



UDK: 631.147

ČISTE TEHNOLOGIJE U AGROINDUSTRIJI I OČUVANJE ŽIVOTNE SREDINE U POLJOPRIVREDI

Snežana I. Oljača*, Marjan Dolensek**, Dušan Kovačević*, Mičo V. Oljača*

*Poljoprivredni fakultet - Beograd

soljaca@agrifaculty.bg.ac.yu dulekov@agrifaculty.bg.ac.yu omico@agrifaculty.bg.ac.yu

**Poljoprivredno-šumarski zavod, Šmihelska 14, SI-8000 Novo mesto,
Slovenija, e-mail: marjan.dolensek@gov.si

Sadržaj: U kontekstu održive poljoprivrede i ruralnog razvoja, promena klime postaje pitanje, kome se posvećuje velika briga u mnogim institucijama, naročito u oblasti poljoprivrede u zemljama u razvoju. Fenomen klimatskih promena ima suštinski uticaj na poljoprivredne sisteme i naučna zajednica ga je identifikovala kao veliki faktor rizika. Mada je ovaj sektor odgovoran za 30% globalnog zagrevanja uključujući uništavanje šuma, spaljivanje biomase i promene namene zemljišta. U ovom radu se navode tehnologije i postupci koji mogu da daju veliku korist u poljoprivredi u saglasnosti sa praksom održive poljoprivrede i ruralnog razvoja. Izvršena je analiza promena koje navedene aktivnosti omogućavaju, u smislu uvođenja tehnologija koji dovode do povećanja energetske efikasnosti i naglašena je dvostruka uloga poljoprivrede kao snabdevača energijom, a u isto vreme i potrošača energije. Posebno je naglašena uloga biomase kao izvora obnovljive energije za proizvodnju biogasa i biogoriva. Potencijal zamene ugljenika u poljoprivrednoj praksi je značajan, naročito tamo gde postoji potreba za povećanjem energetskih inputa u poljoprivredi radi povećanja produktivnosti i sigurnosti hrane.

Ključne reči: čiste tehnologije, klimatske promene, zamena ugljenika, održiva poljoprivreda, ruralni razvoj.

UVOD

Mnogobrojni problemi u životnoj sredini koji su se pojavili sa intenzivnom, industrijalizovanom poljoprivredom, u Agendi 21 (Konferencija o zaštiti životne sredine UN u Rio de Žaneiru 1992) u poglavlju 14, definisan je koncept održive poljoprivrede i ruralnog razvoja (SARD-Sustainable Agriculture Rural Development).

To je opšte prihvaćena moderna paradigma u poljoprivredi, koja dovodi do očuvanja prirodnih resursa i promoviše socio-ekonomski razvoj ruralnih područja. To se postiže uvođenjem nove politike razvoja i tehnologija, koje povećavaju prirodnu produktivnost Zemlje, kroz očuvanje lokalnih kulturnih vrednosti.

Cilj koncepta SARD je da nađe podesne alternative intenzivnoj, industrijskoj poljoprivredi koji će poboljšati ruralni način života pomoću odgovarajućih tehnologija i transfera znanja, koji će limitirati ugrožavanje vodnih, zemljišnih i bioloških resursa.

Neke od najvažnijih tehničkih tema u okviru SARD-a su:

- razvoj integralnih sistema upravljanja (organska poljoprivreda, integralna zaštita biljaka, konzervacijska poljoprivreda, agro-šumarstvo)
- širenje ruralne energetske infrastrukture zasnovane na lokalnim obnovljivim izvorima energije i primena tehnologija za povećanje energetske efikasnosti
- razvoj i širenje tehnologija koje će osigurati bolju bezbednost hrane

1. GLOBALNE KLIMATSKE PROMENE I POLJOPRIVREDA

U okviru SARD klimatske promene i njihovo ublažavanje postaju područje od velikog značaja. Fenomen promene klime ima velike posledice na poljoprivredu i naučna zajednica ga je identifikovala kao faktor velikog rizika. Prema izveštajima FAO sektor poljoprivrede je odgovoran za oko 30% globalnog zagrevanja (uključujući deforestaciju, spaljivanje biomase i promene u načinu korišćenja zemljišta). U tabeli 1 su prikazani najvažniji putevi doprinosa poljoprivrede, emisiji gasova koji izazivaju efekat staklene bašte (GHG).

Tab. 1. Doprinos procesa u poljoprivredi emisiji važnijih GHG (Guidi & Best, 2003)

Vrsta gasa GHG	Procenjen doprinos	Najvažniji način uticaja
CO ₂	21-25% od globalnog CO ₂	Fosilna goriva koja se koriste na farmama; deforestacija; promena načina obrade zemljišta
Metan	55-60% od globalnog CH ₄	Pirinčana polja; promena načina korišćenja zemljišta; spaljivanje biomase; fermentacija u crevima domaćih životinja; otpad životinjskog porekla
N ₂ O	55-60% od globalnog N ₂ O	Većinom azotna đubriva; otpad životinjskog porekla

Dvostruka uloga poljoprivrede, kao potrošača ali i snabdevača energijom, sve više postaje aktuelna u kontekstu sprečavanja globalnih promena klime. To se može iskoristiti kao šansa da ovaj sektor postane umesto velikog potrošača, značajan izvor čiste, obnovljive energije, naročito kroz biomasu žetvenih ostataka i gajenje useva za dobijanje energije. Smanjenje emisije ugljenika se može postići zamenom vrste goriva (pre svega fosilnih), koja se koriste u poljoprivrednoj proizvodnji. Usavršena poljoprivredna praksa ili nove tehnologije prerade mogu postići ovaj cilj, efikasnijim korišćenjem energije ili korišćenjem obnovljivih izvora energije.

2. KONZERVACIJSKA POLJOPRIVREDA I KLIMATSKE PROMENE

Cilj konzervacijske poljoprivrede je da koristi prirodne resurse na efikasniji način preko integralnog upravljanja zemljišnim, vodnim i biološkim resursima (Kovačević et al., 2000).

To je kombinacija različitih tehnika, kojima se održava stalna pokrivenost zemljišta i drastično smanjuje obrada (no-till, konzervacijska obrada), uvodi direktna setva/sadnja, plodored, kombinovan sa smanjenjem upotrebe ago-hemikalija i mehaničkih intervencija na polju (Kovačević et al., 1997; Oljača et al. 2001a). Kao rezultat ovakvog pristupa javlja se evidentno poboljšanje stanja lokalne životne sredine (manja erozija zemljišta, očuvanje prirodnih resursa), globalne koristi po životnu sredinu (smanjena upotreba fosilnih goriva), kao i ekonomske koristi kroz uštedu sredstava. Najvažniji značaj konzervacijske poljoprivrede za politiku sprečavanja klimatskih promena je da ona predstavlja realnu alternativu mehanizovanoj poljoprivredi i dovodi do substitucije ugljenika redukovanjem upotrebe fosilnih goriva po jedinici prinosa. Ovakav način proizvodnje zahteva više znanja i veština u okviru menadžmenta proizvodnje i zahteva uvođenje novih tehnologija, koje su bitno drugačije od postojećih široko prihvaćenih. Mada je konzervacijska poljoprivreda zasnovana na smanjenom angažovanju kapitala od industrijske poljoprivrede, potrebni su finansijski potencijali pre svega za širenje znanja, naročito u smislu izgradnje kapaciteta, transfera znanja i tehničke obuke farmera.

3. ORGANSKA POLJOPRIVREDA I SMANJENJE EMISIJE UGLJENIKA

Organska poljoprivreda ima za cilj da razvije holistički pristup u proizvodnji kroz ekološko upravljanje ekosistemom, pre nego korišćenje spoljašnjih agro-inputa (Oljača, 2003). U radnom ciklusu eliminišu se sintetički inputi (mineralna đubriva i pesticidi, veterinarski lekovi, genetički modifikovani organizmi, konzervansi itd.) i umesto njih koriste se različite ekološki prihvatljive procedure specifične za svako područje. Organska proizvodnja kombinuje tradicionalna lokalna znanja sa najsavremenijim metodama nauke koristeći, što je više moguće, biološke i mehaničke metode u gajenju useva (Oljača, 2001). Ovaj vid proizvodnje u svetu, u poslednje vreme, intenzivno dobija na značaju i predstavlja nove izazove. Potrebna su znanja i informacije o potencijalu svake zemlje za uvođenje ovakve proizvodnje i njenom doprinosu kvalitetu životne sredine, stvaranju prihoda i sigurnosti hrane. Donošenje odluka o podršci u širenju organske proizvodnje ne donosi lokalnim vlastima podršku održivoj poljoprivredi, već takođe doprinosi i smanjenju uticaja poljoprivrede na globalne klimatske promene. Metode organske poljoprivrede dovode do smanjenja negativnog uticaja na životnu sredinu kroz izostavljanje upotrebe pesticida, koji su veliki potrošači energije i očuvanje energije, kroz bolje upravljanje zemljištem i vodom za navodnjavanje.

4. AGRO-ŠUMARSTVO

Poljoprivredno-šumarski sistemi su oni u kojima se drvenaste vrste gaje zajedno sa usevima i/ili životinjama (Nair, 1982). Time se postiže kompleksnost agroekosistema i tako povećava njegova multifunkcionalnost. Višestruka je uloga drveća u ovakvim sistemima, ono obezbeđuje u zavisnosti od vrste: hranu za ljude, hranu za životinje, drvo kao građevinski materijal ili kao gorivo, zasenu, zaštitu od vetra i erozije svih vrsta, očuvanje plodnosti zemljišta (Altieri, 1995). Postoje mnogobrojne varijante u praksi koje spadaju u poljoprivredno-šumarske agroekosisteme: agrosilvikultura, gde se drveće kombinuje sa ratarskim usevima; u silvopastoralnim sistemima, drveće se kombinuje sa stočarskom proizvodnjom, a u agrosilvopastoralnim sistemima, farmer koristi složeni kompleks drveća, ratarskih useva i životinja. Svi ovi sistemi su dobar primer za

korišćenje prednosti diverziteta i sukcesionog razvoja za proizvodnju hrane i drugih proizvoda sa farmi. Poljoprivredno-šumarski sistemi su uglavnom zastupljeni u tropskim oblastima, gde imaju dugu tradiciju, dok su kod nas potpuno zanemareni. Ostali su u zabačenim i marginalnim krajevima, gde se vrši napasanje stoke u starim ekstenzivnim voćnjacima, ili ekstenzivni sistem gajenja svinja u hrastovim šumama Srema, koji sve više postaje aktuelan. Potrebna je široka akcija popularisanja ovih agroekosistema, naročito na slabo produktivnim zemljištima i prirodnim šumama, jer je to način da se poveća i prihod stanovništva u siromašnim delovima naše zemlje.

5. POLJOPRIVREDA I SNABDEVANJE ENERGIJOM

Kao što je napomenuto, poljoprivreda je i veliki potrošač, ali i snabdevač energijom. Velika je šansa i izazov za povećanjem energetske efikasnosti u ruralnim oblastima. Postoji nekoliko načina da se postigne ovaj cilj i da se smanje emisije GHG iz poljoprivrede. Korišćenje bioenergije je jedan od zanimljivih načina da se sektor poljoprivrede iskoristi kao veliki izvor obnovljive energije. Poznato je da se u poljoprivredi generišu velike količine biomase i drugih bioprodukata koji se tretiraju kao otpad. Veoma je važno znati kako da se efikasno koriste ovi ostaci, naročito ako su troškovi sakupljanja i transporta veoma visoki. Fokusravajući se na lokalne potrebe za energijom, tehnologija briketiranja je održiva alternativa postojećoj praksi. Druga mogućnost je korišćenje raspoložive biomase za proizvodnju toplotne ili električne energije, koja bi se distribuirala daljim potrošačima. Time bi se smanjila upotreba fosilnih goriva koja su sada glavni izvori energije i na lokalnom nivou.

Agroekosistemi mogu biti izvor energije i preko životinjskih i ljudskih ostataka za proizvodnju metana (biogas). Ova proizvodnja je veoma pogodna za gazdinstva sa stalnim izvorom animalnog otpada i može da zadovolji sve potrebe za energijom na gazdinstvu. Najatraktivnije rešenje ovakvog načina proizvodnje obnovljive energije je kombinovanje proizvodnje energije sa proizvodnjom drugih neophodnih inputa na farmi, kao što su organska đubriva ili stočna hrana. U poslednje vreme sve se više govori i o proizvodnji »energetskih useva« čiji će prinos ili biomasa biti iskorišćeni za dobijanje energije, preko proizvodnje biodizela ili etanola. To su, takođe energetski izvori budućnosti i postaje aktuelno pitanje, koliko je obradivog zemljišta potrebno za proizvodnju energije. Da bi ilustrovali kompleksnost tog pitanja, potrebno je skrenuti pažnju i na druge probleme, kao što su: potrebe za istraživanjima u oblasti oplemenjivanja useva za gajenje u ove svrhe, produktivnost energetskih useva, efikasnost konverzije energije u tehnologijama proizvodnje biogoriva, postojeću strukturu cena za zamenu fosilnih goriva. Neke analize potvrđuju da se ova pitanja mogu rešiti i pokazuju da se gajenjem specifičnih vrsta biljaka (šećerna trska, uljarice, sirak) mogu postići zadovoljavajući rezultati. To pokazuje i sve veće širenje i izgradnja preradnih kapaciteta za proizvodnju biogoriva u svetu, a u poslednje vreme i u našoj zemlji.

Energetski usevi. Potencijalna upotreba energetskih useva u cilju smanjenja emisije GHG gasova je veoma komplikovana i nejasna. Uopšte govoreći, potencijal zamene ugljenika u gajenju energetskih useva zavisi od samog mesta i načina gajenja. Ako bi se ovi usevi gajili po metodama održive poljoprivrede, odnos dobijene i potrošene energije kod jednogodišnjih i višegodišnjih useva je pozitivan. Taj odnos bi varirao od nešto većeg od 1:1 do 20:1 zavisno do sistema (Guidi & Best, 2003). Količina emitovanog CO₂ pri korišćenju mehanizacije za njihovo gajenje, žetvu i preradu u biogorivo je u potpunosti uračunat u ove relacije. Najperspektivnije vrste useva ovu namenu su šećerna

trska, trave, sirak i uljarice. Gajenje **šećerne trske**, pored dobijenog šećera, ostavlja i značajne količine žetvenih ostataka (pulpa) pogodnih za dobijanje energije. Ovo rešenje u korišćenju obnovljive energije biomase daje jasnu perspektivu toliko da su neke zemlje uvele podsticajne mere za gajenje ovog useva. Pulpa dobijena posle ekstrahovanja šećera je takođe interesantna za dobijanje bioetanola. To je slučaj u Brazilu gde je uveden nacionalni program za proizvodnju etanola iz šećerne trske još 1975. godine. Mešavina ovako dobijenog etanola se meša sa benzinom (22% etanola) kao zamena za čist benzin za korišćenje u automobilima. Ovaj program jasno pokazuje da je i tehnički i politički izvodljivo planirati proizvodnju biogoriva i da pri tome to bude ekonomski isplativo, s obzirom na stalan rast cena nafte. Proizvodnja etanola u Brazilu je rasla po stopi od 25% godišnje od 1979-1989. Do 1986 preko 90% novih automobila prodatih u Brazilu je koristilo etanol. Sa socio-ekonomskog stanovišta ovaj program može biti pozitivno ocenjen jer je doprineo smanjenju migracija ljudi iz ruralnih sredina u urbane, jer je doprineo otvaranju 700.000 novih radnih mesta sa malim troškovima investiranja (FAO 2000). Dodatno je razvijena i usavršena tehnologija proizvodnje šećerne trske, šećera, i etanola zajedno sa pratećim tehnologijama destilacije i povećanom prodajom električne energije za industriju. Posmatrajući korist u oblasti životne sredine kvalitet vazduha Brazilskih gradova se poboljšao. Na globalnom nivou, neke procene globalnog ciklusa ugljenika pokazuju da je u 1996 doprinos smanjenju neto emisije CO₂ godišnje bio 89,9 mil. t ili 18% od ukupne emisije CO₂ iz fosilnih goriva u Brazilu.

Gajenje **prorodnih travnjaka** daje, takođe, pozitivne efekte na životnu sredinu. Kao deo održivog sistema rotacije useva (plodoreda) gajenje trava smanjuje gubitak zemljišta i potrebe za vodom. Uloga višegodišnjih trava u stabilizaciji strukture zemljišta pomaže u očuvanju njegove plodnosti. Na taj način trave omogućavaju očuvanje ugljenika u zemljištu i sprečavaju njegovu emisiju u vazduh. Trave se mogu gajiti kao energetske usevi, ili kao biomasa za spaljivanje ili kao sirovina za dobijanje bioetanola. Naročito je važno odabrati one vrste koje imaju male zahteve za inputima (mineralnim đubrivima), one koje daju veći nivo neto energije i imaju širi areal gajenja.

Sirak je usev koji postaje veoma interesantan u ruralnim oblastima zemalja u razvoju, zbog njegovog visokog energetskeg potencijala. On je, takođe, dobra sirovina za dobijanje bioetanola, kao i neke druge vrste žita. Za proizvodnju biodizela su, sa druge strane, najpogodnije **uljane kulture**, od višegodišnjih (uljana palma, kokosova palma) do jednogodišnjih (suncokret, soja, uljana repica, kikiriki). Mnoge od njih mogu biti iskorišćene za proizvodnju visoko kvalitetnog biodizela i ponuditi pozitivan energetske bilans i CO₂ neutralnu alternativu za fosilna goriva.

Prema iskustvima FAO u primeni energije biomase i njihovih aktivnosti sprovedenih u mnogim zemljama širom sveta, efekti su veoma pozitivni posmatrano sa raznih aspekata. U mnogim zemljama (Brazil, Indija, Tajland) su veoma uspešno sprovedeni različiti programi zamene dela fosilnih goriva, obnovljivim oblicima energije, naročito biomasom. Većina tih zemalja je prihvatila te programe kao nacionalne i pružila punu podršku u vidu različitih mera, kao što su subvencije u proizvodnji energetske useva ili merama poreske politike. U tab. 2 se mogu videti efekti koje daje primena biomase kao izvora energije na različite aspekte ljudskih aktivnosti, ako što su ekonomija, socijalni aspekt i sl. Postoje veliki potencijali za privlačenje investicija u ovaj sektor, koji prepoznaju naročito strani investitori. U našoj zemlji on je rezultirao, trenutno najvećom stranom investicijom u zemlji, fabrikom bioetanola u Zrenjaninu.

Tab. 2. Procena sporednih efekata primene energije biomase (iskustva FAO), FAO 2000.

Sektor poljoprivrede	Žetveni ostaci	Biogas	Energetski usevi
Glavi kanali zamene ugljenika	Zamena za fosilna goriva i usavršena efikasnost konverzije energije	Zamena za fosilna goriva i drvo; Zamena veštačkih đubriva (integracija biogasa i farmских sistema)	Zamena za fosilna goriva
Ekonomska održivost	Ušteda goriva; Efikasnije energetske usluge; Dodatni prihod od prodaje električne energije	Ušteda goriva; Efikasnije energetske usluge	Konkurentnost tečnih bio-goriva zavisi od fluktuacije cene nafte na svetskom tržištu i subvencija države
Ekološka održivost	Smanjenje emisije CO ₂ kroz zamenu fosilnih goriva drugim vrstama goriva i energetska efikasnost	Smanjenje emisije CO ₂ kroz zamenu fosilnih goriva drugim vrstama goriva, zamena veštačkih đubriva i energetska efikasnost	Smanjenje emisije CO ₂ kroz zamenu fosilnih goriva drugim vrstama goriva
Socijalni aspekt / poboljšanje kvaliteta života	Poboljšanje seoske ekonomiju i dobrobiti	Ušteda radne snage; promocija metoda organske poljoprivrede	Povećanje udela radne snage u sistemima gajenja energetskih useva
Potencijal za investiranje privatnog sektora	Prisutan	Prisutan (Kina, Indija itd.)	Prisutan (Brazil, zemlje Afrike)

6. ZAKLJUČAK

U prethodnom tekstu je ukazano na raznovrsne mogućnosti upotrebe obnovljivih izvora energije u i iz poljoprivrede. Veliki potencijal ima biomasa kao delimična zamena za fosilna goriva i kao potencijal zamene emisije ugljen-dioksida u okviru SARD koncepta. Navedeni potencijal treba razmotriti na nivou širokog spektra zainteresovanih strana, kao što su državne institucije (vlada), razvojne institucije, univerziteti, NVO i drugi. Zavisno od vrste čistih tehnologija koje bi se uvodile, različite zainteresovane strane bi bile motivisane da se uključe u te aktivnosti sa aspekta održivosti, ekonomske efikasnosti, sertifikovanog smanjenja emisije GHG po jedinici potrošnje (javni sektor) ili po jedinici investicija (privatni sektor).

LITERATURA

- [1] Altieri, M.A. (1995): Agroecology: the science of sustainable agriculture. Westview Press, Boulder, 321 pp.
- [2] Dänzer, D. (2006): Vom Landwirt zum Energiewirt. Energietechnik, oktober 2006: 3.
- [3] Guidi, D., Best, G. (2003): The clean development mechanism. Implications for energy and sustainable agriculture and rural development projects. FAO, Rome: 44 pp.
- [4] Guidi, D., Best, G. (2003). The clean development mechanism. Implications for energy and sustainable agriculture and rural development projects. FAO, Rome: 44pp.
- [5] FAO (2000): The energy and agriculture nexus. Environmental and natural resources working paper No. 4 Rome.

- [6] Kovačević, D., Oljača, S., Oljača, M., Bročić, Z., Ružičić, L., Vesković, M., Jovanović, Ž. (1997): Savremeni sistemi zemljoradnje: korišćenje i mogućnosti za očuvanje zemljišta u konceptu održive poljoprivrede. Zbornik radova, IX Kongres JDPZ. Uređenje, korišćenje i očuvanje zemljišta, Novi Sad, 101-113.
- [7] Kovačević, D., Oljača, S., Momirović, N., Vesković, M., Jovanović, Ž., Milošev, D. (1999): Agrotehničke mere u sistemu biljne proizvodnje zasnovane na konceptu održive poljoprivrede. Zbornik radova, Eko-konferencija: Zaštita životne sredine gradova i prigradskih naselja, Knjiga I, Novi Sad, 519-523.
- [8] Kovačević, D., Oljača, S., Bročić, Z., Cvetković, R., Oljača, M., Ružičić, L. (2000): Sistemi zemljoradnje zasnovani na ekološkim osnovama. Poljoprivredna tehnika, 1-2, 31-47.
- [9] Nair, P.K.R. (1982): Soil Productivity Aspects of Agroforestry. ICRAF, Nairobi, 145 pp.
- [10] Oljača, S. (2001): Agroecology: principles and strategies for designing sustainable farming systems. Information & Technology Transfer on Renewable Energy Sources for Sustainable Agriculture, Food Chain and HFA. 5th International Education and Training Workshop, Belgrade.
- [11] Oljača, S., Kovačević, D., Dolijanović, Ž. (2001a): Low-external farming system-strategy for environmental protection. Tematski zbornik, First International Conference on Environmental Recovery of Yugoslavia (ENRY 2001), Beograd, 687-690.
- [12] Oljača, S., Kovačević, D., Cvetković, R., Vrbničanin, S. (2001b): Status and changes of agroecosystems in modern agriculture. Book of Abstracts, 1st International Symposium "Food in 21st century", Subotica, 152-153.
- [13] Oljača, S. (2003): Organska poljoprivreda i zaštita životne sredine. Zbornik radova sa Simpozijuma "Ekologija i proizvodnja zdravstveno bezbedne hrane u Braničevskom okrugu", Požarevac, 355-364.

CLEAN TECHNOLOGIES IN AGROINDUSTRY, AND ENVIRONMENTAL PROTECTION IN AGRICULTURE

Snežana I. Oljača*, Marjan Dolensek**, Dušan Kovačević*, Mičo V. Oljača*

*Faculty of Agriculture - Belgrade

soljaca@agrifaculty.bg.ac.yu dulekov@agrifaculty.bg.ac.yu omico@agrifaculty.bg.ac.yu

**Poljoprivredno-šumarski zavod, Šmihelska 14, SI-8000 Novo mesto,

Slovenija, e-mail: marjan.dolensek@gov.si

Abstract: Within the context of SARD (Sustainable Agriculture Rural Development) climate change intervention has become an area of growing concern for many institutions, especially as there are clear implications to the agricultural sector growth in the developing world. Climate change phenomena can have a substantial impact on agricultural systems and the scientific community has identified large risk factors. Yet, this sector is responsible for 30% of global warming, including deforestation, biomass burning and land use change. This paper highlights technologies and activities in agriculture that could potentially complement and give benefit from their implementation with regards to SARD practices. The paper analyses the changes that SARD activities have initiated in energy efficient agricultural practices and highlights the dual role of sustainable agriculture as both energy supplier and energy consumer. Particular stress is on biomass use as a renewable energy source for producing of biogas and biofuel. The carbon substitution potential in agricultural practices is significant especially as there is generalized need to increase overall agricultural energy inputs to enhance food security and improve productivity.

Key words: clean technologies, climate change, carbon substitution, sustainable agriculture, rural development.