

31. Montagu K.A. (1957) Catechol compounds in rat tissues and in brains of different animals. *Nature*, 180: 244–245.
32. Parkinson J. (1817) An essay on the shaking palsy. Sherwood, Neely and Jones, London, pp. 1–66.
33. Perlow M.J., Freed W.J., Hoffer B.J., Seiger A., Olson L., Wyatt R.J. (1979) Brain grafts reduce motor abnormalities produced by destruction of nigrostriatal dopamine system. *Science*, 204: 643–647.
34. Poirier L.J., Sourkes T.L. (1965) Influence of the substantia nigra on the catecholamine content of the striatum. *Brain*, 88: 181–192.
35. Pollack P., Benabid A.L., Gross C., Gao D.M., Laurent A., Benazzouz A., Hoffmann D., Gentil M., Perret J. (1993) Effects of the stimulation of the subthalamic nucleus in Parkinson disease. *Rev. Neurol. (Paris)*, 149: 175–176.
36. Raab W. (1948) Specific sympathomimetic substance in the brain. *Am. J. Physiol.*, 152: 324–339.
37. Raab W., Gigue W. (1951) Concentration and distribution of „encephalin” in the brain of humans and animals. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 76: 97–100.
38. Schwartzman R.J., Alexander G.M. (1985) Changes in the local cerebral metabolic rate for glucose in the 1-methyl-4-phenyl-1,2,3,6-tetrahydropyridine (MPTP) primate model of Parkinson’s disease. *Brain Res.*, 358: 137–143.
39. Sella F., Hirsch E., Lisovski F., Mutschler V., Collard M., Marescaux C. (1992) Contralateral disappearance of parkinsonian signs after subthalamic hematoma. *Neurology*, 42: 255–256.
40. Sokoloff L., Reivich M., Kennedy C., Des Rosiers M.H., Patlak C.S., Pettigrew K.D., Sakurada O., Shinohara M. (1977) The [¹⁴C]deoxyglucose method for the measurement of local cerebral glucose utilization: theory, procedure, and normal values in the conscious and anesthetized albino rat. *J Neurochem.*, 28, 897–916.
41. Takahashi J. (2017) Strategies for bringing stem cell-derived dopamine neurons to the clinic: the Kyoto trial. *Progr. Brain Res.*, 230: 213–226.
42. Ungerstedt U. (1968) 6-Hydroxy-dopamine induced degeneration of central monoamine neurons. *Eur. J. Pharmacol.*, 5: 107–110.
43. Ungerstedt U. (1971a) Striatal dopamine release after amphetamine or nerve degeneration revealed by rotational behaviour. *Acta Physiol. Scand.*, 82 (Suppl. 367): 49–68.
44. Ungerstedt U. (1971b) Postsynaptic Supersensitivity after 6-hydroxydopamine induced degeneration of the nigrostriatal dopamine system. *Acta Physiol. Scand.*, 82 (Suppl. 367): 69–93.
45. Weil-Malherbe H., Bone A.D. (1957) Intracellular distribution of catecholamines in the brain. *Nature*, 180: 1050–1051.
46. Wernig M., Zhao J.P., Pruszek J., Hedlund E., Fu D., Soldner F., Broccoli V., Constantine-Paton M., Isacson O., Jaenisch R. (2008) Neurons derived from reprogrammed fibroblasts functionally integrate into the fetal brain and improve symptoms of rats with Parkinson’s disease. *P.N.A.S.*, 105: S856–S861.
47. Zibetti M., Merola A., Rizzi L., Ricchi V., Angrisano S., Azzaro C., Artusi C.A., Arduino N., Marchisio A., Lanotte M., Rizzone M., Lopiano L. (2011) Beyond nine years of continuous subthalamic nucleus deep brain stimulation in Parkinson’s disease. *Mov. Disord.*, 26: 2327–2334.

Prof. Krystyna Ossowska, Zakład Neuro-Psychofarmakologii Instytut Farmakologii PAN w Krakowie. E-mail: ossowska@if-pan.krakow.pl

AUTOMAT WSPOMAGAJĄCY UZYSKANIE WIĘKSZEJ LICZBY SADZONEK DĘBÓW

*Ryszard Tadeusiewicz, Mirosław Jabłoński, Adam Pilat, Jan Szczepaniak, Florian Adamczyk,
Paweł Frąckowiak, Paweł Tylek, Józef Walczyk, Tadeusz Juliszewski, Paweł Kielbasa (Kraków)*

Streszczenie

Starych drzew ubywa (z różnych powodów), dlatego sadzenie nowych drzew, w tym między innymi szczególnie pożytecznych dębów – jest koniecznością. Tymczasem mimo pozornej obfitości dostępnych nasion (żołędzi) nie wszystkie one nadają się do wysiewu i nie ze wszystkich wyrosną sadzonki dębów. Wiele żołędzi nie kiełkuje i nie daje dobrych sadzonek mimo bardzo troskliwej pielęgnacji. Ponieważ pielęgnacja ta jest

kosztowna, szczególnie w szkółkach kontenerowych, przeto potrzebna jest metoda, która pozwoli odróżnić żołądz zdrowy, żywotny i dobrze rokujący, od takiego, który prawie na pewno nie wykiełkuje. Z literatury wiadomo, że podejmowane były próby separowania zdrowych żołądzi na podstawie cech mechanicznych (rozmiary, masa, ciężar właściwy itp.), ale nie dały one dobrych rezultatów. W tej sytuacji autorzy niniejszej pracy podjęli próbę zastosowania metody niekonwencjonalnej. Zbudowano automat, który dokonuje skaryfikacji żołądzi (obcina im wierzchołki) i zaglądając do wnętrza żołądzia za pomocą kamery telewizyjnej połączonej z komputerowym systemem analizy obrazu. W ten sposób stara się selekcjonować żołądzie zdrowe, a odrzucać te, u których wykryto znamiona procesu chorobowego. Szczegóły budowy automatu i wyniki jego działania są przedstawione w artykule.

Abstract

Old trees fall for various reasons, so planting new oak trees is a must. Meanwhile not all acorns are useful and effective as oak seeds. Many of them will never germinate despite careful nurturing. Since breeding of cuttings is expensive – it is important to plant only the acorns that will grow into oak trees. As methods for mechanical separation of acorns using the classic features of distribution prompts are of low efficiency, we are trying to search for unconventional solutions. We have developed a model of an automaton with a video system for scarification of acorns and assessment of their viability. The article presents the resulting method for automating the process of oak seed scarification and visual analysis of the seed cross section in order to select the most promising acorns.

Wstęp

Ogólnie znane zalety dębów powodują, że ten podstawowy gatunek lasotwórczy jest niezwykle ceniony, zarówno przez leśników, jak i drzewiarzy. Dlatego chcielibyśmy mieć jak najwięcej zdrowych lasów dębowych. Niestety uzyskiwanie sadzonek dębów jest trudne, a proces ich przygotowania jest długotrwały.



Ryc. 1. Żołądze bezpośrednio po zbiorze.

Wszyscy wiedzą, że nasiona dębów, zwane żołądziami, to zmienne co do wielkości i masy jajowato wydłużone orzechy, z wyraźnymi podłużnymi prążkami, u nasady ściętymi, z widocznymi okrągłymi znamionami oraz łagodnie zaostrozonymi wierzchołkami (Ryc. 1).

Nie wszyscy natomiast wiedzą, że nie z każdego żołądzia wyrośnie drzewo. Znaczna część zbieranych żołądzi ma wady (na przykład wewnętrzne zmiany mumifikacyjne), które powodują, że po ich wysianiu

w specjalnych szkółkach kontenerowych (co jest obecnie powszechną praktyką) mimo troskliwej pielęgnacji nasiona nie wschodzą. Przewidzenie tego, które żołądzie są żywotne i wykiełkują, a które nie,



Ryc. 2. Ręczna skaryfikacja żołądzi.

jest zagadnieniem ważnym w punktu widzenia praktyki, ale także ciekawym naukowo.

Ustalono, że potrzebnego rozpoznania żywotności żołądzi nie da się uzyskać na podstawie oceny ich cech morfologicznych (wielkości, kształtu, koloru itp.) ani na przykład na podstawie oceny ich masy czy ciężaru właściwego. W tej sytuacji leśnicy stosują niekiedy ręczną skaryfikację i wzrokową ocenę żołądzi (Ryc. 2).

Skaryfikacja polega na obcięciu części dystalnej żołądzia, a ocena wzrokowa jego wnętrza pozwala wyróżnić żołądzie **zapewne** żywotne (Ryc. 3 a), żołądzie z pewnością zepsute (Ryc. 3 b) oraz żołądzie wątpliwe (Ryc. 3 c i d).

Warto dodać, że ta ocena wzrokowa nigdy nie jest całkiem pewna, stąd słowo „zapewne” w ostatnim zdaniu. Doświadczenie pokazuje, że bywają żołąd-



a

b

c

d

Ryc. 3. Przykładowe przekroje żołądź, dla których różna jest ocena ich żywotności.

dzie bardzo pięknie wyglądające na przekroju, które jednak nie wschodzą, a także takie, które oceniający zdyskwalifikowali, a one jednak wzeszły i dały zdrowe sadzonki. Skaryfikacja i ocena żywotności żołądź znacząco zwiększają „współczynnik sukcesu” po dokonaniu siewu. Widać to na rycinie 4, gdzie w kontenerach po lewej stronie są siewki hodowane z nasion skaryfikowanych, po prawej bez skaryfikacji.



Ryc. 4. Wpływ skaryfikacji na kiełkowanie i wzrost siewek dębu.

Przy okazji warto też wyjaśnić, że skaryfikacja (nacinanie) żołądź bynajmniej ich nie uszkadza, a wprost przeciwnie: przyspiesza kiełkowanie i zapewnia, że poszczególne siewki pojawiają się w zbliżonym czasie, co zapewnia ich harmonijne wzrastanie. W przypadku siewu żołądź nie skaryfikowanych pierwsze siewki zaczynają pojawiać się po 2–3 tygodniach od siewu, a ostatnie nawet po 16–17 tygodniach. Powoduje to zróżnicowany wzrost siewek oraz wzmaga konkurencję między nimi. Siewki pojawiające się później znajdują się pod osłoną większych już siewek z dobrze rozwiniętymi liśćmi, które skutecznie ograniczają im dostęp światła i wody.

Niestety ręczna skaryfikacja, pokazana przykładowo na rycinie 2, jest bardzo uciążliwa dla wykonujących ją ludzi, a ponadto nie zapewnia wymaganej wydajności. Warto przypomnieć, że obfity urodzaj żołądź przypada w Polsce zazwyczaj co 5–7 lat, ale

wtedy w krótkim czasie trzeba „przerobić” ogromną liczbę żołądź. Zapotrzebowanie na nasiona w skali naszego kraju wynosi ok. 600 000 kg, a ponieważ średnia masa pojedynczego żołądź waha się pomiędzy 2–7 g, więc tych żołądź jest od 86 do 300 milionów. Oczywiście nie wszystkie żołądź są skaryfikowane. W przypadku szkółek gruntowych, a te u nas dominują, z reguły ten zabieg jest pomijany. Zabieg obciążenia i obejrzenia dotyczy więc orientacyjnie ok. 25–30 milionów żołądź, ale to i tak bardzo dużo.

Należy to zrobić w krótkim czasie, najlepiej nieprzekraczającym jednego miesiąca, bo po skaryfikacji żołądź nie mogą być przechowywane dłużej jak dwie doby, a ze względu na to, że zaliczają się one do kategorii „*recalcitrant*” (nasiona źle tolerujące odwodnienie), stąd dla zachowania żywotności wymagają stałego utrzymywania ich naturalnej wilgotności, a tym samym nie można ich zamrażać celem długoterminowego przechowywania.

Opisana wyżej sytuacja skłoniła autorów tej pracy do podjęcia próby zbudowania automatu do skaryfikacji i oceny żołądź. Budowę tego automatu omówimy w dalszej części artykułu. Przed zakończeniem wstępu trzeba jednak wspomnieć, że artykuł przedstawia wynik prac badawczych i konstrukcyjnych całego wieloosobowego zespołu, tworzącego konsorcjum w ramach grantu NCBiR PBS3/A8/34/2015. W pracach uczestniczyli:

- z ramienia **Uniwersytetu Rolniczego** w Krakowie: prof. J. Walczyk (lider konsorcjum), prof. T. Juliszewski, dr hab. P. Tylek i dr hab. P. Kielbasa
- z ramienia **AGH**: prof. R. Tadeusiewicz (koordynator), prof. A. Turnau, dr hab. A. Piłat, dr M. Jabłoński, dr P. Pawlik, dr Z. Mikrut, dr J. Grabka-Chrząstowska, dr Z. Bubliski, dr J. Kwiecień, dr J. Przybyło, dr D. Pociecha
- z ramienia **PIMR Poznań**: dr hab. J. Szczepaniak, dr hab. F. Adamczyk (koordynator), mgr inż. P. Frackowiak, mgr inż. M. Szaroleta
- z ramienia Przedsiębiorstwa Wielobranżowego „**PROMAR**” w Poznaniu: inż. Józef Fajfer (koordynator)
- z ramienia firmy „**OPISTER**” z Krakowa: mgr J. Klocek (koordynator).

Struktura automatu i jego zadania

Automat, który został zbudowany i przebadany, widoczny jest na rycinie 5. Jest to wersja doświadczalna, która stale podlega zmianom i modyfikacjom, z tego powodu jest ona oparta na systemie ram z profili aluminiowych, do których w różnych konfiguracjach montowane są elementy funkcjonalne

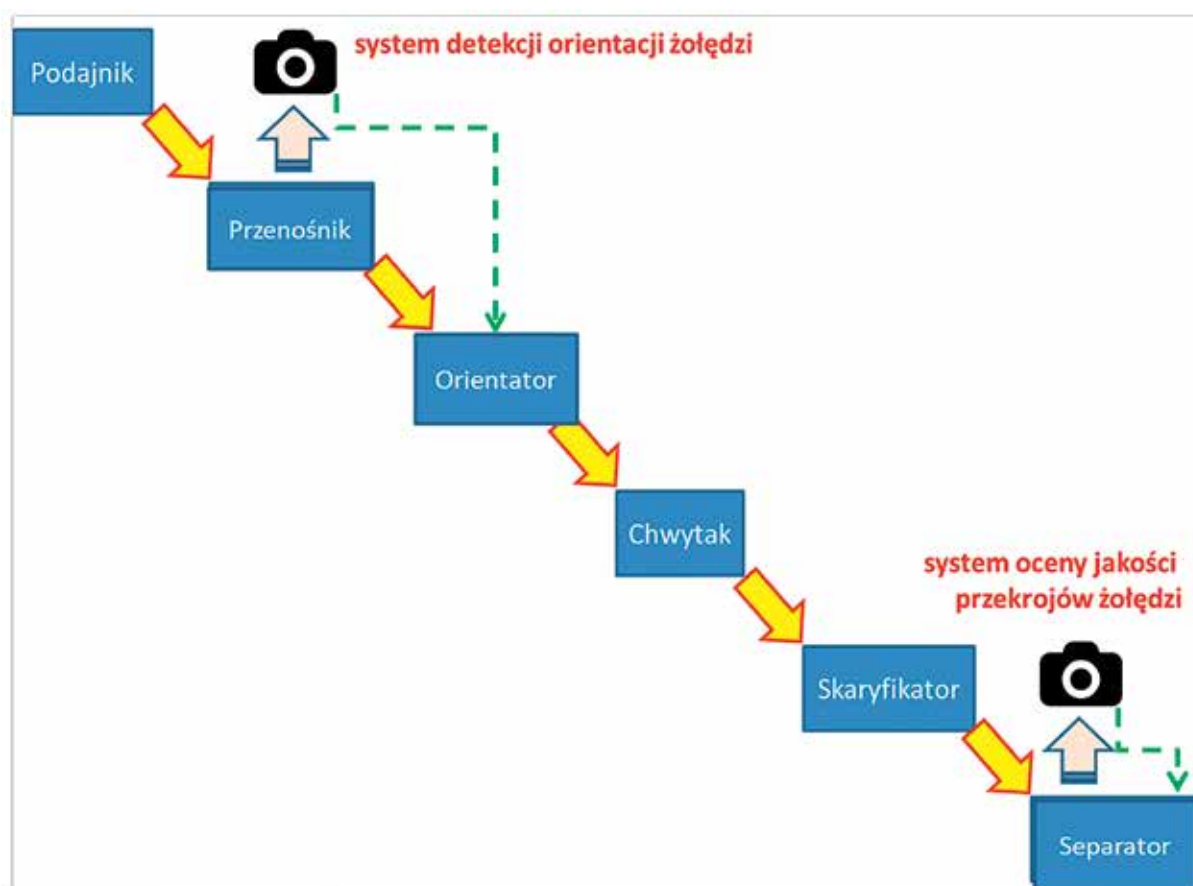


Ryc. 5. Model laboratoryjny automatu.

automatu. Ich wzajemne położenie jest zmieniane i doskonalone w trakcie prób laboratoryjnych oraz

Schemat funkcjonalny automatu jest następujący (Ryc. 6):

Żołędzie są gromadzone w koszu zasypowym **podajnika** wibracyjnego widocznym w lewym górnym rogu zdjęcia 5 i schematu 6. Podajnik ten przesuwają żołędzie w taki sposób, że wędrują jeden za drugim po spiralnej ścieżce wewnątrz jego kosza zasypowego, z której spadają potem na **przenośnik** taśmowy. Podczas „jazdy” na przenośniku żołędzie są obserwowane przez pierwszy (z dwóch) **komputerowy system wizyjny**. System ten ma określić długość żołędzia (która może się wahać od 20 do 40 mm) oraz ustalić, czy leży on na taśmie w taki sposób, że z przodu jest szpiczasty wierzchołek, czy przeciwnie – z przodu jest okrągłe znamię, ślad po odrzuconej „czapeczce” żołędzia. Określenie orientacji żołędzia ma duże znaczenie, ponieważ zmierza on w kierunku



Ryc. 6. Schemat funkcjonalny automatu.

polowych (w szkółce leśnej), stąd rycina 5 dokumentuje pewien etap prac, który był aktualny w momencie pisania tego tekstu, ale który przedtem podlegał wielu zmianom i modyfikacjom, a także po wydrukowaniu tekstu będzie jeszcze wiele razy zmieniany. Na tym polega (między innymi) praca badawcza przy tworzeniu nowych rozwiązań technicznych.

ku wirujących noży, które za chwilę zetną jego tylną część (na tym polega skaryfikacja), więc właśnie z przodu **musi** mieć płaskie znamię, a nie zaostroszony wierzchołek. Chodzi o to, że w tym zaostroszonym wierzchołku znajduje się **zarodek**, więc gdyby go obcięto, to żołędź z pewnością nie wykiełkuje! Wizyjny system detekcji orientacji żołędzi pokazany jest na rycinie 7, a współpracujący z nim bezcieniowy



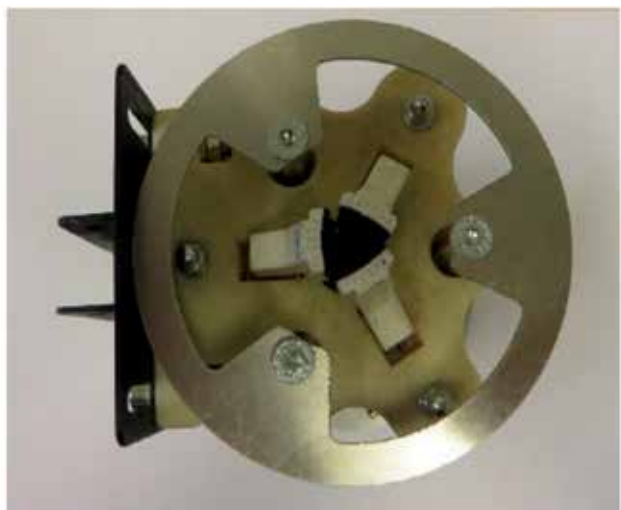
Ryc. 7. Wizyjny system detekcji orientacji żołędzi.

oświetlacz na rycinie 8 (po lewej stronie jest zdjęcie z wyłączonym oświetlaczem, a po prawej widok, gdy oświetlacz jest włączony).

Jeśli system detekcji orientacji żołędzia wykryje, że jedzie on w niewłaściwym położeniu, to obróci go do właściwej pozycji kolejny element automatu – **orientator**. Prawdłowo ustawiony żołędź jest następnie chwytyany przez elektromagnetycznie zaciskane szczęki chwytaka (Ryc. 9) i mocno trzymany na odpowiedniej wysokości (tu przydaje się wykonany przez system wizyjny pomiar jego długo-



Ryc. 8. Oświetlacz bezcieniowy.



Ryc. 9. Elektromagnetyczny chwytak unieruchamiający żołędź podczas skaryfikacji.

ści) zostaje przesunięty nad parą obrotowych noży **skaryfikatora** (jaskrawopomarańczowe elementy na rycinie numer 5 to osłony tych noży, a ich odsłonięte fragmenty, stanowiące zakres przestrzeni roboczej, są widoczne pomiędzy wewnętrznymi krawędziami tych osłon), które obcinają jego końcówkę i ujawniają wnętrze.

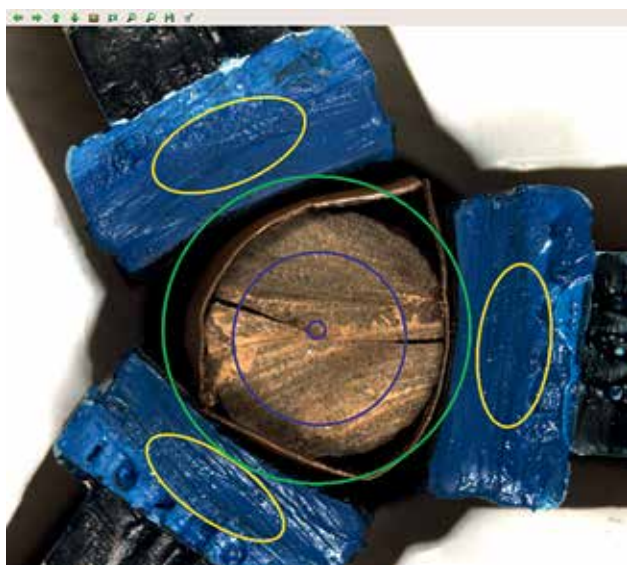
Obraz wnętrza skaryfikowanego żołędzia pobiera drugi **system wizyjny**, mający na celu **ocenę jakości przekroju żołędzia**. Na podstawie decyzji wypracowanej w tym systemie wizyjnym **separator** wrzuca żołędź do jednego z trzech pojemników: dobre (do siewu), niedobre (do wyrzucenia) oraz nierozpoznane (do decyzji pracownika).

Ocena jakości przekroju żołędzia

Najtrudniejsze zadanie przypada systemowi oceny jakości przekroju żołędzia. System ten musi podjąć decyzję na podstawie obrazu przekroju żołędzia, przy czym samo pozyskanie tego obrazu już nastręcza



Ryc. 10. Widok systemu wizyjnego służącego do oceny jakości przekrojów żołędzi.



Ryc. 11. Obraz cyfrowy przeciętego żołędzia i trzymających go szczęk mechanicznego chwytaka – wraz z automatycznie wyznaczonymi rejonami obrazu o różnym znaczeniu (kolorowe koła i elipsy).



Ryc. 12. Automatyczna segmentacja obrazu wnętrza żołędzia na część potencjalnie zdrową i na część, która uległa zmianom chorobowym.

pewnych trudności. Żołędzia, który dopiero co został przecięty i jest trzymany przeciętym końcem w dół, nie można bezpośrednio umieścić nad obiektywem kamery wprowadzającej obraz do komputera, ponieważ z jego wnętrza często wypadają, będące efektem procesu cięcia, jego drobne fragmenty, a także niekiedy skapują krople płynów. Dlatego kamera jest umieszczona poziomo i obraz żołędzia (odpowiednio podświetlonego) ogląda w odbiciu w skośnie zamocowanym lustrze (Ryc. 10).

Obraz ten trzeba następnie poddać segmentacji, ponieważ widoczny na nim jest nie tylko żołędź, ale dodatkowo trzymające go szczęki chwytaka (Ryc. 11).

	Decyzja klasyfikatora			
	ZBIÓR UCZĄCY		ZBIÓR TESTOWY	
Rzeczywista klasa	Pozytywna (wykiełkuje)	Negatywna (nie wykiełkuje)	Pozytywna (wykiełkuje)	Negatywna (nie wykiełkuje)
Pozytywna (zdrowe)	102	18	48	15
Negatywna (zepsute)	32	88	33	64

Zbudowane przez autorów oprogramowanie wyodrębnia najpierw żołędź jako taki, a potem jego różne regiony (Ryc. 12).

Na podstawie analizy obrazu wnętrza żołędzia system podejmuje decyzję, czy jest to żołędź żywotny, czy potencjalnie nie rokujący nadziei na wykiełkowanie. System był najpierw uczony na przykładach żołędzi, o których wiadomo było, że wykiełkowały (lub nie), a potem był testowany na takich żołędziach, o których z góry nie było wiadomo, czy wykiełkują, czy nie – ale które potem sprawdzono, czy rzeczywiście decyzja automatu była trafna. Wyniki wstępnych testów przedstawia tabela poniżej:

Jak widać, system nie był nieomylny zarówno w czasie uczenia, jak i w trakcie „egzaminu”, ale jednak częściej podawał trafną decyzję, niż się mylił – co powoduje, że można optymistycznie patrzeć na perspektywę jego zastosowania.

Bibliografia

1. Andrzejczyk T., 2009. Dąb szypułkowy i bezszypułkowy. Hodowla. PWRiL, Warszawa.
2. Barzdajn W., 2006. Wykorzystanie zmienności dębów w hodowli lasu. [W:] Elementy genetyki i hodowli selekcyjnej drzew leśnych, red. Sabor J. CILP, Warszawa, 231–240.
3. Bednarz B., 1998. Zależności pomiędzy wielkością nasion a dystrybucją biomasy u siewek dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.) i czerwonego (*Quercus rubra* L.). Zesz. Nauk. AR im. H. Kołłątaja w Krakowie, Leśnictwo 27, 33–47.
4. Buraczyk W., 2010. Właściwości nasion a cechy morfologiczne siewek sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.). Leśne Prace Badawcze, 1, 13–20.
5. Gawrysiak M. 1997. Mechatronika i projektowanie mechatroniczne. Dział Wydawnictw i Poligrafii Politechniki Białostockiej, Białystok.
6. Giertych M.J., Suszka J., 2011. Consequences of cutting off distal ends of cotyledons of *Quercus robur* acorns before sowing. *Annals of Forest Science*, 68, 433–442.
7. Grabska-Chrzastowska J., Kwiecień J., Drożdż M., Bubliński Z., Tadeusiewicz R., Szczepaniak J., Walczyk J., Tylek P. (2017). Comparison of selected classification methods in automated oak seed sorting. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. 62, 31–33.
8. Kaliniewicz Z., Rawa T., Tylek P., Markowski P., Anders A., Fura S., 2013. The effect of the age of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands on the physical properties of seeds and the operating parameters of cleaning machines. *Techn. Sc.*, 16, 63–72.
9. Kantorowicz W., 2000. Half century of seed years in major tree species in Poland. *Silvae Genet.*, 49, 245–249.
10. Kuc T., Aleksandrowicz-Trzcńska M. 2012. Sterowana mikoryzacja i dogłębowa aplikacja fungicydów w hodowli dębu szypułkowego. I. Kolonizacja mikoryzowa i wzrost sadzonek z zakrytym systemem korzeniowym w szkółce. *Sylwan*, 10, 765–775.
11. Kühne C., Bartsch N., 2007. Germination of acorns and development of oak seedlings (*Quercus robur* L.) following flooding. *Journal of Forest Science*, 53, 391–399.
12. Madsen P., Lof M., 2005. Reforestation in southern Scandinavia using direct seeding of oak (*Quercus robur* L.). *Forestry*, 1, 55–64.
13. Moonrinta J., Chaivivatrakul S., Dailey M., Ekpanyapong M., 2010. Fruit detection, tracking, and 3D reconstruction for crop mapping and yield estimation. *Control Automation Robotics & Vision*, 1181–1186.
14. Pawlik P., Jabłoński M., Bubliński Z., Tadeusiewicz R., Walczyk J., Tylek P., Juliszewski T., Adamczyk F. (2017). Using harris detector in determining the orientation of acorns during an automated scarification. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. 62, 163–165.
15. Piłat A. 2009. Zrobotyzowane stanowisko do badania pola magnetycznego. In Polish Robotized set-up for the magnetic field investigation. *PAR Pomiary Automatyka Robotyka*. ISSN 1427–9126, r. 13, nr 11, 18–21.
16. Przybyło J., Jabłoński M., Pocięcha D., Tadeusiewicz R., Piłat A., Walczyk J., Kielbasa P., Szczepaniak J., Adamczyk F. (2017). Application of model-based design in prototyping of algorithms for experimental acorn scarification rig. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. 62, 166–170.
17. Szumowski B., 2002. Nowe technologie i techniki stosowane w Lesnym Banku Genów Kostrzyca. *Post. Tech. Leś.*, 82, 34–42.
18. Suszka B., Muller C., Bonnet-Masimbert M., 2000. Nasiona leśnych drzew liściastych od zbioru do siewu. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa-Poznań.
19. Szabla K., Pabian R., 2003. Szkółkarstwo kontenerowe. Nowe technologie i techniki w szkółkarstwie leśnym. CILP, Warszawa.
20. Tylek P., 2010. Fizyczne i biologiczne aspekty mechanicznej separacji nasion buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.). Zesz. Nauk. UR w Krakowie, ser. Rozprawy, 344.
21. Tylek P., 2012. Size and shape as separation properties of pedunculate oak seeds (*Quercus robur* L.) (in Polish). *Acta Agrophysica*, 19, 673–687.
22. Tylek P., Walczyk J., 2011. Siewnik pneumatyczny do siewu punktowego bukwi. *Sylwan*, 2, 138–144.
23. Tyłkowski T., Bujarska-Borkowska B., 2011. Effect of acorn size and sowing depth on *Quercus robur* and *Q. petraea* seedling emergence and height (in Polish). *Sylwan*, 3, 159–170.

24. Walczyk J., 2006. Mechanizacja prac leśnych w ochronie bioróżnorodności. [W:] Elementy genetyki i hodowli selekcyjnej drzew leśnych, red. Sabor J. CILP, Warszawa, 473–483.
25. Załęski A., Aniśko E., Kantorowicz W., 2006. Zasady oceny nasion w Lasach Państwowych. [W:] Elementy genetyki i hodowli selekcyjnej drzew leśnych, red. Sabor J. CILP, Warszawa, 317–326.

Prof. zw. dr hab. inż. Ryszard Tadeusiewicz, Prezes Krakowskiego Oddziału PAN, Kierownik Katedry Automatyki AGH, Absolwent AGH 1971, informatyk, automatyk, biocybernetyk. W latach 1998–2005 Rektor AGH. Doktor Honoris Causa 12 uczelni krajowych i zagranicznych. Pełne dane: www.Tadeusiewicz.pl

TRZĘSIENIA ZIEMI I ZJAWISKO REZONANSU – DESTRUKCYJNA SIŁA NATURY

Barbara Bieta, Sylwia Skreczko (Sosnowiec)

Streszczenie

Trzęsienia ziemi związane są z nagłym i gwałtownym rozładowaniem naprężeń w skorupie ziemskiej. Zjawisko to najczęściej spowodowane jest ruchem mas skalnych na granicach tektonicznych, podczas którego wyzwolana jest duża ilość energii rozprzestrzeniającej się w ośrodku geologicznym w postaci fal sprężystych, zwanych falami sejsmicznymi. Niejednokrotnie takie zjawiska mogą prowadzić do uszkodzeń oraz całkowitych zniszczeń budynków i infrastruktury zlokalizowanej na zagrożonym obszarze. Trzęsienia ziemi są zagadnieniem, nad którym nieustannie prowadzone są badania, mające na celu rozpoznanie mechanizmów ich powstawania, przewidywanie prawdopodobieństwa wystąpienia wstrząsu w danym miejscu, czasie i o określonej magnitudzie. Równolegle wprowadzane są coraz nowocześniejsze rozwiązania konstrukcyjne pozwalające chronić zabudowania przed niebezpiecznym działaniem wstrząsów. Wszystkie te prace wiążą się z podniesieniem bezpieczeństwa ludzi zamieszkujących obszary o dużej aktywności sejsmicznej. Oprócz trzęsień ziemi źródłami drgań mogą być również inne zjawiska naturalne (np. wiatr) oraz antropogeniczne (np. ruch drogowy oraz kolejowy), czy też wstrząsy generowane działalnością górniczą. Zarówno tego typu drgania, jak i wstrząsy związane z trzęsieniami ziemi, przekazują vibracje z podłoża na fundamenty konstrukcji, wynikiem czego jest wprowadzenie budynku w ruch. Skutkami tego zjawiska jest powstanie naprężeń na poszczególnych elementach konstrukcji, prowadzących do uszkodzeń lub niejednokrotnie nawet do całkowitego zniszczenia budynków. Związane jest to ze zjawiskiem interakcji systemu budynek – podłoże, czyli wzajemnym oddziaływaniem drgań budynku i gruntu wokół jego fundamentów. Konieczny jest odpowiedni dobór parametrów konstrukcyjnych budynku oraz uwzględnienie geologii obszaru w celu zminimalizowania wpływu drgań na budynek. W szczególności nieodpowiednie dostosowanie parametrów konstrukcji względem jej podłoża może powodować wystąpienie niebezpiecznego zjawiska rezonansu takiego systemu. Zagadnienie interakcji jest wyjątkowo istotne na obszarach o wysokiej aktywności sejsmicznej, a jej odpowiednia interpretacja pozwala minimalizować skutki trzęsień ziemi.

Abstract

The earthquakes are associated with sudden and rapid discharge of stresses in the Earth's crust. This phenomenon is generally caused by the movement of rock mass at the tectonic boundaries when a large amount of energy is released. The energy is responsible for elastic (seismic) waves propagation. This phenomena can damage or even totally destroy buildings and infrastructure in the affected area. Earthquakes are a subject of advanced research aiming in identify the mechanisms of their formation, predicting the probability of shock in a given place and time of a certain magnitude. Simultaneously, modern construction solutions to protect buildings from dangerous shocks are introduced. All these works are apply to increase the people safety especially in areas with high seismic activity. The sources of vibration can also be other natural phenomena (eg. wind) and anthropogenic activities (eg. road traffic and rail), or shocks generated by mining activities. This