

PRZED AGROINŻYNIERIĄ STOJĄ NOWE ZADANIA

Ryszard Holownicki

Zakład Agrotechnologii, Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa w Skierniewicach

If we know what it was we were doing, it would not be called research, would it?
Albert Einstein

Streszczenie. Artykuł jest próbą zachęcenia do dyskusji nad przyszłością agroinżynierii. Przedstawiono najważniejsze kierunki prac badawczych na tle aktualnej sytuacji i perspektyw rozwoju krajowego rolnictwa i przemysłu. Badania z zakresu agroinżynierii powinny koncentrować się na rozwoju Rolnictwa Precyzyjnego, wytwarzaniu nowych biomateriałów i energii z biomasy. Podkreślono potrzebę łączenia działalności naukowej z wdrożeniową i nawiązanie bliższej współpracy z przemysłem maszyn rolniczych. W celu ułatwienia pozyskiwania projektów zaproponowano zorganizowanie sieci naukowej grupującej ośrodki zajmujące się agroinżynierią.

Słowa kluczowe: agroinżynieria, badania naukowe, monitoring, Rolnictwo Precyzyjne

Wstęp

Ostatnie lata przyniosły kryzys zainteresowania agroinżynierią ze strony urzędów odpowiedzialnych za finansowanie nauki. Maleje również liczba młodzieży podejmującej studia na kierunkach związanych z techniką rolniczą i leśną. Wspomniany kryzys obserwuje się nie tylko w Polsce lecz również w UE jak i w innych krajach świata. Zlikwidowano renomowane instytuty o ugruntowanej pozycji naukowej (IMAG Wageninigen; SRI Silsoe), a w wyższych uczelniach ograniczany jest skład zespołów badawczych lub są one zmuszane do podejmowania problemów nie związanych z agroinżynierią.

W ostatnim okresie obserwuje się proces szybkich zmian we wszystkich niemal sferach naszej aktywności, w tym także nauki. Niniejszy artykuł jest próbą kontynuacji dyskusji pod hasłem „Quo Vadis agroinżynierio” zapoczątkowanej przez prof. J. Hamana i prof. R. Michałka podczas zakopiańskich Szkół „Postęp Techniczny i Organizacyjny w Rolnictwie”. Wspomniana dyskusja dotyczyła głównie problemów związanych z perspektywami dydaktycznymi i rozwojem kadry naukowej. W niniejszym artykule skoncentrowano się na próbie wytyczenia kierunków prac badawczych i rozwojowych jak i na możliwym oddziaływaniu środowiska agroinżynierii na krajowy przemysł maszyn rolniczych i postęp technologiczny w rolnictwie.

Przyczyny kryzysu

Przyczyn obecnej trudnej sytuacji jak i prób znalezienia najbardziej odpowiednich środków zaradczych należy poszukiwać jednocześnie w trzech równoważnych i wzajemnie połączonych ze sobą płaszczyznach funkcjonowania agrotechnologii. Tworzą je: działalność edukacyjna, badawcza i wdrożeniowa. Są one bardzo ściśle ze sobą związane i słabość choć jednej z nich utrudnia harmonijny rozwój całej dyscypliny. Można z dużym przekonaniem stwierdzić, że działalność edukacyjna na poziomie akademickim w Polsce zdecydowanie przeważa nad wdrożeniami nowych maszyn i technologii do praktyki rolniczej. Choć z drugiej strony wciąż nie wykorzystuje się wszystkich możliwości, a zwłaszcza szerszego uczestnictwa nauczycieli akademickich w szkoleniach i pokazach dla rolników w celu wypełnienia luki wywołanej całkowitą zapaścią krajowego doradztwa rolniczego.

Jedną z głównych przyczyn kryzysu jest mniejsze niż dotąd zainteresowanie młodzieży łączeniem swojej przyszłości z rolnictwem i techniką rolniczą, co wiąże się z malejącym zatrudnieniem w rolnictwie jak i zmianami strukturalnymi w przemyśle, dystrybucji i obsłudze maszyn rolniczych. Choć poszerzenie tradycyjnego obszaru zainteresowania agrotechnologii o kierunki obejmujące nauki ekonomiczne i matematyczne (informatyka) zatrzymało odpływ studentów, to należy mieć na uwadze, że miejsce naszego środowiska jest w rolnictwie i w jego otoczeniu.

Znaczne zmiany obserwuje się w produkcji i dystrybucji maszyn rolniczych oraz sposobach ich wytwarzania i użytkowania. Obecnie końcowy wyrób najczęściej powstaje w wyniku montażu gotowych podzespołów zamówionych u podwykonawców lub zakupionych w specjalistycznych firmach akcesoryjnych. W produkcji i obrocie handlowym, poza ponadnarodowymi koncernami istotną rolę odgrywają małe i średnie przedsiębiorstwa (MŚP) wytwarzające te akcesoria lub krótkie serie bardzo specjalistyczne maszyn. Często są to rodzinne firmy zatrudniające 5-30 pracowników wykazujące niewielkie zainteresowanie wysokokwalifikowanymi specjalistami. Z żalem należy stwierdzić, że wśród krajowych producentów podstawowym kryterium decydującym o zatrudnieniu jest bliskość zamieszkania, a nie kierunkowe wykształcenie. Choć już wkrótce można oczekiwać, że rosnące zarobki zwiększą mobilność wysokokwalifikowanych pracowników. Współpraca nauki z państwowym przemysłem została wstrzymana z powodu likwidacji większości zakładów. W ich miejsce powstało wiele nowych dynamicznie rozwijających się przedsiębiorstw lecz odradzający się krajowy przemysł w niewielkim stopniu korzysta ze współpracy z krajową nauką. Zerwane w okresie przekształceń więzi współpracy nie zostały odnowione.

Dalszy rozwój agrotechnologii jako dyscypliny naukowej zależy nie tylko od odpowiedniej liczby studentów lecz również od sposobu finansowania działalności badawczej i rozwojowej. Pomimo głębokiej zapaści w finansowaniu nauki, wśród decydentów dominuje fałszywy pogląd, że główny ciężar finansowania badań powinni przejąć rolnicy oraz producenci i dystrybutorzy maszyn, a także tworzone przez nich związki. Zapomina się, że „konsumentem” wyników prac badawczych nauki są rolnicy i właściciele MŚP, czyli tzw. odbiorcy rozproszeni. Najczęściej nie są oni zrzeszeni i dysponują niewielkim potencjałem intelektualnym i finansowym.

Niewielkie środki na tzw. badania własne w szkołach wyższych i działalność statutową w JBR jak również trudności w pozyskiwaniu projektów badawczych, zwłaszcza po likwi-

dacji sekcji technika rolnicza, uniemożliwia prowadzenie bardziej ambitnych badań. Podejmowanie najbardziej wartościowych problemów interdyscyplinarnych utrudniało niskie finansowanie projektów, co było główną przeszkodą w tworzeniu większych zespołów badawczych i w nawiązywaniu współpracy pomiędzy jednostkami naukowymi. Wąskie w swoim zakresie projekty, są mało przydatne dla praktyki i tylko w niewielkim stopniu przyczyniają się do pełnego rozwiązywania postawionych problemów. Słabą stroną większości naszych ośrodków jest zbyt rozproszona tematyka badawcza, która nie zawsze jest dostosowana do potrzeb rozwojowych nauki i praktyki rolniczej [Michałek, Kowalski, 2007].

Pracownicy naukowcy przytłoczeni rosnącym obciążeniem edukacyjnym nie znajdują czasu i środków finansowych na prace ważne dla praktyki rolniczej. W związku z potrzebą awansu naukowego i wykazaniem się odpowiednim dorobkiem naukowym preferowane są badania o charakterze teoretycznym będące głównie przedmiotem publikacji naukowych. Znajdowało to odzwierciedlenie w poziomie dorobku naukowego niemal całkowicie pozbawionego osiągnięć praktycznych. Do realizacji projektów przez szkoły wyższe nie zachęcał również obowiązujący algorytm decydujący o wysokości przyznawanych środków finansowych.

Brak środków nie tylko ograniczał zakres i skalę prowadzonych badań oraz zakup aparatury naukowej, ale również stanowił skuteczną barierę uniemożliwiającą uczestniczenie w zagranicznych konferencjach oraz targach i pokazach maszyn rolniczych. Udział w takich imprezach jest niezbędnym warunkiem nawiązywania i rozwijania współpracy zagranicznej.

Agroinżynieria na tle przemian w rolnictwie

Obok głównego zadania jakie stoi przed rolnictwem, czyli zaspokojenia naszych potrzeb żywnościowych, coraz większego znaczenie nabiera wytwarzanie surowców dla przemysłu farmaceutycznego, chemicznego, a nawet motoryzacyjnego jak i produkcja biomasy na potrzeby energii odnawialnej. Nadmiar taniej żywności wywołał u konsumentów wzmożone zainteresowanie jej jakością w aspekcie bezpieczeństwa. Zmusiło to dystrybutorów żywności do monitorowania (ang. traceability) drogi produktów spożywczych „z pola na stół” w celu wyeliminowania skażeń pozostałościami ś.o.r., nawozów i metali ciężkich. Problemy bezpieczeństwa nabierają szerszego znaczenia na terenach wiejskich z uwagi na niekorzystny wpływ intensywnej produkcji rolniczej na środowisko. W związku z rozwojem działalności pozarolniczej, a zwłaszcza agroturystyki, konieczna stała się nawet ochrona krajobrazu rolniczego.

Szczególnie trudną sytuację obserwuje się w Polsce. Niewielka powierzchnia gospodarstw (średnio 8÷9 ha; 35% użytków rolnych >20 ha), przeciętnej jakości gleby i niedobory wody determinują warunki prowadzenia produkcji rolniczej w Polsce. Nakłada się na to brak polityki rolnej państwa, jak i racjonalnych pomysłów dla wsi. W dobie globalizacji tradycyjna produkcja roślinna i zwierzęca prowadzona w gospodarstwach o powierzchni poniżej 20 ha z góry skazana jest na niepowodzenie. Zamiast poszukiwania pomysłów na opłacalną produkcję na małych powierzchniach, wśród decydentów panuje błędny pogląd, że poprzez kolejną akcję scalania gruntów można poprawić warunki gospodarowania.

Dużą szansą dla tych gospodarstw jest dalszy rozwój produkcji ogrodniczej zważając, że choć jest ona prowadzona zaledwie na 3,4% powierzchni, to jej wartość jest dwukrotnie wyższa niż dla zbóż, mimo że są one uprawiane aż na 63,5% powierzchni zajmowanej przez produkcję roślinną [Jabłońska, 2005; Holownicki, 2007]. Nowe możliwości może przynieść towarowa produkcja nowych gatunków roślin o dużych walorach zdrowotnych jak i surowców do produkcji fitofarmaceutyków, nowych biomateriałów oraz rozwijające się rolnictwo ekologiczne. Bez nowych, często nieznanych dotąd maszyn i technologii jej dalszy rozwój nie będzie możliwy. Takich maszyn oczekuje również rozwijające się przetwórstwo przydomowe, które może się stać dodatkowym źródłem dochodu dla małych kilkuhektarowych gospodarstw.

W produkcji maszyn rolniczych

Można oczekiwać, że nowe pomysły ukierunkowane na specjalistyczne technologie produkcji roślinnej bez trudu znajdą drogę do MŚP, których w Polsce nie brakuje. Udział w opracowywaniu tych technologii może stać się unikalną szansą zarówno dla naszego środowiska jak i krajowego przemysłu maszyn rolniczych, gdyż nierozzerwalnie wiąże się z potrzebą opracowania nowych maszyn. Związana z nią adaptacja istniejących i tworzenie nowych podzespołów wymaga współpracy z jednostkami naukowymi i produkującymi rolnikami. W ten sposób mogą powstawać oryginalne rozwiązania posiadające zdolność patentową. Dzięki temu będą one cennym dorobkiem ważnym w rozwoju kadry naukowej, a wytwarzanie specjalistycznych maszyn może stać się naszą narodową specjalnością.

Należy mieć bowiem na uwadze, że możliwości na włączenie się w proces doskonalenia ciągników rolniczych, technologii produkcji zbóż i roślin okopowych są niewielkie, gdyż ten obszar zdominowały ponadnarodowe koncerny dysponujące własnym zapleczem badawczo-rozwojowym. W związku z tym krajowe jednostki naukowe nie powinny oczekiwać zleceń ze strony tych firm, gdyż ich współpraca z placówkami naukowymi ma jedynie charakter usług wymagających warsztatu naukowego i akredytowanych laboratoriów. Sprowadza się często do oceny funkcjonalnej oraz homologacji i certyfikacji wytwarzanych maszyn.

Wielkoprzemysłowe metody wytwarzania i globalna sieć dystrybucji nie pozostawia wielu szans na cenową konkurencję ze strony mniejszych producentów z powodu kosztownej automatyzacji procesów produkcyjnych jak i rosnących kosztów obrotu handlowego maszynami rolniczymi. Obserwowana w ostatnich latach koncentracja produkcji i handlu zepchnęła mniejsze firmy do roli wytwórców produktów niszowych. Nie oznacza to braku perspektyw rozwojowych dla MŚP wytwarzających podzespoły jak i krótkie serie maszyn specjalistycznych o dużym ładunku innowacyjnym. Mają one wciąż duże szanse ekspansji na światowych rynkach (patrz: Firma Weremczuk, Sfamasz), ze względu na specyfikę produkcji maszyn specjalistycznych. Niewielkie możliwości zmechanizowania procesów wytwarzania takich maszyn są trudną do pokonania barierą dla potencjalnych konkurentów ze względu na podobne nakłady pracy przy niższych kosztach siły roboczej w Polsce.

Współpraca producentów maszyn rolniczych z placówkami badawczymi jest najlepszą formą podnoszenia innowacyjności i konkurencyjności wytwarzanych wyrobów. Powinno

temu sprzyjać wsparcie budżetowe ukierunkowane na projekty celowe. Jednak zasady przyznawania środków na ten cel nie sprzyjały wdrażaniu oryginalnych rozwiązań. Krótki czas realizacji projektów, niskie finansowanie jak i bezwzględny wymóg komercjalizacji opracowanych maszyn i urządzeń preferował adaptacje, a nawet kopiowanie znanych już w świecie rozwiązań. Pomysły nowych, a nieznanych dotąd maszyn nie mogły być rozwijane ze względu na obciążenie producentów zbyt dużym ryzykiem handlowym związanym z niepewnością, czy nowe maszyny znajdą nabywców. Stąd dobrym pomysłem stały się wprowadzone w 2006 roku projekty rozwojowe. Wypełniają one brakujące ogniwo pomiędzy pomysłem i wdrożeniem, dając czas na wykonanie i doskonalenie modelu funkcjonalnego oraz lepsze przygotowanie do procesu wdrażania w ramach projektu celowego.

W nauce

Poszerzenie zakresu prac badawczych i działalności innowacyjnej, zwłaszcza w szkołach wyższych, jest konieczne dla przywrócenia równowagi pomiędzy działalnością edukacyjną, badawczą i wdrożeniową. Może również okazać się jedyną szansą na zagospodarowanie kadry naukowej w obliczu malejącego obciążenia działalnością edukacyjną. Sprzyja temu obserwowana w ostatnim okresie większa dostępność do środków finansowych krajowych i zagranicznych. W związku z tym warto skorzystać z tej okazji, choć wymaga to odpowiedniego przygotowania się do absorpcji tych środków. Może się to okazać zbyt trudnym zadaniem ze względu na niewielkie doświadczenie z zakresu przygotowania i zarządzania projektami finansowanymi przez UE (SPO), których obsługa zmusza do poznania wielu biurokratycznych zawiłości. Ponadto w związku z tendencją do zastępowania dużej liczby niskobudżetowych przyczynkowych projektów bardziej rozbudowanymi interdyscyplinarnymi badaniami (patrz: projekty rozwojowe, VII Program Ramowy UE), konieczna jest wnikliwa analiza obecnej i planowanej tematyki w celu wyselekcjonowania najważniejszych problemów. Wykonanie takiej analizy może okazać się trudne ze względu na słabą znajomość priorytetowych kierunków badawczych. Stąd nieodzowna jest ich szeroka popularyzacja, najlepiej przy okazji licznie organizowanych w kraju konferencji i seminariów, poprzez zamawiane referaty z tego zakresu i sprawozdania z konferencji międzynarodowych, w tym także wygłaszanych przez specjalistów z zagranicy. Poznanie aktualnych problemów badawczych powinien ułatwić lepszy dostęp do literatury światowej, a zwłaszcza szerszy udział w konferencjach zagranicznych, który jest niezbędny do nawiązywania współpracy zagranicznej. Należy mieć bowiem na uwadze, że bez osobistych kontaktów naukowych nie ma współpracy międzynarodowej.

O ile wpływ środowiska naukowego na przemiany zachodzące w krajowym i światowym rolnictwie oraz przemyśle maszyn rolniczych jest obecnie niewielki, to nie oznacza, że powinno ono przyjmować bierną pozycję w odniesieniu do zachodzących tam przemian. Szerszy niż dotąd udział w realizacji projektów celowych i rozwojowych powinien przyczynić się do lepszej współpracy z praktyką rolniczą i producentami maszyn, gdyż zwiększy się wówczas liczba wdrożonych technologii, a także uzyskanych patentów i wzorów użytkowych, które są najlepszym miernikiem osiągnięć praktycznych. Właściwe ukierunkowanie działalności innowacyjnej wymaga lepszego poznania i uwzględnienia oczekiwań rolnictwa i przemysłu. W tym celu należy udrożnić i poszerzyć kanał przepływu informa-

cji. Sprzyja temu organizacja konferencji, seminariów i pokazów dla rolników oraz przygotowywanie artykułów popularnonaukowych. Choć w taką działalność zaangażowani są pracownicy nauki z najbardziej renomowanych ośrodków badawczych w świecie, to w Polsce została ona zaniechana głównie z powodu wadliwego systemu oceny dorobku naukowego.

Nową formą wykorzystania potencjału intelektualnego i przedsiębiorczości pracowników naukowych, przy jednoczesnym zachowaniu częściowej kontroli nad rozwojem projektu są przedsiębiorstwa typu „spin off” i „spin out”. W pierwszym przypadku są to niezależne firmy wykorzystujących intelektualne zasoby organizacji macierzystej powstałe w drodze usamodzielnienia się jej pracowników (np. szkoły wyższej, instytutu). Z kolei firma „spin out” jest podobnym przedsiębiorstwem, które w przeciwieństwie do firm „spin-off”, są kapitałowo lub operacyjnie powiązane z organizacją macierzystą (np. obsługa prawna, rachunkowość, marketing)

Główne kierunki prac badawczych

Ustalenie najważniejszych kierunków prac badawczych nigdy nie było mocną stroną krajowej nauki. Można z dużym przekonaniem stwierdzić, że szeroko rozumiana polityka naukowa i polityka rolna w Polsce - to brak polityki. Nawet jeśli takie kierunki były wytyczane, to zazwyczaj obejmowały całą możliwą tematykę charakterystyczną dla danej dyscypliny naukowej. W dobie podejmowania coraz bardziej złożonych problemów angażujących liczne zespoły badawcze mogą być realizowane tylko najważniejsze tematy powiązane z polityką państwa i rozwojem nauki. Michałek i Kowalski [2007] proponują 17 perspektywicznych kierunków badań. Obejmują one najważniejsze obszary badawcze będące przedmiotem zainteresowania agroinżynierii. Z kolei próby tworzenia listy priorytetowych kierunków badań w ramach Krajowego Programu Ramowego (KPR) można uznać za krok we właściwym kierunku, ale na obecnym etapie znajdują się one dopiero w fazie wstępnej.

Ocena potrzeb rolnictwa z punktu widzenia pojedynczych dyscyplin jest niewystarczająca, gdyż nie uwzględnia bardzo złożonych relacji pomiędzy biologiczną, techniczną, ekologiczną, ekonomiczną, a nawet społeczną stroną produkcji biologicznej [Haman, 2006b]. Stopień komplikacji problemów stojących przed współczesnym rolnictwem wymaga tworzenia zespołów interdyscyplinarnych obejmujących specjalistów z innych dyscyplin wchodzących nie tylko w skład nauk rolniczych, ale również nauk technicznych, fizycznych i matematycznych. Warto bowiem pamiętać, że „szeroko rozumiane rolnictwo leży w polu działania wszystkich dziedzin nauki, a nauki rolnicze to tylko nazwa, w rzeczywistości jest to sposób stosowania osiągnięć wszystkich nauk do tego co się dzieje na wsi i w produkcji biologicznej [Haman 2006a].

Priorytetowe kierunki badań przyjęte przez VII Ramowy Program przedstawiono podczas Kongresu CIGR w Bonn w 2006 roku [Petermann 2006]. Za najważniejsze uznano prace nad zrównoważonym, wielofunkcyjnym i konkurencyjnym na rynkach światowych rolnictwem i leśnictwem oraz rozwojem wsi, a zwłaszcza:

- nowe technologie, maszyny, rośliny uprawne oraz systemy produkcji roślin i drzew,
- systemy produkcji ekologicznej,

Przed agroinżynierią...

- systemy produkcji o niskim zużyciu energii,
- biobezpieczeństwo, koegzystencja i monitoring (traceability) nowych upraw i produktów,
- narzędzia zrównoważonej ochrony w celu poprawy zdrowotności roślin,
- produkcja czystych biomateriałów z odnawialnych biozasobów,
- metody wytwarzania energii z biomasy,
- nowe produkty pochodzenia rolniczego jako surowce dla przemysłu chemicznego i farmaceutycznego,
- zastosowanie robotów do prac w rolnictwie i leśnictwie,
- zaawansowane technologie prac maszynowych,
- sensory dla pojazdów rolniczych,
- przyszłe koncepcje produkcji rolniczej.

W zakresie produkcji żywności:

- innowacje dla przetwórstwa żywności i pasz,
- poprawa jakości i bezpieczeństwa pasz i żywności,
- opracowanie koncepcji pełnego łańcucha żywnościowego.

Ze względu na ograniczoną objętość artykułu skoncentruję się na Rolnictwie Precyzyjnym (RP) uważanym za najważniejszy kierunek prac badawczych we współczesnej agroinżynierii, a którego elementy zawarte są niemal we wszystkich wymienionych powyżej priorytetach. Za tym przekonaniem przemawia również blisko ¼ z 435 doniesień prezentowanych podczas wspomnianego wyżej światowego kongresu CIGR w Bonn.

Kluczowe znaczenie w poprawie bezpieczeństwa żywności będzie odgrywał system monitoringu (traceability) na każdym etapie produkcji, przetwarzania i obrotu handlowego, który nie da się wprowadzić bez użycia elementów RP [Auernhammer 2006]. Monitoring jest niezbędny zwłaszcza do identyfikacji miejsca i czasu skażenia środkami ochrony roślin (ś.o.r.), azotanami i metalami ciężkimi lub użycia niedozwolonych substancji chemicznych [Kondo 2003]. W tym celu konieczne jest wzajemne powiązanie pozycjonowania i systemu komunikowania. Dokładność pozycjonowania (+/- 2-3 cm) osiągnięta przy pomocy układów RTK GPS jest wystarczająca do takich zastosowań. W sprawnie działającym systemie monitoringu istotną rolę odgrywa automatyczne, a jednocześnie odporne na zewnętrzną ingerencję, dokumentowanie czynności i miejsca ich przeprowadzania, co wymaga opracowania kompletnego łańcucha przepływu informacji. Wciąż brak jest prostych urządzeń do wprowadzania danych i ich przesyłania do centrum gromadzenia informacji, które nie mogą być zapisywane automatycznie w warunkach polowych przez pracowników o niskich kwalifikacjach. Użycie do tego celu palmtopów (PDA) jest zbyt kosztowne. Poszukuje się więc innych rozwiązań, wśród nich są zmodyfikowane telefony komórkowe [Hetzroni i in. 2006].

Wiele trudności nastręczało zbieranie, przesyłanie i przechowywanie informacji w układzie ciągnik - maszyna. dzięki inicjatywie największych światowych producentów maszyn rolniczych i wprowadzeniu terminalu ISOBUS osiągnięto znaczny postęp. Jest to platforma połączeń elektrycznych pomiędzy ciągnikiem, a maszyną towarzyszącą. Wprowadzanie danych roboczych dla wszystkich możliwych maszyn odbywa się przy użyciu jednego terminalu (klawiatura + wyświetlacz) zamontowanego w kabinie ciągnika, a ich realizacja przez maszyny wyposażone we własne komputery (np. opryskiwacz, siewnik, rozrzutnik nawozów).

Realizacja koncepcji RP wymaga identyfikacji rodzaju i miejsca zmienności miejscowej przy użyciu odpowiednich sensorów. Następnie sporządzana jest mapa zmiennej aplikacji i wreszcie realizowany jest proces zmiennej aplikacji. Taka procedura postępowania dotyczy wszystkich możliwych zastosowań RP w produkcji roślinnej zarówno tych funkcjonujących w trybie „off-line” jak i „on-line”. W dużym uproszczeniu do realizacji tego zadania konieczne są układy pozycjonowania, sensory odpowiedzialne za identyfikację miejscowej zmienności oraz układy zmiennej aplikacji VRT (Variable Rate Technology).

Do umiejscowienia zmienności miejscowej potrzebne są układy pozycjonowania. Jakkolwiek pracują one głównie w oparciu o nawigację satelitarną i w większości przypadków są wystarczającą podstawą do wytyczania wirtualnych torów ruchu agregatów, to mają jednak liczne ograniczenia. Dotyczą one wymogów bezpieczeństwa i precyzji zabiegów w przypadku zaniku sygnału GPS i stacji referencyjnej w terenie pagórkowatym lub w sadach. W związku z tym poszukuje się komplementarnych w stosunku do GPS, ale i niezależnych systemów pozycjonowania. Dużą przydatność do tego celu wykazują układy pozycjonowania lokalnego LPS (Local Positioning System) [Pein i in. 2006] wykorzystujące optyczne układy naprowadzania. Nowe rozwiązania funkcjonujące w czasie rzeczywistym wymagają bardziej zaawansowanych sposobów pozycjonowania, w których RTK-GPS będzie wspomagany przez wizyjne układy pozycjonowania lokalnego LPS (Local Positioning System). Optyczna identyfikacja rzędów znalazła już komercyjne zastosowanie w układach do rozpoznawania uliczek technologicznych, śladów znaczników jak i samonaprowadzania kombajnów zbożowych wyręczając popełniających zbyt wiele błędów operatorów. W przyszłości będą również użyte w autonomicznych agrorobotach. Uważa się, że najlepiej gdy pozycjonowanie odbywa się jednocześnie w oparciu o wirtualne linie wytyczane przez GPS jak i linie rzeczywiste identyfikowane przez układy optyczne LPS.

Jakkolwiek rokrocznie przybywa w świecie 600-700 kombajnów zbożowych wyposażonych w czujniki do wykonywania „mapy plonów”, to liczba monitorowanych cech roślin wciąż jest niewielka. Dalszy rozwój RP ogranicza niewielka różnorodność sensorów. Wśród znanych rozwiązań komercyjnych dostępne są sensory oceniające poziom odżywienia roślin azotem (N-Sensor, CropMeter), ale nadal odczuwa się brak czujników do określania przepływu masy w kombajnach do zbioru ziemniaków, buraków oraz masy zielonej w silosokombajnach i prasach. Pomimo wielu prac nie udało się dotąd opracować układów identyfikacji do pomiaru w czasie rzeczywistym wilgotności gleby, zawartości białka w łanie zboża, rozróżniania gatunków chwastów i roślin uprawnych, gęstości łanu roślin i innych cech morfologicznych roślin.

Sprawnym narzędziem wykorzystywanym w RP jest analiza odbitego światła w spektrum widzialnym i bliskim podczerwonego NIR (Near Infrared Reflectance) [Ramon i in. 2002]. Może być ona wykorzystywana do odróżniania rośliny uprawnej od chwastów jak również do wyznaczania potrzeb nawożenia azotem, identyfikacji chorób i szkodników, a nawet zawartości białka w łanie zboża. Jednak użycie tej metody wymaga użycia zaawansowanych technicznie kamer CMOS oraz złożonych metod analitycznych. Szczególnie trudne jest wyselekcjonowanie odpowiednich długości fal typowych dla poszczególnych roślin uprawnych i charakterystycznych zmian ich barwy wywołanych niedoborami składników pokarmowych, przez choroby i szkodniki lub z powodu stresu wodnego.

Duże nadzieje wiąże się z badaniami prowadzonymi na Uniwersytecie w Bonn nad znaną dotąd z zastosowań medycznych, laserowo indukowaną fluorescencją LIF

(Laser-Induced Fluorescence). W ten sposób można obserwować zmiany w organach roślinnych o różnej fluorescencji, gdyż pod wpływem promieniowania wzbudzającego barwniki fluoryzujące (fluorofory) zawarte w roślinach, można obserwować odmienne widmo emisji dla chorych i zdrowych tkanek roślinnych.

Opracowanie nowych i szybszych czujników jest konieczne do pokonania kolejnego etapu ze zróżnicowanej aplikacji w skali wybranego fragmentu pola, do skali pojedynczej rośliny (plant-scale husbandry), a nawet wybranych jej organów np. pojedynczego liścia (leaf-scale husbandry), w tym nawet pojedynczego liścia [Stafford 2000]. Nowe czujniki znajdą zastosowanie w bardziej doskonałych układach działających w czasie rzeczywistym „on-line”, które wyeliminują w przyszłości rozwiązania „of-line” funkcjonujące w oparciu o mapę zmiennej aplikacji i pozycjonowanie GPS [Munack 2006].

Zróżnicowana gęstość siewu na podstawie mapy plonów i zasobności gleby jest już znanym i komercyjnie dostępnym rozwiązaniem. Na Uniwersytecie Hohenheim w Stuttgarcie trwają prace nad zmienną głębokością siewu dostosowaną do wilgotności gleby. W celu określenia optymalnej głębokości siewu przewiduje się uwzględnienie stosunków wodno-powietrznych w glebie, gdyż jak powszechnie wiadomo na szybkie i równomierne wschody nasion korzystnie wpływa odpowiednia ilość wody, tlenu i ciepła, a [Köllner i Loebel 2007].

Praktyczne zastosowania RP wymagają aplikacji zróżnicowanych dawek nawozów, ś.o.r., nasion lub zmiany parametrów roboczych maszyn (np. głębokości orki, gęstości siewu, wydajności strumienia powietrza w opryskiwaczach). Większa precyzja identyfikacji pociąga za sobą potrzebę rozwoju bardziej precyzyjnych i szybszych układów VRT [Slaughter i in. 2000]. Liczba znanych dotąd rozwiązań realizujących technikę VRT wciąż jest niewystarczająca. Dalsze prace, z tego zakresu, powinny być domeną agroinżynierii, gdyż wymagają znacznej wiedzy z zakresu konstrukcji maszyn rolniczych jak i biologicznych podstaw produkcji rolniczej. Prace badawcze z tego zakresu mogą stać się nie tylko wkładem w rozwój RP, ale również będą podstawą dla przyszłych publikacji i wniosków patentowych.

RP najlepiej uwzględnia zasady zrównoważonego rozwoju, a zwłaszcza produkcji o niskim zużyciu agrochemikaliów i energii przy optymalnym wykorzystaniu zasobów gleby i potencjału produkcyjnego roślin przy ograniczonych do minimum zagrożeniach dla środowiska. Dalszy rozwój RP wymaga szeroko zakrojonych prac badawczych o charakterze interdyscyplinarnym integrujących najnowsze osiągnięcia mechatroniki i technik komputerowych z badaniami biologicznymi. Jak łatwo zauważyć jest to obszar pokrywający się w dużym stopniu z zainteresowaniami agroinżynierii, co predestynuje nasze środowisko do spełniania wiodącej roli w tych badaniach (tabela 1). Wynika, to z potrzeby komunikowania się ze specjalistami reprezentującymi nieraz bardzo odległe dyscypliny/specjalności.

Dobrym przykładem interdyscyplinarnego podejścia w RP są prace koordynowane przez ISK nad inteligentnym opryskiwaczem CASA (Crop Adapted Spray Application System) w ramach projektu ISAFRUIT (VI Program Ramowy UE). Wiodącą rolę w liczonym zespole pełnią specjaliści z zakresu agroinżynierii, współpracujący z międzynarodowym zespołem (Holandia, Włochy, Dania, Polska) skupiającym przedstawicieli wielu różnych dyscyplin (min. informatyka, elektronika, akustyka, fizyka, ochrona i fizjologia roślin, agrotechnika). W ramach projektu pozycjonowanie RTK-GPS jest wykorzystywane nie tylko do dokumentacji wykonywanych zabiegów dla celów monitoringu lecz również

do uwzględniania obszarów wrażliwych (ujęcia wody, stawy, zabudowania, itp.) w automatycznej regulacji parametrów roboczych. Z kolei identyfikacja jest ukierunkowana na cechy morfologiczne drzewa, a także na stopień porażenia drzew przez choroby i szkodniki oraz na monitorowanie kierunku i prędkości wiatru. Opracowywane są nowe koncepcje techniki VRT do aplikacji zróżnicowanych dawek ś.o.r. i do samoczynnej regulacji strumienia powietrza.

Tabela 1. Miejsce agroinżynierii w rozwoju Rolnictwa Precyzyjnego (RP)

Table 1. The location of agroengineering in development of Precision Agriculture

M-ce	Składniki RP			
	Pozycjonowanie	Identyfikacja	Mapa GIS	Zmienna aplikacja
I	Telekomunikacja	Agrofizyka	Agronomia	<i>Agroinżynieria</i>
II	Informatyka	<i>Agroinżynieria</i>	Ochrona roślin	Elektronika
III	Elektronika	Optoelektronika	Informatyka	Agrofizyka
IV	<i>Agroinżynieria</i>	Agronomia	<i>Agroinżynieria</i>	Informatyka
V		Ochrona roślin	Elektronika	Agronomia
VI		Informatyka		Ochrona roślin

Podsumowanie

Postępujące zmiany modernizującego się rolnictwa i przemysłu maszyn rolniczych nieuchronnie pociągają za sobą przemiany w organizacji i finansowaniu. Należy oczekiwać, że w najbliższym czasie nabiorą one przyśpieszenia w związku z malejącą liczbą studentów jak i tendencją do zadaniowego finansowania nauki.

Niezwykle istotny jest wybór tematów zgodnych priorytetami badawczych, gdyż tylko taka tematyka będzie finansowana. Z konieczności wiąże się to z zaniechaniem mniej ważnych tematów, które można bez większej szkody pominąć. W związku z brakiem takich tematów np. w Krajowym Programie Ramowym należy podjąć starania w celu poszerzenia listy priorytetów przez włączenie się do dialogu np. z zespołem ds. Projektów Badawczych Zamawianych przy Ministrze Edukacji i Nauki. W celu wyboru najważniejszych problemów badawczych konieczna jest szeroka dyskusja zarówno w ramach naszego środowiska, jak i przy udziale przedstawicieli innych dyscyplin wchodzących w skład nauk rolniczych. Takie dyskusje będą sprzyjały powstawaniu nowych oryginalnych pomysłów, które mogą zapoczątkować wspólne projekty badawcze. Będą one miały większe szanse na finansowanie ze względu na ich interdyscyplinarny charakter. W związku z tym warto przewidzieć podczas każdej organizowanej konferencji więcej czasu na wymianę poglądów lub rozważyć organizowanie przy tej okazji forum dyskusyjnego, warsztatów, itp.

Pozyskiwaniu środków na nowe projekty sprzyjać będzie przywrócenie równowagi pomiędzy trzema równoważnymi płaszczyznami funkcjonowania agroinżynierii (edukacja, badania naukowe, wdrożenia). Szczególnie ważne jest łączenie działalności naukowej z wdrożeniową. Takie podejście jest całkowicie zbieżne ze światowymi tendencjami w dziedzinie nauk stosowanych, co wielokrotnie akcentował prof. Janusz Haman.

W związku z tendencją do ograniczania tzw. badań własnych w szkołach wyższych lub działalności statutowej w br. związaną z przechodzeniem na finansowanie zadaniowe niezbędne staje się poszukiwanie dodatkowych źródeł pozyskiwania środków. Obok najcenniejszych ze względów prestiżowych projektów UE możliwe jest występowanie o środki budżetowe (np. projekty zamawiane, celowe, rozwojowe) jak i poza budżetowe pochodzące z funduszy Europejskich (np. SPO-WKP). W większości przypadków ich pozyskanie wymaga koncentracji wysiłku badawczego, gdyż takie są oczekiwania wnioskodawców. W związku z tym należy tworzyć konsorcja, sieci naukowe, klastry, platformy technologiczne ukierunkowane na określone obszary badawcze (np. monitoring, technologie dla nowych gatunków roślin uprawnych). Tworzenie takich zespołów coraz częściej jest wymuszane przez szeroki zakres projektów wymagający interdyscyplinarnych zespołów badawczych. Wiodącą rolę w tworzeniu konsorcjów i sieci naukowych powinni pełnić specjaliści z zakresu agroinżynierii. Za tym przekonaniem przemawia miejsce naszej dyscypliny funkcjonującej na styku nauk rolniczych i technicznych oraz obszar badawczy obejmujący zarówno agronomię, ogrodnictwo, ochronę roślin jak i fizykę, elektronikę, telekomunikację i informatykę [Michalek 2004a, 2004b]. Bardzo dobrze zintegrowane środowisko agroinżynierii powinno ułatwić realizację tego zadania.

Bibliografia

- Auernhammer H.** 2006. Precision crop farming. Agricultural Engineering – Yearbook 2006, VDMA Landtechnik. VDI-MEG, KTBL. s. 35-42.
- Haman J.** 2006a. Dlaczego należy uznać rolnictwo jako temat wiodący – zadania dla nauki. Inżynieria Rolnicza. Nr 11(86). s. 9-14.
- Haman J.** 2006b. Od maszynoznawstwa do bioinżynierii czyli 35-lecie Wydziału Inżynierii Produkcji AR w Lublinie. Inżynieria Rolnicza. Nr 5(80). s. 7-14.
- Hetzroni A., Shlomo Y., Shapira D., Esquira I., Fraier I., Zemach E., Ackerman Y., Edan Y.** 2006. Cellular Phones for Data Capture in Agricultural Settings. World Congress “Agricultural Engineering for a Better World”. Bonn 3-7.09.2006. s. 347-348.
- Hołownicki R.** 2007. Miejsce agroinżynierii w rozwoju produkcji ogrodniczej w Polsce. Inżynieria Rolnicza. Nr 11(2006). s. 9-14.
- Jabłońska L.** 2005. Rozwój polskiego kwaciarstwa w minionym 15-leciu. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 504. s. 21-31.
- Kondo N.** 2005. Latest Agricultural Robots and Traceability Information Based on Robotic Agriculture. Resource. 9. s. 3-4.
- Köller K., Loebl B.** 2007. Drilling and Precision Seeding. Yearbook 2006. VDMA Landtechnik. VDI-MEG, KTBL. s. 91-95.
- Michalek R., Kowalski J.** 2007. Od techniki rolniczej do agroinżynierii. Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej. Kraków. s. 214.
- Michalek R.** 2004a. Miejsce agroinżynierii w modyfikowanej strukturze nauki. Inżynieria Rolnicza. Nr 3(58). s. 7-14.
- Michalek R.** 2004b. Agroinżynierii czy agromechatronika. Inżynieria Rolnicza. Nr 3(58). s. 15-22.
- Munack A.** 2002. Agriculture and the environment: New challenges for engineers”. Paper presented at the Special Session on Agricultural Engineering and International Development in the Third Millennium. ASAE Annual International Meeting/CIGR World Congress, July 30, 2002, Chicago, IL. USA. Vol. IV. December, 2002.

- Pein C., Röhrich D., Skjodt P., McClure J.** 2006. Combining GPS- and Camera Steering- (LPS) Systems: infield applications and experiences. CIGR World Congress "Agricultural Engineering for a Better World" Bonn 3-7.09.2006. s. 331-332.
- Petermann Ch.** 2006. Food, agriculture and biotechnology In the 7th RTD Framework Programme. World Congress "Agricultural Engineering for a Better World" Bonn 3-7.09.2006.
- Ramon H., Anthonis J., Vrindts E., Delen R., Reumers J., Moshou D., Deprez K., De Baerde-maeker J., Feyaerts F., Van Gool L., De Winne R., Van den Bulcke R.** 2002. Development of a weed activated spraying machine for targeted application of herbicides. Aspects of Applied Biology No. 66. s. 147-162.
- Slaughter D.C., Giles D.K., Lamm R.D., Lee W.S.** 2000. Robotic weed control system for California row crops. Agricultural Engineering Conference, AgEng 2000-Warwick, Paper 00-PA-018.
- Stafford J.V.** 2000. Implementing Precision Agriculture in the 21st century. Journal of Agricultural Engineering Research 76. s. 267-275.

AGROENGINEERING CALLS FOR NEW CHALLENGES

Abstract. The paper is an invitation to the discussion on the future of agroengineering. The main research problems were presented with a connection to the current situation and outlook on development of Polish agriculture and industry. The main research activities should be focused on Precision Agriculture concepts, new biomaterials and production of energy from biomass. The need of link between research and practical application was emphasized. More closer relationship with industry would be very welcomed. Organizing of scientific network was proposed as a helpful tool in application for a new projects.

Key words: agricultural engineering, research experiments, traceability, Precision Agriculture

Adres do korespondencji:

Ryszard Holownicki; e-mail: ryszard.holownicki@insad.pl
Instytut Sadownictwa i Kwiaciarnictwa w Skierniewicach
ul. Pomologiczna 18
96-100 Skierniewice