

**Projekt finansowany przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi**

**Kierownik projektu dr inż. Wiesław Golka**

**Metody ochrony przed szkodnikami, chorobami  
i zwalczanie chwastów w uprawach  
warzywniczych i zielarskich  
(streszczenie)**

Autorzy: dr inż. S.Ptaszyński  
dr inż. Wiesław Golka

Kłudzienko, grudzień 2013r.

MOK Kłudzienko, 05-825 Kłudzienko

tel.: 22 755 60 41 do 42 fax: 22 755 60 45 e-mail: [itepkludz@itep.edu.pl](mailto:itepkludz@itep.edu.pl)

Falenty, Al. Hrabaska 3, 05-090 Raszyn  
tel.: 22 720 05 31 do 38 fax: 22 628 37 63  
NIP: 534 24 37 004 REGON: 142173348  
e-mail: [itep@itep.edu.pl](mailto:itep@itep.edu.pl)  
[www.itep.edu.pl](http://www.itep.edu.pl)

Oddział w Warszawie  
ul. Rakowiecka 32, 02-532 Warszawa  
tel.: 22 542 11 00 fax: 22 542 11 50

Oddział w Poznaniu  
ul. Biskupińska 67, 60-463 Poznań  
tel.: 61 820 33 31 fax: 61 820 83 81

## **Wprowadzenie**

Opracowany w poprzednim zadaniu aplikator powierzchniowy do pracy na plantacjach warzyw, zbóż i ziół nie był przystosowany do pracy na terenach zadarnionych i na glebach o zwięzłości większej niż 2,5 MPa, a instalacja zasilająca cieczą pracującą przy nadciśnieniu do 0,05 MPa dla zasilania roślin wyciągami i zawiesinami i nie mogła podawać do wtryskiwaczy cieczy lepkich i uwodnionych żeli. Żele takie w ostatnim czasie pojawiły się na rynku i ich stosowanie zdaje się przynosić pozytywne efekty. Zaszła więc konieczność opracowania nowej instalacji dawkującej cieczy robocze jak i urządzenia mechanicznego wgłębiającego wtryskiwacze w gleby o zwięzłości do 6 MPa na głębokość do 15 cm.

Niezależnie od tego, wykonane zostały w kolejnym sezonie agrotechnicznym doświadczenia z aplikacją żelu uwodnionego wiosną w pszenicę ozimą i aplikacją żelu w formie stałej wiosną przed uprawą przedsiewną pod warzywa- marchew i buraki ćwikłowe. Szczególnie ważne dla nas było doświadczenie z uprawą marchwi na redlinach dla uzyskania odpowiedzi na pytanie czy wprowadzenie żelu do gleby może poprawić zaopatrzenie w wodę roślin rosnących na redlinach i czy mogło by to być pewnym substytutem nawadniania. Jak wiadomo uprawa warzyw korzeniowych na redlinach jest bardzo korzystna z wielu względów ale wymaga nawadniania dla uzyskania wysokich plonów. Nawadnianie jednak wymaga inwestycji i dostępu do odpowiedniej jakości wody. Kolejny (drugi) rok doświadczeń jako kontynuacja poprzedniego zadania jest niezbędny dla uzyskania wiarygodnych wyników doświadczeń w zmiennych warunkach pogodowych i glebowych.

## **Cel pracy**

Celem realizacji tematu w b.r. było opracowanie aplikatora do wgłębnej aplikacji cieczy wspomagających i uwodnionych żeli na glebach uprawnych i terenach zadarnionych

## **Doświadczenie z aplikacją żelu przed siewem roślin warzywnych**

Doświadczenie to wykonane zostało w MOB ITP w Kłudzienku na plantacji warzyw: marchwi i buraka ćwikłowego. Burak ćwikłowy uprawiany był systemem płaskim natomiast marchew systemem płaskim i na redlinach. Ten ostatni wariant

doświadczenia wydaje się szczególnie ważny ze względu na zwiększone parowanie na redlinach i potrzebę instalowania kosztownych urządzeń nawadniających. Gdyby żelowanie skutecznie poprawiało równomierność zaopatrzenia roślin na redlinach w wodę, byłoby to kilkakrotnie tańsze niż nawadnianie a skutkowałoby jak podają producenci żelu do 5 lat od aplikacji. Plan doświadczenia i charakterystykę plantacji przedstawiono w sprawozdaniu z badań.

Porównanie cech plonu marchwi z plantacji płaskiej i na redlinach, na glebie potraktowanej żelem Hydro-żel i bez żelu zestawiono w tabeli 1

Mimo, że ilość opadów w okresie wegetacyjnym była nieco większa niż średnia, zaopatrzenie roślin w wodę było nierównomierne. Odczuły to rośliny uprawiane na redlinach. Na glebie nie traktowanej żelem plon był niemal o połowę mniejszy, korzenie marchwi wyrosły cieńsze i krótsze aczkolwiek 100% roślin było dorodnych i stanowiło plon handlowy. Plon korzeni rosnących na redlinach był równorzędny z plonami z plantacji płaskiej mimo, że na redlinach było o 45% mniej rzędu roślin. Można suponować, że użycie żelu stworzyło roślinom na redlinach warunki wegetacji zbliżone do uprawy na płask bez konieczności nawadniania.

Koszt użycia żelu wynosi ok. 25% kosztu instalacji nawadniającej nie licząc kosztu wody, kłopotów z jej pozyskiwaniem i kosztu energii. Stosowanie żelu na powierzchni płaskiej również spowodowało wyżkę plonu o 14,5% (~ 1 Mg/ha). Na plantacji buraków również na glebie traktowanej żelem plon korzeni był większy o ok. 35%, a plon handlowy większy o 65%.

Na glebie traktowanej żelem wyraźnie mniej buraków było porażone chwościkiem.

Tabela 1. Porównanie plonów marchwi uprawianej na terenie płaskim i na redlinach na glebie z dodatkiem żeluz Hydro żel i bez żeluz, wartości średnie z poletek w czterech powtórzeniach

Wyszczególnienie	Na glebie z dodatkiem żeluz						Na glebie bez żeluz					
	liczba szt./m	liczba szt./m <sup>2</sup>	plon kg/m <sup>2</sup>	średnia ważona			liczba szt./m	liczba szt./m <sup>2</sup>	plon kg·m <sup>-2</sup>	średnia ważona		
				długość cm	średnica cm	plon handlowy %				długość cm	średnica cm	plon handlowy %
uprawa na redlinach	25,60	40,00	7,00	20,98	4,15	99,6	18,6	27,5	4,1	16,0	3,66	100,0
uprawa płaska	15,33	40,86	8,24	17,90	4,20	96,8	17,33	46,0	7,2	18,38	4,25	99,0

Źródło: wyniki własne.

### Doświadczenie z aplikatorem powierzchniowym na pszenicy ozimej.

Hydro-żel w dawce 40 kg·ha<sup>-1</sup> rozpuszczony w 1000 l wody zaaplikowany został w uprawie pszenicy ozimej na powierzchni 14 ha na dwóch łańach o powierzchni 1000 m<sup>2</sup> każdy, w końcu marca br.

Powierzchnia oddziaływania jednego punktu aplikacji wyniosła 400 cm<sup>2</sup> a podziałka wkłuc 20x 20 cm. Średnia głębokość nakłucia wyniosła 6,3 cm.

Nakłady związane z aplikacją żeluz zestawione zostały w tabeli 2.

Tabela 2. Nakłady związane z aplikacją żeluz przy pomocy aplikatora powierzchniowego w uprawie pszenicy w przeliczeniu na 1 ha.

L.p.	Wyszczególnienie nakładów	Koszt jednostkowy	Koszt przeliczony na 1 ha
1.	Żel, Hydro-żel 40 kg·ha <sup>-1</sup>	15 zł·kg <sup>-1</sup>	600 zł·ha <sup>-1</sup>
2.	Robocizna przygotowanie roztworu i aplikacja	15 zł·h <sup>-1</sup>	60 zł·ha <sup>-1</sup>
3.	4 rbh·ha <sup>-1</sup> Koszt maszynowy* mth·ha <sup>-1</sup>	35 zł·mth <sup>-1</sup> 5 zł·l <sup>-1</sup>	175 zł·ha <sup>-1</sup>
4.	Łączny koszt zł	X	835 zł·ha <sup>-1</sup>

Źródło: wyniki własne.

\* koszt wyliczony wg. metodyki IBMER (A. Muzalewski 2012) dla ciągnika Ursus C 330 i ceny aplikatora oszacowanej na 18 000 zł oraz okresu amortyzacji 10 lat.

## Plon pszenicy z łańców z zaaplikowanym żelom i bez aplikacji żelu.

Przed kombajnowym zbiorem z powierzchni doświadczenia jak i pola otaczającego łań z żelom pobrane zostały próby plonu z 1 m<sup>2</sup> z czterokrotnym powtórzeniem. Wyniki oceny plonu zestawione zostały w tabeli 3.

Tabela 3. Porównanie cech plonu pszenicy z pola potraktowanego doglebowo żelom Hydro-żel i pola bez żelu.

L.p.	Wyszczególnienie	Pole z żelom	Pole bez żelu
1.	Liczba źdźbeł kłosonośnych średnio [szt.·m <sup>-2</sup> ] min - max	607,25 490-732	618,5 524-726
2.	Masa słomy- średnio kg·m <sup>-2</sup>	0,735	0,6
3.	Masa kłosów - średnio [kg·m <sup>-2</sup> ]	0,85	0,75
4.	Długość słomy - średnio [m]	95	92
5.	Długość kłosów - średnio [mm] min. – max.	69 50-90	69,5 50-85
6.	Plon ziarna - średnio [kg·m <sup>-2</sup> ] [Mg·ha <sup>-1</sup> ]	0,6672 6,67	0,5867 5,86
7.	Masa tysiąca nasion [g]	44,24	40,10
8.	Masa plonu zebranego 8x1m <sup>2</sup> [kg]	6,35	5,48
9.	Różnica plonu na korzyść pola z żelom	0,81 Mg·ha <sup>-1</sup> ~ 15%	

Źródło: wyniki własne.

Tegoroczny sezon wegetacyjny charakteryzował się średnią ilością opadu z kilkrotnymi obfitymi opadami wywołującymi rozmoknięcie gleby. Mimo to, zastosowanie żelu wywołujące zatrzymanie w strefie dostępnej dla korzeni kilkanaście do ok. dwudziestu tys. litrów wody na 1 ha (nie jest potwierdzona chłonność żelu, producent podaje do pięćsetnej krotności masy żelu suchego), skutkuje bardziej równomiernym zaopatrzeniem roślin i ich lepszym plonowaniem.

Zastosowanie żelu w rosnące rośliny przy użyciu dostępnego aplikatora wymagało przygotowania uwodnionego żelu o lepkości umożliwiającej zasysanie ze zbiornika i pompowanie przez instalację aplikatora.

Przy tak dużej chłonności, było to możliwe dopiero po dodaniu do 40 kg żelu 1000 l wody i półgodzinnym mieszaniu. Przygotowanie roztworu, wielokrotne napełnienie

zbiornika i niewielka szerokość robocza modelu uczyniły zabieg aplikacji dość pracochłonnym i kosztownym:  $4 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $2 \text{ mth}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $235 \text{ zł}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

Użycie aplikatora o większej szerokości, większej pojemności zbiornika i większej pojemności naczynia do przygotowania roztworu może obniżyć ten koszt nawet o 50%. Mniejszych nakładów wymaga aplikacja żelu w postaci suchej przed siewem (sadzeniem) roślin. Na użytkach zielonych, terenach rekreacyjnych, na wieloletnich istniejących plantacjach zadawanie żelu możliwe jest jedynie w postaci płynnej i do tych celów rozwój konstrukcyjny aplikatorów wgłębnego jest niezbędny.

### **Opracowanie aplikatora wgłębnego cieczy wspomagających wzrost uprawianych roślin**

Model aplikatora wykonany w poprzednich latach przystosowany do aplikacji cieczy wspomagających do strefy korzeniowej roślin wykonuje injekcję do 8 cm w glebach uprawnych. Na plantacjach z uprawą zerową a zwłaszcza na terenach zadarnionych głębokość wstrzykiwania preparatów tym aplikatorem znacznie się zmniejsza. Do pracy na takich terenach potrzebna jest konstrukcja znacznie cięższa i bardziej wytrzymała. Zaistniała też potrzeba podawania cieczy o większej lepkości niż wodne roztwory koncentratów i zawiesiny zarodników grzybów *Trichoderma*. Postanowiono zatem zmodyfikować instalację aplikatora powierzchniowego tak aby można było podawać ciecze lepkie i żele w wymaganych dawkach i w wypróbowany na tym egzemplarzu system wyposażyć nowo opracowany aplikator do zadawania biostymulatorów na głębokość do 15 cm na glebach zadarnionych i zwięzłych.

Model funkcjonalny aplikatora powierzchniowego wyposażony został w pompę membranową, regulator ciśnienia, mieszadło i nowy rozdzielacz cieczy roboczej.

## Założenia do konstrukcji modelu funkcjonalnego aplikatora.

Na podstawie pomiarów nacisków potrzebnych do wgłębienia wtryskiwacza na glebach zadarnionych, pastwiskach, skwerach – rys.1 można ocenić niezbędną masę reakcyjną aplikatora i siły działające w mechanizmie napędowym

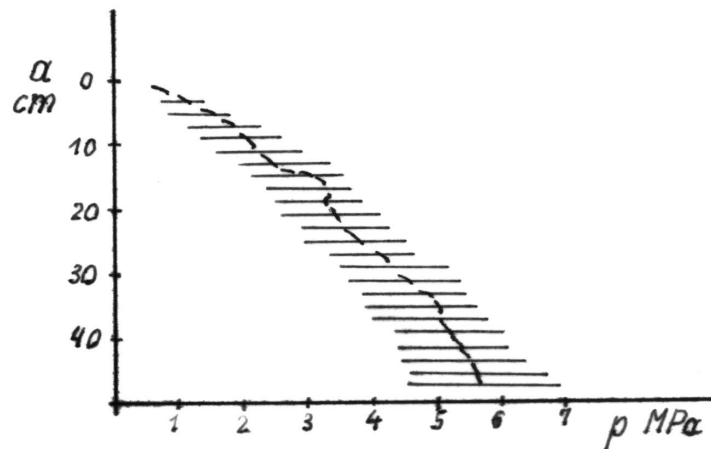
$$P = p \cdot F$$

Gdzie:

P- siła potrzebna do wgłębienia wtryskiwacza

p- zwięzłość gleby  $\text{kg} \cdot \text{cm}^{-1}$

F- powierzchnia czołowa wtryskiwacza



Rys.1. Nacisk jednostkowy przy zagłębieniu stempla zakończzonego stożkiem w glebę zadarnioną

Głębokość aplikacji przyjmuje się większą niż głębokość rozrostu podstawowej masy korzeni roślin trawiastych i głębokość zadawania substancji dla roślin korzeniowych (marchew, pietruszka, pasternak) równą 15 cm.

Odległość między punktami aplikacji maksimum 20x20 cm.

Napęd od WOM ciągnika  $540 \text{ obr} \cdot \text{min}^{-1}$ .

Schemat urządzenia przedstawiono na rys. 2 a widok na fot. 1, 2 i 3.

Próby laboratoryjne modelu aplikatora wykazały poprawność przyjętego rozwiązania.

Przy głębokości wkluwania 15 cm podłużny wymiar otworu po uniesieniu wtryskiwacza nie przekraczał 4 cm.

Po wykonaniu prób modelu funkcjonalnego opracowany został projekt modelu czterosekcyjnego. Charakterystykę techniczną modelu przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Charakterystyka techniczna aplikatora czterosekcyjnego.

L.p	Wyszczególnienie	Jedn. miary	Wartość
1	Szerokość robocza aplikatora	m	1
2	Szerokość robocza 1 sekcji	m	0,25
3	Pojemność zbiornika	dm <sup>3</sup>	60
4	Głębokość wtryskiwania	m	0,15
5	Podziałka punktów iniekcji podłużna	m	0,2
6	Podziałka punktów iniekcji poprzeczna	m	0,12
7	Wydatek iniekcji	ml/pkt	2÷10
8	Prędkość robocza	km/h	2÷4

Źródło: wyniki własne.

### Próby funkcjonalne aplikatora

Próby funkcjonalne modelu aplikatora czterosekcyjnego wykonane zostały na glebie uprawnej, zagęszczonej do zwięzłości 2,8 MPa i na terenie zadarnionym o zwięzłości do ~ 4 MPa. Aplikator zawieszony był na ciągniku Ursus C-330. Na glebie uprawionej zagłębienie wtryskiwaczy osiągało 0,15 m. Na glebie zadarnionej 0,1 do 0,13 m. Po dociążeniu ramy masą reakcyjną zagłębienie osiągało 0,15 m. Możliwe jest dawkowanie od ok. 2 ml do ok. 10 ml cieczy w jednym punkcie. Model jest przygotowany do wykonywania doświadczeń łanowych w różnych warunkach(fot.1).



Fot.1: Model funkcjonalny aplikatora czterosekcyjnego.



## Podsumowanie

Wyniki tegorocznych doświadczeń na ekologicznej plantacji warzyw w Kłudzienku upoważniają do następujących stwierdzeń:

1. Potraktowanie uprawy pszenicy wiosną uwodnionym żelem ( $40 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  w 1000 l wody) przy pomocy aplikatora gwiazdkowego, poskutkowało zwiększaniem plonu  $810 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (15%) i wzrostem MTN o 10%.
2. Dawka  $60 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  w formie stałej wymieszanego z glebą przed siewem poskutkowało wzrostem plonu marchwi na redlinach o 41% i na płask o 15% w porównaniu z uprawą bez żelu.
3. Plon marchwi na redlinach, na glebie z dodatkiem żelu był równorzędny z plonem uzyskanym na glebie bez żelu, na plantacji płaskiej. Świadczy to o lepszym zaopatrzeniu w wodę roślin rosnących na glebie wymieszanej z żelem. Może to być substytut nawadniania, gdy brak jest instalacji nawadniającej lub dostępu do wody. Aplikacja żelu we wspomnianej dawce jest kilkakrotnie tańsza niż instalacja nawadniająca i będzie skutkowała 4 do 5 lat.
4. Nakłady na rozsiew stałej formy żelu mniejsze są niż nakłady na zadawanie formy uwodnionej. Na rosnących plantacjach, terenach zadarnionych itp. aplikacja żelu i innych substancji wspomagających możliwa jest tylko w stanie ciekłym. Zbudowany model aplikatora czterosekcyjnego przygotowany jest do wykonywania doświadczeń aplikacji na takich właśnie terenach, wymaga jednak dalszych modyfikacji konstrukcyjnych.

## Zalecenia dla rolników

Wyniki doświadczeń kolejnego roku zastosowania żelu chłonnego wodę o nazwie Hydro-Żel, krajowej produkcji, na ekologicznej plantacji warzyw były zachęcające. Zwyżki plonów roślin z plantacji na glebach z żelem mogły w ciągu ok. dwóch lat zwrócić nakłady związane z aplikacją żelu przy dzisiejszym stanie cen. Można jednak sądzić, że cena żelu będzie maleć ze wzrostem skali produkcji (obecnie jest to skala laboratoryjna). Natomiast działanie żelu, jak zapewniają producenci ma trwać do pięciu lat. Do aplikacji drobnokrystalicznej formy żelu w czasie uprawy gleby rolnictwo posiada obecnie niezbędny sprzęt (rozsiewacze). Najbardziej korzystna jest aplikacja z uprawą jesienną, gdy żel może wiązać wodę z opadów jesiennych

i roztopów. Dopuszczalna dawka żelu wynosi  $60 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Aplikacja wiosenna w uprawie przedsięwziętej wykonana na ekologicznej uprawie warzyw w bieżącym roku z opadami nieco większymi od średniej wieloletniej również wykazała pozytywny wpływ żelu na rozwój i plon roślin.

Na plantacji marchwi na redlinach, na glebie z żelem plon korzeni był wyższy od plonu z gleby bez żelu o ponad 40%. Na plantacji płaskiej różnica plonu wyniosła 15%. Plon na plantacji na redlinach z gleby żelowanej był równorzędny z plonem z plantacji płaskiej bez żelu mimo, że długość rzędka na  $1\text{m}^2$  jest na plantacji na redlinach dwukrotnie mniejsza. Świadczy to o lepszym zaopatrzeniu roślin w wodę na glebie z żelem i może być na plantacji na redlinach mającej wiele zalet w porównaniu z plantacją płaską traktowane jak substytut nawadniania, które jest znacznie kosztowniejsze, wymaga inwestycji, dostępu do odpowiedniej jakości wody itp. Na glebie z żelem, prawie dwukrotnie wyższy był tzw. plon wczesny w sierpniu (na tzw. zbiór pęczkowy). Plony buraków ćwikłowych kształtowały się podobnie, ponadto rośliny z plantacji na glebie żelowanej znacznie mniej były porażone przez mątwika burakowego.

Aplikacja żelu na plantacjach wieloletnich (z rosnącymi roślinami) na terenach zielonych itp. (dotyczy to też innych substancji wspomagających) do strefy korzeniowej roślin wypróbowywana jest w Kłudzienku od trzech lat. W bieżącym roku aplikatorem do zadawania substancji ciekłych na glebach uprawnych, żel zaaplikowany został na wiosnę na plantacji pszenicy ozimej. Żel rozpuszczony został w wodzie ( $40 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  żelu w 1000 l wody). Plon ziarna pszenicy z łanów z żelem, wyższy był o  $810 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , a masa tysiąca nasion większa była o 10% w porównaniu z plonem z łanów bez żelu. W bieżącym roku wykonany został model aplikatora, który umożliwia wprowadzanie ciekłych substancji na glebach zwięzłych, plantacjach wieloletnich i wieloletnich terenach zadarnionych na głębokość do 15 cm między innymi żeli wiążących wodę. Prace nasze, oprócz uzyskiwania wiedzy o oddziaływaniu substancji wspomagających, terminach aplikacji, dawkach itp. mają na celu dostarczenie rolnictwu ekologicznemu środków technicznych do ich aplikacji w odpowiednich dawkach i miejscach poprzez seryjną produkcję aplikatorów.

Wspomniane aplikatory mają służyć stosowaniu środków wspomagających wzrost roślin uodparniających je na inwazje chorób i szkodników, szczególnie w rolnictwie ekologicznym, gdzie nie stosuje się środków chemicznych.

## Streszczenie

Celem realizacji tematu było opracowanie aplikatora do wglębnej aplikacji cieczy wspomagających wzrost i rozwój roślin w formie płynnej, przeznaczonego do pracy na glebach zwięzłych (nieuprawianych) i obszarach trawiastych, aplikującej ciecz do 0,15 m głębokości i z możliwością aplikacji cieczy lepkich (stężonych roztworów) i uwodnionych żeli. Przeprojektowany został zespół zasilający wtryskiwacze cieczą roboczą jak i napęd i sterowanie wtryskiwaczy. Wykonano funkcjonalny model i jedną sekcję wtryskiwaczy. Po jego wypróbowaniu zaprojektowany został model aplikatora czterosekcyjnego, zawieszany na ciągniku (zespół wtryskiwaczy został podzielony na sekcje na szerokości roboczej, ponieważ jednoczesne zagłębianie wszystkich wtryskiwaczy wymagało by umieszczenia nieproporcjonalnie dużej masy reakcyjnej). Model po próbach i wynikających z ich rezultatów zmianach i regulacjach przygotowany został do doświadczeń łanowych w kolejnym czasie agrotechnicznym. Niezależnie od głównego tematu wykonane zostały doświadczenia z aplikacją żelu w formie uwodnionej i stałej w uprawie warzyw i w uprawie pszenicy ozimej.

Szczególnie interesujące było określenie wpływu aplikacji żelu w uprawie warzyw korzeniowych na redlinach, Może to poprawić zaopatrzenie w wodę roślin rosnących na redlinach poprzez udostępnianie wody wchłoniętej przez żel w czasach obfitości i ograniczenie parowania ze ścianek redlin. Stanowi to pewien substytut nawadniania. Jak wiadomo uprawa warzyw korzeniowych na redlinach jest z wielu względów bardzo korzystna i upowszechnia się; ale wymaga kosztownego nawadniania dla uzyskania wysokich plonów.

Nawadnianie wymaga bowiem inwestycji i dostępu do wody odpowiedniej jakości, a także nakładu robocizny, co znacznie w sumie podnosi koszt produkcji. Uzyskane plony i ich jakość wskazują, że plon korzeni z poletek na redlinach, na glebie z żelem był równorzędny z plonem z poletek w uprawie płaskiej bez żelu. Plon z poletek na redlinach, na glebie bez żelu był o 41% mniejszy niż plon z poletek na redlinach, na glebie z żelem. Plon z plantacji płaskich na glebie z żelem był o 1 Mg/ha większy niż na glebie bez żelu. Również na plantacji buraków ćwikłowych (płaskiej) plon na glebie z żelem był większy niż na glebie bez żelu, a także rośliny były w mniejszym stopniu porażone przez choroby. Plon pszenicy na łanach z zaaplikowanym żelem był większy o 15% ( $0,81 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) niż na łanach bez aplikacji żelu (żel zaaplikowany został w najmniejszej zalecanej dawce  $40 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Masa tysiąca nasion na glebie

żelowanej była większa o 10%. Koszty aplikowania żelu niemal rekompensowane są przez wyżki plonów już w pierwszym roku a działanie żelu może trwać kilka lat. Między innymi celowi sprawdzenia tego działania służą wieloletnie doświadczenia na obszarach z zaaplikowanym żelem.