

ANDRZEJ ZALIWSKI, JAN FURTAK
Instytut Mechanizacji Rolnictwa Akademii Rolniczej w Lublinie

MECHANIZACJA ZBIORU NASION FASOLI W ŚWIETLE BADAŃ KRAJOWYCH I ZAGRANICZNYCH

Uprawa fasoli, zwłaszcza w produkcji wielkotowarowej, w związku z jej dużą pracochłonnością, stwarza trudne do rozwiązania zagadnienia. O ile nakłady pracy związane z siewem i pielęgnacją fasoli są stosunkowo niewielkie, to zbiór, przy braku odpowiednich maszyn, jest bardzo pracochłonny. Czynność ta angażuje dużą liczbę pracowników, a wydłużony okres zbioru może prowadzić do poważnego zmniejszenia wartości plonu lub czasami nawet do jego zniszczenia na pniu. Ponadto w związku ze stałym odpływem siły roboczej z rolnictwa, zbiór limituje w poważnym stopniu możliwości uprawy fasoli na dużych arealach. Z powyższych względów wprowadzenie mechanicznego zbioru nasion fasoli na szeroką skalę jest zagadnieniem niezmiernie ważnym. Jednakże zmechanizowanie zbioru fasoli stwarza wiele problemów. Jest to uwarunkowane specyficznymi właściwościami biologicznymi i fizyko-mechanicznymi tej rośliny. Do tych właściwości, niekorzystnych z punktu widzenia mechanizacji zbioru, należy zaliczyć [1, 16, 18, 19, 25, 28, 30, 31, 37, 43, 47]:

- nierównomierność dojrzewania nasion i strąków w obrębie plantacji i poszczególnych roślin,
- małą wysokość roślin i niskie osadzanie strąków, z których 60—80% w zależności od odmiany znajduje się na wysokości do 8 cm nad powierzchnią gleby,
- podatność strąków niektórych odmian fasoli na pękanie i osypywanie się nasion,
- dużą wrażliwość nasion na uszkodzenia mechaniczne,
- skłonność niektórych odmian do wylegania i tworzenia zwartych, mocno splątanych łańców.

Należy jeszcze dodać, że zbiór mechaniczny jest utrudniony dodatkowo zróżnicowaniem cech biologiczno-fizycznych uprawianych odmian fasoli; różnią się one pokrojem roślin, wielkością nasion, zawartością włókna w dojrzałych strąkach (cecha istotna ze względu na proces omłotu) itp. Zróżnicowanie to zwiększa znacznie wymagania stawiane maszynom do zbioru w kierunku ich większej uniwersalności.

Ponadto niekorzystną właściwością znacznie komplikującą proces suszenia nasion, jest powolne przemieszczanie się w trakcie suszenia wody

zawartej w nasionach, spowodowane ich względnie dużą masą i wysoką zawartością białka [34].

Obecnie na świecie są stosowane następujące technologie zbioru fasoli:

- zbiór wieloetapowy (tradycyjny),
- zbiór dwuetapowy,
- zbiór jednoetapowy.

Poprawny wybór metody zbioru nie jest możliwy bez uwzględnienia warunków klimatycznych i stanu plantacji. Każda z wymienionych technologii zbioru posiada określone zalety, które jednak mogą się nie potwierdzić w niesprzyjających warunkach [18, 21, 29, 47].

Zbiór wieloetapowy (tradycyjny)

Polega on na ręcznym wyrywaniu roślin z gleby, ułożeniu ich w garście i pozostawieniu na polu przez kilka dni dla przeschnięcia. Często stosuje się różnego rodzaju rusztowania, daszki lub kozły. Dosuszone rośliny młóci się wprost na polu lub w gospodarstwie, za pomocą kombajnu zbożowego lub młocarni [4, 6, 18, 19, 27]. Wieloetapowy zbiór fasoli jest więc metodą ręczną, częściowo zmechanizowaną. Jego najważniejszą wadę stanowi bardzo duża pracochłonność, wynosząca ok. $100 \text{ rbh} \cdot \text{h}^{-1}$, a dochodząca nawet do $320 \text{ rbh} \cdot \text{ha}^{-1}$ [44]. Poza tym bardzo niska wydajność zbioru może w następstwie niesprzyjającego przebiegu pogody powodować duże straty plonu.

Straty nasion powstające w wyniku zbioru tą metodą wynoszą w pierwszym etapie (ręczne wyrywanie i układanie roślin) ok. 5% [19]. Całkowite straty są uzależnione od sposobu dalszego przeprowadzenia zbioru.

Zbiór dwuetapowy

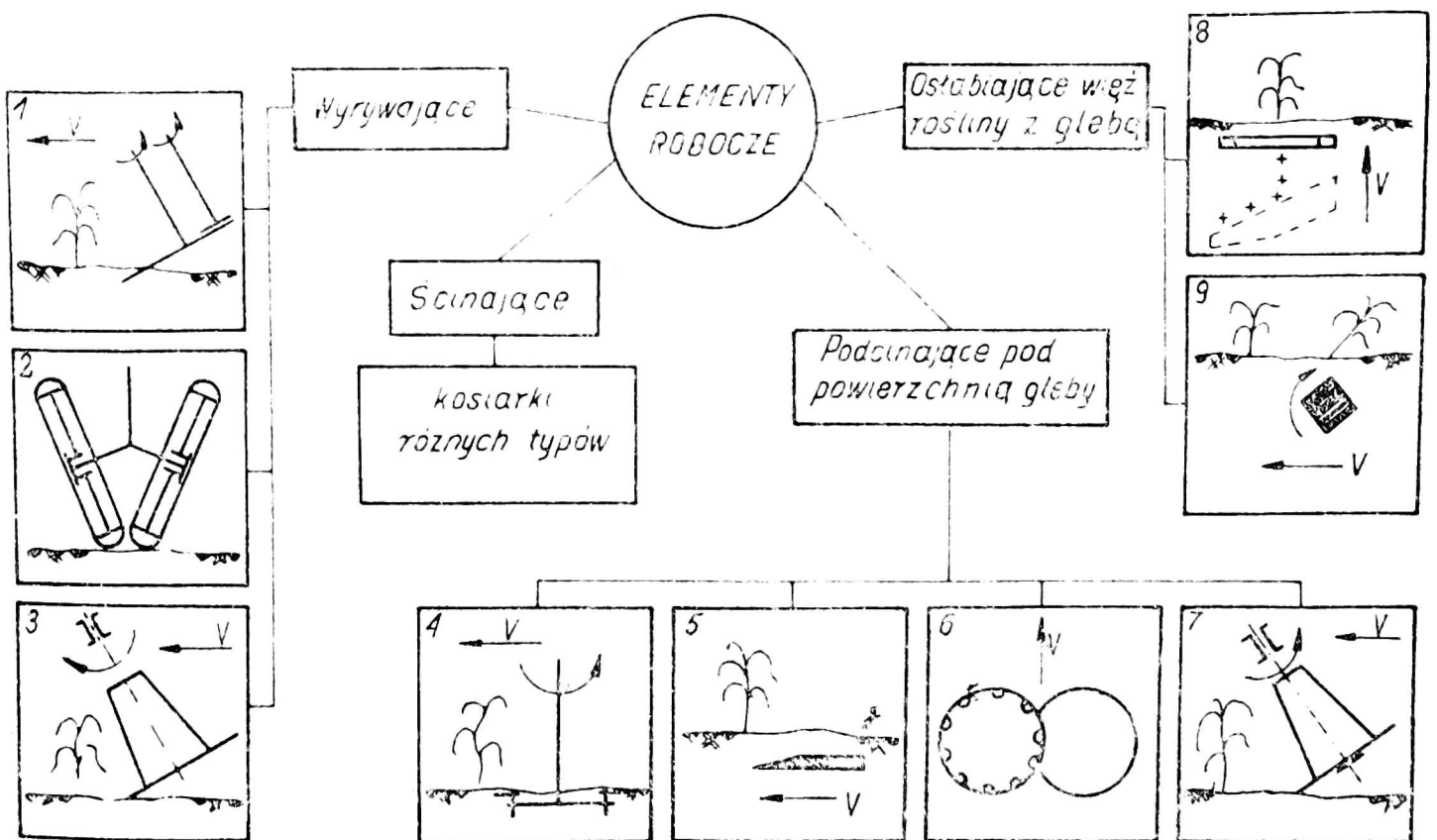
Technologia ta jest stosowana na świecie nawet na dużych arealach. Polega ona na skoszeniu, podcięciu albo wyrwaniu roślin i ułożeniu ich w pokosy [1, 2, 4, 5, 7, 16, 17, 21, 26, 31, 33, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 48]. Etap ten przeprowadzany jest najczęściej w fazie żółtej dojrzałości fasoli. Następnie rośliny są zgrabiane w wały zbiorcze i zbierane z nich kombajnem lub bezpośrednio zbierane z pokosu bez poprzedzającego zgrabiania. Zbiór z pokosu przeprowadza się przy wilgotności optymalnej dla omłotu fasoli (ok. 20—25%).

Zaletą tej technologii, podobnie jak wieloetapowej, jest umożliwienie

po ścięciu roślin dalszego dojrzewania jeszcze niedojrzałych nasion i zmniejszenie wilgotności masy roślinnej przed omłotem. Prócz tego unika się uszkodzenia zielonych, niedojrzałych nasion, które mają czas dojrzeć przed omłotem na pokosach. Wadą tej metody zbioru jest pozostawienie pokosów wprost na ziemi (ze względu na obniżenie strat nasion praktycznie nie pozostawia się ścierniska), co jest przyczyną ich nierównomiernego wysychania.

Ponadto podczas podbierania roślin dostają się do kombajnu duże ilości gleby, obniżając jakość zebranego plonu. W przypadku niesprzyjającej pogody straty nasion wzrastają i może nawet dojść do całkowitego zniszczenia plonu w pokosach, a opóźnienie pozbiorczych zabiegów uprawowych wysusza glebę.

Opracowano wiele wariantów zbioru dwuetapowego. Różnice pomiędzy nimi polegają głównie na odmienności pierwszego etapu, który przeprowadza się następująco:



Rys. 1. Podział elementów roboczych maszyn stosowanych na świecie do pierwszego etapu zbioru fasoli metodą dwuetapową.

Elementy pracujące na zasadzie wyrywania:

1 — tarczowy, 2 — kołowy, 3 — talerzowy.

Elementy pracujące na zasadzie ścinania:

kosiarki różnych typów.

Elementy pracujące na zasadzie podcinania roślin pod powierzchnią gleby:

4 — tarczowy, 5 — nożowy, 6 — dwutarczowy, 7 — talerzowy.

Elementy pracujące na zasadzie osłabiania więzi roślin z glebą:

8 — listwowy, 9 — wał obrotowy, o przekroju kwadratowym.

— mechanicznie wyrywa się rośliny z gleby i układa je w pokosy,
— ścina lub podcina podpowierzchniowo rośliny i formuje pokosy,
— narusza spójność systemu korzeniowego roślin z glebą przez podkopanie, a z roślin po wyciągnięciu ich z gleby formuje się pokosy.

Dla przeprowadzenia pierwszego etapu zbioru stosowanych jest wiele typów maszyn różniących się zasadą pracy elementów roboczych. Klasyfikację tych elementów przedstawiono na rysunku 1.

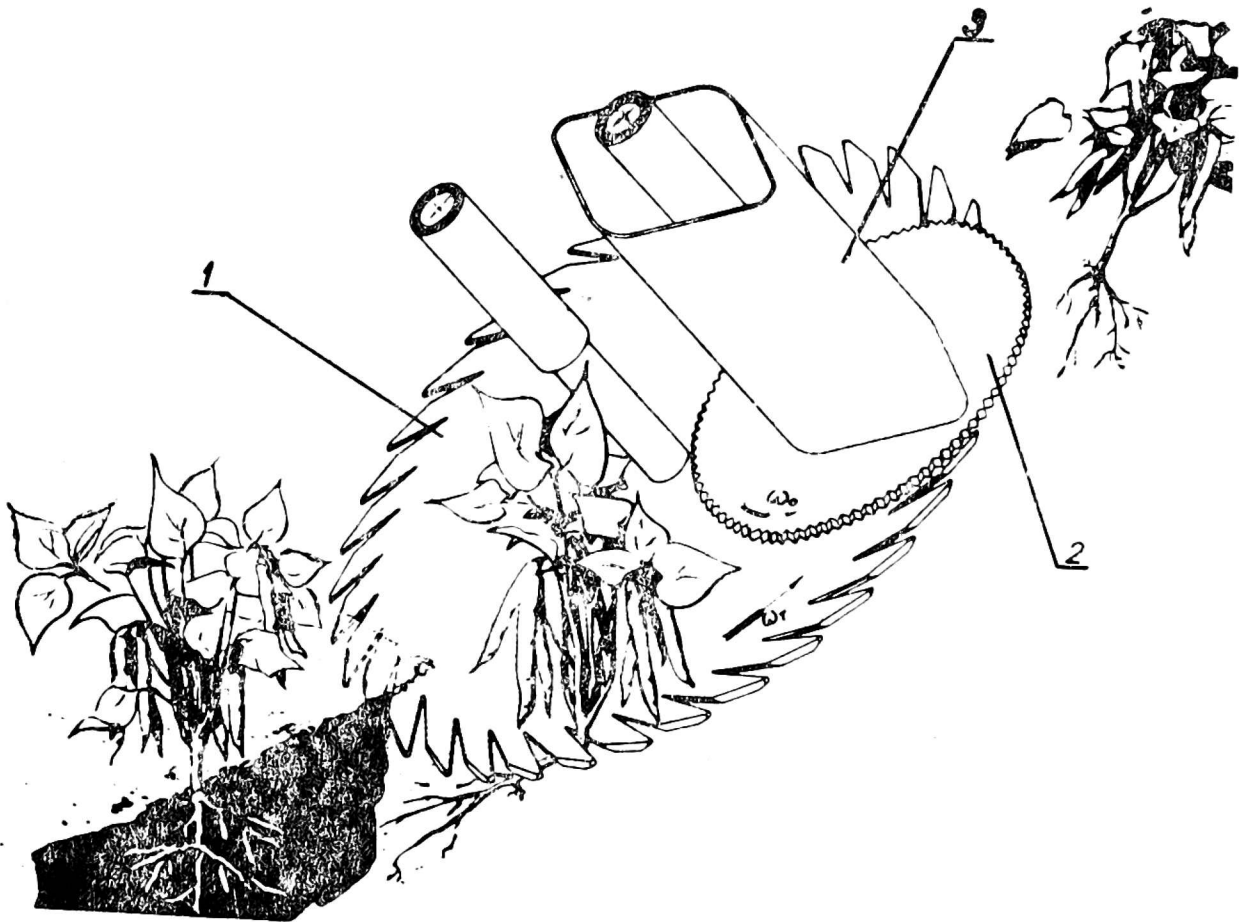
U r z ą d z e n i a w y r y w a j ą c e. Na XXXIV Międzynarodowej Wystawie Techniki Rolniczej w Paryżu (1963 r.) firma francuska „Delfosse” zademonstrowała trzyczęściową maszynę wyrywającą do fasoli z kołowymi elementami roboczymi (poz. 2 na rys. 1). Maszyna ta posiada trzy sekcje wyrywające. Koła każdej sekcji toczą się po obu stronach wyrywanego rzędu, zaciskają się na roślinach i podnosząc je wyrywają z gleby. Brak jest w dostępnej literaturze informacji dotyczącej jakości pracy wyrywacza. Wiadomo jednak, że po wyprodukowaniu pewnej serii zaniechano dalszej jego produkcji [48].

W NRD przeprowadzono badania dotyczące wykorzystania wyrywacza do lnu przy zbiorze fasoli karłowej [48]. Ze względu na uzyskane negatywne wyniki wyrywacz ten nie znalazł jednak tam zastosowania do zbioru fasoli.

W ZSRR stosowana jest do zbioru fasoli maszyna wyrywająca typu FA-4 i jej zmodernizowana odmiana — FA-4A [16, 21, 26, 31, 37, 48]. Jest ona agregatowana z ciągnikiem T-25, przebrojonym do pracy przy jeździe do tyłu. Maszyna ta posiada sekcje wyrywające, których zasadę pracy przedstawiono na rysunku 2. W skład wyrywacza FA-4 wchodzi także podbieracz palcowo-bębnowy, przenośnik podłużny i przenośnik poprzeczny. Maszyna ta wyrywa rośliny fasoli i formuje wał zbiorczy.

Podbieranie roślin z wałów przeprowadza się kombajnem zbożowym z zamontowanym podbieraczem przy wilgotności nasion powyżej 20%. Wykorzystuje się tu najczęściej komplet wyposażenia do zbioru fasoli produkowany seryjnie, oznaczony symbolem F-5 (do kombajnu SK-5 „Niwa”) i pozwalający przystosować głównie zespół omłotowy oraz czyszczący do warunków zbioru fasoli. Zastosowanie takiego kompletu pozwala na zmniejszenie makrouszkodzeń nasion z 5—9% (dla kombajnu w wersji zbożowej) do poniżej 3% [47], a nawet, wg innych autorów, z 4,5% do 1,5% [21].

Straty nasion powodowane przez maszynę FA-4 są niewielkie i wynoszą ok. 0,45—7,0% przy wilgotności zbieranych nasion ok. 50% [15, 31, 48]. Wydajność efektywna maszyny FA-4 wynosi 0,9 ha·h⁻¹, a w czasie zmiany ok. 0,5 ha·h⁻¹ [21]. Straty powodowane przez kombajn wg autorów radzieckich wynoszą przy podbieraniu i omłocie fasoli 6,7—16,4% przy wilgotności nasion 18—25%. Czystość nasion w zbiorniku



Rys. 2. Zasada pracy sekcji wrywającej maszyny FA-4 (ZSRR):

1 — tarcza wrywająca, 2 — tarcza oczyszczająca, 3 — odrzutnik.

kombajnu jest różna: wg jednych autorów 58% [21] i 46—84% [48], a wg. innych ok. 90% [47], co zapewne wiąże się z zastosowaną adaptacją zespołu czyszczącego.

W Bułgarii skonstruowano adapter do zbioru fasoli, montowany na kombajnie SK-4, oznaczony symbolem MPF-8. Posiada on cztery sekcje, niezależnie kopiujące powierzchnię gleby, składające się z placowego bębna wrywającego i przenośnika taśmowego ukośnego, podającego wyrwane rośliny na przenośnik poprzeczny. Adapter MPF-8 można stosować do jedno- i dwuetapowego zbioru. Nadal prowadzone są prace nad jego udoskonaleniem [32, 46].

Urządzenia podcinające. Zastosowanie do zbioru fasoli kosiarek z nożycowym zespołem tnącym wiąże się z wysokimi stratami nasion [14, 47], dochodzącymi od 23 do 35%. Z tego powodu na świecie powstało wiele konstrukcji maszyn ścinających rośliny pod powierzchnią gleby [3, 4, 5, 6, 7, 8, 14, 17, 19, 23, 33, 36, 37, 40, 41, 42, 43, 46, 47, 48]. Urządzenia te można podzielić na bierne — wyposażone w płaskie lub talerzowe noże podcinające oraz czynne — w postaci tarcz obrotowych (rys. 1).

Zbiór fasoli za pomocą podcinaczy biernych rozpowszechniony jest w USA [4, 6, 17, 23, 37, 42, 48]. Wiele firm amerykańskich (Lockwood, Heath, United Farm Tools i inne) produkuje zestawy złożone z podcina-

cza i maszyny do formowania wału zbiorczego. Podcinacz składa się z reguły z sekcji niezależnie kopiujących powierzchnię gleby i wyposażonych w noże podcinające rośliny na niewielkiej głębokości (ok. 5 cm). Podcięte rośliny zgarniane są z dwóch sąsiednich rzędów na wspólny pokos. Wały zbiorcze formowane są za pomocą maszyny formującej, posiadającej układ przenośników zbliżony do spotykanego w zespole żniwnym kombajnu zbożowego, wyposażonego w podbieracz pokosów. Po przesuszeniu na wałach fasola zbierana jest za pomocą adaptowanych kombajnów z podbieraczem lub kombajnów do fasoli (np. produkowanych przez firmę amerykańską „Lilliston” [17]).

Młocarnia kombajnu zbożowego w wersji fabrycznej może być przyczyną uszkodzeń nasion w granicach 11—40% [18]. Z tego względu w kombajnie do fasoli „Lilliston 1500” zastosowano klepisko z blachy stalowej o ażurowej konstrukcji. Kombajn do zbioru roślin strączkowych tej firmy powoduje przy omłocie makrouszkodzenia i straty razem do 1% plonu nasion [42], tzn. bardzo niskie.

Podcinacze typu biernego stosowane są poza USA także w ZSRR, Jugosławii, Czechosłowacji, i Bułgarii [5, 6, 7, 23, 33, 37, 42, 43, 45, 48]. Jak podają badacze radzieccy, straty powodowane przez podcinacz czterzędowy o symbolu MUF-4 zależą w bardzo dużym stopniu od warunków zbioru i wynoszą 2,9—22,6%. Prędkość jazdy podcinacza zagręgowanego z ciągnikiem powinna wynosić 6—10 km·h⁻¹. Istotną wadą podcinacza jest szybkie tępienie się noży (po ścięciu ok. 0,5—1,0 ha fasoli) a przy wilgotności gleby ponad 10% dochodzi ponadto do zalepienia noży glebą [48].

W Jugosławii zbiera się fasolę wyłącznie metodą dwuetapową [45], w której używane są: agregat złożony z podcinacza z nożami biernymi i zgrabiarkami typu pasowo-palcowego o symbolu Favorit-220 oraz adaptowany kombajn zbożowy ZMAJ-131 lub ZMAJ-141 z podbieraczem pokosów. Adaptacja kombajnu polega głównie na wymianie kół zębatych napędu podajnika ślimakowo-palcowego i bębna młocącego, w celu zmniejszenia ich prędkości obrotowej, a ponadto metalowe cepy bębna zastąpiono drewnianymi. Straty nasion w dwóch pierwszych etapach zbioru (podcinanie i zgrabianie) wynoszą przeciętnie 11,4% plonu, ale w sprzyjających warunkach, tj. na niezachwaszczonej plantacji o równej powierzchni, wahają się w granicach 0—8,0%. Ogólne straty powodowane przez adaptowany kombajn podczas podbierania wynoszą ok. 4,7—5,9%, makrouszkodzenia nasion 3,4%, a czystość nasion powyżej 99% (dla zespołu czyszczącego adaptowanego).

W Czechosłowacji stosowane są sześciorzędowe podcinacze do fasoli z nożami biernymi, pracujące w dwuetapowej technologii zbioru. W drugim etapie wykorzystuje się kombajn zbożowy z podbieraczem zamonto-

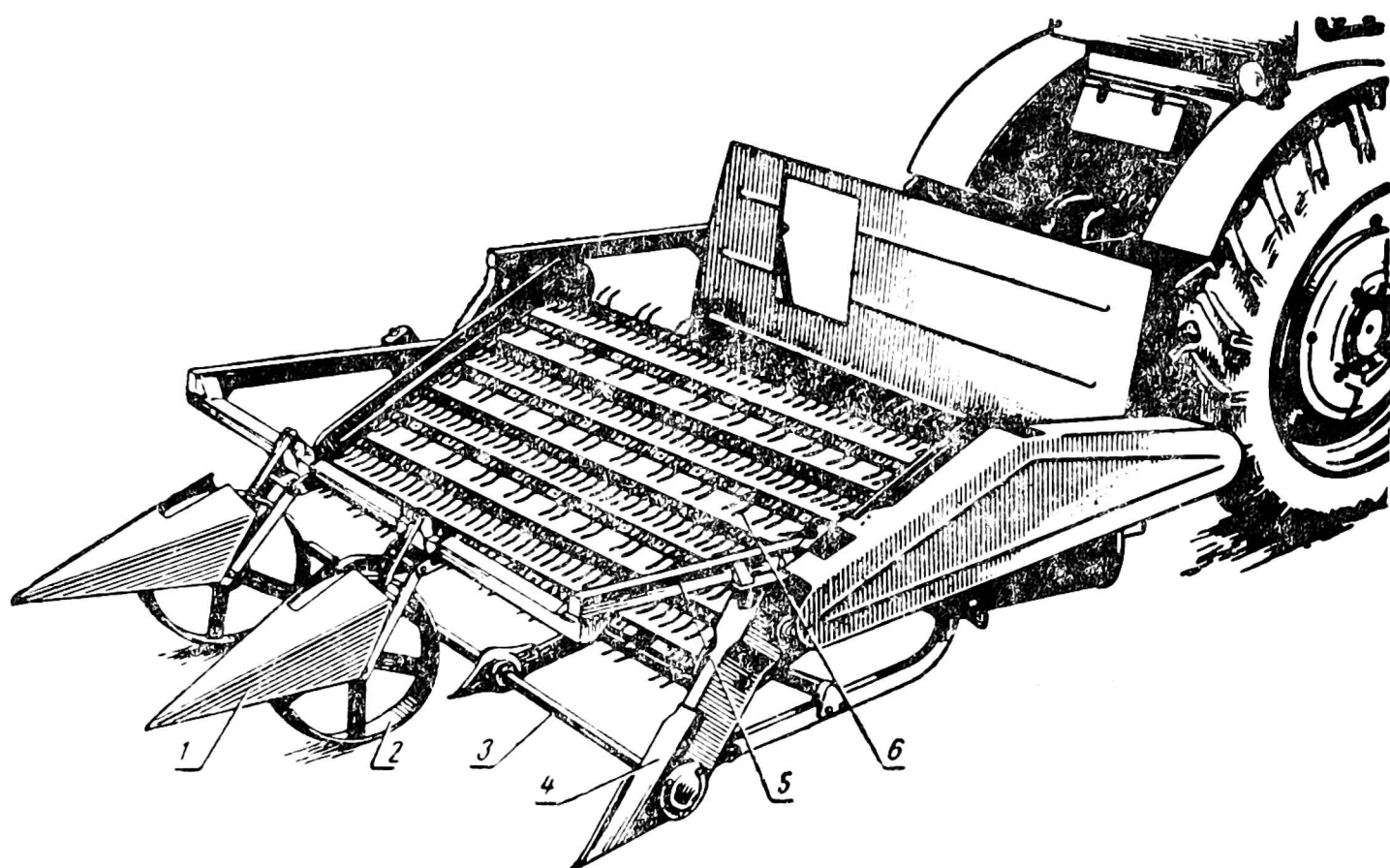
wanym na całej szerokości zespołu zniwnego. Całkowite straty powodowane w dwuetapowej technologii zbioru wynoszą, wg autorów czeskich, poniżej 3% [6]. Z innych źródeł natomiast wynika [33], że podcinacz ten zagregatowany ze zgrabiarką do siana powoduje straty nasion 20—25% na częściowo zachwaszczonej plantacji i 10—15% na plantacji prawidłowo przygotowanej do zbioru.

W Bułgarii prowadzone są interesujące badania nad zbiorem fasoli metodą dwuetapową [19]. W pierwszym etapie zastosowano ścinacz o symbolu PSF-8, posiadający elementy robocze talerzowe, napędzane na skutek tarcia o podłoże. Ścięte rośliny są zgarniane na wały zbiorcze za pomocą zgrabiarki gwiazdowej i podbierane w drugim etapie za pomocą adaptowanego kombajnu zbożowego SK-4 lub kombajnu do fasoli o symbolu PKF-2. Adaptacja kombajnu zbożowego polega m.in. na ogumieniu tych elementów kombajnu, z którymi stykają się nasiona [25]. Wyniki tych badań są nader interesujące: straty spowodowane ścinaniem wynosiły 1,6—2,3%, zgrabiarka powodowała straty 1,7%, adaptowany kombajn zbożowy 4,3—6,4%, natomiast kombajn do fasoli 9,8%. Makro-uszkodzenia nasion wynosiły dla adaptowanego kombajnu zbożowego 1,1—1,3%, a dla kombajnu PKF-2 1,3%. Wadą podcinacza jest przykrywanie w znacznym stopniu podciętych roślin ziemią, dlatego też czystość nasion w zbiorniku kombajnu była dość niska (ok. 90%).

Również w Bułgarii przeprowadzono badania nad dwuetapowym zbiorem fasoli z wykorzystaniem podcinacza biernego. Podcinacz ten o symbolu MF-8 zagregatowano z maszyną do formowania wałów OPF-8, a do podbierania fasoli z wałów zastosowano kombajn SK-4 z podbieraczem. Uzyskane wyniki są bardzo obiecujące: straty przy podcinaniu wyniosły w zależności od prędkości roboczej i dojrzałości łąnu 0,26—2,88% a całkowite straty nasion dla różnych wariantów zbioru od 3,24% do 5,19%.

Podcinacze z aktywnymi elementami roboczymi wyposażone są w tarcze z nożykami na obwodzie, pracujące tuż pod powierzchnią gleby. Tarcze podczas obrotu ścinają rośliny i z podciętych rzędów formowany jest jeden pokos. Na tej zasadzie pracują w ZSRR podcinacze KRB-2 i KFO-4, podcinacz amerykańskiej firmy „Hume”, a także prototypowy podcinacz zbudowany w Polsce [14, 36, 37, 48]. Dane dotyczące strat nasion powodowanych przy zbiorze fasoli tego typu podcinaczami są rozbieżne. W badaniach przeprowadzonych w kraju stwierdzono wielkość strat 5—8% [14, 44], natomiast autorzy radzieccy [48], podają wielkość 11,9—29,7%. Podają oni także, że elementy robocze tego typu podcinacza szybko się tępią, pracując cały czas w glebie.

Maszy ny z e l e m e n t a m i o s ł a b i a j ą c y m i w i ę ż r o ś l i n z g l e b ą. Znane są zasadniczo dwa rodzaje elementów roboczych osłabiających połączenie roślin z glebą. Należą do nich obrotowy wał o kwadratowym przekroju i element w postaci listwy.



Rys. 3. Maszyna do zbioru fasoli FUM-2,3 (ZSRR):

1 — rozdzielacz, 2 — koło kopiujące, 3 — wał kwadratowy, 4 — wysięgnik,
5 — rama, 6 — podbieracz palcowo-taśmowy.

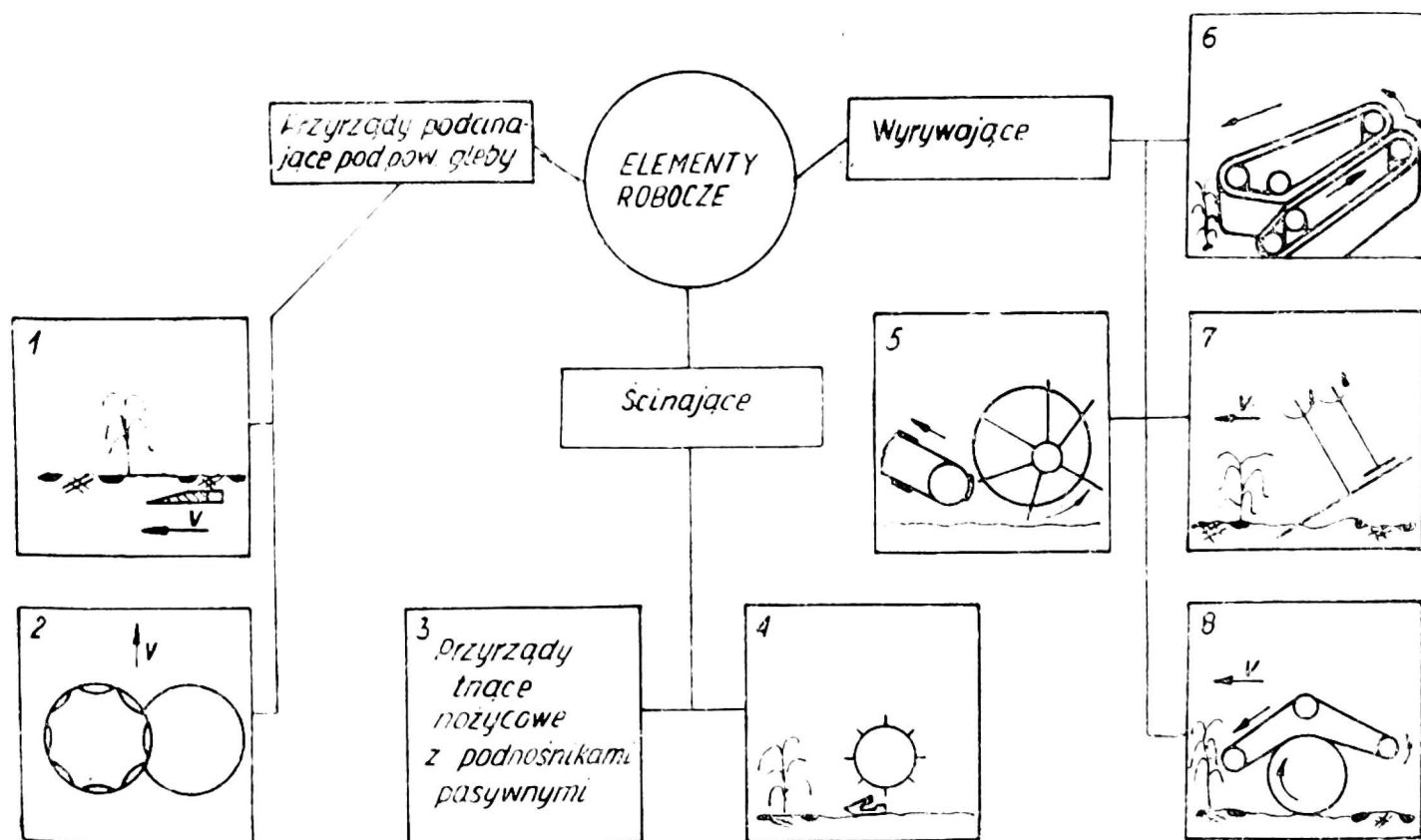
Na zasadzie osłabienia więzi roślin z glebą przez wał obrotowy oparte jest działanie maszyn FUM-2,3, FUM-3,6 i FSzM-5, wszystkich skonstruowanych w ZSRR [21, 47, 48]. Maszyna FUM-2,3 (rys. 3) jest agregowana z ciągnikiem T-40, przystosowanym do pracy w obu kierunkach jazdy. Wał kwadratowy pracuje na głębokości 4—6 cm, obracając się w kierunku przeciwnym do kierunku ruchu maszyny, powoduje naruszenie systemu korzeniowego roślin. Podbieracz taśmowo-palcowy i przenośnik poprzeczny formują wał zbiorczy. Przeprowadzone badania wykazały, że poważną wadą tej maszyny jest silne zanieczyszczanie roślin glebą (czystość nasion w zbiorniku kombajnu wynosiła 57% — była więc bardzo niska). Ponadto nie nadaje się ona do zbioru fasoli na glebach zwiezłych. Co się tyczy strat, to nie były one wysokie i wynosiły ok. 5,4%.

Oprócz wału kwadratowego do grupy elementów roboczych osłabiających więzi roślin z glebą należy zaliczyć listwy pracujące pod powierzchnią gleby. Budową przypominają one noże podcinacza biernego, ale ich krawędzie robocze nie są zastrzone. Listwy pracują zadowalająco jedynie na glebach lekkich, piaszczystych, gdzie rośliny są słabo związane z glebą [48].

Zbiór fasoli metodą jednoetapową

Ta metoda zbioru nie wyszła dotychczas w zasadzie poza ramy doświadczeń. Do zbioru jednoetapowego stosowane są adaptowane kombajny zbożowe, które pracują prawidłowo tylko w przypadku odmian równomiernie dojrzewających, na łanach jednorodnych pod względem wysokości i niezachwaszczonych. W innych warunkach metoda ta nie jest zalecana ze względu na wysokie straty ilościowe nasion [29]. Na tych plantacjach, gdzie niesprzyjające warunki spowodowane są nierównomiernym dojrzewaniem lub zachwaszczeniem, zbiór jednoetapowy powinien być poprzedzony zabiegiem desykacji [16, 22, 29]. Najlepsze działanie dosuszające wykazują preparaty „Gramoxone” (paraquat) i „Reglone” (diquat) [11].

Zbiór fasoli kombajnem zbożowym nieprzystosowanym wiąże się z wysokimi stratami nasion, powstającymi głównie w zespole żniwnym, a dochodzącymi do ponad 40% plonu [14, 44]. W związku z tym jednoeta-



Rys. 4. Podział elementów roboczych stosowanych w jednoetapowej metodzie zbioru fasoli:

Elementy pracujące na zasadzie podcinania roślin pod powierzchnią gleby:

1 — nożowy, 2 — dwutarczowy,

Elementy pracujące na zasadzie ścinania:

3 — zespoły tnące nożycowe z podnośnikami pasywnymi, 4 — zespoły tnące nożycowe z podnośnikami aktywnymi,

Elementy pracujące na zasadzie wyrwywania:

5 — bębnowo-palcowy, 6 — pasowy, 7 — tarczowy, 8 — bębnowo-taśmowy.

powy zbiór fasoli może być wykonany w zasadzie tylko kombajnami zbożowymi adaptowanymi do tego celu [2, 3, 4, 5, 6, 7, 16, 18, 21, 22, 32, 46, 47, 48]. Adaptacje te dotyczą głównie zespołu żniwnego oraz omłotowego kombajnu. W miejsce zespołu żniwnego stosowane są specjalne adaptery, bądź też modyfikuje się jego konstrukcję w celu osiągnięcia jak najniższego cięcia (rys. 4).

Przykładem modyfikacji zespołu żniwnego jest zastosowanie tzw. kopiującego zespołu tnącego, montowanego w miejsce tradycyjnego [2, 17]. Zespół tnący w tej modyfikacji jest połączony z kadłubem zespołu żniwnego przegubowo i posiada własne płozy, co umożliwia mu niezależne kopiowanie profilu gleby. Dzięki takiemu rozwiązaniu wydatnie zmniejsza się wysokość ścierniska.

Inne dwa rozwiązania opracowali badacze czechosłowaccy [4, 5, 6]. Pierwsze polega na zamontowaniu tzw. luźnej belki placowej w miejsce fabrycznej, sztywno związanej z kadłubem zespołu żniwnego; luźna belka palcowa jest połączona z kadłubem przegubowo. Celem tej prostej modyfikacji, w odróżnieniu od dość skomplikowanego kopiującego zespołu tnącego, było zmniejszenie wysokości cięcia tylko poprzez obniżenie belki palcowej, jednak zasadniczo bez możliwości kopiowania. Drugie rozwiązanie polega na wysunięciu i obniżeniu zespołu tnącego i zastosowaniu aktywnego podnośnika straków (wykorzystano tu podbieracz bębnowo-palcowy kombajnu). Specjaliści czechosłowaccy osiągnęli dobre efekty, sądząc po zamieszczonych wynikach badań: straty nasion podczas jednoetapowego zbioru utrzymywały się w granicach 5—9% plonu, a wydajność eksploatacyjna kombajnu wyniosła 0,4—0,7 ha·h⁻¹.

Pomimo tak dobrych rezultatów zaniechano dalszego rozwijania opracowanych rozwiązań ze względu na trudności konstrukcyjne. Prace nad rozwiązaniem jednoetapowej metody zbioru są nadal kontynuowane, ale poszły w kierunku podcinania roślin pod powierzchnią gleby [7].

Adaptery do zbioru fasoli montowane zamiast zespołu żniwnego pracują na zasadzie podcinania lub wyrywania roślin fasoli (rys. 4).

Model adaptera wyrywającego, zamontowanego na kombajnie samobieżnym skonstruowano i przebadano w USA [22]. Adapter ten, posiadający tylko jedną sekcję, złożoną z dwóch taśm bez końca o dużej szerokości, pracuje podobnie jak wyrywacz do lnu. Autorzy podają, że najmniejsze straty nasion wynosiły ok. 70 kg·ha⁻¹. Jeśli założyć plon biologiczny (nie podany w pracy) 20 q·ha⁻¹, to straty nasion kształtowałyby się ok. 3%, byłyby więc bardzo niskie.

Na nieco innej niż wyżej opisana zasadzie pracuje adapter wyrywający montowany na kombajnie, zbudowany przez firmę amerykańską „Pioneer Thresher” [48]. W adapterze tym wykorzystano bęben poziomy współpracujący z szerokim pasem (rys. 4, poz. 8). Ze względu jednak na

znaczne uszkodzenia nasion, występujące podczas zbioru tym adapterem, firma zaniechała dalszych prac rozwojowych nad jego konstrukcją.

Badacze radzieccy skonstruowali adapter wyrywający tarczowy, złożony z sekcji pochodzących z maszyny FA-4, a przeznaczony do kombajnu SK-4. Poważną wadą adapteru jest jego znaczny ciężar [16, 48].

W Bułgarii skonstruowano adapter wyrywający MPF-8 typu bębno-palcowego, który można stosować do zbioru metodą jedno- i dwuetapową (jego opis zamieszczono w części poświęconej maszynom do zbioru dwuetapowego, a zasadę działania przedstawiono na rys. 4, poz. 5).

Brak jest niestety wzmianki o stratach nasion i jakości jego pracy, która w przypadku jednoetapowej metody może budzić wątpliwości.

Adaptory pracujące na zasadzie podpowierzchniowego podcinania roślin nie wyszły dotychczas ze sfery projektów i doświadczeń. Badania podcinacza rotacyjnego dwutarczowego, przeprowadzone w USA [3], wykazały jego przydatność do zbioru fasoli (straty nasion ok. 2,5%). Badacze amerykańscy proponują więc umieszczenie szeregu takich sekcji podcinających na zespole żniwnym. Brak jest niestety w literaturze dalszych doniesień dotyczących rozwoju tej interesującej konstrukcji.

W Czechosłowacji zbudowano nieco inny model adapteru, przeznaczonego do zbioru fasoli przez podcinanie, umieszczając przed zespołem żniwnym kombajnu bierne sekcje podcinające. Zamontowany między sekcjami podcinającymi a kadłubem zespołu żniwnego podbieracz bębno-palcowy zapewnia płynność przechodzenia podciętej masy roślinnej do kombajnu. Konstrukcja ta, a także dalsza, polegająca na zastosowaniu listwowego zespołu tnącego, pracującego pod powierzchnią gleby, jest nadal w stadium badań.

Ocena dotychczasowych osiągnięć w mechanizacji zbioru nasion fasoli i perspektywy rozwoju

Jak wynika z powyższego opracowania literatury, mechaniczny zbiór nasion fasoli stanowi zagadnienia kompleksowe. Występuje tu bowiem kilka problemów. Najpoważniejszym jest zbiór (koszenie) roślin, powodujący powstawanie wysokich strat nasion. Omłot roślin fasoli za pomocą nieprzystosowanych zespołów młócących powoduje powstawanie wysokich uszkodzeń nasion. Ponadto przyczyną uszkodzeń nasion mogą być także pozostałe zespoły robocze maszyn zbierających [10, 12, 13, 20, 24, 25, 35, 38, 44, 45].

W praktyce rolniczej wielu krajów świata stosowany jest zbiór metodą dwuetapową, najczęściej z wykorzystaniem podcinaczy biernych i adaptowanych kombajnów zbożowych. Metoda ta ulega w ostatnich latach rozpowszechnieniu w wielu krajach świata. Wymaga ona jednak dla prawidłowego zbioru nienagannego przygotowania plantacji, zwięsz-

cza jeśli chodzi o zachwaszczenie i wyrównanie powierzchni gleby. Ponadto wylegnięcie roślin stanowi dla pracy tego typu pocinacza poważny problem, podobnie jak zbyt wilgotna gleba [44]. Jednak najpoważniejszym problemem jest nieuniknione zanieczyszczenie fasoli pyłem glebowym, co wymaga zastosowania niekonwencjonalnych metod czyszczenia nasion, np. mycia. Ten rodzaj zanieczyszczenia występuje w przypadku dwuetapowego zbioru nasion w zasadzie we wszystkich jego wariantach, a także przy zbiorze jednoetapowym. Gleba dostaje się do zespołu młócającego na korzeniach roślin lub może być nagarniana do kombajnu przy pracy zespołu żniwnego w najniższym jego położeniu, a pył glebowy osiada na nasionach najprawdopodobniej już w zespole młócającym. Straty nasion udało się ograniczyć w metodzie dwuetapowej w niektórych przypadkach nawet do kilku procent. A zatem głównym problemem jest tutaj jakość zebranego plonu oraz konieczność przeprowadzenia zbioru w dość zawężonym zakresie optymalnych warunków.

Metoda jednoetapowego zbioru charakteryzuje się w porównaniu z dwuetapową wieloma zaletami. Pomimo to jest ona rzadko stosowana w praktyce rolniczej na świecie ze względu na wysokie straty powstające podczas pracy zespołu żniwnego. Problem ten nie został dotychczas zadowalająco rozwiązany. Zespół żniwny do zbioru fasoli powinien bowiem spełniać następujące wymagania:

- powodować niskie straty nasion,
- umożliwiać osiągnięcie dostatecznej przepustowości przez kombajn,
- skutecznie ograniczać zanieczyszczenie glebą roślin podawanych do młocarni kombajnu.

Znacznym ułatwieniem dla konstruktorów byłoby wyhodowanie i wprowadzenie do uprawy odmian fasoli bardziej odpowiadających warunkom zbioru jednoetapowego. Chodzi tu zwłaszcza o wyższe osadzenie najniższych strąków.

Ważnym zagadnieniem w technologii zmechanizowanego zbioru nasion fasoli jest wybór kombajnu do omłotu fasoli. Można bowiem zbudować samobieżną młocarnię do fasoli albo adaptować kombajn zbożowy. Występuje tu przeciwstawność dotycząca różnicy nakładów na konstrukcję i różnicy w stratach plonu. Czym bowiem lepsza adaptacja kombajnu, tym większe poniesione nakłady. Kombajn do fasoli z pewnością charakteryzowałby się wysoką jakością pracy, ale koszt jego budowy byłby także wysoki i o jej opłacalności decydowałoby zapotrzebowanie na tego rodzaju maszyny (zwiększone przy ewentualnym wykorzystaniu do zbioru innych roślin). W kraju, gdzie areał uprawy fasoli jest względnie niewielki, w rachubę wchodzi raczej niezbyt kosztowna adaptacja.

Należy sądzić, że rozwój maszyn do jednoetapowego zbioru fasoli pój-

dzie w kraju w kierunku opracowania odpowiedniego adapteru do kombajnu, który charakteryzowałby się dobrą jakością pracy. W związku z tym wydaje się, że rozwój specjalnych kombajnów do zbioru fasoli będzie ograniczony na korzyść odpowiedniej adaptacji kombajnu zbożowego. Może to się oczywiście zmienić wraz ze zwiększonym rozpowszechnieniem uprawy fasoli. W dwuetapowej technologii zbioru wyraźnie zarysowuje się tendencja szerszego stosowania podcinaczy biernych, zapewne ze względu na ich prostotę konstrukcyjną. Jednakże, jak wykazały badania przeprowadzone w Polsce [44], tego typu podcinacze wymagają odpowiednich warunków zbioru. Alternatywą może być tu więc podcinacz typu rotacyjnego. Szersze zastosowanie podcinaczy powinno iść w parze z wykorzystaniem odpowiednich maszyn zgrabiających, co pozwoliłoby na osiągnięcie większej przepustowości przez młocarnię kombajnu.

Mechanizacja zbioru nasion fasoli przy wykorzystaniu techniki na obecnym poziomie pociągnie za sobą także konieczność opracowania metody skutecznego oczyszczania powierzchni nasion z gleby, lub ewentualnie zmianę obecnych norm kwalifikacyjnych, głównie jeśli idzie o materiał siewny.

LITERATURA

1. Antilikatorow B.: Technika w Selskom Chozjajstwie, nr 7, Moskwa 1967.
2. Bachmatow W.A., Uljanow F.G.: Mechanizacja woźdieljanija zernobobowych kultur. Moskwa 1962.
3. Bollen J., McColly H.: A Rotary Cutting Mechanism for the Direct Harvest of Dry Edible Beans. Transactions of the ASAE, nr 6, St. Joseph, Michigan, 1969.
4. Dlabaja Z. i in. Výskum mechanizácie zberu fazule na zrno. Sprawozdanie z badań, VÚPT Rovinka, 1975 (maszynopis).
5. Dlabaja Z.: Mechanizácie Zemědělství, nr 8, SZN Praha, 1976.
6. Dlabaja Z.: Mechanizácie Zemědělství, nr 1, SZN Praha, 1976.
7. Dlabaja Z.: Mechanizácie Zemědělství, nr 6, SZN Praha, 1979.
8. Dlabaja Z.: Mechanizácie Zemědělství, nr 5, SZN Praha, 1980.
9. Dlabaja Z.: Mechanizácie Zemědělství, nr 5, SZN Praha, 1982.
10. Dlabaja Z.: Mechanizácie Zemědělství, nr 4, SZN Praha, 1983.
11. Duczmal K.: Ogrodnictwo, nr 9, NOT Warszawa, 1968.
12. Duczmal K., Balcerzak J.: Badania nad omłotem nasion fasoli i odpornością na uszkodzenia mechaniczne. Sprawozdanie z badań, AR Poznań, 1976 (maszynopis).
13. Duczmal K., Balcerzak J.: Hasło Ogrodnicze, nr 11, Kraków 1977.
14. Duczmal K., Kozłowska A.: Biologiczne i agrotechniczne podstawy zmechanizowanego sprzętu fasoli. Sprawozdanie z badań, AR Poznań, 1976 (maszynopis).

15. Dunajewski D., Odolejew W.: Zernobobowyje kultury, nr 8, Moskwa 1965.
16. Fedosejew B.W.: Mechanizirowannaja technologija wozdelywanija i uborki bobowych kultur. Rosselchozizdat, Moskwa 1983.
17. Fortunik F.: Cestovná správa zo študijnej cesty v USA v dňach 18.11—20.12 1974. VÚPT Rovinka 1975.
18. Fortunik F. i inni: Pokyny pre žatvu 1975. Mechanizácia Polnohospodárstva, nr 7, Bratislava 1975.
19. Gajdarow N. i in. Seľskostopanska Technika, nr 3, Sofia 1973.
20. Gieroba J. i in. Postępy Nauk Rolniczych PAN, nr 4/5, Warszawa 1980
21. Gierasimow N. i in. Komplieksnaja mechanizacija proizwodstwa zernobobowych kultur. Moskwa, 1966.
22. Gunkel W., Anstee L.: Agricultural Engineering, nr 12, St. Joseph, Michigan 1962.
23. Iwanow N.: Zernobobowyje Kultury, nr 7, Moskwa 1965.
24. Iwanow N.: Zernobobowyje Kultury, nr 9, Moskwa 1965.
25. Jenczew S.: Mechanizacija i Elektrifikacija na Seľskoto Stopanstwo, nr 6, Sofia 1972.
26. Kondaurow D., Naumow G.: Zernobobowyje kultury, nr 8, Moskwa 1965.
27. Korohoda J.: Fasola. PWRiL, Warszawa 1969.
28. Kossowski M., Tendaj M.: Ogrodnictwo, nr 7, NOT Warszawa, 1974.
29. Maleř J.: Zber Strukovín. Metodiky. UVTI, Nitra, 1975.
30. Martirosowa W.: Zernobobowyje Kultury, nr 8, Moskwa 1965.
31. Masłow N.: Zernowyje i Maslicznyje Kultury, nr 8, Moskwa 1968.
32. Michow M., Jenczew S.: Traktory i Selchozmasziny, nr 2, Moskwa, 1975.
33. Mičura J.: Mechanizácie Zemědělství, nr 3, SZN Praha, 1982.
34. Pabis J.: Podstawy teorii i technologii konwekcyjnego suszenia nasion warzyw. IBMER, Warszawa 1977.
35. Picket L.: Transactions of the ASAE, nr 6, St. Joseph, Michigan 1973.
36. Piechock-Kaczmarkiewicz M.: Owoce, Warzywa, Kwiaty, nr 13, PWRiL, Warszawa 1980.
37. Rejsler J.W., Nikolajew J.A.: Mechanizacija wozdielywanija i uborki fasoli. Kołos, Moskwa 1964.
38. Tabiszewski A.: Biul. Inf. IMER, nr 9, Warszawa 1968.
39. Tabiszewski A.: Biul. Inf. IMER, nr 11, Warszawa 1969.
40. Tabiszewski A.: Sprawozdanie z wyjazdu służbowego do Bułgarii, organizowanego przez PAN. IMER, Warszawa 1970.
41. Tabiszewski A.: Biul. Inf. IBMER, nr 8, Warszawa 1971.
42. Valovič St., Čič M.: Mechanizácie Zemědělství, nr 6, SZN Praha, 1983.
43. Witkow W., i in. Seľskostopanska Technika, nr 6, Sofia 1981.
44. Zaliwski A.: Zbiór nasion fasoli kombajnem zbożowym. Rozprawa doktorska AR Lublin, 1982 (maszynopis).
45. Živkovič Ž.: Mechanizovano ubiranje pasulja. Institut za Mechanizaciju Poljoprivrede ZEMUN. Zborniki Radova, Beograd 1978.
46. Adapter na zber fazule z Bulharska. Mechanizácia Polnohospodárstva, nr 11, Bratislava 1975.
47. Progressiwnaja technologija wozdielywanija i uborki zernobobowych kultur. Oreľ, Moskwa 1971.
48. Roboczije organy fasoleuborocznych maszin i sposoby uborki fasoli. WISCHOM, Moskwa 1974.