

KRYSTYNA RYKACZEWSKAInstytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Jadwisinie
Zakład Agronomii Ziemiaka

Rola agronomii w rozwoju rolnictwa wielofunkcyjnego — w świetle X Kongresu Europejskiego Towarzystwa Agronomicznego

The role of agronomy in development of multi-functional agriculture — in the light of X Congress of the European Society for Agronomy

Poszukiwanie nowego modelu rolnictwa wielofunkcyjnego, rozwijającego się w sposób zrównoważony i trwały, wymaga wsparcia ze strony nauki. Nowe uwarunkowania środowiskowe, ekonomiczne i społeczne stawiają przed naukowcami kolejne wyzwania. Sprostanie tym wyzwaniom wskazuje na potrzebę działania interdyscyplinarnego, ale zintegrowanego. Istotną rolę mogą w tym spełniać międzynarodowe towarzystwa naukowe. Europejskie Towarzystwo Agronomiczne, zrzeszające naukowców wielu specjalności, było organizatorem kongresu poświęconego rolnictwu wielofunkcyjnemu, a w szczególności rolnictwu mającemu na celu pozyskiwanie nowych źródeł energii i ochronę środowiska naturalnego (10th Congress of the ESA: Multi-functional Agriculture: Agriculture as a Resource for Energy and Environmental Preservation. 15–19 September 2008, Bologna, Italy). W przedstawionych referatach i dyskusji poruszano szczegółowe problemy, spośród których najważniejszymi były: ochrona łąd i wody, w tym kontrola erozji gleb i agronomiczne sposoby ochrony ekosystemów, technologie dla ochrony bioróżnorodności, nowe wyzwania dla produkcji roślinnej, w tym produkcja żywności funkcjonalnej i nutraceutyków oraz biomasy i energii, a także wykorzystanie genomiki dla bardziej zrównoważonego rolnictwa. Szczególną uwagę zwrócono na rolnictwo w aspekcie zmieniającego się klimatu, dokonano próby oszacowania wrażliwości agrosystemów na ocieplenie. Przedstawiono modele i strategie adaptacji roślin uprawnych do warunków regionalnych.

Słowa kluczowe: agronomia, nowe wyzwania w produkcji roślinnej, ochrona środowiska, rolnictwo wielofunkcyjne, zmiany klimatyczne

The search for a new model of multi-functional agriculture, developing in a balanced and sustainable way, requires the support of science. The new environmental, economic and social conditions pose further challenges for scientists. Meeting these challenges requires interdisciplinary but integrated action. International scientific societies can play an important role in this action. The European Society for Agronomy, bringing together scientists of many specialties, was the organizer of the Congress devoted to multifunctional agriculture and in particular to new sources of energy and environmental preservation (10th Congress of the ESA: Multi-functional Agriculture: Agriculture as a Resource for Energy and Environmental Preservation. 15–19 September 2008, Bologna, Italy). In the presented papers and discussions some specific problems were addressed, among which the most

important were: the protection of land and water, including control of erosion and agronomic techniques for the protection of ecosystems, technology for the preservation of biodiversity, the new challenges for plant production, including production of functional food and nutraceuticals, bio-mass and energy, as well as the use of genomics to more sustainable agriculture. Particular attention was paid to agriculture in terms of the changing climate and an attempt was done at estimation of the sensitivity of agrosystems to warming. Models and strategies for adaptation at agricultural crops to regional conditions were presented.

Key words: agronomy, climatic changes, environmental protection, multi-functional agriculture, new challenges in crop production

WSTĘP

Industrializacja i modernizacja rolnictwa przez wiele lat była uznawana za proces postępowy i nowoczesny. Unowocześnienie zmieniło rolnictwo, przestawiło na nowe technologie, podniosło skalę ekonomicznie opłacalnej produkcji i wprowadziło nową jej organizację. Procesy wynikające z industrializacji naruszyły jednak równowagę ekologiczną. Spowodowały również wytworzenie się istotnej bariery popytu, która doprowadziła do niewydolności dochodowej rolnictwa i konieczności interwencjonizmu państwa w funkcjonowanie rynków rolnych. Wszystko to sprawia, iż istnieje potrzeba poszukiwania nowego systemu rolnictwa, dostosowanego do warunków i wymogów współczesności. Szanse na stworzenie takiego systemu daje koncepcja rolnictwa zrównoważonego i wielofunkcyjnego, które kojarzy cele produkcyjne z wymaganiami środowiskowymi, przy zachowaniu równowagi w sferze ekonomicznej, środowiskowej i społecznej oraz wartości kulturowych i etycznych (Adamowicz, 2005). Zmieniające się uwarunkowania wskazują na potrzebę poszukiwania nowego modelu rolnictwa wielofunkcyjnego i podjęcia działania interdyscyplinarnego, ale zintegrowanego. Wymaga to wsparcia ze strony nauki, w czym istotną rolę może odegrać agronomia.

Europejskie Towarzystwo Agronomiczne (European Society for Agronomy), zrzeszające naukowców wielu specjalności, było organizatorem X Kongresu, poświęconego właśnie rolnictwu wielofunkcyjnemu, a w szczególności rolnictwu mającemu na celu pozyskiwanie nowych źródeł energii i ochronę środowiska naturalnego (10th Congress of the ESA: Multi-functional Agriculture: Agriculture as a Resource for Energy and Environmental Preservation. 15–19 September 2008, Bologna, Italy). W przedstawionych referatach i dyskusji poruszano szczegółowe problemy, spośród których najważniejszymi były:

- rolnictwo w ochronie środowiska, w tym ochrona łąd i wody oraz technologie dla ochrony bioróżnorodności
- nowe wyzwania w produkcji roślinnej, w tym produkcja żywności funkcjonalnej i nutraceutyków oraz biomasy i energii, a także wykorzystanie genomiki dla bardziej zrównoważonego rolnictwa
- rolnictwo w warunkach zmieniającego się klimatu, w tym próba oszacowania wrażliwości agrosystemów na ocieplenie oraz modele i strategie adaptacji upraw rolniczych do warunków regionalnych.

W Kongresie wzięło udział 380 osób z 21 państw europejskich oraz Brazylii, Korei Południowej, Stanów Zjednoczonych i Afryki. Ogółem wygłoszono 110 referatów i przedstawiono 284 postery. W referatach kluczowych zawarto główne myśli związane z tematyką poszczególnych sesji. Poniższy tekst obejmuje przede wszystkim przegląd tematyki referatów wiodących.

PRZEGLĄD TEMATYKI KONGRESU

Rolnictwo w ochronie środowiska

W pierwszej sesji, poświęconej ochronie ładu i wody, szczególną uwagę zwrócono na degradację gleb uprawnych w wielu rolniczych regionach na świecie. Według Flury (2008), istnieje powiązanie rozwoju i upadków wielkich starożytnych cywilizacji, zarówno w Europie jak i na Bliskim Wschodzie, z rolnictwem. Przyczyniło się do nich wiele zdarzeń, takich jak wojny, epidemie chorób, zmiany klimatu, ale również zmniejszenie się produkcji rolnej na skutek degradacji gleb. Spośród głównych jej form wymieniono erozję, a jako przykład podano takie państwa jak Grecja i Włochy. Według Autora, wspomniane fakty historyczne mogą być przestrogą dla cywilizacji w czasach współczesnych. Obecnie bowiem na znacznych obszarach Ameryki, Europy oraz Azji dochodzi do niszczenia struktury gleby i degradacji jej jakości wskutek strat materii organicznej oraz erozji wodnej i wietrznej. Nasuwające się zatem pytanie to: czy jesteśmy w stanie produkować więcej żywności i produktów rolnych przeznaczonych na cele nieżywnościowe, przy zrównoważonym gospodarowaniu zasobami glebowymi z jednej strony, a z drugiej, przy wzrastającej presji człowieka na środowisko? Zdaniem Autora zmiany w systemie gospodarowania opartym na dobrej praktyce rolniczej, zachodzące w ciągu ostatnich 30 lat, przyniosły znaczący sukces.

Ochronie ekosystemów będzie sprzyjać stosowanie odpowiednich technik agronomicznych. Mingues (2008) zauważa, iż podejmowane w tym kierunku działania mają szczególnie duże znaczenie w kontekście rosnącej liczby ludności. Obecnie w skali globalnej wynosi ona około 6,7 mld i w roku 2030 wzrośnie do 8,2 mld. Areal ziemi uprawnej jest względnie stały i wynosi 1500 mln ha, a Europa (EU25) gospodaruje intensywnie na 100 mln ha. Ceny żywności wzrastają z powodu wyższych cen paliw i konkurencyjnej produkcji roślin energetycznych. Ze względu na wzrastające znaczenie biotechnologii i nasilający się problem zmian klimatycznych, Autor postawił szereg kwestii dotyczących relacji: farmer — konsument oraz farmer — ziemia uprawna. Zaznaczył jednak, iż FAO promuje rolnictwo ekologiczne, widząc w tym rozwiązanie wielu problemów występujących w skali lokalnej i globalnej.

Tereny o charakterze naturalnym lub półnaturalnym są obecnie w Europie zagrożone wskutek tworzenia wielkoobszarowych monokultur uprawowych i intensyfikacji rolnictwa. Sesja poświęcona ochronie bioróżnorodności, której zmniejszanie się zostało uznane za jedno z najpoważniejszych zagrożeń dla naszej cywilizacji, składała się z dwóch części. Pierwsza była poświęcona współdziałaniu pomiędzy warunkami naturalnymi a rolnictwem, a druga — dynamice flory i glebowego banku nasion. Referat wiodący wygłosiła Pecio (2008) z IUNG-PIB w Puławach, w którym scharakteryzowała związki

pomiędzy warunkami naturalnymi panującymi w Polsce, a produkcją roślinną. Na podstawie analizy warunków klimatycznych i glebowych, wydarzeń historycznych oraz oceny licznych wskaźników wyróżniła cztery główne regiony naszego kraju, silnie zróżnicowane pod względem potencjalnej i rzeczywistej produktywności roślin uprawnych oraz czynników środowiska i poziomu agrotechniki. Autorka oceniła, iż środowiskowy potencjał produkcji rolniczej może być określany przy pomocy indeksu jakości terenów rolniczych (Land Quality Index), bazujący na danych dotyczących jakości i wilgotności gleby, warunków agroklimatycznych oraz rzeźby terenu. W Polsce wskaźnik ten waha się od 31 do 111, a wykorzystanie potencjału plonowania zbóż wynosi od 60,3 do 78,4%. Może być zatem podwyższone przez dalsze zwiększanie intensywności produkcji. Jednym ze wskaźników stopnia intensyfikacji rolnictwa, a także przydatności naturalnych terenów do użytkowania rolniczego jest indeks bioróżnorodności. W badaniach przeprowadzonych przez Vitaly i wsp. (2008) analiza florystyczna opierała się przede wszystkim na ocenie różnorodności gatunków roślin i ich liczbie na jednostce powierzchni. Miarą oceny ekologicznego i konwencjonalnego systemu produkcji była bioróżnorodność roślin naczyniowych. Analiza wykazała znacznie bogatszą różnorodność biologiczną w gospodarstwach ekologicznych.

Zintegrowane oszacowanie systemów rolniczych w Unii Europejskiej na różnych poziomach i w zróżnicowanej skali może być wykonane przy pomocy programu SEAMLESS-IF (System for Environmental and Agricultural Modelling; Linking European Science and Society — Integrated Framework). Program ten opiera się na europejskiej bazie danych dotyczących: gleby, warunków pogody, systemów gospodarki rolnej, zarządzania, cen i ich wahań na rynku (van Ittersum i in., 2008).

Nowe wyzwania dla produkcji roślinnej

Problematyka dotycząca nowych wyzwań w produkcji roślinnej była szeroko omawiana i dyskutowana. Sesja rozpoczęła się od wygłoszenia referatu na temat żywności funkcjonalnej, wytyczającego nowe perspektywy analityczne dla badań w tym zakresie (León i in., 2008). Autorzy referatów zwrócili uwagę na potrzebę oddziaływania na jakość żywności, nie tylko w aspekcie wartości żywieniowej, ale także wartości prozdrowotnej. Istotną rolę może w tym odegrać inżynieria genetyczna, dzięki której możliwe będzie regulacja zawartości istotnych dla zdrowia ludzkiego związków, czyli zwiększenie zawartości substancji korzystnych i redukcja substancji niepożądanych. Autorzy przedstawili między innymi wyniki badań nad naturalną i genetycznie zmodyfikowaną odmianą kukurydzy. Zidentyfikowano 27 metabolitów (między innymi cholinę, argininę, histydynę, L-karnitynę, alaninę i tyrozynę). Zastosowana metoda analityczna pozwoliła na wykazanie różnic ilościowych i jakościowych w badanym materiale roślinnym i wyodrębnienie substancji mogących spełniać rolę biomarkerów w monitorowaniu kukurydzy genetycznie modyfikowanej. W kolejnych referatach zwrócono uwagę na substancje aromatyczne. Według Di Gidia i wsp. (2008) produkcja tych związków na drodze biotechnologicznej jest dobrym rozwiązaniem, pod warunkiem, iż uzyskane produkty spełniają normy wyznaczone przez EU. Jedną z takich substancji, szeroko stosowanych w przetwórstwie żywności jest wanilina, która w sposób naturalny uzyskiwana jest z *Vanilia planifolia*, ale jej produkcja pokrywa jedynie 1% zapotrze-

bowania rynku. Pozostała część jest syntetyzowana na drodze chemicznej, a uzyskany produkt nie jest substancją naturalną. Biotechnologiczne metody otrzymywania waniliny są alternatywnym sposobem uzyskiwania tej aromatycznej substancji. Inne zagadnienia badawcze przedstawiane w omawianej sesji dotyczyły produkcji szczepionek w roślinach (Lössl i in., 2008).

Idee rolnictwa wielofunkcyjnego w największym stopniu oddawał referat przedstawiony przez Alexopoulou i wsp. (2008). Dotyczył bowiem produkcji roślinnej z przeznaczeniem na żywność, pasze, włókno i paliwo. Stanowił omówienie międzynarodowego projektu badawczego 4 F Crops (Food, Fiber, Feed, Fuel), rozpoczętego w lipcu 2008 roku w ramach 7 Programu Ramowego. Głównym zadaniem projektu jest przegląd i analiza wszystkich parametrów rozwoju roślin uprawianych na cele nieżywnościowe, które mogą odegrać znaczącą rolę w systemach produkcji w krajach Unii Europejskiej (EU 27). W projekcie bierze udział 13 jednostek badawczych z ośmiu krajów, w tym dwa z Polski (Instytut Włókien Naturalnych i Bałtyckie Centrum Czystej Energii). Prace rozpoczynają się od przeglądu aktualnego użytkowania gruntów w EU 27. Będą one podstawą prognozowania przyszłości w zakresie wykorzystania powierzchni rolnej do roku 2030. Uwzględniona zostanie ocena intensywności zagospodarowania gruntów, zmiany klimatyczne, zróżnicowanie regionalne, zapotrzebowanie rynku na żywność, paszę, włókna i paliwo. Zakres badań będzie szeroki i obejmie genetykę, fizjologię, agrotechnikę, ekonomikę i dystrybucję produktów rolniczych. Uwzględniony zostanie aspekt społeczno-ekonomiczny (dochody rolników, rozwój wsi, rozwój społeczeństwa) oraz aspekt ochrony środowiska (jakość gleby, erozja gleby, jakość powietrza, zmiany klimatyczne, dostępność wody, bioróżnorodność). Efektem końcowym realizowanego projektu będą scenariusze rozwoju nieżywnościowych kierunków produkcji. Organizatorzy Kongresu, pracownicy naukowcy Uniwersytetu Rolniczego w Bolonii, będący również uczestnikami projektu 4 F Crops, umożliwili uczestnikom zwiedzanie pola doświadczalnego w Cadriano, gdzie prowadzone są doświadczenia z roślinami przeznaczonymi na cele nieżywnościowe (rys. 1).

Według Spiertza i Ewerta (2008) każdy region Europy potrzebuje jednak własnej strategii w zakresie przeznaczania powierzchni rolniczej na zróżnicowane cele. Szczególnie dotyczy to Europy wschodniej, która w krótkim czasie zasadniczo zwiększy swoją produkcję dzięki zintensyfikowaniu stosowania nowoczesnych technologii, co może szybko doprowadzić do powstania nadwyżek produkcji.

W dalszej części sesji poświęconej nowym wyzwaniom w produkcji roślinnej, szczególną uwagę zwrócono na wykorzystanie genomiki dla bardziej zrównoważonego rolnictwa oraz na problemy związane z ograniczeniami środowiskowymi w produkcji roślinnej — na stres termiczny i suszę w okresie wegetacji oraz konieczność wykorzystywania genomiki funkcjonalnej dla tworzenia nowych kreacji genetycznych. Tardieu i wsp. (2008) przedstawili wyniki badań nad kukurydzą, wykazali odmianową zmienność reakcji na stresse środowiskowe i zlokalizowali QTL-e (Quantitative Trait Locus) wrażliwości na deficyt wodny. Stwierdzili, iż uzyskane wyniki otwierają drogę do wirtualnej odmiany, która pozwoli na określenie właściwych alleli dla każdego scenariusza klimatycznego.



Rys.1. Fragment pola doświadczalnego Wydziału Rolniczego Uniwersytetu w Bolonii — w Cadriano
Fig. 1. Fragment of the experimental field of the Faculty of Agriculture of Bologna University — in Cadriano

Rolnictwo w warunkach zmieniającego się klimatu

Globalne ocieplenie, którego konsekwencją są zmiany klimatyczne, to jeden z najbardziej aktualnych problemów dzisiejszego świata. Dla rolnictwa oznacza to konieczność adaptacji do zachodzących zmian, w skali regionalnej i globalnej. W kolejnej sesji Kongresu, wyodrębniono trzy grupy zagadnień: oszacowanie wrażliwości agrosystemów i przestrzeni rolniczej na zmiany klimatu, ocena możliwości adaptacji agrosystemów do zmieniającego się klimatu i emisja gazów cieplarnianych z rolnictwa.

Ocenę spodziewanego wpływu zmian klimatu na rośliny uprawne oraz zagrożenia wystąpienia przymrozków w danym regionie, przedstawiono na przykładzie roślin sadowniczych. Sadownictwo jest bowiem tą gałęzią rolnictwa, która przy zachodzących zmianach klimatycznych może ucierpieć w największym stopniu (Chmielewski, 2008). Adaptacja plantacji roślin wieloletnich do zmieniającego się klimatu wymaga długoterminowych inwestycji i oceny ryzyka ich wprowadzania. Głównym problemem jest przesunięcie czasu kwitnienia i dojrzewania owoców w celu uniknięcia przymrozków. W związku z tym, przy pomocy programu WETTREG opracowano modele fenologiczne dla tej grupy roślin, do roku 2100. Wykorzystano też dostępne scenariusze klimatyczne. Szczególną wartością tej pracy jest ilościowa ocena wpływu zmian klimatu. Innymi roślinami, omawianymi w kolejnych referatach i dyskusji nad wpływem zmieniającego się klimatu na rolnictwo były: kukurydza (Bonamano i in., 2008; Manderscheid i in., 2008;

Ventura i in., 2008), burak cukrowy (Qi i Jaggard, 2008), pszenica (Tomei i in., 2008), ziemniak (Ahmadi S. i in., 2008), słonecznik (Kunzova i in., 2008), rośliny zielarskie (Ventrella i in., 2008) i inne (Amoros i in., 2008; Potop i in., 2008; Trimborn i in., 2008).

Olesen (2008) zwrócił uwagę na fakt, iż zmieniający się klimat może mieć różnoraki wpływ na rośliny uprawne. Może być to wpływ negatywny, ale też i pozytywny, zależnie od rośliny, aktualnego stanu gleby i klimatu, oraz od kierunku zmian. Wymusza to modyfikacje w systemach gospodarowania w rolnictwie i dostosowanie metod zarządzania zasobami wody, składnikami pokarmowymi żywnością gleby do wymagań nowych odmian uprawnych. Istnieje możliwość wyboru strategii adaptacji do warunków zmieniającego się klimatu. Należy do nich: zmiana gatunku rośliny uprawnej, zmiana czynników uprawy (odmiany, dawki nawozów, nawadniania), wprowadzenie technologii dla zachowania wilgotności gleby, zagospodarowanie wody w celu uniknięcia powodzi, erozji i wymywania składników pokarmowych w czasie deszczu oraz zróżnicowanie działalności gospodarstw, zwłaszcza połączenie produkcji roślinnej i zwierzęcej. Ponadto należy do nich dbałość o zachowanie bioróżnorodności i ochronę środowiska, oraz ograniczanie emisji gazów cieplarnianych do atmosfery.

Globalnie, rolnictwo jest głównym źródłem emisji metanu do atmosfery i co najmniej w 15% ponosi odpowiedzialność za emisję gazów cieplarnianych (Kuikman, 2008). Dwutlenek węgla emitowany jest głównie z obszarów zmienianych rolniczo, na przykład z powodu wycinania lasów lub likwidowania stałych łąk i pastwisk. Dokładne oszacowanie wpływu rolnictwa na emisję gazów cieplarnianych stwarza wiele trudności, wymaga dużej wiedzy i ciągłych badań. Projekt badawczy Unii Europejskiej PICCMAT (Policy Incentives for Climate Change Mitigation Agricultural Techniques), rozpoczęty w styczniu 2007, ma na celu wypracowanie odpowiednich praktyk rolniczych, które pozwolą na zredukowanie emisji gazów cieplarnianych do atmosfery. Jest to jeden z priorytetów UE (27), dotyczącej strategii rozwoju terenów wiejskich w latach 2007–2013.

UWAGI KOŃCOWE

Istotą rolnictwa europejskiego jest jego wielofunkcyjna natura (European Commission, Agenda 2000). Pojęcie wielofunkcyjności rolnictwa jest interpretowane na różne sposoby i odnosi się do kilku wymiarów. Dotyczy sektora rolniczego, jako działu produkcji, rolnika i gospodarstwa domowego oraz gospodarki i obszarów wiejskich. Wielofunkcyjność może być więc rozpatrywana na różnych poziomach podejmowanych decyzji, dotyczących strategii, polityki i operacyjnego zarządzania. Rozwój badań rolniczych i osadzenie ich w kontekście ekonomicznym, ekologicznym oraz społecznym wymaga interdyscyplinarnego podejścia i zintegrowanej wiedzy, której istotną częścią jest agronomia. X Kongres Europejskiego Towarzystwa Agronomicznego (ESA) był znakomitą platformą prezentowania najnowszych wyników badań w zakresie zrównoważonego i wielofunkcyjnego rozwoju rolnictwa. Wskazał nowe perspektywy dla europejskiego rolnictwa w trzecim tysiącleciu, potrzebę łączenia wysiłków i prowadzenia wspólnych badań w zakresie monitorowania i oceny wpływu zmian klimatycznych na środowisko naturalne oraz na powiązanie zmian zachodzących w rolnictwie z aspektami społecznymi.

LITERATURA

- Adamowicz M. 2005. Zrównoważony i wielofunkcyjny rozwój rolnictwa a agronomia. *Annales UMCS, Sec. E*, 2005, 60: 71 — 91.
- Ahmadi S. H., Andersen M. N., Plauborg F. 2008. Potato root growth and distribution under three soil types and full, deficit and partial root zone drying irrigations. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 631 — 632.
- Alexopoulou E., Christou M., Eleptheriadis I. 2008. 4 F CROPS. Future crops for food, feed, fibre and fuel. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 473 — 474.
- Amoros J. A., Campos J.A., Marques E., Bravo S., Rodrigues P. 2008. Climate effects on ampelometric characters of *Vitis vinifera* L. cv. Cencibel. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 633 — 634.
- Bonamano A., Borin M., Berti A., Chiaudani A. 2008. Adaptation of maize phenology to climate change in Veneto region. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 607 — 608.
- Chmielewski F. M., Blümel K., Henniges Y., Müller A. 2008. Vulnerability of fruit growers to climate change observed impacts and assessments. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 605 — 606.
- Di Gioia D., Sciubba L., Ruzzi M., Fava F. 2008. Production of vanillin from wheat bran hydrolyzates via microbiological bioconversion. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 413 — 414.
- Flury M. 2008. Soil and its importance for human civilizations. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 39 — 40.
- Van Ittersum, M. K., Ewert F., Wery J., Heckelei T., Belhouchette H., Bergez J. E., Hengsdijk H., Janssen S., Russel G., Therond O. 2008. Integrated assessment of agricultural system — a modular system for agricultural and environmental modeling (SEAMLESS-IF). *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 311 — 312.
- Kuikman P. 2008. Agriculture, climate change and mitigation — what can agriculture do? *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 831 — 832.
- Kunzova E., Gallikova M., Krempa P. 2008. The influence of climatic conditions on seed yield and oil content by sunflower. 2008. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 663 — 664.
- León C., Garcia-Cañas V., Ibáñez E., Cifuentes A. 2008. New analytical perspectives for the agronomic research in the field of functional food and nutraceuticals. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 403 — 404.
- Lössl A., Mayer F., Hassan S. W., Waheed T. M., Najafian Raazavi M., Lössl E. 2008. Production of Vaccines in Plants: Safety first! *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 421 — 422.
- Manderscheid R., Erbs M., Nozinski E., Weigel H. J. 2008. Interaction of free air carbon dioxide enrichment and controlled summer drought on soil and plant water relations and on canopy growth in a maize field. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 615 — 616.
- Minguez I. 2008. A context for agronomic techniques to Preserve Ecosystem services *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 139 — 140.
- Olesen J. E. 2008. Adaptation strategies for coping with climate change. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 729 — 730.
- Pecio A. 2008. Relationships between natural conditions and crop production. Case study for Poland. *Ital. J. Agron. 3 Suppl.*: 289 — 290.
- Potop V., Türkott L., Kožnarová V. 2008. Impact of drought as climatic extreme on agriculture in the Czech Republic. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 701 — 702.
- Qi A., Jaggard K. W. 2008. The effect of climatic drought on the sugar beet yield in England – now and in the future. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 617 — 618.
- Spiertz H., Ewert F. 2008. Resource use for food and energy crops. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 495 — 496.
- Tardieu F., Parent B., Siomonneau T., Turc O., Welckler C. 2008. Tailoring plants to environmental constraints by scaling up from molecular biology to crop physiology. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 569 — 570.
- Tomei F., Pavan V., Antolini, G., Marletto V., Villani G., Ventura F. 2008. Seasonal weather predictions and crop modeling for wheat yield forecasting in Northern Italy. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 621 — 622.
- Trimborn M., Hech C., Asch F., Brück H. 2008. Options for the management of water use in energy crop production in areas prone to summer drought. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 623 — 624.
- Ventrella D., Giglio L., Rinaldi M., Moriondo M., Bindi M. 2008. Vulnerability of some herbaceous crops to climate change in southern Italy. *Ital. J. Agron. 3, Suppl.*: 723 — 724.

- Ventura F., Salvatorelli F., Matzneller P., Gaspari N., Pisa P. 2008. Phenology of maize and temperature changes in the last 40 years. *Ital. J. Agron.* 3, Suppl.: 629 — 630.
- Vitali J., Lazzarini G., Epifani R., Vicari A. 2008. Biodiversity as a measure of differences between organic and conventional farming: a case study. *Ital. J. Agron.* 3, Suppl.: 313 — 314.