

## Rozwój konstrukcji chwastowników

Włodzimierz Talarczyk<sup>a\*</sup>, Tomasz Szulc<sup>a</sup>, Marek Szychta<sup>a</sup>, Patryk Marchwicki<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Sieć Badawcza Łukasiewicz – Poznański Instytut Technologiczny, Poznań

### Article info

Data przyjęcia: 24.05.2022

Data akceptacji: 22.08.2022

### Keywords

pielęgnacja mechaniczna  
niszczenie chwastów  
zab chwastownika  
gwiazda chwastownika

Omówiono zalety i zasady przeprowadzania pielęgnacji mechanicznej zbóż i innych upraw za pomocą chwastowników. Podkreślono, że skuteczność niszczenia chwastów chwastownikiem zależy między innymi od warunków glebowych i pogodowych oraz sposobu przeprowadzenia zabiegu, a główną zaletą pielęgnacji mechanicznej to możliwość ograniczenia zużycia herbicydów obciążających środowisko. Opisano i zilustrowano przykładowe rozwiązania różnego typu chwastowników (sprężynowe, obrotowe, aktywne), których cechą charakterystyczną są zęby wykonane z drutu sprężynowego.

*Advantages and rules of mechanical cultivation of cereal and others crops with weeders were discussed. It was emphasized that the effectiveness of weed control by weeder depends, among the others, on soil and weather conditions and the method of treatment, and the main advantage of mechanical care is the ability to reduce the use of herbicides that pollute the environment. Examples of different types of weeders (spring, rotary, power), which characteristic attributes are tines made of spring wire were described and illustrated.*

Artykuł udostępniony na licencji CC BY 4.0:

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en>

## 1. Wstęp

Najpowszechniejszą metodą walki z chwastami na plantacjach roślin uprawnych jest pielęgnacja chemiczna z zastosowaniem herbicydów, które niestety, podobnie jak inne środki ochrony roślin i nawozy sztuczne, bardzo obciążają środowisko. Konieczność ochrony środowiska poprzez ograniczenie stosowania środków chemicznych w rolnictwie jest coraz bardziej dostrzegana, a znajduje swe odzwierciedlenie między innymi w Kodeksie Dobrej Praktyki Rolniczej (KDPR) czy w Europejskim Zielonym Ładzie (EZŁ). Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej podaje między innymi, że środki ochrony roślin wywołują największe zmiany w środowisku, dlatego należy je stosować jako uzupełnienie metod agrotechnicznych i biologicznych,

wśród których wymienia pielęgnację mechaniczną [3]. Celem strategii Europejskiego Zielonego Ładu „Od pola do stołu” jest między innymi redukcja środków ochrony roślin (szczególnie tych niebezpiecznych) o 50% i redukcja zużycia nawozów o 20%, ale ciągle są wątpliwości dotyczące długoterminowych konsekwencji wdrożenia EZŁ, a szczególnie negatywnego wpływu na wielkość produkcji rolnej i poziom dochodów rolniczych [5]. Co prawda mniejsze dawki środków chemicznych to mniejsze nakłady na ich zakup i mniejsze obciążenie środowiska, ale zbyt duże ograniczenie poziomu nawożenia i pogorszenie ochrony roślin może spowodować istotny spadek plonów w intensywnie prowadzonych gospodarstwach rolnych.

Alternatywą dla chemicznego niszczenia chwastów jest pielęgnacja mechaniczna, dość powszechnie

\* Autor do korespondencji: [wlodzimierz.talarczyk@pit.lukasiewicz.gov.pl](mailto:wlodzimierz.talarczyk@pit.lukasiewicz.gov.pl)

przeprowadzana pielnikami międzyrzędowymi w uprawach szerokokorzędowych, szczególnie warzyw, a ciągle mało rozpowszechniona na dużych plantacjach upraw polowych. Do pielęgnacji mechanicznej w uprawach wąskorzędowych, np. zbóż i szerokokorzędowych, np. kukurydzy, przystosowane są brony chwastowniki nazywane chwastownikami, bronami sprężynowymi czy aktywatorami, a które w odróżnieniu od klasycznych pielników międzyrzędowych, niszczą chwasty na całej powierzchni pola, również w rzędach roślin. Skuteczność bronowania chwastownikiem jest mniejsza od skuteczności pielęgnacji chemicznej, ale dobrze wykonany zabieg mechaniczny w wielu przypadkach umożliwia ograniczenie liczebności chwastów do poziomu nie wpływającego istotnie na plon. Można przytoczyć badania porównawcze pielęgnacji mechanicznej i chemicznej, które wykazały, że bronowanie pszenicy jarej wywołało podobny efekt plonochronny do herbicydów [1].

Oferta producentów w zakresie chwastowników ciągle rośnie i obejmuje nie tylko klasyczne już dziś chwastowniki z wahliwie mocowanymi sekcjami sprężynowych zębów, ale również chwastowniki z zębami zabezpieczonymi oddzielnymi sprężynami czy siłownikami pneumatycznymi oraz chwastowniki obrotowe i aktywne. Cechą charakterystyczną chwastowników omówionych w opracowaniu są zęby wykonane z drutu sprężynowego o średnicy 6-8 mm, różniące się kształtem i sposobem mocowania. Podczas pracy zęby bardzo płytko się zagłębiają, najczęściej na głębokość 2-3 cm, zapewniając wyrwanie i wytrząśnięcie małych chwastów lub zasypanie ich spulchnianą glebą.

## 2. Zadania i zasady pielęgnacji mechanicznej bronami chwastownikami

Głównym zadaniem pielęgnacji mechanicznej zbóż i innych roślin uprawnych (kukurydza, buraki, rzepak, bobik, groch, soja, ziemniaki, warzywa) jest zniszczenie chwastów, które konkurują z nimi o wodę, światło i składniki pokarmowe, ale przeznaczone do tego zabiegu chwastowniki spełniają również szereg innych zadań:

- zrywają skorupę glebową zapewniając dzięki temu przerwanie parowania wody z gleby
- oraz poprawienie napowietrzenia gleby i infiltracji wody w głąb gleby,
- mieszają z glebą wysiany pogłównie nawóz poprawiając dzięki temu jego wykorzystanie przez rośliny uprawne,
- wyrównują powierzchnię pola poprawiając dzięki temu równomierność wschodów,
- pobudzają zboża do krzewienia poprawiając dzięki temu wyrównanie i zagęszczenie ładu.

Rolnicy stosujący od lat pielęgnację mechaniczną chwastownikami, podkreślają, że ich skuteczność w niszczeniu chwastów zależy od liczby wykonanych zabiegów, warunków pogodowych i glebowych, fazy rozwojowej chwastów oraz sposobu przeprowadzenia zabiegu [8]. Zabieg należy wykonać, gdy chwasty są małe i słabo ukorzenione, a tym samym łatwe do wyrwania lub zasypania płytko spulchnianą glebą. W trakcie zabiegu gleba powinna mieć optymalną wilgotność, aby dobrze się kruszyła, ale nie może być zbyt mokra, aby zęby nie oblepiały się, a wyrwane chwasty nie mogły się ponownie zakorzenić. Najlepiej, gdy podczas bronowania jest słonecznie, bo wtedy rośliny uprawne mają niższy turgor i są mniej wrażliwe na uszkodzenia, a po zabiegu nie powinno też zbyt szybko padać, aby wyrwane chwasty szybko zwiędły. Nie należy bronować zbóż ozimych jesienią, aby nie pogorszyć warunków ich przezimowania w wyniku odślonięcia węzłów krzewienia i rozpylenia gleby lekkiej. Pierwsze bronowanie zbóż jarych można przeprowadzić ok. 5 dni po siewie, ale głębokość takiego zabiegu musi być znacznie mniejsza od głębokości siewu, np. do 2 cm przy głębokości siewu 4 cm. Nie należy bronować zbóż od wschodów do wykształcenia 3-4 liści, gdyż w tym okresie są wrażliwe na uszkodzenia. Kolejne bronowanie można przeprowadzić, gdy rośliny uprawne są w fazie dobrze ukorzenionych siewek np. zboża od fazy 3-4 liści do końca krzewienia, a inne rośliny do wysokości ok. 12 cm (np. groch) czy nawet ponad 30 cm (np. kukurydza). W przypadku klasycznych chwastowników z wleczonymi zębami bardzo ważny jest kierunek zabiegu. W przypadku upraw szerokokorzędowych lub zagonowych, kiedy koła ciągnika muszą być prowadzone w międzyrzędziach lub ścieżkach pomiędzy zagonami, kierunek bronowania jest zgodny z kierunkiem siewu. Natomiast w przypadku zbóż, szczególnie po wschodach, powinien być skośny lub poprzeczny do kierunku siewu, gdyż wtedy możliwe jest zniszczenie chwastów również pomiędzy roślinami w rzędach. Im odporniejsze na uszkodzenia są siewki rośliny uprawnej, tym głębsze może być bronowanie chwastownikiem, ale z reguły wynosi 2-3 cm, a nie przekracza 5 cm. Chwastownik łącznie we wszystkich zabiegach nie powinien uszkadzać więcej niż 5-10% siewek rośliny uprawnej [6, 7], przy czym ich podatność na uszkodzenia można zmniejszyć, zwiększając o 1 cm głębokość siewu, a ewentualne straty można zrekompensować zwiększoną normą siewu. O wpływie kierunku bronowania i wielkości chwastów na stopień ich zniszczenia mogą świadczyć dane z badań skuteczności brony chwastownik w pielęgnacji pszenicy ozimej. Zniszczenie chwastów w fazie 2-3 liści wyniosło 40-60% po bronowaniu wzdłuż rzędów i 60-80% po bronowaniu w poprzek rzędów, natomiast zniszczenie chwastów

w fazie 3-4 liści wyniosło tylko 20-30% po bronowaniu wzdłuż rzędów i 30-40% po bronowaniu w poprzek rzędów [4]. Duży wpływ na skuteczność niszczenia chwastów ma również prędkość robocza, która w przypadku klasycznych chwastowników z wahliwie mocowanymi sekcjami sprężynowych zębów powinna mieścić się w zakresie 6-9 km/h, a w przypadku chwastowników z innym mocowaniem i sprężynowaniem zębów może przekraczać 10 km/h. Im większa jest prędkość tym lepsze jest wyrwanie i wytrząśnięcie chwastów oraz rozsypywanie spulchnianej gleby.

### 3. Chwastowniki sprężynowe

Najbardziej rozpowszechnione chwastowniki, oferowane między innymi przez wielu polskich producentów (np. Jar-Met, Klimza, Expom, Unia) to chwastowniki z zębami sprężynowymi montowanymi w 5 lub 6 rzędach w sekcjach o szerokości 1,5 m, w podziałce poprzecznej najczęściej 25 lub 31 mm. Zęby, pojedyncze lub podwójne, ukształtowane są z drutu sprężynowego o średnicy 6-8 mm, a ich elastyczność zależy od zwojów sprężynowych i długości. Najbardziej uniwersalne, przydatne do bronowania na glebach ciężkich i średnich są zęby o długości ok. 500 mm, ukształtowane z drutu o średnicy 7 mm. Im mniejsza jest podziałka zębów tym większe jest pokrycie powierzchni pola śladami ich pracy, ale zbyt małe odległości pomiędzy sąsiednimi zębami zwiększają wrażliwość na zapchania resztkami roślinnymi. Sekcje klasycznego chwastownika sprężynowego mocowane są na ramie za pomocą wahliwych zawiesi (rys. 1), umożliwiających dobre kopiowanie terenu podczas pracy i bezpieczne, poziome pozycjonowanie w położeniu transportowym (rys. 2). Zęby mocowane są na okrągłych, kwadratowych (rys. 1) lub ceownikowych (rys. 3) belkach, które dzięki obrotowemu osadzeniu umożliwiają regulację ich ustawienia. Regulacja może być ręczna lub hydrauliczna, która jest przydatniejsza na glebach mozaikowatych, gdyż umożliwia podczas pracy szybką zmianę ustawienia zębów z kabiny ciągnika. Kąt natarcia zębów decyduje o agresywności ich działania. Im zęby są bardziej odchylone do tyłu tym płycej się zagłębiają i łagodniej oddziałują na glebę. Rama chwastownika wspiera się na przednich kołach kopiujących, których położenie musi być dostosowane do kąta natarcia zębów i warunków glebowych tak, aby możliwe było uzyskanie wymaganego zagłębienia. Zęby sprężynowe mogą być również mocowane bezpośrednio na segmentach ramy, co zapewnia równomierne rozłożenie nacisku. W przypadku takiej brony, oferowanej np. przez firmę Krukowiak, nierówności pola kopiowane są wspartymi na kołach segmentami ramy i ugięciem zębów, a w położeniu transportowym zęby uniesionych

segmentów wystają na zewnątrz (rys. 4). Niektórzy producenci (np. Einböck) oferują chwastowniki wyposażone w blokadę zawiesi sekcji zębowych, eliminującą ich nadmierne wychylenia i szarpnięcia na nierównościach oraz dodatkowe tylne koła (rys. 5), poprawiające stabilność pracy na pagórkowatym terenie.



Rys. 1. Chwastownik sprężynowy firmy Klimza z wahliwie mocowanymi sekcjami [9]



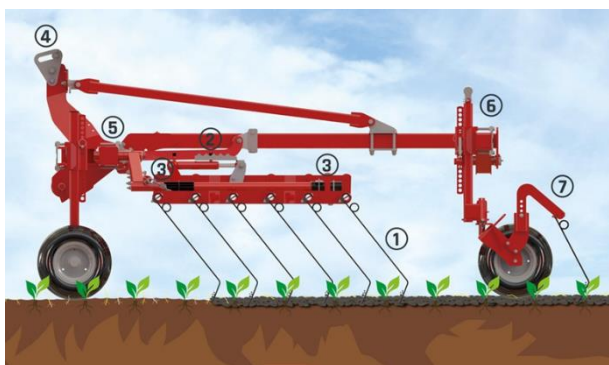
Rys. 2. Chwastownik sprężynowy firmy Jar-Met z sekcjami wypoziomowanymi w położeniu transportowym [10]



Rys. 3. Zęby sprężynowe mocowane na ceownikach (Hatzzenbichler) [11]



Rys. 4. Chwastownik sprężynowy firmy Krukowiak z bocznymi segmentami ramy w położeniu transportowym [12]



Rys. 5. Chwastownik sprężynowy Aerostar-Exact firmy Einböck, z hydrauliczną regulacją zębów i dodatkowymi tylnymi kołami kopiującymi [13]:

1. zęby sprężynowe, 2. hydrauliczna regulacja nacisku zębów, 3. przednie i tylne mocowanie sekcji zębów na zawiesiach, 4. podłużny górny otwór przyłączeniowy,
5. wahadłowe mocowanie zawiesi sekcji zębów,
6. wahadłowe mocowanie tylnych kół,
7. zęby spulchniające ślady tylnych kół

Wiele firm zagranicznych (np. APV, Horsch, Pöttinger, Treffler, Hatzenbichler) oferuje chwastowniki sprężynowe nowego typu, charakteryzujące się innowacyjnym sposobem sprężynowania zębów. Zęby, w bronach tego typu, wykonane są z drutu

sprężynowego o średnicy 7 lub 8 mm i zabezpieczone oddzielnymi sprężynami (odkrytymi lub osłoniętymi) lub siłownikami pneumatycznymi (rys. 6). Takie rozwiązanie zapewnia regulację i utrzymywanie stałego nacisku zębów na podłoże przy każdym ich ustawieniu, a to umożliwia między innymi bronowanie upraw redlinowych (ziemniaki, marchew) z zachowaniem równego nacisku zębów na glebę w brzdach pomiędzy redlinami oraz na grzbietach i skarpach redlin (rys. 7). Nacisk zębów regulowany jest hydraulicznie najczęściej w zakresie 5-50 N choć w przypadku chwastownika firmy APV zakres regulacji jest znacznie większy i wynosi 0-75 N. Cechą charakterystyczną zębów z oddzielnym sprężynowaniem, w odróżnieniu od zębów z własnym sprężynowaniem na zwojach, są nieznaczne odchylenia boczne podczas pracy, a tym samym utrzymywanie stałej podziałki śladów (25, 28, 30 lub 35 mm), nawet przy prędkości roboczej powyżej 10 km/h. Zęby mocowane są w 6 rzędach, na belkach osadzonych obrotowo w segmentach ramy lub w oddzielnych sekcjach połączonych z ramą sztywno (rys. 8) lub wahliwie za pomocą zawiesi (rys. 6).



Rys. 6. Chwastownik sprężynowy Air-Flow firmy Hatzenbichler, wyposażony w zęby zabezpieczone siłownikami pneumatycznymi [14]



Rys. 7. Chwastownik sprężynowy VS firmy APV z zębami ustawionymi do pielęgnacji redlin [15]



Rys. 8. Chwastownik sprężynowy VS firmy APV z zębami zabezpieczonymi osłoniętymi sprężynami [16]



Rys. 9. Przesunięte do tyłu gwiazdy chwastownika obrotowego (APV) obrabiają środkowy pas gleby pomiędzy gwiazdami prawymi i lewymi [17]

#### 4. Chwastowniki obrotowe

W chwastownikach obrotowych, oferowanych przez firmy zagraniczne (np. APV, Einböck), elementami roboczymi są gwiazdy z prostymi zębami (rys. 9, 10, 11) wykonanymi z drutu sprężynowego o średnicy 6 lub 6,5 mm. Zaletą chwastowników obrotowych, w porównaniu z chwastownikami sprężynowymi, jest ich większa odporność na zapchania resztkami roślinnymi, a tym samym większa możliwość pracy na polach uprawianych bezorkowo. Inna zaleta to skośne do kierunku jazdy ślady pracy zębów, co przy jeździe wzdłuż rzędów zapewnia niszczenie chwastów również w rzędach. Zębate gwiazdy o średnicy 500 mm mocowane są niezależnie na ramionach zabezpieczonych sprężynami, dzięki czemu dobrze kopiuje nierówności pola. Gwiazdy ustawione są w jednym rzędzie skośnie do kierunku pracy, ale przeciwnie po prawej i lewej stronie chwastownika, co zapobiega generowaniu bocznych sił skręcających. Szeroki pas środkowy, pomiędzy gwiazdami prawymi i lewymi, obrabiany jest gwiazdami przesuniętymi do tyłu (rys. 9). Podziałka poprzeczna gwiazd wynosi 150 mm, ale może być zmieniana, np. w celu dostosowania chwastownika do pracy tylko w międzyrzędziach. W chwastowniku obrotowym RH firmy APV gwiazdy mocowane są parami bezpośrednio na ramie wspartej na kołach (rys. 10), a ich nacisk regulowany jest wstępnie napięciem sprężyn, a ostatecznie górnym łącznikiem ciągnika. Ponadto w chwastowniku RH każda gwiazda ma możliwość regulacji kąta ustawienia względem kierunku pracy w zakresie 0-30° (stopniowo co 5°). Natomiast w chwastowniku Aerostar-Rotation firmy Einböck kąt ustawienia gwiazd jest stały, a mocowane są one w sekcjach poziomujących się w położeniu transportowym i wyposażonych w hydrauliczny nacisk sprężyn dociskowych (rys. 11).



Rys. 10. Chwastownik obrotowy RH firmy APV z gwiazdami mocowanymi parami i wyposażonymi w regulację nacisku i kąta ustawienia [18]



Rys. 11. Chwastownik obrotowy Aerostar Rotation firmy Einböck z gwiazdami montowanymi w sekcjach z hydrauliczną regulacją nacisku [19]

#### 5. Chwastowniki aktywne

W ofercie producentów zagranicznych, wyspecjalizowanych w produkcji maszyn dla warzywnictwa i szkółkarstwa, są również chwastowniki aktywne z zębami sprężynowymi. Przeznaczone są głównie do pielęgnacji mechanicznej roślin uprawianych na zagonach, a więc ich szerokość robocza, podobnie jak jednosekcyjnych chwastowników sprężynowych biernych jest dostosowana do szerokości zagonów i najczęściej wynosi 1,5 m. Pierwszy przykład to chwastownik aktywny

wahadłowy firmy Egedal (rys. 12). Dwie lub cztery belki z długimi zębami sprężynowymi wykonują poprzeczny ruch wahadłowy, wymuszony hydraulicznie poprzez układ napędowy zamieniający ruch obrotowy na posuwisto-zwrotny. Dzięki takiemu ruchowi zagon jest gęsto pokryty śladami pracy zębów, co sprzyja intensywności niszczenia małych chwastów i wyrównaniu powierzchni zagonu. Drugi przykład chwastownika z wymuszonym napędem to chwastownik aktywny obrotowy firmy Vanhoucke (rys. 13). W tym przypadku długie zęby sprężynowe zamontowane są na napędzanych hydraulicznie wirnikach, ustawionych poziomo i skośnie do kierunku pracy. Wirniki ustawione są w podziałce odpowiadającej rozstawie rzędów roślin, a więc zapewniają intensywne wrywanie chwastów pomiędzy roślinami w rzędzie, a małe chwasty w międzyrzędziach są głównie zasypywane przemieszczaną przez nie glebą. Chwastowniki aktywne, z uwagi na zwiększoną napędem intensywność działania w porównaniu z chwastownikami biernymi, skuteczniej niszczą chwasty przy małej prędkości roboczej.



Rys. 12. Chwastownik aktywny wahadłowy firmy Egedal Maskinfabrik [20]



Rys. 13. Chwastownik aktywny obrotowy firmy Vanhouck Machine Engineering, wyposażony w wirniki z zębami sprężynowymi [21]

## 6. Podsumowanie

Potrzeba pielęgnacji mechanicznej roślin uprawnych dotyczy nie tylko gospodarstw ekologicznych, ale również rolnictwa zrównoważonego stosującego integrowaną ochronę roślin różnymi metodami. Główne przyczyny wzrostu zainteresowania mechanicznym niszczeniem chwastów w gospodarstwach prowadzących intensywną produkcję to: coraz mniejsza oferta skutecznych herbicydów i ich rosnące ceny, coraz większe i wymuszone przepisami wymagania w zakresie ochrony środowiska oraz dążenie do poprawy jakości produktów rolnych. Oferta producentów maszyn pielęgnacyjnych obejmuje między innymi różnego rodzaju chwastowniki, które w odróżnieniu od tradycyjnych pielników międzyrzędowych umożliwiają niszczenie chwastów również pomiędzy roślinami w rzędzie. Chwastowniki mogą być stosowane na różnych arealach, gdyż w oferowanym przez producentów typoszeregu są chwastowniki zawieszane o szerokości od 1,5 do 15 m i półzawieszane o szerokości nawet 24 m, co przy prędkości roboczej 8 km/h daje bardzo duży zakres wydajności roboczej od ok. 1 do ok. 17 ha/h. W rolnictwie zrównoważonym pielęgnacja mechaniczna chwastownikiem może poprzedzać pielęgnację chemiczną przeprowadzaną precyzyjnie po przekroczeniu progu szkodliwości zachwaszczenia plantacji. Takie podejście jest zgodne z prezentowanymi w publikacjach już wiele lat temu przewidywaniami, że ochrona roślin uprawnych przed chwastami będzie się opierać na coraz bezpieczniejszych dla konsumenta i środowiska systemach aplikacji, które będą jedynie uzupełnieniem całego wachlarza innych metod [2].

## Źródło finansowania

Artykuł powstał w ramach realizacji projektu POIR.01.01.01-00-1230/19, realizowanego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014 - 2020 działanie 1.1/poddziałanie 1.1.1, współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020.

## Bibliografia

- [1] Cierpiało R., Wesołowski R. (2009): Wpływ terminu bronowania na plonowanie pszenicy jarej. *Fragm. Agron.* 26(3), 25-33.
- [2] Domaradzki K. (2009): Przeszłość, Teraźniejszość i przyszłość ochrony roślin uprawnych przed chwastami. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, Zeszyt 18.
- [3] Duer I., Fotyma M., Madej A. (2004): *Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej*, Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach.
- [4] Feledyn-Szewczyk B.: Techniki uprawy roli ograniczające zachwaszczenie i umożliwiające ograniczenie zużycia herbicydów. <https://www.cdr.gov.pl/images/Radom/pliki/Techniki-uprawy-roli-ograniczajace-zachwaszczenie-i-umozliwiajace-ograniczenie-zuzycia-herbicydow.pdf>
- [5] Szymańska M. (2022): Jak Europejski Zielony Ład wpłynie na rolnictwo? <https://www.tygodnik-rolniczy.pl/articyles/pieniadze-i-prawo/jak-europejski-zielony-ad-wplynie-na-rolnictw-raport/>
- [6] Talarczyk W., Zbytek Z., Szeremet E. (2006): Badania funkcjonalne i jakości pracy wielofunkcyjnego narzędzia pielęgnacyjnego podczas pielęgnacji upraw polowych i użytków zielonych oraz uprawy przedsiębnej. *Sprawozdanie z badań*. PIMR Poznań.
- [7] Walerowska M.: Pielnik w kukurydzy – kiedy ma to sens? <https://www.topagrar.pl/articles/kukurydza/pielnik-w-kukurydzy-kiedy-ma-to-sens/>
- [8] Wołosowicz M. (2021): Chwastownik wraca do łask. <https://www.bezpluga.pl/wiadomosci/chwastownik-wraca-do-lask,103511.html>
- [9] <http://www.klimza.com.pl/maszyny-rolnicze/brona-chwastownik-aktywator-1,5-m,-3-m,-4,5-m,-6-m,-7,5-m,-9-m.html>
- [10] <https://jarmet.pl/produkts/brony-chwastownik-2/>
- [11] <https://www.hatzenbichler.com/en/original-herrow>
- [12] <http://www.krukowiak.com.pl/oferta/maszyny-ekologiczne/chwastownik>
- [13] <https://www.einboeck.at/en/products/crop-care/weeding-technology/aerostar-exact>
- [14] <https://www.hatzenbichler.com/en/original-herrow-air-flow>
- [15] <https://www.apv-polska.pl/produkty/pielęgnacja-roslin-uprawnych/brona-chwastownik-vs/vs-600-m1/>
- [16] <https://www.apv-polska.pl/produkty/pielęgnacja-roslin-uprawnych/brona-chwastownik-vs/>
- [17] <https://www.apv-polska.pl/aktualnosci/prasa/pliki-do-pobrania/#c25545>
- [18] [https://www.raitech.pl/maszyna-nb,0,510/mnb/apv\\_pielnik\\_obrotowy\\_rh\\_m1,ehtml](https://www.raitech.pl/maszyna-nb,0,510/mnb/apv_pielnik_obrotowy_rh_m1,ehtml)
- [19] <https://www.einboeck.at/en/products/crop-care/weeding-technology/aerostat-roation>
- [20] <https://egedal.dk/en/produkter/power-rake/1-bed>
- [21] <https://vanhoucke.engineering/onkruidbestrijding/wiedhark/>

