżynierii Rolniczej* 3: 55–64.
- [27] Mitterleitner H. 1987. Soll der Ballen rund oder eckig sein? *Dlz* 5: 668–675.
- [28] Mitterleitner H. 1992. Ballen laden, stapeln, transportieren... *Top Agrar* 6: 68–71.
- [29] Moore A. 2000. Cutting balers back to size. *Farmers Weekly* 3: 94.
- [30] Olszewski T. 1992. Postęp w technice prasowania pasz objętościowych. *Technika Rolnicza* 3: 21–24.
- [31] Olszewski T. 1993. Współczesne techniki zagęszczania pasz objętościowych. *Problemy Inżynierii Rolniczej* 1: 49–54.
- [32] Olszewski T. 1993. Zastosowanie komputerów do pras zbierających. *Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej* 6: 4–5.
- [33] Pfänder H. G. 1995. Quadrant mit neuen Extras. *Dlz* 4: 102–107.
- [34] Pfänder H. G. 1997. Quadratisch – praktisch – gut. *Dlz* 4: 70–77
- [35] Quest D. 1997. Quader-oder Rundballenpressen – was ist zu beachten? *Getreide* 3: 90–94.

- [36] Rademacher T. 2001. Neue Systeme zum Roden, Häckseln und Pressen. *Top Agrar* 11: 88–91.
- [37] Repetov A. N., Babkov A. P. 2000. Polunavesnoj gidroficirovannyj stogovoz. *Mehani-zaciâ i Elektrifikaciâ Sel'ckogo Hozâjstva* 9: 16–17.
- [38] Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej. 2001. Rok LXI, Warszawa.
- [39] Rusch S., Lenge R. 1997. Fünf Packenpressen im Vergleich. *Top Agrar Extra*: 30–35.
- [40] Seconda L. 1992. Une journée sur la paille. *Top Cultures Motorisation* 19: 20–21.
- [41] Solov'evoj N. F. 2002. Osobennosti konstrukcij zarubežnyh rulonnyh press-podborsikov. *Traktory i sel'skohozâjstvennye mašiny* 2: 37–44.
- [42] Strasman A. 1989. Presses a balles rondes a liage filet. *CEMARGREF, BTMEA* 37: 17–20.
- [43] Strasser H., Hohn E. 1992. Großballenpressen: Erntetechnik und Bauarten. *Praktische Landtechnik* 5: 3–6.
- [44] Tremblay D., Savoie P., LePhat Q. 1997. Power requirements and bale characteristics for a fixed and a variable chamber baler. *Canadian Agricultural Engineering* 39(1): 73–76.
- [45] Volk L. 1993. Runde und eckige Ballen sind gefragt. *Dlz* 7: 52–54.
- [46] Wahlund B., Yan J., Westermarck M. 2002. A total energy system of fuel upgrading by drying biomass feedstock for cogeneration: a case study of Skelleftea bioenergy combine. *Biomass & Bioenergy* 23(4): 271–281
- [47] Waszkiewicz Cz., Gach S., Klonowski J. 2000. Jakość pracy i nakłady energetyczne prasy zwijającej Z-543. *Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej* 8: 7–10.
- [48] Waszkiewicz Cz., Lisowski A. 1999. Jakość paszy w technologii zbioru prasy wielkogabarytowej. *Problemy Inżynierii Rolniczej* 3: 29–34.
- [49] Wesche H. 1992. Compactrollen – verdichtung. *Landtechnik* 1/2: 64–67.
- [50] Wilmer H. 1994. Strohverkauf: Große Ballen sind der Renner. *Top Agrar* 7: 64–65.
- [51] Wilmer H. 1999. Ballen nach Maß. *Profi test* 4: 16–20.
- [52] Wolf K. P. 1986. Rund oder eckig - klein oder groß? *Landtechnik* 4: 169–176.

## Progress in methods and technologies of straw and hay harvesting

**Key words:** straw, hay, loose harvest, pick-up balers, transport

### Summary

Straw and hay harvest technologies may be divided into two main types, which differ each other in the form of material harvested. The first type comprizes those methods, where the material is handled in loose form. They are technologies that make use of pick-up trailers and manual labour in many operations. The second type comprizes technologies based on pick-up balers that form harvested material in rectangular or cylindrical bales. These last methods are predominant in many countries of Europe and North America. Article discussed in details the technologies characterized by high output, first of all those that employ the balers forming large cylindrical and rectangular bales as the main links. It was emphasized that effective use of such balers requires high output transport means to handling the bales left in the field.