

Jan Dudek, Józef Babik, Stanisław Kaniszewski  
Instytut Warzywnictwa w Skierniewicach

## URZĄDZENIE DO MECHANICZNEGO UMIESZCZANIA WĘŻY NAWADNIAJĄCYCH W GLEBIE, W UPRAWIE WARZYW KORZENIOWYCH NA REDLINACH

### Streszczenie

W Instytucie Warzywnictwa opracowano prototyp maszyny do mechanicznego, układania emiterów liniowych T-tape, w uprawie warzyw korzeniowych na redlinach. Po odpowiednim ustawieniu urządzenie może układać węże również na płaskim gruncie. Węże nawadniające mogą być układane na powierzchni redliny lub zagłębiane pod powierzchnią gleby na głębokości do 5 cm. Urządzenie zamontowane jest na opracowanym wcześniej i wdrożonym do produkcji, agregacie do jednoczesnego formowania redlin i wysiewu nasion, co pozwala za jednym przejazdem ciągnika formować redliny, wysiewać nasiona i rozkładać węże do nawadniania. Węże układane są pośrodku 2 rzędów wysiewanych roślin. Umieszczenie emiterów liniowych blisko kiełkujących nasion ogranicza ilość wody zużywanej do nawadniania i poprawia wschody roślin w okresach suszy. Skonstruowane zostało również urządzenie do zwijania węży pod koniec wegetacji roślin, co pozwala na ponowne wykorzystanie emiterów liniowych.

**Słowa kluczowe:** nawadnianie, węże, redliny, mechanizacja, maszyna

### Wprowadzenie

Badania prowadzone w kraju wykazały, że dzięki uprawie na redlinach jakość warzyw korzeniowych znacznie się poprawia [Babik 2000]. Aby zapewnić odpowiednią jakość i trwałość redlin skonstruowano agregat, który pozwala za jednym przejazdem formować redliny i wysiewać nasiona [Babik i in. 2000]. Uprawa na redlinach w okresie niedostatku naturalnych opadów może być ryzykowna w przypadku upraw roślin o długim okresie kiełkowania. Na ogół nie zaleca się deszczowania całego pola zaraz po siewie, szczególnie w okresie wysokich temperatur, aby nie pogorszyć wschodów. Obecnie, coraz częściej stosuje się nawadnianie kropłowe w uprawie warzyw polowych (Kaniszewski 2005). Zastosowanie nawadniania kropłowego nie powoduje nadmiernego za-

lewania gleby, przez co ogranicza się występowanie wielu chorób grzybowych [Gullino i in. 1982]. Wykorzystywanie nawadniania kropłowego jest najpowszechniejsze w uprawach szklarniowych, przy czym wskazuje się, że wybór systemu nawadniania nie ma tu istotnego znaczenia [Paschold i in. 1999]. Ci sami autorzy wykazali, że w uprawach warzyw prowadzonych w polu na redlinach korzystniejsze było umieszczenie węży nawadniających na powierzchni niż ich zagłębianie w glebie.

Podobnie korzystniejsze plonowanie ziemniaków przy powierzchniowym nawadnianiu kropłowym uzyskali Attaher i inni [2003]. Jednocześnie jednak zaznaczają, że umieszczenie linii nawadniających pod powierzchnią gruntu pozwala ograniczyć ilość zużywanej energii prawie o połowę. W uprawie na płaskim gruncie Kaniszewski i in. [1999] nie stwierdzali istotnych różnic w plonowaniu selera, zawartości suchej masy oraz azotu ogólnego i azotanów pomiędzy powierzchniowym i podpowierzchniowym nawadnianiem kropłowym.

Celem pracy było zaprojektowanie i wykonanie prototypu urządzenia do mechanicznego układania emiterów liniowych typu T-tape w uprawie warzyw korzeniowych na redlinach. Ze względu na to, że emiterzy liniowe, wykonane z tworzyw sztucznych, są bardzo często uszkodzane przez ptaki poszukujące wody, założono możliwość rozkładania węży zarówno na powierzchni redliny, jak i umieszczanie ich pod powierzchnią gleby. Zakładano również, że ograniczenie nawadniania do małej strefy, w której umieszczone są nasiona, wpłynie na lepsze kiełkowanie nasion i ograniczy konkurencję chwastów.

W celu obniżenia kosztów wykonania maszyny i kosztów prowadzenia prac agrotechnicznych, założono na etapie projektowania wykorzystanie, w jak największym zakresie, istniejącego i wdrożonego do produkcji agregatu do formowania redlin i wysiewu nasion, aby trzy czynności, jak formowanie redlin, siew nasion i układanie węży były wykonywane jednocześnie. Założono także ponowne wykorzystanie linii nawadniających do zmniejszenia kosztów produkcji. W tym celu została również zaprojektowana i wykonana odrębna, lekka maszyna do wyjmowania i zwijania węży. Ostrożne wyciąganie węży z gleby i staranne nawijanie na bęben przedłuża trwałość linii i jej sprawność .

## **Opis konstrukcji urządzenia**

Do rozkładania węży na redlinach wykorzystano czterorzędowy agregat uprawowo-siewny do uprawy warzyw korzeniowych na redlinach (patent Nr 186067), w wersji bez glebogryzarki. Agregat składa się z ramy zawieszanej

na ciągniku, wyposażonej w redlice i wał formujący, aktywny poprzez przekładnię napędową. W tylnej części ramy umieszczony jest siewnik pneumatyczny napędzany z własnego koła podporowego oraz wentylatora mocowanego centralnie nad przekładnią, z której jest napędzany.

Wężę w odcinkach kilkusetmetrowych nawinięto na ułożyskowanych bębnach, które są mocowane do konstrukcji ramy agregatu. Podczas formowania redlin wężę są swobodnie odwijane, wyciągane przez końcówkę regulowanego prowadzenia i układane na redlinie lub pod jej powierzchnią. Na początku redliny pozostawiany jest dłuższy odcinek węża, pozwalający na podłączenie linii doprowadzającej wodę z instalacji wodociągowej. Aby zapobiec przemieszczaniu się emiterów liniowych po powierzchni gleby przytwierdza się je do gruntu odpowiednimi uchwytami. Wężę wprowadzane do gleby przytwierdza się do gruntu tylko na początku, w miejscu podłączenia do linii zasilających.

Na redlinach formowanych w rozstawie co 67,5 cm wysiewane są 2 rzędy roślin co 10 cm. Wierzch redliny jest płaski, szerokości 25 cm. Założono, że waż będzie swobodnie odwijany ze szpuli w czasie ruchu agregatu, który wykonując redlinę równocześnie zasypuje waż na określonej głębokości. Regulację głębokości umieszczenia węża umożliwi odpowiednio ustawienie adaptera podającego względem ramy agregatu siewnego. Ziemia jest jednocześnie zagęszczana przez wał szpulowy i formowana w kształt redliny. Poruszający się z tyłu zawieszony siewnik pneumatyczny wysiewa nasiona w dwu rzędach.

Dzięki wykonywaniu wszystkich tych czynności przez jeden zespolony agregat, waż nawadniający jest umieszczany dokładnie w osi symetrii redliny, pośrodku wysianych rzędów, na wierzchu lub pod górną powierzchnią redliny. Po zakończeniu przejazdu na końcu redliny waż jest odcinany z odpowiednim zapasem długości i zaślepiany lub podłączany do przewodu zasilającego. Głębokość umieszczenia linii nawadniających można swobodnie regulować od 0 do wysokości redliny, tj. do 18 cm. Z praktycznego punktu widzenia waż umieszczany jest na głębokości 4-6 cm, z tolerancją  $\pm 1$  cm.

Przed wykonaniem ostatecznej wersji urządzenia przeprowadzono szereg testów bez wysiewania nasion. Przez dwa lata maszyna sprawdzana była w ścisłych doświadczeniach agrotechnicznych, prowadzonych z uprawą marchwi, pietruszki i cykorii. Na płaskim gruncie wysiew nasion wykonano tym samym agregatem siewnym po wyłączeniu podzespołów formujących redliny. Na płaskim gruncie wężę umieszczano pod powierzchnią gleby, a wysiew nasion wykonano tym samym agregatem siewnym po wyłączeniu podzespołów formują-

cych redliny. Głębokość umieszczenia węży (od 6 do 12 cm) ustalono przez ustawienie ramy podającej węże względem korpusu maszyny podstawowej.

Jednocześnie z urządzeniem do rozwijania węży nawadniających rozpoczęto prace projektowe nad skonstruowaniem nowej maszyny do wyciągania węży z gleby. Próby przeprowadzono pod koniec okresu wegetacji, aby w chwili zbioru korzeni wszystkie węże były zabrane z pola. Maszyna stanowi samodzielną konstrukcję, mocowaną na trzypunktowym zawieszeniu ciągnika o mocy powyżej 30 kW i napędzaną z WOM ciągnika. Po przeprowadzeniu szeregu prób wykonano ostateczną wersję przystosowaną do wyjmowania węży z czterech redlin jednocześnie

Podstawą maszyny jest rama nośna wykonana z kształtowników stalowych (ceowniki, profile zamknięte, kątowniki, płaskowniki i rury). Na ramie jest utwierdzona (z możliwością regulacji położenia) przekładnia kątowna przekazująca napęd poprzez przekładnię łańcuchową na wał główny, łożyskowany poziomo na ramie prostopadle do kierunku jazdy. Rama jest ustawiona poprzecznie do prowadzącego ciągnika i obejmuje cztery redliny. Podparta jest na dwóch kołach bocznych o regulowanej wysokości, które obejmują cztery redliny oraz na elemencie ślizgowym (sanki), mocowanym centralnie do ramy, z możliwością regulacji wysokości przejazdu maszyny nad redlinami. Ten element spełnia ważną rolę, centrując maszynę względem czterech redlin.

Podstawowe podzespoły wykonawcze służące do wyciągania węży z gleby i ich nawijania, to zespół czterech bębnow szpulowych napędzany z wałka głównego, cztery oddzielne mechanizmy sprzęgłowe, które mocowane są na wałku głównym, sterujące wyciąganiem węży oraz podzespół wodzący (układający węże na szpuli), wyposażony w rolki wyciskające wodę z węży przed ich nawijaniem na szpule. Mechanizmy sprzęgłowe sterują jednocześnie nawijaniem i układaniem węży na szpulach. Składają się one z tarcz ciernych zaciskanych tulejami krzywkowymi mocowanymi do dźwigni sterujących.

Proces nawijania poszczególnych węży jest wykonywany przez dźwignię sterującą z oczkiem prowadzącym, mocowaną do wspomnianego sprzęgła, którym steruje tak (włączając lub wyłączając), by wąż był wyciągany z gleby zgodnie z prędkością jazdy maszyny, przy założonej sile naciągu węża. Siła naciągu zależy od wilgotności i rodzaju gleby a jej chwilowy wzrost przy włączeniu jest minimalizowany przez regulację sprzęgła. Powoduje to skokowe zmiany prędkości wyciągania węża, ale średnio jest ona równa prędkości przejazdu maszyny. Następnie wąż prowadzony przez rolki wyciskające wodę i przez

śrubowy zespół wodzący, napędzany przekładnią łańcuchową, dzięki odpowiedniemu przełożeniu jest precyzyjnie nawijany na szpulę. Śrubowy zespół wodzący składa się z dwóch śrub trapezowych, łożyskowanych równolegle względem siebie na stałej podstawie. Jedna ze śrub napędzana jest przekładnią łańcuchową od sprzęgła i przez przekładnię zębatą nadaje przeciwny obrotowy drugiej śrubie.

Wodzik prowadzący wąż jest przesuwnie tulejowany na śrubach. Pośrodku między śrubami znajduje się ruchoma dźwignia, która jest mocowana wahliwie na sworzniu wodzika i wyposażona w górnej części w dwie połówki nakrętek, które przy wahanii się dźwigni przemiennie przesuwają wodzik w lewo lub w prawo. Dolna część wspomnianej dźwigni prowadzona jest dwoma specjalnymi wycięciami po stałej prowadnicy, mocowanej do podstawy całego zespołu. Długość prowadnicy jest równa szerokości nawijania i gdy wycięcie dźwigni dochodzi do końca prowadnicy, to dodatkowa listwa osadzona na sprężynie obok prowadnicy zmienia położenie dźwigni tak, by jej drugie wycięcie mogło być prowadzone. W tym momencie po zmianie położenia dźwigni zmienia się połączenie nakrętek ze śrubami napędowymi (rozłącza się lewa połowa nakrętki z lewą śrubą a łączy się prawa połowa z prawą śrubą), co zmienia precyzyjnie kierunek ruchu wodzika.

Dzięki precyzyjnemu nawijaniu, usunięciu resztek wody, spłaszczony wąż dokładnie wypełnia całą szpulę. Nawet przy niewielkim zanieczyszczeniu glebą na szpuli można zmieścić nawet do 500 m emitera typu T-tape.

Konstrukcja prowadnicy poprawnie spełniała swe zadanie w uprawie marchwi i pietruszki, lecz nastęrczała kłopoty w uprawie cykorii, ze względu na bardzo gęste liście. Było to powodem opracowania nowej, lepszej wersji prowadnicy.

### **Ocena pracy maszyn**

Badania prowadzone w uprawie marchwi, pietruszki i cykorii wykazały poprawne działanie zarówno urządzenia do rozwijania, jak i do wyciągania emiterów liniowych z upraw prowadzonych na płaskim gruncie i na redlinach. Wyposażenie agregatu uprawowo-siewnego w urządzenie do rozwijania emiterów poszerzyło możliwości maszyny o dodatkową funkcję, bez konieczności zwiększania mocy ciągnika. Występujące tu dodatkowe obciążenie jest niewielkie i nie jest brane pod uwagę. Ręczne umieszczanie linii nawadniających pod powierzchnią gleby w uprawie warzyw korzeniowych na redlinach, bez pomocy odpowiedniego narzędzia, nie jest możliwe.

Wszystkie operacje układania i wyciągania emiterów liniowych prowadzone były na czterech redlinach jednocześnie. Z praktycznego punktu widzenia węże należy układać na powierzchni lub na głębokości 4-6 cm. Zbyt płytkie umieszczenie emiterów pod powierzchnią gruntu powoduje ruchy ziemi w momencie rozpoczęcia nawadniania, załamywanie się powierzchni, a w przypadku zaskorupienia unoszenie fragmentów gleby i oderwanie ich od warstw znajdujących się poniżej. Zbyt głębokie umieszczenie emiterów liniowych powoduje słabe nawodnienie warstwy, w której znajdują się nasiona, a nadmierne warstw głębszych.

Głębokość ułożenia węży można odpowiednio dostosować do każdego typu gleby. Emitery układane są na ustalonej głębokości zgodnie z założoną tolerancją. Nie stwierdzono załamywania się węży, które mogłoby utrudnić przepływ wody. W czasie pracy gleba nie może być przesuszona ani zbyt mokra.

Podobnie, zabieg odzyskiwania emiterów do ponownego użycia musi być przeprowadzany na wilgotnym gruncie. Jeśli zachodzi potrzeba należy przeprowadzić przed tym zabiegiem krótkie nawadnianie. W poprawnym zwijaniu emiterów nie stanowiły przeszkody elementy łączące poszczególne odcinki. Łączenia uszkodzonych odcinków węży mają około 30 mm średnicy. Aby swobodnie przechodziły przez oczka wodzące, dokonano stosownych zmian w konstrukcji dźwigni sterującej prędkością nawijania.

Obecne rozwiązanie konstrukcyjne przewiduje, że na jedną szpulę można maksymalnie nawinąć 600 m emitera typu T-tape. Wielkość ta może ulec zmniejszeniu, gdy wąż będzie wielokrotnie łączony (złączki o średnicy 30 mm), co zakłóca proces nawijania i zmniejsza pojemność szpuli. Praktyczna prędkość przejazdu przy wyciąganiu węży wynosi około 0,5 m na sekundę czyli 1,8 km/godz. Szybkość rozwijania linii nawadniających jest zależna od głównych zabiegów wykonywanych przez agregat uprawowo-siewny w tym samym czasie (formowanie redlin i siew nasion) i zwykle nie przekracza 1,5 km/godz.

Zakłada się, że przy właściwej pracy maszyn będzie można kilkakrotnie wykorzystywać emitery do nawadniania. Największym składnikiem kosztów nawadniania, poza robocizną, jest cena emiterów T-tape, która wynosi 3300 zł/ha, przy zakupie 15000 m /ha według naszej technologii. Wielokrotne użycie węża w kolejnych sezonach uprawowych proporcjonalnie zmniejsza koszty produkcji.

## **Bibliografia**

Attaher S. M., Medany M. A., Abdel Aziz A. A., Mostafa M. M. 2003. Energy requirements and yield of drip irrigated potato. *Acta Hort.* (ISHS), 608: 191-198

Babik, J. 2000. Wpływ nowego sposobu formowania redlin na plon i jakość korzeni cykorii sałatowej (*Cichorium intybus* L. var. *foliosum* Hegi). Influence of Cultivation Method, Irrigation and Plant Density on the Yield and Quality of Chicory Witloof Roots (*Cichorium intybus* L. var. *foliosum* Hegi). *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Sectio EEE. Horticultura. Vol. VIII, Supplementum*, ss. 211-217.

Babik J., Dudek J., 2000. New, complex machine for ridge forming, and simultaneous sowing vegetable crops. *Vegetable Crops Research Bulletin*, 53: 103-110

Gullino M., L; Bozzano G., Garibaldi A. 1982. Effetto del sistema di irrigazione e dei trattamenti fungicidi in campo sulla gravita dell' arrciamento dell' anemone. *Atti-Giornate-Fitopatologiche* ss. 427-432

Kaniszewski S. 2005. Nawadnianie warzyw polowych. Plantpress, Kraków

Kaniszewski S., Rumpel J., Dyśko J. 1999. Effect of drip irrigation and fertigation on growth and yield of celeriac (*Apium graveolens* L. var. *foliosum* Hegi). *Veget. Crops Res. Bull.*, 50: 31-39

Paschold P.,J, Kleber J. 1999. Bewässerungssysteme für die Dammkultur unter Glas. *Gemüse* 35(4): 236-241

Paschold P.,J, Kleber J. 2000. Tropfsysteme bei Fruchtgemüse im Dammanbau bewertet. *Gemüse* 36(4): 8-10

## **INSTALLATION FOR MECHANICAL ALLOCATION OF TRICKLE HOSES IN SOIL, APPLIED IN ROOT VEGETABLES GROWING IN FURROWS**

### **Summary**

In the Research Institute of Vegetable Crops there was elaborated an installation for mechanical disposal of T-tape trickle hoses, designed for growing of ro-

ot vegetables in furrows. When the installation is properly set up, it can be also used in flat land. The trickle hoses can be placed on the furrow surface or under soil surface on the depth of 5 cm. The installation is mounted on the formerly designed and implemented aggregate enabling formation of furrows and seeding simultaneously. This solution ensures several operations, as furrowing, seeding and placing of trickle hoses, to be done at one pass of the tractor. The hoses are placed in the middle of 2 rows of seeded plants. Setting up of two trickling lines near germinating seeds reduces water use and enhances plant sprouting during drought. As there was also implemented the equipment for rolling up of hoses after plant vegetation, the trickle lines may be used over again.

**Key words:** watering; hoses; furrows; mechanization, installation

*Recenzent: Jan Pabis*