

THE COMPUTER SYSTEM FOR THE ANALYSIS OF DAMAGES ON OILSEED RAPE LEAVES

Summary

Image processing methods facilitating investigation in laboratory conditions are competitive with respect to traditional methods. In the vast majority of cases these methods make it possible to obtain more accurate results, while at the same time reducing the amount of work and time required to carry out the research. The laboratory tests which are the basis for this paper were connected with researches over the effectiveness of active substances against snails. The tests were made with use of the leaf discs. Slugs feeding preferences were tested in individual compartments with three leaf discs with same size. After a day of feeding the measurement of the damaged surface of leaf discs was made with utilization of millimeter paper. The more precise and considerably quicker method is proposed in this paper the technique of the image acquisition of the oilseed rape leaf discs with flat scanner or digital camera and their analysis in produced application. The image analysis with use of FotoDetekt application markedly simplified the process and provided high-quality measurements.

SYSTEM KOMPUTEROWY WSPOMAGAJĄCY ANALIZĘ USZKODZEŃ LIŚCI RZEPAKU

Streszczenie

Doświadczenia laboratoryjne, które stanowią podstawę dla prezentowanej pracy, związane były z badaniami nad preferencjami pokarmowymi agrofagów i skutecznością działania środków ochrony roślin. Badania wykonane w formie testów „krążkowych” dotyczyły oceny stopnia akceptacji różnych gatunków roślin i ich odmian przez ślimaki oraz określenia skuteczności działania substancji aktywnych przeciwko tym szkodnikom. Stosowana metoda eksperymentalna polegała na wyznaczeniu pola powierzchni znormalizowanych próbek liści po 24 godzinach żerowania ślimaków. Dotychczas pomiaru powierzchni liści dokonywano z wykorzystaniem papieru milimetrowego. Bardziej precyzyjną i znacznie szybszą metodą jest zaproponowana w pracy technika rejestracji obrazu tych obiektów za pomocą skanera lub aparatu cyfrowego i ich analiza przy wykorzystaniu wytworzonego programu komputerowego. W pracy zaprezentowano wytworzoną aplikację komputerową FotoDetekt, której zadaniem jest zastąpienie tradycyjnych metod pozyskiwania danych, metodami komputerowej analizy obrazu. Zastosowanie metod komputerowej analizy obrazu pozwoliło na przyspieszenie całego procesu pozyskiwania danych z próbek oraz umożliwiło uzyskanie dokładniejszych, a co za tym idzie bardziej odpowiadających rzeczywistości, wyników.

1. Wprowadzenie

Wraz z rozwojem technologii informatycznych coraz częściej w badaniach naukowych wykorzystuje się metody optyczno-elektroniczne. W rolnictwie metody te najczęściej wykorzystywane są w badaniach doświadczalnych związanych z ochroną roślin, przy ocenie jakości produktów rolniczych na różnych etapach ich produkcji, przechowywania i zbytu [5]. Metody te znajdują także swoje zastosowanie w technice rolniczej gdzie są integralną częścią wielu procesów technologicznych, w których obraz wykorzystuje się jako podstawowe źródło informacji [4, 8].

Metody przetwarzania obrazów ułatwiają przeprowadzenie badań w warunkach laboratoryjnych oraz są konkurencyjne do metod tradycyjnych [1]. W przeważającej większości przypadków metody te umożliwiają uzyskanie dokładniejszych wyników jednocześnie obniżając pracochłonność wykonywanych badań.

W Instytucie Ochrony Roślin w Poznaniu prowadzone są badania dotyczące opracowania alternatywnych metod zwalczania szkodliwych ślimaków. Badania wykonane w formie testów „krążkowych” dotyczyły oceny stopnia akceptacji różnych gatunków roślin i ich odmian przez ślimaki oraz określenia skuteczności działania substancji aktywnych przeciw tym szkodnikom. Stosowana metoda

eksperymentalna polegała na wyznaczeniu pola powierzchni znormalizowanych próbek liści po 24 godzinach żerowania ślimaków. Dotychczas pomiaru powierzchni liści dokonywano z wykorzystaniem papieru milimetrowego.

2. Cel pracy

Celem pracy było opracowanie alternatywnej, do stosowanej dotychczas w testach „krążkowych”, metody pomiaru powierzchni liści uszkodzonych w wyniku żerowania ślimaków, wykorzystującej możliwości komputerowej analizy obrazu oraz wytworzenie systemu ułatwiającego kompleksowe przeprowadzenie takiej analizy.

3. Metodyka badań laboratoryjnych

Testy „krążkowe” stanowią ważny element laboratoryjnych metod eksperymentalnych w ochronie roślin i są wykorzystywane przy ocenie uszkodzeń roślin przez różne szkodniki. Dotyczy to przede wszystkim szkodników o aparacie gębowym typu gryzącego, do których należą głównie owady (*Insecta*) oraz zwierzęta z innych grup systematycznych, np. ślimaki (*Gastropoda*). Uszkodzenia liści mogą polegać na całkowitym zjadaniu blaszki liściowej (np. gąsienice niektórych

gatunków motyli, takie jak pierścienica nadrzewka), na wygryzaniu liści, tzw. żer zatokowy (np. żer oprzędzików i ślimaków) oraz na dziurawieniu liści (np. żer gąsienic piętnówki kapustnicy). Tego rodzaju uszkodzenia mogą być badane w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych za pomocą prostych testów „krążkowych” polegających na podawaniu szkodnikom wycinków liści i mierzeniu wielkości zjadanej powierzchni. Metoda ta pozwala na ustalenie tempa i wielkości uszkodzeń roślin przez określone szkodniki, co ma duże znaczenie przy ocenie ich szkodliwości. Może być także wykorzystywana w ocenie wrażliwości różnych gatunków i odmian roślin uprawnych na żerowanie szkodników, jak również w badaniach nad wpływem testowanych związków chemicznych na behavior i żywotność szkodników oraz nad efektywnością ich działania. Wyniki tych badań znajdują zastosowanie w diagnostyce i prognozowaniu uszkodzeń roślin powodowanych przez szkodniki, a w rezultacie w doskonaleniu metod ochrony roślin.



Rys. 1. Pojemnik z próbkami liści i ślimakiem
Fig. 1. Compartment with oilseed rape leaf discs and slug

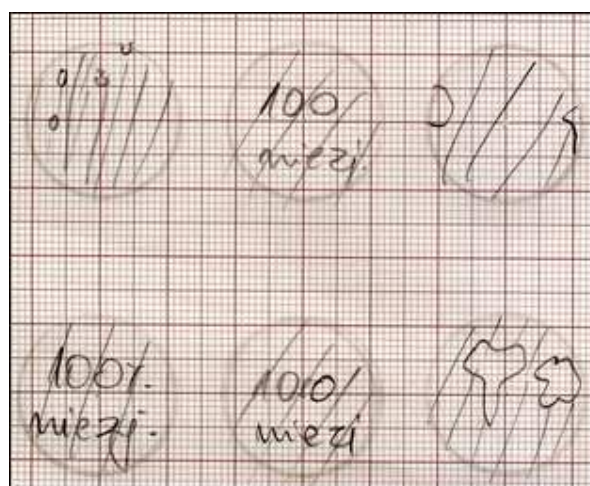
Dobrym przykładem omawianej metodyki są eksperymenty prowadzone w badaniach nad ślimakami. Większość badań z wykorzystaniem testów „krążkowych” dotyczyła oceny stopnia akceptacji różnych gatunków i odmian roślin przez ślimaki [2, 3, 6, 7]. Obecnie metoda ta znajduje zastosowanie w testowaniu skuteczności działania substancji aktywnych przeciwko ślimakom. Z przygotowanych roślin wycina się krążki o określonej powierzchni. Krążki liści określonych gatunków roślin lub traktowane testowanymi związkami chemicznymi umieszcza się w plastikowych pojemnikach na zwilżonej bibule filtracyjnej, po 3 do 6 krążków w każdym pojemniku. Następnie w pojemnikach umieszcza się po jednym wygłodzonym ślimaku (rys. 1) i przenosi się do

komory klimatycznej, z temperaturą 16°C i długością dnia 12 godzin (rys. 2). Wilgotność w pojemnikach wynosiła 93% ±2%. Bezpośrednio przed doświadczeniem ślimaki są ważone i dobierane w taki sposób, aby suma wag ślimaków była podobna dla każdego testowanego zestawu obiektów. Po 12 lub 24 godzinach ślimaki są usuwane i dokonuje się pomiaru powierzchni pozostawionych części liści. Uzyskane dane są przeliczane na procent zjedzonej przez ślimaki powierzchni liści. Dla każdego gatunku ślimaka i rośliny wykonuje się co najmniej 6 powtórzeń.



Rys. 2. Komora klimatyczna z pojemnikami
Fig. 2. Storage cabinet with stored compartments

Dotychczas pomiaru powierzchni liści w pojemnikach dokonywano za pomocą papieru milimetrowego (rys. 3.), a uzyskane dane w mm² były przeliczane na procent zjedzonej przez ślimaki powierzchni liści.

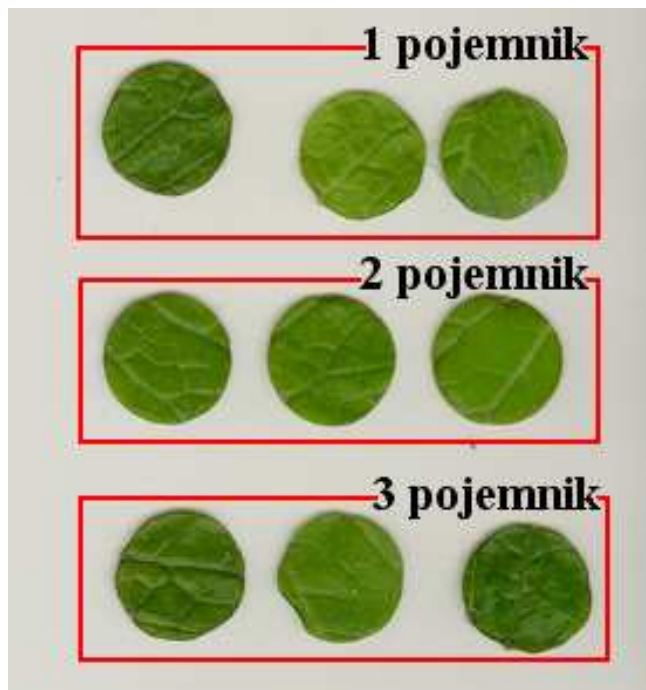


Rys. 3. Papier milimetrowy z odrysowanymi kształtami uszkodzonych liści
Fig. 3. Millimeter paper with shapes of damaged leaf discs

Bardziej precyzyjną i znacznie szybszą metodą jest technika rejestracji obrazu tych obiektów za pomocą skanera lub aparatu cyfrowego i ich analiza przy wykorzystaniu wytworzonego w ramach tej pracy programu komputerowego do analizy obrazów.

4. Metodyka przetwarzania obrazów próbek liści przy użyciu programu *FotoDetekt*

Zaproponowaną w pracy metodę komputerowej analizy próbek liści podzielono na kilka etapów. We wszystkich etapach wykorzystano stanowisko robocze składające się z komputera, skanera płaskiego oraz autorskiego programu komputerowego *FotoDetekt*.



Rys. 4. Akwizycja próbek liści
Fig. 4. Acquisition of leaf discs

Pierwszym z etapów była akwizycja (pozyskanie) obrazów. Jej zadaniem było przekształcenie obrazu rzeczywistego na postać cyfrową, nadającą się do dalszej obróbki. Do akwizycji obrazu wykorzystano skaner płaski, który umożliwia:

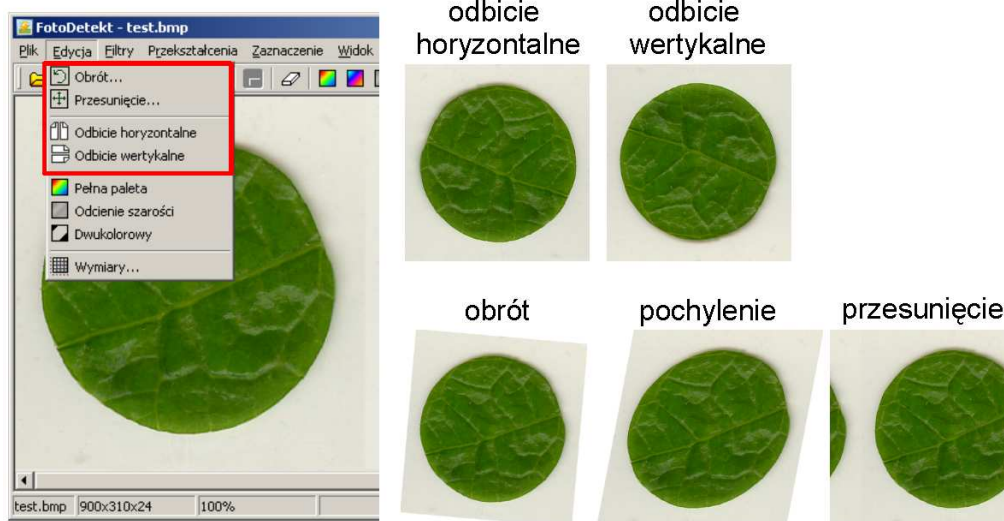
- akwizycję wielu obiektów jednocześnie,
- łatwe pozycjonowanie obiektów,
- zachowanie skali, rozmiarów obiektów,
- gwarantuje jednolite warunki oświetlenia,
- połączenie procesu akwizycji z procesem wstępnej obróbki, dzięki filtrom wbudowanym w oprogramowanie skanera,
- zapewnia niski koszt oraz łatwą budowę stanowiska pomiarowego.

Na szybie skanera rozkładano jednocześnie próbki liści z 12 pojemników (rys. 4). Skanowanie wielu obiektów znacznie przyspieszyło proces pozyskiwania obrazów, spowodowało jednak konieczność rozbicia obrazu na fragmenty odpowiadające poszczególnym obiektom.

Dla obrazów, które w procesie akwizycji zostały nieznacznie zniekształcone dokonano korekty ich geometrii (rys. 5). Dodatkowo zastosowano podstawowe przekształcenia punktowe, przeprowadzono filtrację obrazów zwiększając ich kontrast i jasność, co pozwoliło na uwidocznienie istotnych, dla prowadzonej analizy, cech obrazu (rys. 6). Przekształcono też obraz z kolorowego do obrazu w skali odcieni szarości.

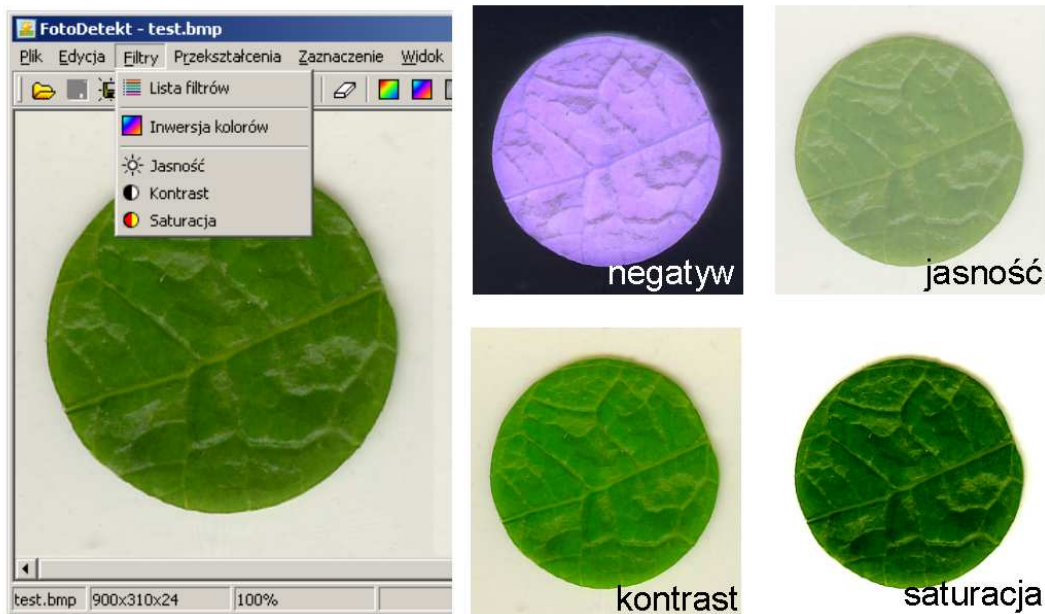
Rozbicia obrazu na poszczególne obiekty dokonano poprzez jego segmentację. Segmentacja jako w pełni zautomatyzowany proces wykorzystuje do podziału obrazu różne algorytmy. W wytworzonym programie wprowadzono możliwość segmentacji obrazu poprzez progowanie, wykrywanie krawędzi (algorytm Sobela) oraz przekształcenia morfologiczne (erozję, dylatację, otwarcie i zamknięcie). W wypadku tego badania do wyizolowania liści z tła wykorzystano progowanie. Progowanie polega na określeniu wartości progowej (w skali jasności obrazu), po czym każdy element obrazu (piksel) jest przydzielany do jednej z dwóch kategorii: o wartości większej bądź równej wartości progowej lub wartości mniejszej od wartości progowej (rys. 7).

Kolejnym krokiem była binaryzacja obrazu. Tak przygotowany obraz nadawał się do ostatecznej operacji polegającej na wyznaczeniu pola powierzchni resztek liści.

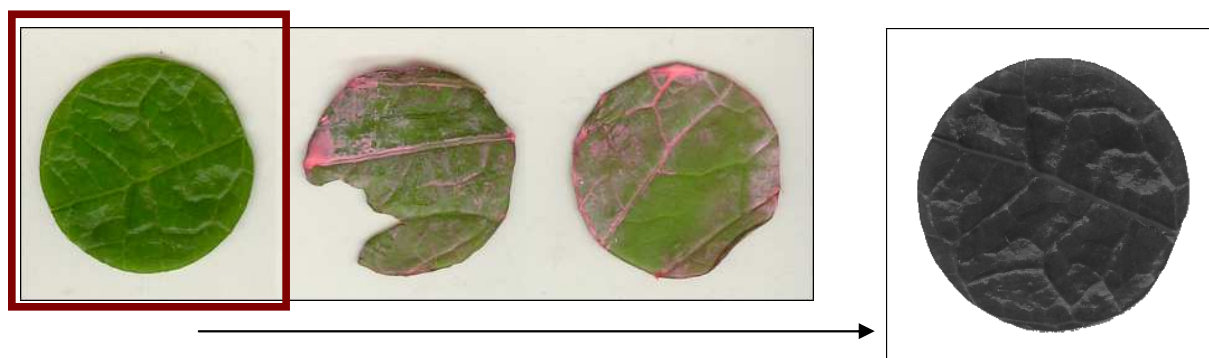


Rys. 5. Program *FotoDetekt* - przykłady korekty geometrii obrazu

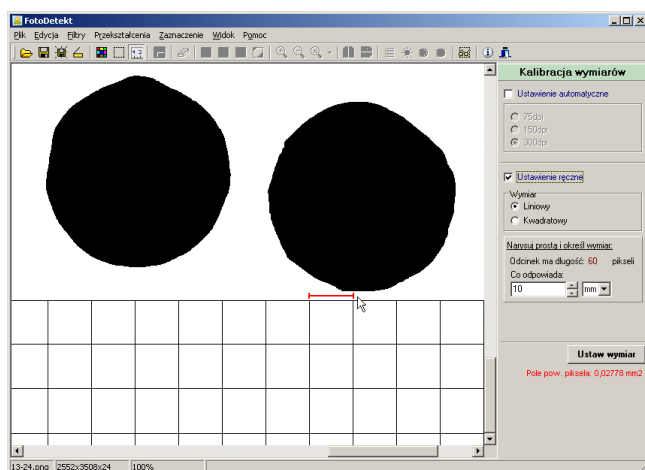
Fig. 5. *FotoDetekt* application – examples of image geometry correction



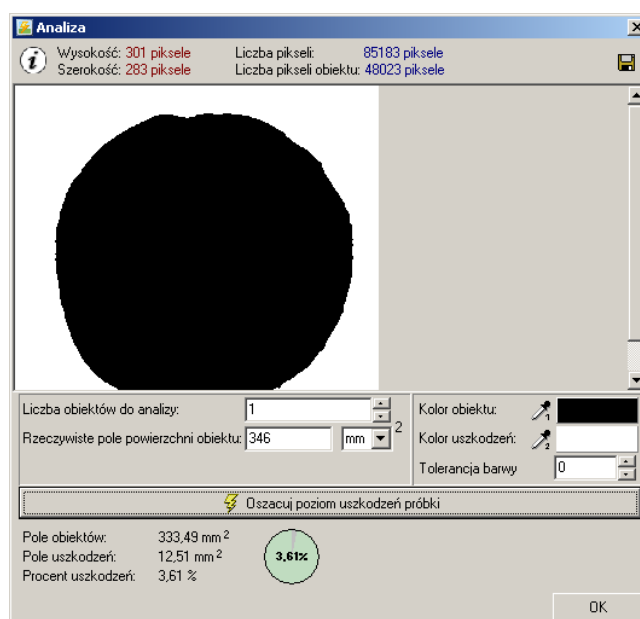
Rys. 6. Program FotoDetekt - przykłady filtracji
 Fig. 6. FotoDetekt application – example of graphics filters



Rys. 7. Segmentacja obrazu z wykorzystaniem progowania
 Fig. 7. Segmentation of leaf discs acquired images with use of thresholding



Rys. 8. Program FotoDetekt - kalibracja wymiarów
 Fig. 8. FotoDetekt application – measurement calibration



Rys. 9. Program FotoDetekt - wyznaczenie pola powierzchni próbek liści
 Fig. 9. FotoDetekt application - measurement of the damaged surface on leaf discs

Dalszą analizę prowadzono dla pojedynczych próbek liści oraz dla każdego z pojemników (3 próbki). Pomiar rzeczywistego pola powierzchni poprzedzony był kalibracją wymiarów polegającą na wyznaczeniu pola powierzchni najmniejszej składowej obrazu czyli piksela. Program pozwala na kalibrację automatyczną na podstawie informacji o rozdzielczości skanowanego obrazu oraz ręczną poprzez wskazanie odcinka lub fragmentu obrazu i określeniu jego wymiarów w rzeczywistości (rys. 8). Na podstawie liczby pikseli obrazu próbek liści wyznaczano ich pole powierzchni. Uzyskane dane zostały przeliczone na procent zjedzonej przez ślimaki powierzchni liści (rys. 9).

5. Podsumowanie

W pracy zaprezentowano wytworzoną aplikację komputerową *FotoDetekt*, której zadaniem było zastąpienie tradycyjnych metod pozyskiwania danych, metodami komputerowej analizy obrazu. Aplikację wykorzystano w omawianych w pracy badaniach dotyczących skuteczności działania substancji aktywnych stosowanych przeciwko ślimakom oraz w badaniach dotyczących określenia skuteczności działania syntetycznych i naturalnych środków grzybobójczych. Zastosowanie metod komputerowej analizy obrazu pozwoliło na przyspieszenie całego procesu pozyskiwania danych z próbek liści rzepaku oraz umożliwiło uzyskanie dokładniejszych, a co za tym idzie bardziej odpowiadających rzeczywistości, wyników.

Zaprezentowana aplikacja w założeniu ma być uniwersalnym narzędziem do analizy obrazów. Kontynuując prace nad jej rozwojem wprowadzono moduł pozwalający na analizę, wizualizację oraz pozyskiwanie danych dotyczących rozkładu ilościowego najmniejszych elementów

obrazu (pikseli) o różnej jasności oraz dla obrazów kolorowych, rozkładu jasności trzech podstawowych kolorów palety RGB. Dalszy rozwój związany jest z wprowadzaniem kolejnych funkcjonalności oraz optymalizacją szybkości działania.

6. Literatura

- [1] Čermák P., Mazal P., Palovčková D., Jankovský L. 2006. Application of image analysis in plant pathology and forest protection. *Journal of Forest Science*. 52(7) ss. 316–323.
- [2] Cook R.T., Bailey S.E.R., McCrohan C.R. 1997. The potential for common weeds to reduce slug damage to winter wheat: laboratory and field studies. *J. Appl. Ecol.*, 34: 79-87.
- [3] Dirzo R. 1980. Experimental studies on slug-plant interactions. I. The acceptability of thirty plant species to the slug *Agriolimax caruanae*. *J. Ecol.*, 68: 981-998.
- [4] Frączek J. 2005. Cyfrowa analiza obrazu w technice rolniczej. *Inżynieria Rolnicza* 6(66) ss. 149-158.
- [5] Glasbey C.A., Horgan G.W. 2001. Image analysis in agricultural research. *Quantitative Approaches in Systems Analysis*, 23, ss. 43-54.
- [6] Kozłowski J., Kozłowska M. 2004. Food preferences of *Deroceras reticulatum*, *Arion lusitanicus* and *Arion rufus* for various medicinal herbs and oilseed rape. *J. Plant Protection Res.*, 44(3): 239-250.
- [7] Whelan R.J. 1982. Response of slugs to unacceptable food items. *J. Appl. Ecol.*, 19: 79-87.
- [8] Zalewski P. 2003. Poszerzenie możliwości badawczych w technice rolniczej związane z zastosowaniem aparatury optyczno-elektronicznej. *Inżynieria Rolnicza* 11(53) ss. 253-259.