

## WYKORZYSTANIE METOD BADAŃ AGROFIZYCZNYCH W OGRODNICTWIE

*T. Kęsik, M. Błażewicz-Woźniak, M. Konopiński*

Katedra Uprawy i Nawożenia Roślin Ogrodniczych AR, ul. Łeszczyńskiego 58, 20-068 Lublin  
kunro@consus.ar.lublin.pl

**Streszczenie.** Wyniki badań agrofizycznych mają bardzo szerokie zastosowanie w ogrodnictwie. Są one wykorzystywane już na etapie określania przydatności podłoża ogrodniczych do uprawy roślin, oceny warunków wegetacji roślin pod osłonami, stanowiącej podstawę możliwości sterowania wieloma procesami, takimi jak nawadnianie, ogrzewanie, nawożenie, w celu stworzenia roślinom optymalnych warunków wzrostu i rozwoju. Istotne jest też poznanie oddziaływania zabiegów agrotechnicznych na kształtowanie cech jakościowych plonów, ich wytrzymałości na odkształcenia i uszkodzenia podczas zbiorów, transportu i przechowywania. Bardzo ważne są też badania agrofizyczne znajdujące zastosowanie w selekcji i hodowli nowych, atrakcyjnych odmian, kreowanych pod kątem kierunków ich użytkowania i odpowiadających gustom konsumentów.

Prezentowane opracowanie stanowi pewien fragment przeglądu agrofizycznych metod badawczych stosowanych do oceny warunków plonowania roślin, a także leżące u podstaw racjonalnego zagospodarowania produktów ogrodniczych.

**Słowa kluczowe:** metody badań agrofizycznych, warunki uprawy roślin, właściwości podłoża ogrodniczych, jakość produktów ogrodniczych.

### WSTĘP

Ogrodnictwo jako wyspecjalizowany dział rolnictwa, obejmujący uprawę i hodowlę roślin warzywnych, sadowniczych i ozdobnych dostarcza różnorodnych produktów w postaci owoców, warzyw, kwiatów. Produkty te użytkowane są w stanie świeżym, w krótkim czasie po zbiorach, transportowane często na znaczne odległości, przechowywane, a także w wysokim stopniu przetwarzane.

Cechy jakościowe produktów ogrodniczych w sensie ich fizycznych i mechanicznych właściwości są bardzo zróżnicowane zarówno w obrębie uprawianych gatunków jak i odmian; np. wśród owoców miękkich, ziarnkowych, suchych, warzyw korzeniowych, łądyg, delikatnych kwiatów i kwiatostanów, nasion. Już podczas ich zbiorów, a także transportu oraz przechowywania mogą one ulegać pewnym odkształceniom i uszkodzeniom, decydującym często o ich dalszej przydatności. Wymagania jakościowe dla owoców i warzyw przeznaczonych do przemysłowego przetwarzania są też ściśle określone. Wobec masowego charakteru produkcji stale wzrastającego zapotrzebowania na produkty ogrodnicze, duże znaczenie i szerokie zastosowanie mają badania agrofizyczne, leżące u podstaw racjonalnego ich zagospodarowania. Wyniki tych badań są już wykorzystywane na etapie określania przydatności podłoży do uprawy roślin ogrodniczych, następnie oddziaływania zabiegów agrotechnicznych na cechy jakościowe plonów, ich wytrzymałości na odkształcenia i uszkodzenia podczas zbiorów, transportu i przechowywania. Bardzo ważne są też badania agrofizyczne znajdujące zastosowanie w selekcji i hodowli nowych, atrakcyjnych odmian kreowanych pod kątem kierunków ich użytkowania i odpowiadających gustom konsumentów.

Niniejsze opracowanie stanowi pewien fragment przeglądu agrofizycznych metod badawczych stosowanych do oceny warunków plonowania roślin w uprawach polowych i pod osłonami a także do określania cech jakościowych różnorodnych produktów ogrodniczych takich jak owoce miękkie i ziarnkowe, warzywa, nasiona warzyw strączkowych.

#### CZYNNIKI ŚRODOWISKA WZROSTU ROŚLIN W UPRAWACH POLOWYCH

W uprawie wielu gatunków roślin ogrodniczych - sadowniczych, warzywnych i ozdobnych - celem poprawienia czynników środowiska warunkujących ich wzrost i rozwój, stosowane są różnorodne okrywy zwane też ściółkami lub mulczami, będące materiałami organicznymi, takimi jak słoma zbóż, surowa lub kompostowana kora drzew iglastych, trociny, torf wysoki i niski, węgiel brunatny, obornik, komposty. Do ściółkowania używa się też tworzyw sztucznych takich jak czarna folia, folia perforowana, włóknina. Rodzaj okrywy, jej cechy fizyczne, stopień rozkładu, w znacznym stopniu oddziałują na stan fizyczny powierzchniowej strefy warstwy uprawnej. Ściółki chronią glebę przed utratą ciepła i wyparowywaniem wody, a także przed działaniem kropeł deszczu, które niszczą agregaty glebowe i powodują zamulanie powierzchni, utrudniające wymianę gazową między glebą a atmosferą [3, 20].

Morfologiczne badania struktury powierzchniowej warstwy gleby ściółkowanej materiałami organicznymi wykazały, że przykrycie kompostowaną korą sosnową szczególnie korzystnie wpływa na utrzymanie przez okres zimowy struktury nadanej glebie podczas jesiennej uprawy [15].

W uprawach sadowniczych rolę ściółki organicznej mogą w pewnym sensie pełnić rozdrobnione gałęzie pozostające po cięciu drzew. Wykorzystanie ich w ten sposób wydaje się o tyle słuszne, że są one cennym źródłem składników mineralnych oraz surowcem związków próchnicznych. W badaniach przeprowadzonych na glebie płowej wytworzonej z gliny średniej pylastej stwierdzono, że rozdrobnione gałęzie pozostawione pod koronami drzew przyczyniały się do poprawienia stanu uwilgotnienia i wzrostu zapasu wody w badanej warstwie gleby. Pod wpływem ściółkowania gęstość gleby zmniejszała się, natomiast porowatość ogólna wzrastała, co należałoby uznać za zjawisko korzystne, warunkujące łatwiejszy dostęp powietrza do korzeni roślin. Zaobserwowane tendencje wzrostu pojemności kapilarnej wagowej i objętościowej, wskazują na zmiany w strukturze porów glebowych prowadzące do zwiększenia zdolności magazynujących wodę w glebie. Należy też sądzić, że stan strukturalny gleby pod ściółką ulegał poprawie, o czym świadczy wzrost procentowego udziału frakcji agregatów glebowych (1-3 i 3-5 mm), najkorzystniejszych z punktu widzenia rolniczego [12].

W różnorodnych kulturach ogrodniczych praktykuje się przykrywanie gleby folią, mające na celu uzyskanie okresowej zmiany właściwości fizycznych w górnej warstwie roli. Jednakże rozkładanie folii a zwłaszcza jej zbieranie z pola jest kłopotliwe i wymaga specjalnych i kosztownych maszyn. Folię można wprawdzie usunąć przez jej rozdrobnienie i przyoranie, ale materiał ten nie rozkłada się w glebie i może przeszkadzać przy późniejszych uprawkach i wpływać ujemnie na właściwości fizyczne gleby.

Analogiczne działanie jak przy użyciu folii można uzyskać stosując płynny mulcz w wyniku spryskiwania powierzchni gleby odpowiednią emulsją, która po wyparowaniu lub wchłonięciu przez glebę środka dyspersyjnego tworzy cienką, filmopodobną błonkę mulczu bitumicznego. W odróżnieniu od folii mulcz taki może pozostać na powierzchni roli i nie przeszkadza w czasie zbioru roślin, a po wymieszaniu z glebą jest rozkładany na drodze mikrobiologicznej [14].

Eksperymentalnie wykazano, że emulsja wpłynęła na utwalenie gruzełkowości gleby. Wodoodporność agregatów utwalonych bitumina, w porównaniu do gleby nie traktowanej wzrosła przeszło 10-krotnie. Dzięki temu utwaleniu agregatów nie nastąpiło tzw. zamulanie gleby po deszczu, ani zaskorupienie

podczas wysychania. Ponadto stan struktury gleby nadany jej podczas uprawy był utrwalony na dłuższy okres i między innymi zapobiegał erozji wietrznej.

Czarna warstwa mulczu silniej absorbowała promienie słoneczne, zwłaszcza krótkofalowe, niż jasna, nie traktowana powierzchnia roli. W następstwie tego wzrastała temperatura gleby i to nie tylko w warstwie górnej ale nawet w warstwach leżących poniżej głębokości orki [14].

Wśród roślin ogrodniczych występują liczne gatunki o wyjątkowej wrażliwości na warunki wschodów, a szczególnie na zaskorupienie gleby, wpływające na słabe wschody [3, 4]. W celu przeciwdziałania temu zjawisku opracowano wiele sposobów badania mechanicznej wytrzymałości skorupy glebowej, przy czym najpowszechniejsza jest metoda penetrometrycznego pomiaru przy stosowaniu deszczu symulowanego. Zwrócono przy tym uwagę na liczne aspekty stymulujące przebieg kiełkowania roślin, które nie pozwalają oddzielić wpływu oporności mechanicznej, zbitości skorupy glebowej i zwięzłości gleby, gdyż każdy z tych czynników może w pewnym stopniu ograniczyć wschody, a nawet całkowicie je zahamować [3, 5, 9].

Doświadczenia laboratoryjne i polowe, w których badano wpływ ściółkowania oraz wnoszenia do gleby syntetycznych środków do ulepszania gleb (Solakrol), na niektóre fizyczne właściwości podłoża i wschody pietruszki w warunkach symulowanego opadu deszczu wykazały, że gleba z dodatkiem Solakrolu charakteryzowała się lepszą strukturą. Solakrol zwiększył wskaźnik strukturalności gleby oraz poprawił wodoodporność agregatów glebowych. Po zastosowaniu Solakrolu odnotowano istotne zmniejszenie zwięzłości gleby w strefie kiełkowania nasion. Wśród obiektów ze ściółkowaniem najmniejszą zwięzłością charakteryzowała się gleba ściółkowana korą i trocinami.

Badania laboratoryjne wykazały dużą przydatność kory drzew iglastych do ściółkowania, poprawiającego wschody pietruszki i zmniejszającego zwięzłość gleby w warunkach symulowanego opadu deszczu i sztucznie wywołanego zaskorupienia. Zastosowanie torfu, trocin, kory drzew iglastych i folii do ściółkowania gleby w polu, po siewach pietruszki, istotnie zwiększyło liczbę wschodzących roślin [2].

#### WARUNKI UPRAWY ROŚLIN POD OSŁONAMI

Do produkcji ogrodniczej pod osłonami używa się podłoży wzbogaconych często różnymi dodatkami dla poprawienia ich właściwości fizycznych i chemicznych. Mogą to być np. superabsorbenty, posiadające właściwości zatrzymywania

znacznej ilości wody i łatwego udostępniania ich roślinom. Związki te pod wpływem wody pęcznieją, tworząc galaretowaty żel, natomiast w chwili oddawania tej wody roślinom kurczą się do objętości wyjściowej.

W doświadczeniach nad oceną tempa wysychania różnych podłoży ogrodniczych, w zależności od udziału w nich hydrożelu stwierdzono, że jego dodatek powodował niższą ich gęstość, przyczyniając się do wzrostu spulchnienia badanych podłoży ogrodniczych, zalecanych do uprawy warzyw i roślin ozdobnych. Pod wpływem dodatku hydrożelu wyraźnie wydłużył się okres wysychania i utrzymania wilgoci. Wystąpił też wzrost ilości wody dostępnej dla roślin, średnio o około 21 do 88%, zależnie od dawki hydrożelu. Przeprowadzone obliczenia korelacji prostych wykazały występowanie istotnych, dodatnich zależności między dawkami żelu a wagową pojemnością wodną. Kolejne przesuszanie podłoży powodowało pogarszanie ich właściwości wodnych, przy czym najbardziej odczuwalne było to w przypadku podłoży bez dodatku hydrożelu, natomiast właściwości wodne podłoży z dodatkiem hydrożelu ulegały mniejszym zmianom [16].

Analizowane hydrożele oddziaływały na właściwości chemiczne podłoży zwiększając ich powierzchnię właściwą i pojemność sorpcyjną. Hydrożele, przy zwiększaniu ich obecności w podłożach, dawały możliwości maksymalnego zatrzymywania wody w środowisku. Równocześnie zmieniała się struktura zatrzymywanej wody, tj. ograniczona została ilość wody wolnej na korzyść wody dostępnej dla roślin [10].

W dalszych etapach wykazano przydatność hydrożeli jako składników podłoża do ukorzeniania sadzonek. We wszystkich badanych podłożach po dodaniu hydrożeli otrzymano lepsze wyniki. Wzrastające dawki hydrożeli istotnie wpływały na wzrost masy korzeni sadzonek, sprzyjały również zwiększeniu się masy i wysokości ich części nadziemnej [22].

W uprawie roślin pod osłonami istotne znaczenie mają warunki termiczne. Metoda termowizyjna umożliwia w sposób dynamiczny rejestrację rozkładów temperatury różnych powierzchni. Analiza mapy pola temperaturowego powierzchni roślin pozwala na precyzyjne wyznaczenie zasięgów negatywnych zmian, niewidocznych gołym okiem. Umożliwia to szybką interwencję i zapobieżenie skutkom wywołanym np. brakiem dostępności wody, stresem tlenowym, niedoborem składników pokarmowych, infekcjami chorobowymi i in.

Pomiary termowizyjne całej powierzchni uprawowej pod osłonami pozwalają poznać warunki temperaturowe i w następstwie planowanie i wyznaczenie miejsc pod poszczególne uprawy; możliwa jest także doraźna termowizyjna kontrola

stanu podłoża. Pomiar termowizyjny mogą być również bardzo pomocne w ocenie stanu izolacji cieplnej osłon [1].

W opracowaniu poświęconym cieplnym właściwościom podłoży ogrodniczych wykazano, że skład i ilość poszczególnych składników w podłożu może w istotny sposób modyfikować jego właściwości cieplne, oraz wodno-powietrzne. Zaprezentowana w pracy metoda pozwala wyznaczyć z zadowalającą dokładnością wszystkie podstawowe charakterystyki cieplne podłoża w zależności od wilgotności, gęstości, temperatury, składu mineralogicznego, zawartości substancji organicznej, potencjału wody w podłożu, zasolenia i ciśnienia atmosferycznego [23].

W badaniach ogrodniczych używane jest modelowanie i metrologia agrofizyczna do opisu i przewidywania przebiegu fizycznych procesów oraz czasowo-przestrzennej zmienności fizycznych parametrów w systemie gleba-roślina-atmosfera. Systemy monitorowania fizycznych parametrów podłoży ogrodniczych stwarzają możliwości sterowania nawadnianiem, nawożeniem i ogrzewaniem, w celu stworzenia optymalnych warunków wzrostu i rozwoju roślin [24].

## CECHY JAKOŚCIOWE PRODUKTÓW OGRODNICZYCH

### Owoce miękkie

Owoce miękkie o dużym znaczeniu gospodarczym takie jak truskawki, maliny, wiśnie, porzeczki, należą do grupy owoców delikatnych i wrażliwych na czynniki zewnętrzne, bardzo często i szybko obniżających swoją jakość.

Dla owoców truskawki ważnymi cechami z punktu widzenia odporności na transport jest jędrność miąższu i stopień ocierania się skórki na owocach [11]. Duże znaczenie ma również łatwość odszypułkowania się. Jędrność miąższu mierzona penetrometrem zależy nie tylko od genotypu, ale i od miejsca pomiaru na owocu. Stwierdzono, że partie przy kielichu są z reguły mniej jędrne niż partie szczytowe o silniejszym zagęszczeniu owoców. O jędrności decyduje też stopień dojrzewania oraz warunki atmosferyczne panujące przed i w trakcie pomiarów [11]. Zaproponowany nowy model badań uwzględniający jednoczesny pomiar wybarwienia i jędrności owoców truskawki, a także zastosowany komputerowy system pomiarowy umożliwiają bardzo szybką i obiektywną ocenę badanego materiału w dowolnym stadium dojrzałości [13]. Stwierdzono negatywną zależność pomiędzy jędrnością owoców a łatwością odszypułkowania, co spowodowane jest konsystencją owoców miękkich o bardziej luźnej tkance niż owoców jędrnych [11]. Natomiast najlepsze klony przeznaczone dla przemysłu chłodni-

czego bada się na jakość i atrakcyjność po rozmrożeniu uprzednio zamrożonych owoców w temperaturze - 18°C [11].

Maliny należą do grupy owoców miękkich o dużej zawartości wody, które szybko zmieniają swoją wytrzymałość mechaniczną podczas dojrzewania. Przydatność owoców malin do mechanicznego zbioru czy transportu jest głównie związana z mechanicznymi charakterystykami owoców. Oznaczenie deformacji oraz siły rejestrowanej podczas odrywania malin od dna kwiatowego jest parametrem bardzo przydatnym do oceny stanu dojrzałości malin do zbioru mechanicznego, podczas którego otrząsanie owoców mogłoby następować przy mniejszej amplitudzie oraz częstotliwości drgań. W efekcie zmniejszyłoby to liczbę uszkodzeń zarówno krzewów jak i owoców, poprawiając równocześnie ich jakość. Połączenie tego parametru oraz parametrów określających deformację oraz zniszczenie struktury owocu złożonego umożliwia prawidłową ocenę stanu dojrzałości malin i określa przydatność odmiany do zbioru mechanicznego [17].

Przydatność odmian wiśni do mechanicznego zbioru jest głównie związana z właściwościami fizycznymi i mechanicznymi owoców, pędów jak też i całych drzew. Ważnym efektem z punktu widzenia zbioru było ustalenie wytrzymałości pomiędzy szypułką a owocem, umożliwiające wybór optymalnego terminu zbioru danej odmiany [18]. Także test ściskania owocu może pozwolić na dokładne określenie właściwości mechanicznych wiśni w zależności od stanu ich dojrzałości. W badaniach nad kombajnowym zbiorem wiśni [25] wykazano, że zbiór owoców kombajnem o ruchu ciągłym jest możliwy jeśli siły przyczepności owoców do szypułki podczas zbioru nie przekraczają 4 N. Strząsanie owoców następuje przez kontakt drgających palców otrząsarki z gałązkami drzew, podobnie jak występuje to w kombajnach do zbioru porzeczek i agrestu [25].

## Owoce ziarnkowe

Jabłka są podstawowym gatunkiem owoców produkowanych w Polsce. Wśród kryteriów przydatności odmian (dla rynku, do spożycia i przetwórstwa) uwzględnia się pory dojrzewania owoców, ich wielkość, barwę, jędrność, kruchość, soczystość, dobry smak, aromat, zabarwienie skórki. Dużym osiągnięciem znajdującym zastosowanie w praktyce jest opracowanie wielu nowych metod pomiarowych właściwości mechanicznych, które pozwoliły na wyznaczenie wytrzymałości: skórki, miąższu, warstwy przypowierzchniowej a także całych owoców, ich deformacji podczas obciążenia, pracy uszkodzenia poszczególnych tkanek oraz modułów sprężystości. Zastosowane testy umożliwiły

porównanie owoców różnych odmian podczas oceny ich jędrności w czasie przechowywania. Autorzy metody oceny barwy jabłek stwierdzili, że charakterystyczne współczynniki chromatyczności i jaskrawości każdej z odmian umożliwiają parametryzację barwy większości jabłek, pozwalając zaobserwować różnice dojrzałości. Możliwość zastosowania oceny barwy w elektronicznych systemach sortowania owoców daje szansę poprawy jakości, a zarazem podniesienia wartości handlowej jabłek w ramach posiadanego plonu [6, 19].

Także w badaniach odmianowych gruszek wykazano, że połączenie wielkości fizycznych obejmujących właściwości optyczne (chromatyczność i jaskrawość) z właściwościami mechanicznymi (moduł sprężystości, wytrzymałość) umożliwia prawidłową ocenę dojrzałości owoców, ich optymalny termin zbioru oraz przydatność do dalszego przechowywania i przetwarzania [7].

### **Warzywa korzeniowe**

Poznanie zmienności właściwości mechanicznych korzenia marchwi, pietruszki, buraka ćwikłowego i innych gatunków ma bardzo istotne znaczenie w związku z rozwojem mechanizacji procesów zbioru, przechowywania, przetworstwa, a także transportu. Właściwości mechaniczne warzyw stanowią również bardzo istotny wskaźnik ich jakości zarówno bezpośrednio po zbiorze, jak i po okresie wielomiesięcznego przechowywania. W wyniku przeprowadzonych badań właściwości mechanicznych trzech odmian marchwi stwierdzono, że w czasie przechowywania korzeni, po początkowym spadku wytrzymałości tkanek (2-3 miesiące po zbiorze) następuje jej powolny i równomierny wzrost. Korzenie marchwi mają wyższe moduły sprężystości i niższą wytrzymałość na rozciąganie w stosunku do analogicznych parametrów uzyskanych w próbie ściskania. Różnice te zacierają się po kilku miesiącach przechowywania. Z wyjątkiem pierwszego miesiąca moduły sprężystości i naprężenia krytyczne są wyższe dla rdzenia [21]. Spośród wszystkich wykonanych prób, ściskanie daje najwięcej informacji o badanym materiale a moduł E (sprężystości) obliczony na podstawie początkowego odcinka charakterystyki siła - odkształcenie może być użyty jako wskaźnik świeżości. Na podstawie przeprowadzonych badań nie stwierdzono różnic właściwości mechanicznych marchwi w zależności od stosowanych dwóch poziomów nawożenia i trzech wariantów uprawowych. Stwierdzono natomiast pewne różnice odmianowe wskazujące na wyższą twardość i wytrzymałość Perfekcji niż odmiany Nantejska i Flacor.



## Warzywa strączkowe

Wśród roślin warzywnych zbieranych na suche nasiona ważną pozycję ze względu na walory odżywcze zajmuje fasola, groch, soja, bób, soczewica. Jedną z przyczyn powiększania arealu uprawy tych cennych roślin są trudności zmechanizowania zbioru wynikające między innymi ze skłonności strąków do pęknięcia i osypywania nasion. Podczas zbioru, omłotu i suszenia roślin strączkowych dochodzi też do uszkodzenia nasion. Analiza przyczyn powstawania uszkodzeń nasion pozwala opracować zalecenia produkcyjne technologii zbioru i obróbki pozbiorecznej dla wielu gatunków roślin strączkowych. Zalecenia te mogą ograniczyć występowanie uszkodzeń nasion i ich okrywy [8].

W podsumowaniu krótkiej, fragmentarycznej prezentacji wybranych agrofizycznych metod badawczych należy stwierdzić, że mają one bardzo szerokie zastosowanie w ocenie zmian fizycznych i mechanicznych cech jakościowych plonów roślin ogrodnich, powstających podczas zbiorów, transportu, przechowywania.

### PODSUMOWANIE

W świetle polskiej literatury przedstawiony fragmentarycznie przegląd stosowanych metod badań agrofizycznych świadczy o wszechstronnym ich wykorzystywaniu w ogrodnictwie.

Badania agrofizyczne stanowią podstawę określania optymalnych warunków wzrostu i plonowania roślin w uprawach polowych i sadowniczych oraz pod osłonami, a także oceny efektywności stosowanych zabiegów zmieniających czynniki środowiska.

Agrofizyczne metody badawcze cech jakościowych produktów ogrodnich wykorzystywane są w hodowli nowych odmian, w ocenie zmian cech jakościowych zachodzących pod wpływem czynników siedliskowych i agrotechnicznych, w ocenie parametrów decydujących o porze zbioru, w analizie uszkodzeń powstających podczas zbiorów, transportu i przechowywania w różnych warunkach. Wachlarz wykorzystania tych metod badawczych w ogrodnictwie jest znacznie szerszy i obejmuje też inne grupy roślin oraz podłoża ogrodnicze stosowane w uprawie roślin.

## PIŚMIENNICTWO

1. **Baranowski P., Mazurek W., Walczak R.T.:** Ocena warunków termicznych w uprawie pod osłonami z wykorzystaniem termowizji. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 429, 37-41, 1996.
2. **Błażewicz-Woźniak M.:** Wpływ różnych substancji wnoszonych do gleby i ściółkowania na niektóre fizyczne właściwości podłoża i wschody pietruszki. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 461, 147-161, 1998.
3. **Dechnik I., Dębicki R.:** Czynniki zaskorupiania gleb oraz metody przeciwdziałania temu zjawisku. Problemy Agrofizyki, 21, 70ss, 1976.
4. **Dechnik I., Dębicki R.:** Wykorzystanie syntetycznych środków do ulepszania gleb. Problemy Agrofizyki 23, 201 ss, 1977.
5. **Dechnik I., Lipiec J.:** Zwięzłość gleby jako czynnik środowiska rozwoju roślin. Problemy Agrofizyki 17, 1-30, 1975.
6. **Dobrzański B. jr, Rybczyński R.:** Interpretacja fizyczna oceny barwy w zastosowaniu do klasyfikacji jakościowej jabłek. Acta Agrophysica, 37, 17-27, 2000.
7. **Dobrzański B. jr, Rybczyński R.:** Właściwości mechaniczne i optyczne gruszek jako parametry oceny ich dojrzałości. Acta Agrophysica, 45, 61-68, 2001.
8. **Dobrzański B. jr:** Mechanizmy powstawania uszkodzeń nasion roślin strączkowych. Acta Agrophysica, 13, 1-96, 1998.
9. **Grzebisz W.:** Wzrost korzeni roślin uprawnych w glebie zagęszczonej. Fragmenta Agronomica 3(23), 19-31, 1989.
10. **Hetman J., Martyn W.:** Oddziaływanie hydrożeli na właściwości wodne podłoży ogrodniczych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 429, 133-135, 1996.
11. **Hulewicz T., Hortyński J. A.:** Wyniki wieloletnich badań genetycznych i hodowlanych nad truskawką (*Fragaria ananassa* Duch.) przeprowadzonych w Akademii Rolniczej w Lublinie. Hodowla i Nasiennictwo Roślin Ogrodn., Poznań, 412-415, 1994.
12. **Kęsik T., Lipecki J.:** Wstępne badania wpływu ściółkowania rozdrobnionymi gałęziami na niektóre właściwości gleby w sadzie jabłoniowym. Agrotechnika sadów ze szczególnym uwzględnieniem terenów erodowanych. Komitet Nauk Ogrodniczych PAN, AR Lublin, 36-40, 1983.
13. **Kuczyński A.:** Metodyczne aspekty oceny podstawowych cech fizycznych owoców truskawki. Praca doktorska, Akademia Rolnicza w Lublinie, Lublin 1990.
14. **Kulman A.:** Zmiany właściwości fizycznych gleby pod wpływem mulczowania emulsją bitumiczną i znaczenie tego zabiegu przy uprawie ziemniaków wczesnych. Postępy Nauk Roln., 1, 3010, 1975.
15. **Laskowska H., Słowińska-Jurkiewicz A.:** Morfologiczne badania struktury powierzchniowej warstwy gleby ściółkowanej materiałami organicznymi. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 429, 189-193, 1996.
16. **Martyn W., Onuch-Amborska J.:** Ocena tempa wysychania podłoża ogrodniczych w zależności od udziału w nich hydrożelu. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln, 461, 291-298, 1998.
17. **Rybczyński R., Dobrzański B. jr, Wieniarska J.:** Właściwości mechaniczne owoców maliny. Acta Agrophysica 45, 167-175, 2001.

18. **Rybczyński R., Dobrzański B. jr:** Fizyczna ocena wiśni w aspekcie ich przydatności do zbioru mechanicznego. *Acta Agrophysica*, 37, 199-207, 2000.
19. **Rybczyński R.:** Metodyczne aspekty fizycznej oceny jędrności jabłek. Praca doktorska, Instytut Agrofizyki PAN, Lublin 2001.
20. **Słowińska-Jurkiewicz A.:** Changes in the structure and physical properties of soil during spring tillage operations. *Soil Tillage Res.*, 29, 397-407, 1994.
21. **Szot B., Kęsik T., Gołacki K.:** Badanie zmienności właściwości mechanicznych korzeni marchwi w zależności od cech odmianowych, czynników agrotechnicznych i okresu przechowywania. *Zeszyty Probl. Post. Nauk Roln.*, 316, 227-245, 1987.
22. **Szot P.:** Wpływ dodatku hydrożeli do podłoża na ukorzenianie i jakość sadzonek goździka szklarniowego odmiany Desio. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 461, 467-479, 1998.
23. **Urowicz B.:** Ciepłne właściwości wybranych podłoży ogrodniczych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 429, 305-313, 1996.
24. **Walczak R.T.:** Badania modelowe i metrologia agrofizyczna oraz możliwości ich zastosowania w ogrodnictwie. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 429, 25-32, 1996.
25. **Wawrzyńczak P., Cianciara Z., Salamon Z.:** Badania nad kombajnowym zbiorem wiśni. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, CCCXXIII, Ogrodn.* 31, cz. 2, 179-184, 2000.

## USAGE OF AGROPHYSICAL RESEARCH METHODS IN HORTICULTURE

*T. Kęsik, M. Błażewicz-Woźniak, M. Konopiński*

Department of Soil Cultivation and Fertilisation of Horticultural Plants, University of Agriculture  
Leszczyńskiego 58, 20-068 Lublin  
e-mail: kunro@consus.ar.lublin.pl

**Summary.** The results of agrophysical research have a very wide application in horticulture. These methods are useful to determine horticultural subsoils usefulness for plant cultivation, to estimate of vegetation conditions under covers, which are the control basis of many processes such as irrigation, heating and fertilization, in order to create the best growth conditions and plants development. It is essential to get to know how the agrotechnical practices influence yield's quality features and their resistance to damage during harvesting, transportation and storage. Agrophysical researches are also very important in selection and breeding of new attractive varieties which are created for different production techniques and to satisfy consumers.

Presented description is only a part of agrophysical research methods specification which are used to estimate plants' harvesting conditions and rational management of horticultural products.

**Keywords:** agrophysical research methods, plants cultivation conditions, horticultural subsoils properties, quality of horticultural products.