

INŻYNIERIA ROLNICZA W STANACH ZJEDNOCZONYCH

Ryszard Hołownicki
Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach

Streszczenie. W artykule przedstawiono miejsce inżynierii rolniczej w Stanach Zjednoczonych, jako dyscypliny naukowej i kierunku kształcenia, oraz jej udziału w transferze innowacji do sektora rolno-spożywczego. Malejąca liczba studentów i środków finansowych na badania rolnicze w USA wymusza przekształcenia w inżynierii rolniczej. Są one ukierunkowane głównie na poszerzenie obszaru zainteresowań i stałą aktualizację tematyki badawczej w oparciu o potrzeby praktyki. Obszar zainteresowań IR w USA wyraźnie przesuwają się bardziej w stronę zagadnień biologicznych niż technicznych, czyli inżynierii biosystemów. Wzorem dla koniecznej reorientacji w polskiej inżynierii rolniczej powinien być amerykański system RET (research, extension, teaching). System jest źródłem inspiracji dla nauki i skutecznym narzędziem transferu innowacji do praktyki. Ułatwia również proces aktualizacji wiedzy wykładowców i sprzyja doskonaleniu edukacji akademickiej.

Słowa kluczowe: inżynieria rolnicza, USA, badania, edukacja, upowszechnianie

Wstęp

W styczniu 2013 r. zostałem zaproszony przez organizatorów dorocznej Konferencji Sadowniczej w Traverse City w stanie Michigan (USA) do wygłoszenia dwóch wykładów nt. nowatorskiej technologii zbioru i uprawy wiśni opracowanej w Instytucie Ogrodnictwa (IO) w Skierniewicach. Konferencja miała charakter popularny, a jej organizatorami był Michigan State University w East Lansing i Cherry Marketing Institute. Przy tej okazji zorganizowano seminarium na Wydziale Biosystems & Agricultural Engineering (BAE), na którym wygłosiłem referat o pracach badawczych z zakresu techniki ochrony roślin realizowanych w IO.

Przed wyjazdem poprosiłem moich gospodarzy o przesłanie informacji i zaaranżowanie spotkań z pracownikami Wydziału BAE w celu zapoznania się z zakresem działalności i kierunkami przemian dyscypliny inżynieria rolnicza w Stanach Zjednoczonych. Po przyjeździe odbyłem kilka spotkań i dyskusji z profesorami tego Wydziału i z pracownikami Wydziału Ogrodniczego. Prawdziwą skarbnicą wiedzy okazał się prof. Ajit Srivastawa, będący jednym ze współautorów dzieła „Engineering Principles of Agricultural Machines” i prominentnym członkiem Amerykańskiego Stowarzyszenia Inżynierii Biosystemów (ASABE).

W niniejszym artykule podjąłem próbę przedstawienia miejsca szeroko rozumianej inżynierii rolniczej (IR) w Stanach Zjednoczonych, jako dyscypliny naukowej i kierunku kształcenia, oraz jej udziału w transferze innowacji do sektora rolno-spożywczego.

Inżynieria rolnicza – wybrane problemy

Malejące zainteresowanie studiami i badaniami rolniczymi

Okazuje się, że problemy, z jakimi boryka się środowisko inżynierii rolniczej w Stanach Zjednoczonych i w Polsce, są bardzo do siebie zbliżone. Bardzo mocno dotyka tamtejsze uniwersytety malejąca liczba studentów, gdyż zarówno zawód rolnika, jak i wykwalifikowanego specjalisty funkcjonującego w otoczeniu rolnictwa jest mało atrakcyjny dla współczesnej młodzieży. Nie mniejszym problemem są trudności w zdobywaniu funduszy, gdyż „syci rolnictwa nie potrzebują”. Nadmiar taniej i łatwo dostępnej żywności sprawia, że administracja decydująca o dystrybucji środków finansowych systematycznie zmniejsza nakłady na nauki rolnicze. Dzieje się tak pomimo faktu, że Stany Zjednoczone są największym w świecie eksporterem żywności oraz licznych prognoz zapowiadających klęskę głodu jeszcze w tym stuleciu. Jakkolwiek spadek zainteresowania rolnictwem i jego otoczeniem jest powszechną tendencją w większości rozwiniętych krajów świata, to z funduszy stanowych finansowanych jest wiele projektów w tych rejonach, w których odgrywa ono duże znaczenie gospodarcze lub społeczne. Dzieje się tak ostatnio w stanie Michigan w związku z nadwyżkami siły roboczej wywołanymi kryzysem w Detroit – amerykańskim centrum przemysłu samochodowego.

Uczelnie prowadzące kierunki studiów inżynieria rolnicza borykają się z problemem swojej tożsamości w sferze nauki i edukacji, co wiąże się z kryzysem finansowym i zachodzącymi procesami demograficznymi. Większość obecnych kandydatów na studia to młodzież miejska, która nie jest zainteresowana zmianą miejsca zamieszkania i przeniesieniem się na wieś lub do niewielkich prowincjonalnych miasteczek. Wymusza to poszukiwanie takiego profilu studiów, który w większym niż dotąd stopniu będzie uwzględniał ich oczekiwania. Z kolei w sferze nauki łatwiej pozyskać środki finansowe z dużych korporacji spożywczych i farmaceutycznych niż z budżetu federalnego lub stanowego na projekty dla licznej grupy rozproszonych odbiorców (rolnicy, mikroprzedsiębiorcy). W takiej sytuacji nasila się dyskusja, zapoczątkowana jeszcze w latach 60-tych ubiegłego stulecia, nad zakresem funkcjonowania IR. Obszar zainteresowania inżynierii rolniczej w Stanach Zjednoczonych był zawsze znacznie szerszy niż w Polsce i Europie, i obejmował także melioracje wodne, technikę nawodnieniową, technologię spożywczą i technologię drewna.

Inżynieria rolnicza, czy inżynieria biosystemów?

Przekształcenia w IR dobrze obrazuje historia Amerykańskiego Stowarzyszenia Inżynierii Biosystemów (American Society of Agricultural and Biological Engineers – ASABE). Liczące już ponad 100 lat stowarzyszenie, składające się z ok. 9000 członków, reprezentujących ponad 100 krajów świata, potrzebowało aż 40-letniej dyskusji, aby lepiej dostosować swoją dotychczasową nazwę American Society of Agricultural Engineers (ASAE) do zmieniającego się obszaru zainteresowań. Została ona zmieniona na ASABE

dopiero w 2005 r. Już wówczas wielu prominentnych członków tej organizacji uważało, że nowoczesna IR to bioinżynieria (biological engineering). Niestety termin ten został już „zagospodarowany” w Polsce przez inne środowiska. Równie dobrze oddaje nowe jego znaczenie termin inżynieria biosystemów (biosystems engineering), który powoli przyjmuje się już w naszym środowisku. North Carolina State University był pierwszą uczelnią w USA, która w 1965 r. przemianował swoją nazwę na Biological and Agricultural Engineering Department.

Dyscyplina naukowa inżynieria biosystemów (IB) ewoluowała, podobnie jak w Europie z inżynierii rolniczej, która koncentrowała się dotąd na integracji nauk biologicznych i technicznych w celu zaspokajania potrzeb rolnictwa oraz na produkcji i przetwarzaniu surowców rolniczych. Obecnie obejmuje znacznie szerszy wachlarz specjalności, w tym badania nad jakością i bezpieczeństwem żywności, wytwarzaniem surowców dla przemysłu, energią odnawialną i ochroną środowiska, sięgając nawet inżynierii biomedycznej (biomedical engineering). Obecny zakres funkcjonowania IB nie został jeszcze ściśle zdefiniowany, choć poszerzono go o zagadnienia związane z zarządzaniem powietrzem, wodą, żywnością i innymi zasobami biologicznymi, w aspekcie zrównoważonego wykorzystania zasobów ziemi z uwzględnieniem globalnych zmian środowiska. Tym samym IB ma obecnie integrować dyscypliny techniczne i rolnicze ze stosowanymi badaniami biologicznymi i chemicznymi w celu opracowania rozwiązań technicznych dla systemów biologicznych. Absolwenci kierunków IB mają zająć dominującą pozycję w poszukiwaniu praktycznych pomysłów związanych z utrzymaniem czystego powietrza i wody oraz w rozwiązywaniu aktualnych problemów ważnych dla rolnictwa zrównoważonego, przetwarzania bezpiecznej żywności, ograniczania ilości odpadów, w dostosowaniu i niwelowaniu wpływu zmian klimatu i wielu innych problemów na styku oczekiwań społecznych i ograniczonych zasobów środowiskowych.

Trudno nie zgodzić się z poglądami, że ze strategicznego punktu widzenia istnieje zapotrzebowanie na inżynierów odpowiednio przygotowanych do realizacji wymienionych powyżej zadań. Z kolei realiści nie podzielają takiego przekonania, uważając je za „chciewstwo” (*ang.* wishful thinking), gdyż rynek pracy nie jest przygotowany na absorpcję tak kształconych specjalistów. Dlatego obecnie oferowane przez ponad 40 szkół wyższych w USA kierunki kształcenia są wciąż ukierunkowane na 11 tradycyjnych specjalności (Anonim, 2012)(tab. 1). Obejmują one:

- **technikę rolniczą** (power & machinery engineering) – konstrukcja, budowa i eksploatacja maszyn rolniczych;
- **technikę leśną i technologię drewna** (forest engineering) – budowa i eksploatacja maszyn leśnych, budowa dróg leśnych, przetwarzanie drewna;
- **energetykę odnawialną** (alternative energy engineering) – energia odnawialna, poszanowanie energii;
- **melioracje wodne** (soil & water engineering) – budownictwo wodne, melioracje, nawadnianie, przeciwdziałanie erozji;
- **inżynierię bioprosesową** (bioprocess engineering) – bioreaktory, wytwarzanie farmaceutyków, witamin, środków konserwujących, dodatków do żywności;
- **technologię rolno-spożywczą** (food & process engineering) – produkcja żywności i pasz, paliw, zagospodarowanie odpadów rolniczych, komunalnych i przemysłowych;

- **technologie informatyczne i elektrotechnika** (information & electrical technologies engineering) – informatyka, automatyka i sterowanie mikroprocesorowe w procesach rolniczych, rolnictwo precyzyjne, elektrotechnika w rolnictwie);
- **budownictwo rolnicze** (structures & environment engineering) – projektowanie i budowa budynków inwentarskich, przechowalniczych, szklarni, przetwórci rolno-spożywczych, ogrzewanie, utrzymanie mikroklimatu;
- **ochronę środowiska** (environmental & quality engineering) – budowa i eksploatacja oczyszczalni, poprawa stanu wód i powietrza;
- **akwakulturę** (aquacultural engineering) – budowa i eksploatacja obiektów do produkcji ryb, skorupiaków na cele spożywcze oraz ryb ozdobnych, przynęt itp.;
- **standaryzację i bezpieczeństwo** (standards & safety) – bezpieczeństwo w produkcji rolniczej, leśnej i przemyśle, przestrzeganie norm i regulacji prawnych BHP.

Obok tych kierunków niektóre uczelnie proponują szereg bardziej szczegółowych specjalności. Wśród nich są:

- **kontrola mikroklimatu** (controlled environment engineering) – utrzymanie mikroklimatu w szklarniach i przechowalniach, parametrów w produkcji roślin „in vitro” i hydroponice;
- **sensory i sterowanie** (sensors & control) – biosensory, nanotechnologie.

Tabela 1

Lista uczelni w USA prowadzących studia o specjalności inżynieria rolnicza i bioinżynieria oraz ich miejsce w rankingu Forbes

Table 1

A list of universities with agricultural engineering and bioengineering faculty and their place in the Forbes ranking

Lp.	Nazwa uczelni/kierunku	Nazwa kierunku	Miejscowość, stan	Rank*
1	Auburn University	Biosystems Eng	Auburn, Alabama	
2	California Polytech. State Univ.	BioResource & Agricultural Eng	San Luis Obispo, Cal.	
3	Clemson University	Bioengineering	Clemson, S. Carolina	
4	Cornell University	Biological & Environmental Eng	Ithaca, New York	4/3
5	Florida A&M University	Biological & Agricultural Systems Eng (BASE)	Tallahassee, Floryda	
6	Fort Valley State University	Agricultural Eng Technology	Fort Valley, Georgia	
7	College of Engineering		Jonesboro, Arkansas	
8	Iowa State University	Agricultural & Biosystems Eng	Ames, Iowa	3/6
9	Kansas State University	Biological & Agricultural Eng	Manhattan, Kansas	
10	Louisiana State University	Biological & Agricultural Eng	Baton Rouge, Louisiana	
11	Michigan State University	Biosystems & Agricultural Eng	East Lansing, Michigan	/10
12	Mississippi State University	Agricultural & Biological Eng	Mississippi State	
13	Montana State University	Civil Eng	Bozeman, Montana	

Inżynieria rolnicza...

Lp.	Nazwa uczelni/kierunku	Nazwa kierunku	Miejscowość, stan	Rank*
14	North Carolina Agricultural and Technical State University	Chemical, Biological, & Bio Eng	Greensboro, North Carolina	
15	North Carolina State University	Biological & Agricultural Eng	Raleigh, North Carolina	10/6
16	Ohio State University	Food, Agricultural & Biological Eng	Columbus, Ohio	8/
17	Oklahoma State University	Biosystems & Agricultural Eng	Stillwater, Oklahoma	
18	Oregon State University	Biological & Ecological Eng	Corvallis, Oregon	
19	Pennsylvania State University	Agricultural & Biological Eng	University Park, Penn.	
20	Purdue University	Agricultural & Biological Eng	W. Lafayette, Indiana	1/1
21	Rutgers – The State University of New Jersey	Civil & Environmental Eng Bioenvironmental Eng	New Brunswick, New Jersey	
22	South Dakota State University	Agricultural & Biosystems Eng	Brookings, S. Dakota	
23	Texas A&M University	Biological & Agricultural Eng	College Station, Texas	4/5
24	University of Arizona	Agricultural & Biosystems Eng	Tucson, Arizona	
25	University of Arkansas	Biological & Agricultural Eng	Fayetteville, Arkansas	
26	University of California	Biological & Agricultural Eng	Davis, California	7/8
27	University of Florida	Agricultural & Biological Eng	Gainseville, Florida	6/3
28	University of Hawaii at Manoa	Biological Eng	Honolulu, Hawaii	
29	University of Idaho	Biological & Agricultural Eng	Moscow, Idaho	
30	University of Illinois	Agricultural & Biological Eng	Urbana-Champaign, Il.	1/2
31	University of Kentucky	Biosystems & Agricultural Eng	Lexington, Kentucky	
32	University of Maine	Chemical & Biological Eng	Oronoko, Maine	
33	University of Maryland	Bioengineering	College Park, Maryland	
34	University of Minnesota	Bioproducts & Biosystems Eng	St. Paul, Minnesota	
35	University of Missouri	Biological Eng	Columbia, Missouri	
36	University of Nebraska-Lincoln	Biological Systems Eng	Lincoln, Nebraska	9/10
37	University of Tennessee	Biosystems Eng & Soil Science	Knoxville, Tennessee	
38	University of Puerto Rico	Agricultural Eng	Mayaguez, Puerto Rico	
39	University of Wisconsin	Agricultural Eng Technology	River Falls, Wisconsin	
40	University of Wisconsin	Biological Systems Eng	Madison, Wisconsin	
41	University of Washington	Bioengineering Bioresource Science & Eng	Seattle, Washington	
42	Utah State University	Biological Eng	Logan, Utah	
43	Virginia Tech	Biological Systems Eng	Blacksburg, Virginia	/9
44	Washington State University	Biological Systems Eng	Pullman, Wash.	

(*) – miejsce w rankingu „Forbes” dla dziesiątki studiów licencjackich/magisterskich (undergraduate/graduate)

(*) – a position in the "Forbes" ranking for a dozen of undergraduate/graduate studies

Nauki techniczne, czy rolnicze?

W Stanach Zjednoczonych, podobnie jak w większości wysokorozwiniętych krajów, w zasadzie nie prowadzi się dyskusji nad przynależnością poszczególnych dyscyplin do określonej dziedziny nauki, tak jak to ma miejsce w Polsce. Dzięki mniej sformalizowanej organizacji nauki i szkolnictwa wyższego obserwuje się dominację dyscyplin naukowych nad dziedzinami nauki. Te ostatnie wykorzystuje się jedynie do określania ogólnej przynależności dyscyplin i jest to dalekie od znanego nam sformalizowanego podziału, skutkującego szeregiem zbędnych ograniczeń, np. w awansie i recenzowaniu dorobku naukowego. Dotyczy to także inżynierii rolniczej, która, przyjmując naszą krajową klasyfikację, funkcjonuje na amerykańskich uniwersytetach w strukturze nauk technicznych (College of Engineering) lub rolniczych (College of Agriculture) i nikomu to nie przeszkadza.

W USA nie są znane państwowe instytucje zajmujące się utrzymaniem wysokiego poziomu szkolnictwa wyższego (PKA), stopni i tytułów naukowych (CKSST) lub jednostek naukowych (KEJN). Pomimo tego szkolnictwo wyższe i nauka amerykańska są uważane za najlepsze w świecie, co potwierdzają wszelkie rankingi, jak również liczba uzyskanych dotąd Nagród Nobla. Znacznie większą rolę odgrywają rankingi, które są ustalane przez niezależne ośrodki w oparciu o całkowicie odmienne kryteria niż ma to miejsce w Polsce. Wśród nich jest klasyfikacja ustalana przez wydawnictwo „U.S. News & World Report” specjalizujące się we wszelkiego rodzaju rankingach, w tym także szkół wyższych (Anonim, 2013). Ranking kierunków studiów jest doskonałą informacją dla studentów podejmujących decyzję o miejscu zdobywania wiedzy, które przekłada się na późniejsze szanse ich przyszłej kariery zawodowej.

Harmonizacja programów studiów

Wprawdzie mieszkańcy Stanów Zjednoczonych są w dużym stopniu egocentryczni i w niewielkim stopniu wykazują zainteresowanie problemami współczesnego świata, jeśli nie dotyczą one ich bezpośrednio, jednak nauka amerykańska była i nadal jest bardzo otwarta. Pomimo tej otwartości obserwuje się osłabienie współpracy transatlantyckiej, w porównaniu z dość szeroką integracją w ramach UE. Objawia się to niewielką liczbą tematów badawczych i projektów realizowanych wspólnie z ośrodkami europejskimi. Jedną z głównych przyczyn są trudności z pozyskaniem środków finansowych ten cel zarówno w Europie, jak i w Stanach Zjednoczonych. Podejmowane są jednak starania po obydwu stronach Atlantyku, mające na celu harmonizację programów studiów. Jakkolwiek obserwuje się znaczne podobieństwa w IB pomiędzy krajami, to wciąż występują znaczne istotne różnice, związane z odmiennym poziomem rozwoju i stanem przekształceń programów studiów w poszczególnych krajach, które utrudniają wzajemne uznawanie dyplomów ukończenia uczelni oraz wymianę studentów i wykładowców. Taką wymianę uważa się za niezbędną dla dalszego rozwoju całej dyscypliny. W związku z tym podejmowane są wspólne przedsięwzięcia mające na celu pogłębienie współpracy transatlantyckiej. Przykładem takich działań jest projekt TABE.NET “Transatlantic Biosystems Engineering Curriculum and Mobility” (Curran i in., 2011). Głównym celem projektu jest umiędzynarodowienie programów nauczania i wypracowanie globalnej świadomości w obrębie dyscypliny IB. Ponadto podjęto próbę zdefiniowania wspólnych obszarów dyscypliny, globalizację istniejących i opracowanie innowacyjnych programów studiów w celu stymu-

lowania ich rozwoju w UE i USA. Uznano, że dla lepszego kształcenia studentów, zdolnych do pracy na globalnym rynku, konieczne jest wypracowanie nowej sylwetki absolwenta, czemu powinna sprzyjać większa mobilność pracowników naukowych.

System RET (Research – Education – Extension)

Organizacja systemu

Bliskie związki nauki z praktyką rolniczą w Stanach Zjednoczonych są uważane przez opinię światową za wzorcowe dzięki systemowi (RET – research, extension, teaching), w którym każdy z pracowników uniwersyteckich zajmujących się naukami rolniczymi funkcjonuje jednocześnie na trzech równoważnych polach: badania naukowe, edukacja akademicka i upowszechnianie wiedzy. Na każde z nich składają się inne źródła finansowania. Trójkąt RET wywodzi się z tzw. Aktu Morrilla z 1882 r. ustanowionego w celu pozyskania funduszy na utworzenie uczelni (tzw. land – grant college), skupiających się na nauce praktycznego rolnictwa, specjalności inżynierskich i wojskowych (Ferleger i Lazownik, 1994). Była to amerykańska odpowiedź na rewolucję przemysłową zapoczątkowaną w Europie w XVIII wieku i związane z nią zmiany społeczno-gospodarcze. Intencją pomysłodawców była potrzeba odejścia od dotychczasowej historycznej praktyki szkolnictwa wyższego, ukierunkowanego na przekazywanie treści teoretycznych, które są mało przydatne w rozwoju gospodarki i dla bezpieczeństwa kraju. W 1887 roku utworzono stanowe stacje doświadczalne, a demonstracje polowe nowych technologii stały się uznaną metodą nauczania. Obecnie głównym ogniwem systemu badań rolniczych i upowszechniania wiedzy wciąż są uniwersytety wspierane przez ARS (Agricultural Research Service) Amerykańskiego Ministerstwa Rolnictwa (USDA). Roczny budżet agencji wynosi ponad 1,1 mld USD, a zatrudnienie – blisko 8500 pracowników (w tym 2200 naukowych) skupionych w ponad 90 ośrodkach naukowych.

Działalność upowszechnieniowa jest tam ceniona bardzo wysoko i świadczy o pozycji pracownika w hierarchii naukowej. Obok konferencji popularnych, których organizowanie w Polsce w ogóle nie liczy się do dorobku jednostki, doskonałym miejscem do wymiany informacji z praktyką są Komitety Doradcze (Industry Advisory Board) tworzone przy poszczególnych wydziałach. W skład takich komitetów, wybieranych na 3-letnią kadencję, wchodzi 12-15 osób reprezentujących czołowe firmy zajmujące się przetwórstwem rolno-spożywczym i wytwarzaniem maszyn, będące potencjalnymi odbiorcami wyników badań. Blisko połowę członków stanowią pracownicy administracji stanowej lub federalnej, w tym głównie z resortu rolnictwa i ochrony środowiska. Dla podkreślenia więzi z macierzystą jednostką, co najmniej 3 osoby muszą być absolwentami miejscowego wydziału. Do głównych zadań Komitetu należy wymiana informacji na linii przemysł – nauka, poprawa jakości kształcenia i dostosowywanie programów studiów do zmieniających się oczekiwań rynku pracy.

Badania naukowe

Można z dużym przekonaniem stwierdzić, że niemal cała podejmowana problematyka z zakresu BE jest ukierunkowana na badania stosowane, a potrzeby praktyki są główną inspiracją w tworzeniu innowacyjnych rozwiązań. Sprzyja temu nie tylko ogólne nastawienie pracowników naukowych, ale również cały system wzajemnych powiązań motywujących do dialogu pomiędzy nauką i praktyką.

Tematyka badawcza w IB w USA jest nie tylko znacznie szersza niż w Polsce, co wiąże się z pojemniejszym obszarem aktywności, ale również znacznie bardziej innowacyjna, przez co lepiej stymuluje postęp w rolnictwie i przetwórstwie spożywczym. Z uwagi na ograniczoną objętość artykułu skoncentruję się na wybranych kierunkach obejmujących tradycyjny obszar zainteresowania inżynierii rolniczej. Dlatego w przykładowym zestawieniu, obejmującym trzy uczelnie o znaczących osiągnięciach w tej dyscyplinie naukowej (tab. 2), pominięto technologię rolno-spożywczą, ochronę środowiska i melioracje wodne, które należą w Polsce do wydzielonych dyscyplin naukowych.

Nauka amerykańska znana jest z doskonałej współpracy z praktyką dzięki licznym inicjatywom służącym wymianie informacji. Organizowane są nawet specjalne seminaria mające na celu wyłącznie bieżącą analizę potrzeb prac badawczo-rozwojowych dla uprawy i przetwórstwa pojedynczych gatunków roślin. Z kolei dla zajmujących niewielką powierzchnię upraw specjalistycznych, które pojedynczo charakteryzują się mniejszym znaczeniem gospodarczym, organizowane są seminaria obejmujące kilka grup upraw (np. winorośl, owoce pestkowe, rośliny ozdobne) w celu skupienia uwagi ośrodków decyzyjnych odpowiedzialnych za finansowanie nauki. Za grupowym podejściem do rozwiązywania problemów przemawia również możliwość poszerzenia skali zastosowania opracowanych rozwiązań w produkcji i przetwórstwie innych grup upraw. Podczas spotkań bieżące i przyszłe potrzeby konfrontowane są z możliwościami współczesnej nauki i techniki. Omawiane są główne czynniki wpływające na efektywność i jakość produktów w kontekście rosnących kosztów pracy i wymogów ochrony środowiska.

Organizatorami takich seminariów są urzędy odpowiedzialne za finansowanie i doradztwo rolnicze oraz jednostki naukowe. Obok organizatorów uczestniczą w nich przedstawiciele podmiotów komercyjnych i organizacji producenckich. W ostatnim okresie sektor rolno-spożywczy akcentuje potrzebę:

- poszerzenia asortymentu dostępnych sensorów w celu bardziej precyzyjnej identyfikacji cech roślin, ich środowiska i jakości płodów rolnych,
- bardziej efektywnego gospodarowania wodą, nawozami i pestycydami,
- automatyzacji procesów w celu zmniejszenia nakładów pracy ręcznej,
- doskonalenia sposobów podejmowania decyzji przez rozwój programów DSS (Decision Support System) (Anonim, 2007).

Podobne seminaria są wskazówką dla ośrodków decyzyjnych odpowiedzialnych za finansowanie badań, gdyż podczas licznych dyskusji panelowych łatwo odróżnić sprawy ważne od mniej ważnych. Określone są również priorytetowe problemy, które muszą być rozwiązane w trybie pilnym, podczas gdy tempo innych prac musi zostać przyspieszone, aby rozwiązania komercyjne były dostępne już w najbliższych latach. Wyniki dyskusji są również wiarygodną wskazówką dla kierunków doskonalenia edukacji akademickiej i doradztwa rolniczego. Są również platformą sprzyjającą nawiązywaniu formalnych i nieformalnych kontaktów, które mogą w przyszłości zaowocować głębszą współpracą.

Tabela 2.

Główne kierunki badawcze z zakresu inżynierii rolniczej realizowane przez wybrane uniwersytety w USA

Table 2

Main research trends within the scope of agricultural engineering carried out by the selected universities in the USA.

UNIV. OF CALIFORNIA Davis Department of Biological & Agricultural Engineering http://bae.engineering.ucdavis.edu/pages/Research/machine.html	UNIVERSITY OF FLORIDA, Gainseville Department of Agricultural & Biological Engineering http://www.abe.ufl.edu/research/research-topics.shtml	MICHIGAN STATE UNIV. East Lansing Department of Agricultural & Biological Engineering https://engineering.purdue.edu/ABE/Research/research_areas.html
Technika ochrony roślin - aplikacja żywych organizmów	Roboty dla rolnictwa, mechatronika	Nieniszczące metody oceny właściwości owoców i warzyw
Technika leśna – nieniszczące metody oceny właściwości drewna	Technika opryskiwania roślin	Zastosowania sensorów optycznych i komputerowej analizy obrazu do sortowania ziemniaków
Ergonomia – metody zapobiegania urazom kręgosłupa wśród robotników rolnych	Mechaniczny zbiór owoców i warzyw	Zastosowania biosensorów do szybkiego identyfikowania patogenów w produktach spożywczych
Rozwój maszyn rolniczych – kombajny do zbioru pomidorów, winorośli, daktyli, szparagów	Ergonomia, bezpieczeństwo pracy – rozwój maszyn bezpiecznych dla operatora	Opracowanie kompleksowej technologii zbioru i wstępnej obróbki orzechów
Rolnictwo Precyzyjne – stosowanie pestycydów i nawozów, sensory i podzespoły VRT do zmiennej aplikacji	Rozwój sensorów i podzespołów do zmiennej aplikacji VRT dla Rolnictwa Precyzyjnego	Zastosowanie promieni X do zwalczania patogenów na produktach spożywczych
Inteligentne maszyny do niechemicznego zwalczania chwastów	Zastosowania teledetekcji satelitarnej do identyfikacji stresu u roślin	Zastosowania nanowłókien do budowy sensorów o zróżnicowanym zastosowaniach
Komputerowa analiza obrazów w rozpoznawaniu chwastów	Mapowanie plonów roślin uprawnych	Identyfikacja chorób, szkodników i cech jakościowych
Podatność owoców na uszkodzenia w transporcie drogowym, specjalistyczne opakowania	Technologie informatyczne dla rolnictwa	Wykorzystanie gnojowicy do produkcji biogazu
Biosensory – identyfikacja hormonów i antybiotyków w mleku i pozostałości pestycydów w produktach rolniczych	Biopaliwa, biosensory oraz biotechnologie dla gospodarki wodnej	Zastosowanie procesu szybkiej pirolizy i katalizy w przetwarzaniu biomasy drzewnej
Zastosowanie rezonansu magnetycznego do oceny właściwości plodów rolnych	Rozwój wodooszczędnych technologii nawadniania roślin	Wytwarzanie energii z glonów

Edukacja

Tworzenie innowacyjnych technologii i konstruowanie coraz bardziej złożonych maszyn dla sektora rolno-spożywczego pociąga za sobą modyfikacje sposobu i zakresu kształcenia zarówno na poziomie akademickim, jak i dla użytkowników tych technologii. Dlatego przedmiotem obecnych dyskusji w USA jest cały kompleks zagadnień z tym związanych. Wciąż bowiem uważa się, że absolwent wyższej uczelni powinien przyswoić podstawową wiedzę z zakresu podstaw produkcji rolniczej (genetyka, uprawa i ochrona roślin, nawadnianie, gospodarka ściekami, agronomia, zarządzanie produkcją rolniczą) oraz wiedzę inżynierską. Wskazuje się jednak na niewystarczające wśród absolwentów umiejętności z zakresu zarządzania personelem, ergonomii i bezpieczeństwa pracy.

Liczne kanały wymiany informacji pomiędzy środowiskami naukowymi i gospodarczymi sprzyjają nie tylko pogłębianiu współpracy z praktyką, lecz także doskonaleniu procesu kształcenia. Dotyczy to zwłaszcza nauk rolniczych, w których silne więzi nauki z rolnikami i przedsiębiorcami przekładają się na stałe doskonalenie procesu kształcenia studentów.

Upowszechnianie wiedzy

Obok szkolnictwa wyższego nie mniej ważne jest podnoszenie kwalifikacji przyszłych użytkowników nowych maszyn i urządzeń. Formy transferu wiedzy do praktyki są zróżnicowane. Wskazuje się na potrzebę wykorzystania pracowników naukowych i wysokokwalifikowanych menadżerów do prowadzenia specjalistycznych szkoleń dostosowanych do miejscowych potrzeb. Obok pokazów i tradycyjnych szkoleń z dużą liczbą zajęć praktycznych istotną rolę odgrywają tam niemal całkowicie zaniechane w Polsce tematyczne konferencje popularnonaukowe. Odbywają się one cyklicznie i służą nie tylko informowaniu o najnowszych nowinkach technologicznych, lecz również podejmują próbę kompleksowego rozwiązywania lokalnych problemów.

Dobrym przykładem takiego podejścia była doroczna Konferencja organizowana z okazji „Northwest Orchard & Vineyard Show” w Traverse City (24-25.01.2013 r.), poświęcona głównym problemom produkcji wiśni w USA i w samym Stanie Michigan. Niezwykle aktualna tematyka i sposób jej przedstawienia są na tyle wzorcowe, że przedstawiam poniżej logiczny ciąg prezentowanych referatów jako doskonały przykład próby interdyscyplinarnego i kompleksowego rozwiązywania problemów dla tej przykładowej grupy producentów owoców. Otóż ze względu na ocieplanie się klimatu tamtejsi sadownicy ponoszą ogromne straty związane z wcześniejszym kwitnieniem i przemarzaniem kwiatów wiśni. W związku z tym pierwszy referat wskazywał na agrotechniczne sposoby opóźniania kwitnienia drzew tego gatunku. Następnie przedstawiono sposoby przeciwdziałania przymrozkom wiosennym i dobór odmian, które najpóźniej wchodzi w okres kwitnienia. W dalszej części wskazywano na potrzebę obniżenia kosztów produkcji i redukcję wszelkich możliwych strat z powodu malejącej przychodowości uprawy tego gatunku owoców. W tym celu zaprezentowano sposoby ograniczania strat wyrządzanych przez ptaki oraz propozycje doskonalenia organizacji pracy i gospodarki finansowej w gospodarstwie. Znaczne rezerwy w obniżaniu kosztów produkcji tkwią w redukcji kosztów ochrony roślin i zbioru owoców. W związku z opracowaniem nowatorskiej technologii produkcji wiśni zostałem zaproszony do wygłoszenia wykładów dotyczących kombajnowego zbioru i nowego modelu sadu. W dalszej części przedstawiono możliwość ubezpieczenia uprawy przed przymrozkami,

aby w końcowej części, gdy zawiodą już wszystkie wymienione powyżej działania, zaproponować uprawę innych alternatywnych gatunków roślin, które lepiej tolerują ocieplenie klimatu. Ze względu na wagę poruszanych problemów, wykładowcami byli pracownicy naukowcy z amerykańskich i kanadyjskich uniwersytetów i niżej podpisany wykładowca z Polski. W trakcie konferencji odbyły się również 3 panele dyskusyjne, poświęcone wybranym problemom, które miały na celu zasięgnięcie opinii wśród uczestników konferencji.

Przedstawiony powyżej program konferencji jest doskonałym przykładem sposobu podejścia do podnoszenia wiedzy rolników. Jest jednocześnie wyzwaniem zarówno dla krajowego systemu doradztwa rolniczego, urzędów odpowiedzialnych za naukę i oświatę rolniczą, jak i całego szkolnictwa wyższego.

Finansowanie

Nakłady finansowe na naukę są odzwierciedleniem realnego, a nie deklaratywnego, jak to ma miejsca w Polsce, znaczenia nauki w polityce państwa. W 2011 r. w odniesieniu do PKB wyniosły one w Polsce i w USA odpowiednio 0,39 i 2,79%. Należy przypomnieć, że jeśli są one niższe niż 1% PKB, to taki stan uważa się za zapaść cywilizacyjną (Haman i in., 2012). Wprawdzie nakłady na badania naukowe w Polsce i w USA są nieporównywalne, co wiąże się z ogromną różnicą w potencjale gospodarczym, to wyrażone w liczbach bezwzględnych wyjaśniają przyczyny ogromnego dystansu, jaki dzieli polskie jednostki naukowe od amerykańskich. Dla porównania cały budżet polskiej nauki jest zbliżony do budżetu każdego z pierwszej dziesiątki największych amerykańskich uniwersytetów i jest o blisko 50% niższy niż słynnego MIT (Massachusetts Institute of Technology).

Finansowanie poszczególnych pracowników naukowych, zajmujących się badaniami z zakresu IB, odbywa się zgodnie z systemem RET, który w idealnych proporcjach zakłada, aby na wynagrodzenie składały się środki pochodzące z trzech źródeł jednocześnie, najlepiej w równych częściach. Czyli 1/3 ze środków na badania naukowe, 1/3 z edukacji akademickiej, 1/3 z działalności upowszechnieniowej. W związku z brakiem statutowego subsydiowania działalności badawczej przez uczelnie, jest ona niemal w całości finansowana zadaniowo w oparciu o projekty kierowane do agencji rządowych lub podmiotów komercyjnych. Głównymi donatorami są National Science Foundation, US Department of Defense, US Department of Agriculture. Z kolei działalność edukacyjna jest finansowana głównie z czesnego oraz z dotacji stanowych i federalnych, a upowszechnianie wiedzy ze środków USDA.

Lista agencji i organizacji finansujących badania na rzecz sektora rolno-spożywczego jest obszerna, co wcale nie oznacza, że pozyskanie środków na projekty jest łatwiejsze niż w Polsce. W Stanach Zjednoczonych odczuwa się brak programów wdrożeniowych, podobnych do polskich projektów celowych lub choćby częściowo zbieżnych z obecnie zarządzanym przez NCBIr programem Innotech. Wprawdzie efektem tej grupy projektów muszą być konkretne wdrożone rozwiązania, ale bez budżetowego wsparcia nie uruchomiono by w MŚP produkcji seryjnej wielu maszyn potrzebnych gospodarce. Dzięki takim projektom powstały kombajny porzeczkowe i wiśniowe opracowane w IO. Budżetowe wspieranie badań na rzecz gospodarki kończy się w USA zazwyczaj na etapie opracowania koncepcji i modeli funkcjonalnych wybranych podzespołów, a przyjmując krajowy system finansowania nauki, na odpowiedniku naszych projektów rozwojowych. Dalsze prace,

ukierunkowane na wytworzenie i uruchomienie produkcji konkretnej maszyny, powinny być w USA finansowane ze środków własnych podmiotu komercyjnego. Wprawdzie taki system współpracy nauki i praktyki we wdrażaniu innowacji jest odpowiedni dla dużych przedsiębiorstw, a tym samym silnych ekonomicznie podmiotów, jest jednak niewystarczający do finansowania procesu tworzenia specjalistycznych, i tym samym wytwarzanych w małej skali, maszyn przez MŚP i mikroprzedsiębiorstwa.

Wbrew spotykanym w Polsce opiniom finansowanie badań rolniczych przez podmioty komercyjne w USA jest niewielkie ze względu na rozproszony charakter takiej działalności. Funkcję zamawiającego i tym samym organu finansującego takie projekty przejmują odpowiedzialne urzędy i agencje federalne lub stanowe. Ważnym ogniwem w transferze środków publicznych do nauki są związki i organizacje producenckie. Wprawdzie ich członkowie opłacają składki, ale głównym źródłem finansowania działalności statutowej pozostają dotacje stanowe i federalne. Przykładem jest powstały w 1988 r. Cherry Marketing Institute, będący współorganizatorem konferencji w Traverse City, który skupia plantatorów i przetwórców wiśni w całych Stanach Zjednoczonych. Zajmuje się, obok statutowych działań polegających na doradztwie, wspieraniu badań rozwojowych, sporządzaniu analiz rynkowych, również gromadzeniem rezerw owoców w latach nadprodukcji, aby utrzymać rytmiczność dostaw dla przetwórstwa owoców tego gatunku w latach nieurodzaju. Ważnym zadaniem wspomnianego Instytutu jest także redystrybucja środków publicznych, przeznaczonych na prace badawczo-rozwojowe i działalność upowszechnieniową.

Podsumowanie

Malejąca liczba studentów i środków finansowych na badania rolnicze w USA wymusza przekształcenia w inżynierii rolniczej. Są one ukierunkowane głównie na poszerzenia obszaru zainteresowań i stałą aktualizację tematyki badawczej w oparciu o potrzeby praktyki. Obszar zainteresowań IR w USA wyraźnie przesuwają się bardziej w stronę zagadnień biologicznych niż technicznych, czyli inżynierii biosystemów BE (biosystems eng.), co powinno być dla nas wytyczną w czekających nas przekształceniach. BE lepiej niż IR uwzględnia obecne potrzeby praktyki i stymuluje rozwiązywanie złożonych problemów na styku nauk technicznych i biologicznych. Ponadto należy mieć na uwadze, że nauki techniczne w Polsce są znacznie silniejsze niż rolnicze, co grozi marginalizacją i likwidacją IR jako dyscypliny naukowej (Michałek, 2010).

Nadmierne rozdrobnienie i zbędna konkurencja pomiędzy dyscyplinami naukowymi w Polsce nie sprzyja rozwiązywaniu kompleksowych problemów ważnych dla rolnictwa i przemysłu. W takiej sytuacji, zamiast dyskutować o przynależności inżynierii rolniczej do nauk technicznych czy też rolniczych, należy dążyć do rozluźnienia biurokratycznych „gorsetów” i poszerzenia niezagospodarowanej dotąd w Polsce problematyki badawczej. Należy do nich m.in.: technika nawodnieniowa, utrzymanie mikroklimatu w szklarniach, przechowalniach oraz parametrów w produkcji roślin „*in vitro*” i hydroponice; budownictwo rolnicze, rozwój sensorów dla rolnictwa precyzyjnego.

Chociaż Stany Zjednoczone pozostają największym w świecie eksporterem żywności, to znaczenie gospodarcze sektora rolno-spożywczego jest tam niewspółmiernie mniejsze niż w Polsce. Wciąż jednak temu ważnemu działowi gospodarki poświęca się wiele uwagi

ze względu na jego strategiczne znaczenie dla bezpieczeństwa kraju. Pomimo czekającej nas jeszcze w tym stuleciu globalnej klęski głodu, sektor ten jest uważany w USA za priorytetowy tylko przez specjalistów.

Jakkolwiek organizacja, finansowanie i warunki glebowo-klimatyczne pomiędzy Polską i Stanami Zjednoczonymi nie są porównywalne, to wysoki poziom technologiczny tamtejszej produkcji rolniczej, jak i długoletnie tradycje współpracy z praktyką mogą być inspiracją dla naszego środowiska.

Wzorem dla koniecznych przekształceń w polskiej inżynierii rolniczej i innych pokrewnych dyscyplin prowadzących badania na rzecz sektora rolno-spożywczego powinien być system RET (Haman i in., 2012). Jeśli więc hasło „Nauka – Praktyce” w Polsce nie ma pozostawać pustym porzekadłem, to warto skorzystać ze sprawdzonych wzorców organizacyjnych, polegających na finansowaniu pracowników uniwersyteckich, zajmujących się naukami rolniczymi, z trzech źródeł jednocześnie, czyli ze środków przeznaczonych na badania, edukację i upowszechnianie (RET – research, extension, teaching). System jest źródłem inspiracji dla nauki i skutecznym narzędziem transferu innowacji do praktyki. Ułatwia również proces aktualizacji wiedzy wykładowców i sprzyja doskonaleniu edukacji akademickiej.

Rosnące oczekiwania praktyki pociągają za sobą potrzebę ciągłego podnoszenia wiedzy u rolników i przedsiębiorców przez ich uczestnictwo w konferencjach popularnonaukowych, szkoleniach specjalistycznych i pokazach. Wykładowcami i organizatorami takich przedsięwzięć powinni być pracownicy naukowcy i doświadczeni praktycy. Wprawdzie takie szkolenia są już w Polsce organizowane, ale liczba uczestniczących w nich pracowników naukowych jest niewielka. Dotyczy to zwłaszcza wykładowców z wyższych uczelni, a bez stałych kontaktów z praktyką rolniczą i przedsiębiorcami trudno oczekiwać innowacyjnej tematyki badawczej i wysokiego poziomu kształcenia akademickiego. Trudno zgodzić się z mocno zakorzenionym w Polsce przekonaniem, że zadaniem wyższych uczelni rolniczych nie jest upowszechnianie i podnoszenie wiedzy rolników. Podstawowe przeszkody w poprawie sytuacji w tym zakresie tkwią jednak nie tylko w sferze mentalnej, lecz również w finansowej i organizacyjnej. W tym miejscu należy przypomnieć, że instytuty i uczelnie rolnicze już dawno pozbawiano środków finansowych na ten cel. Reszty zniszczenia dokonuje obecny system oceny parametrycznej jednostek naukowych, który wykończenia pozostałości tzw. doradztwa naukowego w Polsce.

Literatura

- Anonim, (2007). *Engineering Solutions for Specialty Crops Challenges. Workshop Report*. Pozyskano z: http://www.csrees.usda.gov/nea/ag_systems/pdfs/specialty_crops_engineering.pdf,
Anonim, (2012). *Discover Careers in Agricultural and Biological Engineering*. Resource Special Issue, November/December 2012, 14-40.
Anonim, (2013). *Biological and agricultural engineers ranking*. U.S. News & World Report. Pozyskano z: (<http://colleges.usnews.rankingsandreviews.com/best-colleges/rankings/engineering-doctorate-biological-agricultural#>).
Curran, P.T.; Barreiro, P.; Vox, G.; Dillaha, T.A.; Zahos, S.C.; Gates, R.S. (2011). Undergraduate design experience in the Transatlantic Biosystems Engineering Network (TABE.NET). *ASABE Paper 1111389*, 2011 ASABE Annual International Meeting, Louisville, Kentucky, August 7-10, 1-10.

- Haman, J.; Hołownicki, R.; Michałek, R.; Żmija, J. (2012). Misja nauk rolniczych w rozwoju polskiego sektora rolno-spożywczego. *Inżynieria Rolnicza*, 4(139), 465-483.
- Michałek, R. (2010). Dylematy inżynierii rolniczej jako nauki i kierunku kształcenia. *Inżynieria Rolnicza*, 7(125), 139-144.
- Ferleger, L.; Lazonick, W. (1994). Higher Education for an Innovative Economy: Land-Grant Colleges and the Managerial Revolution in America. *Business and Economy History*, Volume 23, Fall 1994, 116-128.

AGRICULTURAL ENGINEERING IN THE UNITED STATES OF AMERICA

Abstract. The paper presents the position of agricultural engineering in the United States as a scientific discipline, a field of academic education and its participation in innovation transfer to agri-food sector. The decreasing number of students and financial resources for agricultural research in the United States enforces transformation in agricultural engineering. Such changes are oriented mainly on extending the area of interest and permanent updating of research topics based on the requirements of farmers and manufactures of agricultural machines. The area of expertise of agricultural engineering in the U.S. is changing towards rather biological than technical issues, that is engineering of biosystems. That should be also our guiding direction of future transformations. The American system RET (research, extension, teaching) should be the model for the inevitable transformation of the Polish agricultural engineering. The system is a source of inspiration for science and effective tool for the transfer of innovation into agri-food sector. It also facilitates the process updating teachers' knowledge and promotes improvement of academic education.

Key words: agricultural engineering, USA, research, extension, teaching

Adres do korespondencji:

Ryszard Hołownicki; e-mail: Ryszard.Holownicki@inhort.pl
Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach
ul. Konstytucji 3 Maja 1/3
96-100 Skierniewice