

Figura 10.88. Produse obţinute prin piroliza bagasei de sorg zaharat
a) Bagasă de sorg zaharat; b) Bio-ulei; c) Biochar
(Naik şi alţii, 2017)

Potrivit lui *Piskorz și alții (1998)*, atât sorgul zaharat întreg, cât și bagasa de sorg zaharat sunt materii prime adecvate pentru producerea lichidelor organice prin piroliză rapidă. Cu toate acestea, din bagasă se obțin randamente mai bune și un lichid de calitate mai bună (pentru combustibil). La piroliza bagasei de sorg zaharat, producția de biochar scade cu creșterea temperaturii în reactor, datorită degradării hemicelulozei, celulozei și ligninei. Randamentul uleiului de piroliză crește odată cu creșterea temperaturii, datorită degradării celulozei și scade datorită formării de gaze necondensabile / substanțe volatile cuprinzând în principal CO, H_2, CO_2, CH_4 și N_2 (*Naik și alții, 2017*).

Dintre tehnologiile termochimice dominante, gazeificarea este considerată cea mai rentabilă și eficientă pentru conversia biomasei lignocelulozice în bioenergie (*De Lasa și alții, 2011*). Tehnologia gazeificării este cunoscută de peste 100 de ani.

Gazeificarea este un proces de transformare termochimică a biomasei solide sau lichide la temperaturi ridicate și de multe ori la presiuni înalte, într-un amestec de monoxid de carbon, hidrogen, dioxid de carbon, metan, gudron, vapori de apă, hidrogen sulfurat și alte urme ale altor specii ale căror fracții sunt determinate de variabile operaționale, cum ar fi caracteristicile materiei prime, mediile de gazeificare (abur, aer, O_2, CO_2), temperatura și presiunea din interiorul gazeificatorului și catalizatorii (dacă sunt folosiți) (*Sikarwar și alții, 2017*). Prin gazeificare se obțin produse intermediare (bio-ulei) și produse finale (gaz sintetic sau singaz), care au potențial de transformare în biocombustibili (*Atsonios și alții, 2015*).



ei de sorg zaharat
Biochar

ul zaharat întreg, cât
ne adecvate pentru
ă. Cu toate acestea,
lichid de calitate mai
de sorg zaharat,
peraturii în reactor,
gninei. Randamentul
emperaturii, datorită
gaze necondensabile
H_2, CO_2, CH_4 și N_2

te, gazeificarea este
conversia biomasei
2011). Tehnologia

nare termochimică a
ate și de multe ori la
le carbon, hidrogen,
, hidrogen sulfurat și
erminate de variabile
ei prime, mediile de
resiunea din interiorul
ăți) (*Sikarwar și alții,*
rmediare (bio-ulei) și
are au potențial de
2015).

Singzul obținut din biomasă conține mulți contaminanți, cum ar fi gudronele, particule, alcalii, azot, sulf, halogenuri și urme ale altor elemente, iar din acest motiv poate fi supus unor procese de epurare înainte de a fi ars sau folosit în reactoarele catalitice pentru generarea de căldură sau energie. De asemenea, singazul poate fi folosit pentru obținerea metanolului și a amoniacului.

Utilizarea aerului ca mediu de gazeificare diluează singazul cu azot, ceea ce duce la creșterea costurilor de procesare ulterioară și la o putere calorică mica (4–6 MJ/m^3). Utilizarea oxigenului evită acest lucru, dar este costisitoare, astfel încât poate fi folosit și aer îmbogățit cu oxigen. Folosirea aburului ca mediu de gazeificare produce un singaz bogat în H_2, care poate fi utilizat ca materie primă pentru a produce mai mulți biocombustibili prin sinteza chimică catalitică.

Arderea combustibililor gazoși are în mod inerent o eficiență mai mare decât cea a materiilor solide. Acest lucru se datorează faptului că oxidarea materiilor solide într-un mediu precum oxigenul / aerul se întâmplă treptat, de la suprafața exterioară a acestor materii solide către straturile interioare (proces eterogen), în timp ce singazul poate fi ars la o rată de transfer de masă foarte mare (proces omogen).

Tabel 10.5

Comparație între gazeificarea și arderea directă a biomasei
(Mai și Nguyen, 2020)

	Gazeificare biomasă	**Ardere directă biomasă**
Materii prime	Biomasa cu densitate energetică redusă, în stare umedă este fezabilă	Biomasa trebuie să aibă umiditate optimă și să fie relativ inflamabilă
Flacăra obținută	Dacă singazul este purificat, flacăra nu va conține fum, praf și gaze toxice	Produce fum, praf, cenușă zburătoare
Impact asupra suprafeței schimbătorului de căldură	Redus	Durata de viață a schimbătorului este redusă din cauza fumului de silice, a aerosolilor prăfoși și a gazelor corozive
Aplicabilitate în motoarele cu combustie internă	Da	Nu
Designul echipamentelor	Complex	Simplu
Receptorul de căldură	Mobil	Fixat pe arzător
Produse secundare	Cărbune, cenușă (solidă), gudroane, bio-ulei, oțet de lemn (lichid)	Cenușă

Gazeificarea este un proces de ardere indirectă a biomasei solide și lichide, sau o alternativă la arderea tradițională, prin are emisiile de praf și de gaze toxice pot fi reduse la minimum. În tabelul 10.5 sunt prezentate diferențele dintre gazeificarea biomasei și arderea directă a acesteia.

Categoriile de biomasă folosite ca materii prime în gazeificatoare includ biomasa lemnoasă, biomasa agricolă și ierboasă, alge, deșeuri umane și animale, deșeuri municipale solide, deșeuri de biomasă industriale și contaminate.

Umiditatea biomasei este un parametru extrem de important în gazeificare, deoarece pentru evaporarea unui kg de umiditate sunt necesari 2260 kJ de energie nerecuperabilă. Dimensiunea particulelor influențează alegerea sistemului de gazeificare și variază între 0,15÷51 mm pentru gazeificatoarele convenționale. De obicei, deșeurile agricole și bagasa sub formă liberă sau de pudră se folosesc ca materii prime după pulverizare, oeprație care are avantajul că reduce densitatea biomasei până la 200 kg/m^3, însă este costisitoare și consumatoare de energie. Biomasa lemnoasă cu conținut mic de cenușă (< 2 %) este adecvată pentru gazeificatoarele cu pat fix. Pe de altă parte, la gazeificarea biomasei cu conținut mare de cenușă, precum biomasa ierboasă și nămolul contaminat, apar probleme legate de aglomerarea cenușii care duce la o eficiență energetică redusă. Din acest motiv se recomandă ca gazeificatoarele să funcționeze fie sub temperatura de curgere a cenușii pentru a reduce zgurificarea, fie la temperature superioare punctului de topire. În general, temperaturile optime pentru gazeificare sunt de 750÷800 °C pentru deșeuri agricole, 800–900 °C pentru deșeuri derivate din combustibili, 850÷950 °C pentru deșeuri lemnoase și peste 1000 °C pentru cărbune.

Utilizarea tulpinilor de sorg, deși acestea au densitate mică, poate da rezultate bune în instalații de gazeificare cu pat fix pentru generarea căldurii de uz industrial. Biomasa de sorg dulce este un substrat ideal pentru producerea prin gazeificare a gazelor combustibile precum hidrogenul (*Hu și alții, 2017*).

Dacă bagasa de sorg zaharat are o calitate slabă (umiditate mare, conținut mare de fibre și densitate mică), procesul de gazeificare va fi perturbat, iar în cele din urmă, vor scădea randamentul și calitatea

singazului. Din a
folosească bagasa

Calitatea ba
pretratare, mai ex
încălzirea lentă a b
atmosferică timp de
gazeificator. Torefa
fiind efectuată într-
200-300 °C. Prin
distrusă, iar conținu
reacții de deshidr
energetică, puterea

Prin torefacț
de 30 minute, con
poate reduce de
poate reduce umidi

Indiferent de
etapelor de uscare
combustibilul din fa
separat în gazeific
lungul procesului.

De obicei, u
însă în gazeificato
în reactor, iar vapo
reducere. Uscarea
chimice, iar speciil
Gazeificarea carb
căldura necesară
exotermă sau poat

Reactivitate
produse și puterea
biomasei supuse g

Potrivit lui W
4÷7 MJ/m^3 dacă se
cu o putere calorică
dacă se folosesc ca

singazului. Din aceste considerente se recomandă să nu se folosească bagasa direct în gazeificatoare cu pat fluidizat.

Calitatea bagasei de sorg zaharat poate fi îmbunătățită prin pretratare, mai exact prin torefacție, un proces care constă în încălzirea lentă a biomasei în condiții umede sau uscate la presiune atmosferică timp de o oră înainte de a fi utilizată ca materie primă în gazeificator. Torefacția se mai numește și piroliză lentă sau ușoară, fiind efectuată într-o atmosferă inertă și la temperaturi cuprinse între 200-300 °C. Prin torefacție, structura fibroasă a biomasei este distrusă, iar conținutul său de umiditate și oxigen este îndepărtat prin reacții de deshidratare și carboxilare, dublând astfel densitatea energetică, puterea calorică și conținutul procentual de carbon.

Prin torefacția la temperatura de 250 °C și la un timp de retenție de 30 minute, conținutul initial de umiditate al sorgului energetic se poate reduce de la 7,83 % la 2,05 %, iar pentru sorgul zaharat se poate reduce umiditatea de la, 9,29 % la 5,51 % (*Yue și alții,* 2017).

Indiferent de tipul de gazeificator, biomasa trebuie să fie supusă etapelor de uscare, piroliză, oxidare și reducere, pentru a transforma combustibilul din faza solidă în faza gazoasă. Aceste etape nu apar separat în gazeificator, iar reacțiile lor nu pot fi ușor distinse de-a lungul procesului.

De obicei, uscarea biomasei are loc în exteriorul reactorului, însă în gazeificatoarele moderne uscarea are loc cu mare viteza chiar în reactor, iar vaporii de apă produși sunt folosiți ulterior în etapa de reducere. Uscarea materiilor prime are loc până la 120°C, fără reacții chimice, iar speciile volatile sunt generate la temperaturi sub 500°C. Gazeificarea carbonului poate începe la aproximativ 350°C, iar căldura necesară poate fi produsă intrinsec prin reacții de ardere exotermă sau poate fi furnizată din surse exterioare.

Reactivitatea, cinetica descompunerii termice, compoziția gazelor produse și puterea calorică a singazului sunt influențate de caracteristicile biomasei supuse gazeificării.

Potrivit lui *Wei și alții (2020)*, puterea calorică a singazului este de 4÷7 MJ/m^3 dacă se utilizează aerul ca agent de gazeificare, iar singazul cu o putere calorică mai mare, de până la 10÷18 MJ/m^3, poate fi obținut dacă se folosesc ca agenți de gazeificare oxigenul pur sau vaporii de apă.

Progresele în tehnologia gazeificării și utilizarea singazului pentru a genera energie termică și electrică au permis intregrarea acestui proces cu mai multe procese industriale pentru a produce materii prime chimice și a genera energie. În plus, acest progres a permis ca eficiența chimică a gazeificării să depășească 70 % și eficiența electrică să depășească 40 % în gazeificarea la presiune înaltă combinată cu producția de energie a pilelor de combustie (*De Lasa și alții, 2011*).

Alegerea unui sistem de gazeificare depinde de caracteristicile biomasei folosită ca materie primă, precum umiditatea, dimensiunile sau densitatea particulelor, conținutul anorganic (cenușa) și toxicitatea. În plus, se ia în considerare și cantitatea de biomasă care trebuie procesată. De exemplu, gazeificatoarele cu pat fix sunt potrivite pentru a procesa cantități mici de biomasă, iar gazeificatoarele cu pat fluidizat și gazeificatoarele antrenat sunt adecvate pentru cantități medii și mari de biomasă.

Fiecare sistem de gazeificare are avantajele și dezavantajele sale și, prin urmare, materiile prime adecvate pentru un anumit tip de gazeificator trebuie să asigure producerea unui singaz de înaltă calitate, funcționarea eficientă din punct de vedere al costurilor și impactul minim asupra mediului (*Sikarwar și alții, 2017*). În tabelul 10.6 sunt prezentate caracteristicile principale ale unor categorii de gazeificatoare.

Tabel 10.6

Principalele caracteristici ale gazeificatoarelor
(Zhang și alții, 2019)

Tip de gazeificator	Caracteristici
Pat fix	Capacitate mică (0,01÷10 MW). Adecvat pentru particule mari și grosiere de biomasă. Temperatură scăzută a singazului (450°÷650°C). Conținut ridicat de particule în singaz. Consum ridicat de agent de gazeificare. Cenușa este îndepărtată ca zgură sau uscată. Poate produce un conținut ridicat de gudroane (0,01÷150 g/Nm^3).
Pat fluidizat	Capacitate medie (1÷100 MW). Tehnologie avansată. Distribuție uniformă a temperaturii. Contact mai bun gaz-solid. Temperatură de funcționare ridicată (1000÷1200°C). Conținut scăzut de particule în fluxul de gaz. Potrivit pentru materii prime cu temperatură scăzută de fuziune a cenușii. Cenușa este îndepărtată ca zgură sau uscată.
Pat antrenat	Capacitate mare (60÷1000 MW). Adecvat pentru biomasă cu granulație fină (0,1÷0,4 mm). Temperaturi de funcționare foarte ridicate (1200°C). Nu este potrivit pentru biomasă cu conținut ridicat de cenușă. Necesar foarte mare de oxigen. Timp scurt de retenție. Cenușa este îndepărtată ca zgură. Produce cantități neglijabile de gudroane.

În centrala de gazeificare (fig.10.89) se poate folosi ca materie primă sorgul zaharat, care trebuie să aibă umiditatea de 15% și să fie mărunțit astfel încât particulele să aibă dimensiuni mai mici de 4 cm. Sorgul zaharat este alimentat continuu în gazeificator de către un alimentator situat în zona inferioară a acestuia. Sub efectul materialului fierbinte care formează patul, particulele de sorg zaharat intră în contact cu aerul de pe fundul gazeificatorului. În urma reacțiilor de piroliză și gazeificare, care au loc concomitent, sorgul este transformat în gaz combustibil format din CO, H_2, CH_4, gudron și praf. Energia calorică a gazului combustibil este de 1000-1200 kcal/Nm^3. Pentru purificarea gazului, mai exact pentru îndepărtarea cenușii, se folosește un ciclon în două trepte.



Figura 10.89. Centrală de gazeificare a biomasei, de 5 MW
(https://suzhoucmt.en.made-in-china.com/)

În figura 10.90 este prezentat un sistem de încălzire care funcționează pe principiul gazeificării biomasei și care este adecvat și pentru gazeificarea bagasei de sorg zaharat. Combustia parțială are loc atunci când în reactor se introduce controlat o cantitate suficientă de aer (oxigen) pentru arderea biomasei. Gazeificatorul acționează ca un reactor în care au loc diverse procese fizice și chimice complexe, fiind foarte eficient în generarea căldurii.



Figura 10.90. Gazeificator de biomasă pentru producerea căldurii
(http://ro.vincibiomass.com/burner-machine/biomass-gasification-heater.html)

În figura 10.91 este prezentată o centrală de mică putere pe biomasă în cogenerare, prin gazeificare. Acest tip de centrală este cel mai răspândit, datorită avantajelor deosebite și este adecvat pentru gazeificarea unor materii prime variate: culturi energetice (inclusiv sorgul zaharat), deșeuri agricole, deșeuri agrozootehnice, deșeuri forestiere, deșeurilor industriale și resturi de ambalaje. La centralele pe biomasă în cogenerare grupurile electrogene pot varia ca putere, de la 50 kW la 1 MW. Consumul de biomasă (lemnoasă sau agricolă) este de 0,850 kg/kWe, perioada de funcționare este de 8000 h/an, puterea electrică instalată variază între 50 kW ÷ 10 MW, iar puterea electrică instalată variază între 65 kW ÷13 MW.

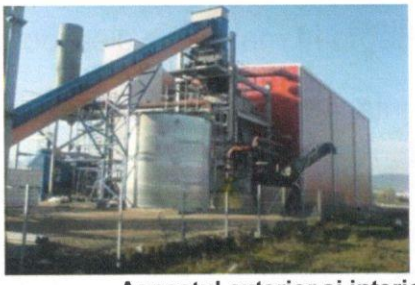


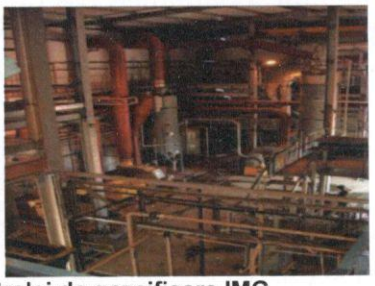
Figura 10.91. Centrală de mica putere, pe biomasă în cogenerare
(https://eosoldesign.ro/centrala-pe-biomasa-in-cogenerare-prin-gazeificare/)

Avantajele centralei pe biomasă în cogenerare sunt:

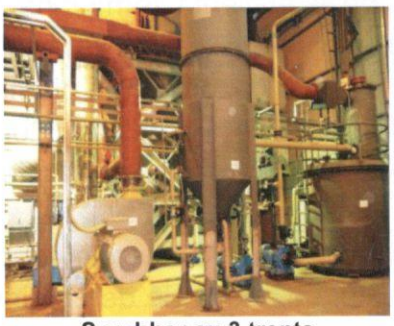
- emisiile totale de gaze sunt cu mult mai mici decât la centralele de mare capacitate;
- nu există emisii de gaze în atmosferă în timpul conversiei de combustibil, deci poluarea aerului este redusă semnificativ;
- motoarele Diesel ale grupurilor electrogene sunt adaptate să funcționeze cu singaz și au emisii de câteva ori mai mici decât motoarele Diesel convenționale;
- reduce foarte mult sau elimină complet poluarea mediului cu diferitele tipuri de deșeuri existente;
- valorifică la maxim potențialul energetic al deșeurilor de biomasă.

Tehnologia Integrated Multifuel Gasification – IMG (fig. 10.92) este un proces autotermic de gazeificare în patru etape (alimentare biomasă, uscare, gazeificare, vitrificare zgură) urmate de tratarea termică a gazului produs prin condiționare cu plasmă. Căldura obținută din proces este reutilizată în cadrul acestuia pentru preîncalzirea gazului ce susține gazeificarea. Singazul obținut este un gaz combustibil curat cu o capacitate calorică redusă, ce poate fi utilizat direct în motoare pe gaz, pentru generarea energiei termice și electrice, iar zgura este inertă.

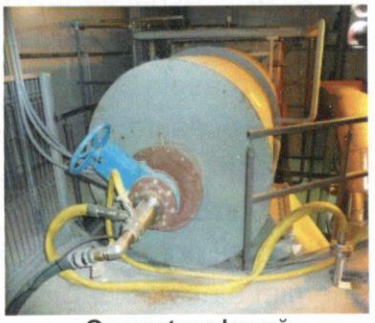




Aspectul exterior și interior al centralei de gazeificare IMG



Scrubber cu 3 trepte



Generator plasmă

Figura 10.92. Instalație de gazeificare IMG

(http://www.axe-midax.com/images/pdf/produse/gazeificarea-deseurilor-menajere.pdf)

Ca materii prime se pot folosi reziduurile de biomasă agricolă, biomasa energetică, deșeuri municipale nesortate, deșeuri industriale, deșeuri periculoase.

Volumul de gaz rezultat în tehnologia IMG reprezintă 25÷30 % din volumul de gaz în cazul incinerării, ceea ce reduce substanțial costurile pentru curățarea gazului. Scrubberul cu trei trepte îndepărtează praful, elimină metalele grele, compușii acizi și hidrogenul sulfurat, separă picăturile de lichid și răcește gazul.

H_2 si CO din compozitia singazului înlocuiesc gazul natural sau alți combustibili direct în cazanele centralelor termoelectrice sau în motoarele pe gaz, producând energie. Eficiența netă de ardere a gazului în motor este de 40 %, eficiența electrică în cogenerare este de 55 %, iar eficiența termică în cogenerare este de 80 %. Gradul de eficiență al gazeificarii este de 80-85 %. Cantitatea maximă de deșeuri procesată este de 12 t/h. Volumul de singaz este de 14.700 Nm^3/h, iar puterea calorică a acestuia este de 4,2 MJ/Nm^3. Consumul de energie este de 1,4 MW, iar consumul de energie al generatorului de plasma este de 400 kW.

Avantajele tehnologiei IMG:

- tratarea termică a gazului prin condiționarea cu plasmă
- toate gudroanele sunt descompuse
- toți radicalii toxici sunt distruși
- nu există emisii de NOx datorită atmosferei reducătoare în absența oxigenului și nu sunt generate dioxine.

Co-gazeificarea cărbunelui și a biomasei este privită ca o tehnologie potențială pentru a produce căldură, energie, biocombustibili lichizi și gazoși folosind gazul de sinteză (*Manzanares-Papayanopoulos și alții, 2014*), respectiv se poate obține o eficiență termodinamică ridicată cu emisii de CO_2 relativ reduse (*Kamble și alții, 2019*).

Numeroasele progrese în tehnologia de gazeificare a biomasei au făcut din aceasta o cale viabilă de valorificare a reziduurilor de biomasă, printre care și bagasa de sorg zaharat, într-un mod eficient și rentabil pentru a genera singaz.

Singazul poate fi valorificat pentru producerea energiei termice și a energiei electrice, iar calitatea acestui gaz depinde de conținutul de umiditate al bagasei de sorg zaharat, temperatură, agentul de gazeificare și catalizatorii folosiți în proces.

10.11. VALOAREA NUTRITIVĂ A BOABELOR DE *SORGHUM BICOLOR* ȘI VALORIFICAREA SUB FORMĂ DE PRODUSE ALIMENTARE

10.11.1. Introducere

Preocuparea generală pentru dezvoltarea alimentelor funcționale a generat nevoia studierii şi utilizării de noi ingrediente alimentare cu rol în menţinerea şi îmbunătăţirea stării de sănătate. Alimentele funcționale pot fi acele alimente formate din elemente distincte, fortificate și îmbogățite, care oferă beneficii pentru sănătate, în afară de aprovizionarea cu substanțe nutritive esențiale (de exemplu, vitamine și minerale) atunci când sunt consumate la niveluri eficiente în cadrul unei diete variate (*Sharanya și Penchalaraju, 2016*). Un aliment poate fi funcțional pentru toți indivizii sau pentru anumite grupuri de populație, care pot fi definite, de exemplu, prin vârstă sau constituție genetică. Mai mult decât atât, alimentele funcționale, în afară de efectul lor nutrițional de bază, au de asemenea efecte benefice asupra funcțiilor organismului uman (îmbunătățirea stării fizice generale, scăderea riscului de evoluție a bolii etc.) (*Roberfroid, 2000; Ozen ș.a., 2012*). Principalele roluri ale alimentelor funcționale în procesele de reglare în organism sunt prezentate în figura 10.93.

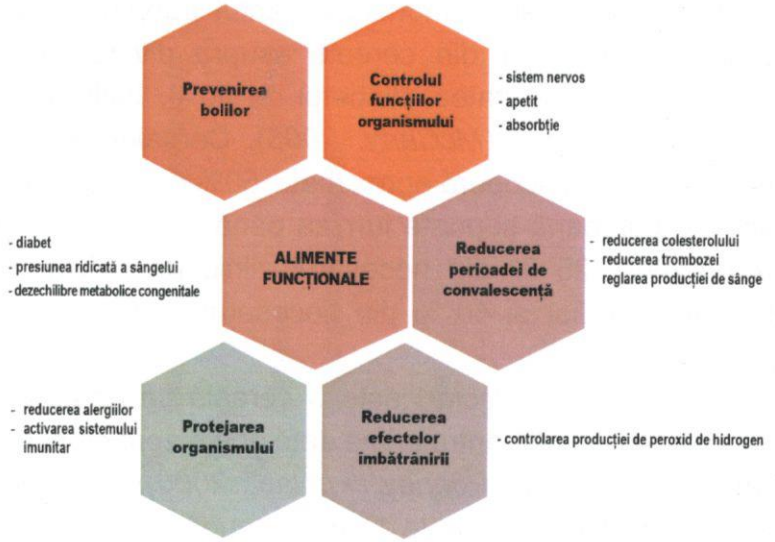


Figura 10.93. Rolul alimentelor funcționale în reglarea proceselor din organism
(Constantin și Istrati, 2018)

Valoarea nutritivă a produselor alimentare este dată de conținutul în substanțe nutritive, de raportul între aceste substanțe, de calitatea lor, de gradul de utilizare în organism și de modul de satisfacție sub aspect fizic a consumatorului (*Segal, 2002*). Pe lângă nutrimente organismul uman mai are nevoie de alte componente alimentare de interes nutriţional, cum ar fi fibrele alimentare și diverşi compuşi precum taninurile, flavonoizii, diverși acizi organici (prezenţi în special în alimentele vegetale), care pot exercita o influenţă asupra digestiei, absorbţiei şi uneori asupra metabolismului nutrimentelor (*Opopol ș.a., 2006*).

Alimentele funcţionale sunt produse ce conţin diverşi compuşi biologic activi şi care, consumate în cadrul unei alimentaţii curente, contribuie la menţinerea stării optime de sănătate fizică, psihică şi mentală a populaţiei. Principalele componente bioactive ale boabelor de sorg care recomandă utilizarea sa ca ingredient funcțional sunt fibrele alimentare, acizii grași polinesaturați (PUF), fitosterolii, policosanolii, fierul și zincul. Unele dintre avantajele utilizării boabelor de sorg îl reprezintă și un conținut relativ ridicat de compuși fenolici ai unor soiuri precum și posibilitatea de a obține produse fără gluten (*Istrati și colab., 2019*).

Studiile recente au demonstrat efectul benefic al cerealelor integrale și al produselor din cereale asupra diverselor afecțiuni medicale cum ar fi: obezitatea, diabetul de tip II, bolile cardiace și anumite tipuri de cancer (*McCarty, 2005*). Cerealele și produsele alimentare din cereale acoperă aproximativ 50% din necesarul caloric zilnic pentru o persoană și poate furniza până la 50% din necesarul zilnic de proteine, 25 % din necesarul zilnic de calciu, 50% din necesarul zilnic de fier și 40 % din necesarul zilnic de vitamina B (*USDA, 2021*).

Sorgul (*Sorghum bicolor*) este o cereală ce aparține familiei Gramineae fiind cultivată pentru prima dată acum aproximativ 4000 de ani în Africa de Nord-Est (*Rooney și colab., 2000*). Sorgul este una dintre cele mai importante cereale din lume ocupând locul cinci în ceea ce privește producția globală de cereale după porumb, grâu, orez și orz. În 2019, cantitatea mondială de sorg recoltată a fost estimată la

57,89 milioane de tone dintr-o zonă recoltată de 40,07 milioane de hectare (*FAOSTAT, 2021*). Cel mai mare producător de sorg a fost Africa, urmată de America, Asia, Australia și Noua Zeelandă și în final Europa (Tabel 10.7). La nivel european, cel mai mare producător de sorg este Franța urmată de Italia, Ucraina, Ungaria, Rusia, România și Moldova (fig. 10.94).

Tabel 10.7

Producția de sorg la nivel mondial între anii 2015 - 2019 (tone)

(FAOSTAT, 2021)

Regiune	*2015*	*2016*	*2017*	*2018*	*2019*	*Total tone / regiune*
Productie mondială	***66075853***	***63482608***	***58044447***	***60389070***	***57893378***	**305885356**
Africa	63482608	30320906	28079136	30377045	28619588	**143578630**
America	58044447	23021072	20091173	19199020	18875728	**108548528**
Asia	60389070	7065245	7850351	8454535	7862817	**40450354**
Europa	57893378	1279815	1024768	1096211	1369774	**5871302**
Australia, Noua Zeelandă	66075853	1790574	994001	1257219	1160479	**7411446**

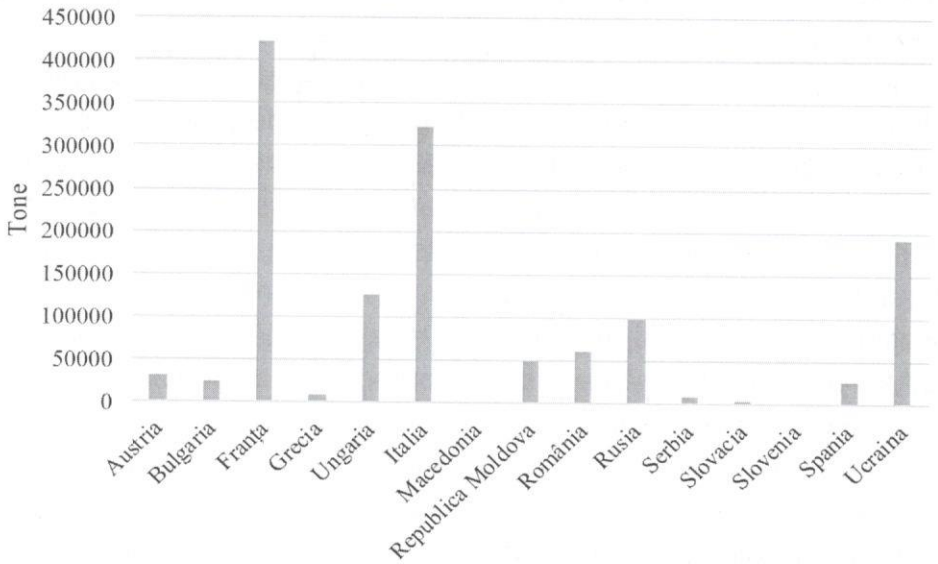


Fig. 10.94. Producția de sorg în anul 2019 în Europa *(FAOSTAT, 2021)*

10.11.2. Sorgul - sursă importantă de compuși bioactivi

Cerealele integrale de sorg au beneficii substanțiale pentru sănătate datorită valorii sale nutritive ridicate și a profilului unic al compușilor fenolici (*Rao și colab., 2018, Xiong și colab., 2019*). Conform *USDA (2021),* 100 g de boabe de sorg conțin, în medie, 10,6 g proteine, 72,09 g carbohidrați, 6,7 g fibre și 3,46 g lipide și furnizează energie de 1,377 kJ. Compoziția neobișnuită a compușilor fenolici ai sorgului, cum sunt: acizii fenolici, 3-deoxiantocianine, flavone, flavanone și taninuri condensate, precum și nivelul ridicat al acestora raportat în tărâțele de sorg, fac din acesta o cereală interesantă pentru producerea de alimente funcționale sănătoase sau ca sursă importantă de compuși biologici activi.

Proteinele din sorg fac parte din două categorii: prolaminice (kafirinele reprezintă principala formă de stocare a proteinelor în bobul de sorg și reprezintă aproximativ 80% din proteinele totale) și neprolaminice (globulinele, glutelinele și albuminele care reprezintă 20% din totalul proteinelor). Prolaminele din sorg se caracterizează printr-un conținut ridicat de acid glutamic, leucină, alanină, prolină și printr-un conținut scăzut de lizină, care reprezintă doar 0,2% din totalul aminoacizilor (*Xiong și colab., 2019*). Cu toate acestea, deficitul de lizină din sorg poate fi ameliorat prin diferite programe de ameliorare sau fortificare (*Henley și colab., 2010; Grootboom, 2010*).

Proteinele de sorg se caracterizează printr-o digestibilitate redusă, deoarece kafirinele au niveluri ridicate de polimerizare care sunt rezistente la digestia enzimatică. De asemenea, interacțiunea proteinelor din sorg cu taninurile și amidonul conduce la scăderea digestiei. Datorită digestibilității scăzute a amidonului și a proteinelor, sorgul poate fi utilizat ca sursă de hrană pentru persoanele cu obezitate și diabet. Mai mult, kafirina este utilizată pentru a dezvolta produse alimentare sănătoase pentru persoanele cu boală celiacă (*Da Silva, Taylor și Taylor, 2011*).

Lipidele din sorg constau în principal din acizi grași nesaturați, dintre care cei mai abundenți sunt polinesaturați. Principalii acizi grași din sorg sunt oleic, palmitic, linoleic, stearic și linolenic (*Adeyeye și Ajewole, 1992; USDA, 2021*). Studiile au arătat că lipidele din sorg

(fitosterolii și policosanolii) protejează împotriva bolilor cardiovasculare prin reglarea metabolismului colesterolului (*Carr și colab., 2005; Martínez și colab., 2009*).

Cercetările efectuate în scopul elucidării rolului lipidelor în alimentația omului au demonstrat că aceste substanțe nutritive posedă proprietăți biologice de prim ordin datorită aportului lor în compuși biologic activi cum sunt acizi grași polinesaturați, fosfatidele, steridele, vitaminele D etc. (*Segal, 2002*). Alimentaţia sănătoasă nu trebuie să conţină un aport de lipide mai mare de 30 % din aportul energetic total zilnic. Din acestea, mai puţin de 10 % vor fi furnizate de acizii graşi saturaţi, 10% de acizii graşi mononesaturaţi şi 10% de acizii graşi polinesaturaţi forma *cis*. În timpul ultimei decade, studiile efectuate au dus la concluzia că un consum de 1-2 g/zi de acizi graşi polinesaturaţi este bun pentru menţinerea stării de sănătate. S-a arătat că acizii graşi polinesaturaţi au un efect benefic şi în unele boli, cum ar fi artrita reumatoidă şi dermatita atopică (*Graur ș.a., 2006*).

Vitaminele sunt compuși biologic activi de natură organică care nu pot fi sintetizate de către organism, însă, a căror prezenţă în corpul uman este obligatorie pentru îndeplinirea unor funcţii esenţiale ale acestuia. Spre deosebire de proteine, lipide sau glucide, vitaminele nu reprezintă surse de calorii şi sunt necesare organismului uman în cantităţi mult mai mici decât acestea. Vitaminele hidrosolubile (vitaminele din grupul B şi vitamina C) intervin în special în reacţiile ce eliberează energie iar cele liposolubile (vitaminele A, D, E şi K) participă mai mult la procesele metabolice și de formare a unor substanțe proprii organismului (*Segal, 2002; Graur ș.a., 2006*).

Principalele vitamine din boabele de sorg sunt vitaminele din complexul B care joacă un rol major în metabolismul energetic (tiamină, piridoxină și riboflavină) și unele vitamine liposolubile precum vitaminele A, E, D și K. Mai mult, sorgul este o sursă bună de minerale a căror biodisponibilitate variază de la mai puțin de 1% pentru Fe la peste 90 % pentru K și Na. Prin urmare, principalele minerale din sorg sunt potasiul, fosforul, magneziul și zincul (*Ratnavathi și colab., 2013; USDA, 2021*). Comparativ cu secara și orzul, sorgul are o compoziție scăzută în P, Mg, K, Na, Ca, Fe, Zn, Mn și Cu, dar este similar cu meiul

(Ragaee și colab., 2006). Sorgul este o sursă bună de fier și zinc și poate fi utilizat în programe de combatere a malnutriției în populația țărilor în curs de dezvoltare (*Nguni, 2011*).

Mineralele au un rol biologic esențial deoarece participă la toate procesele vitale ale organismului uman. Substanțele minerale pot avea roluri diferite în funcționalitatea vitaminelor și a enzimelor, având fie un rol de activare (calciu, magneziu etc.), fie unul inhibitor (cupru) și poate face parte din structura enzimatică specifică: sulf, fier, cupru, etc., (*Hathcock, 1997*).

Sorgul reprezintă o sursă importantă de *fibre alimentare* variind de la 6 g la 8,6 g/100 g (*USDA, 2021*). Conform cercetărilor realizate de Awika și colab. (2005), conținutul de fibre alimentare din tărâțe este de până la 6 ori mai mare comparativ cu nivelul măsurat în endosperm. Fracțiile de tărâțe de sorg conțin aproximativ 36-50% fibre alimentare totale și 35-48% fibre alimentare insolubile (*Rooney și colab., 1992*). În studiile efectuate pentru a obține produse alimentare funcționale (cum ar fi pâinea, prăjiturile și gustările expandate) cu adăugarea de tărâțe de sorg, s-a demonstrat că aceasta conferă o culoare naturală atractivă, fără impact negativ asupra altor proprietăți senzoriale ale alimentelor (*Acosta și colab., 2003*). Fibrele alimentare din sorg pot juca un rol esențial în dezvoltarea produselor alimentare sănătoase din cauza nevoii tot mai mari de diversificare a alimentelor funcționale. Mai mult, pentru a oferi valoare adăugată fibrelor alimentare din sorg și pentru a crește producția de alimente funcționale, fibrele trebuie separate de tărâțe (*Miafo și colab., 2015*).

Fibrele alimentare au multiple efecte benefice pentru sănătate cum ar fi: reducerea timpului de tranzit intestinal, reducerea nivelului colesterolului total şi/sau de LDL din sânge, reducerea glicemiei postprandiale şi/sau a nivelului de insulină etc. (*Mehta, 2005*). Datorită acestor efecte previn cancerul de colon, combat ateroscleroza, diabetul, constipaţia, cardiopatia ischemică, infarctul de miocard, obezitatea, cariile dentare (*Spotti și Campanella, 2017*), îmbunătăţesc sănătatea gastrointestinală, reduc sensibilitatea la unele boli, cresc saţietatea şi pierderea în greutate (*Georgescu, 2004*). Aportul recomandat în fibre trebuie să constituie 20÷30g/zi. Aporturi mai mari

de 30g/zi pot provoca tulburări digestive însoțite de balonări şi dureri abdominale (*Opopol ș.a., 2006*).

Sorgul are un conținut de carbohidrați ce variază între 55,2% și 75%, conținutul de proteine variază între 8,6%÷18,9%, conținutul de lipide între 1,7÷4,9%, fibrele 9,3÷25,2% iar cenușa între 1,1÷2,4% (*Nutrition Value, 2021*).

Furdui și colab. (Universitatea „Dunărea de Jos" din Galați) au realizat în perioada 2018-2021, un studiu privind compoziția fizico-chimică a boabelor hibridului Albanus de *Sorghum bicolor* cultivat la Secuieni, România. Datele experimentale au scos în evidență ca boabele negerminate de *Sorghum bicolor,* hibridul Albanus, au un conținut de proteine ce variază între 6,5 și 8,4 g/100 g, lipide între 2,9÷4,2 g/100 g şi fibre 0,9÷1,5 g/100 g.

În plante, unii *compuși fenolici* fac parte din sistemul de apărare metabolică implicat în rezistența la dăunători, în timp ce alții au bioactivități, cum ar fi insectifugă, antifungică, antiviral, de protecție UV etc. (*Cheynier, 2021; Lee și colab., 2017*). Întrucât acești compuși acționează ca semnalizatori și protectori, plantele îi pot produce atât în timpul dezvoltării timpurii, cât și ca răspuns pentru amenințările din mediu (*Hutzler și colab., 1998*). Astfel, conținutul de polifenoli al plantelor ar putea fi crescut prin aplicarea stresului înainte sau după recoltare (*Andre și colab., 2009; Becerra-Moreno, 2012*).

Bioactivitatea polifenolilor a fost legată de activitatea lor antioxidantă la nivel molecular, cum ar fi puterea lor de blocare a radicalilor liberi, proprietățile de chelatare a metalelor, potențialul de reducere, și, de asemenea, cu capacitatea lor de a activa enzimele antioxidante (*Olszowy, 2019*).

Furdui și colab. (Universitatea „Dunărea de Jos" din Galați) au realizat de asemenea, în perioada 2018-2021, un studiu privind prezența compușilor antioxidanți, ar fi polifenolii și flavonoidele, în boabele hibridului Albanus de *Sorghum bicolor* cultivat la Secuieni, România, precum și asupra activității lor antioxidante pentru a susține valoarea nutritivă a acestei cereale și beneficiile utilizării sale în alimentația umană (*Ghinea și colab., 2021*). Diferite tehnici de extracție, împreună cu metode spectrofotometrice și cromatografice au fost

utilizate pentru a monitoriza variația conținutului total de fenoli și flavonoizi și activitatea antioxidantă a boabelor brute de sorg înainte și în timpul unor perioade scurte de germinare (24, 36 și 48 h). Compușii polifenolici și flavonoidici majoritari din matricele vegetale au fost evaluați printr-o metodă de analiză HPLC-DAD. Pentru a monitoriza relația dintre compușii antioxidanți din extractele analizate și capacitatea lor antioxidantă, au fost folosite două teste diferite de inhibare a radicalilor liberi, cum ar fi radical cationului acid 2,2'-azin o-bis-3-etilbenztiazolin-6-sulfonic (ABTS) și cationul 2,2-difenil-1-picril-hidrazil-hidrat (DPPH).

Studiile efectuate au arătat că hibridul de sorg analizat a prezentat o creștere semnificativă a conținutului total de polifenoli (exprimat în acid galic), după 36 de ore de germinare (între 1726-1853 mg acid galic/100 g). Valorile obținute pentru hibridul românesc sunt în concordanță cu rezultatele obținute și în studierea altor hibrizi de *Sorghum bicolor* cultivați în Polonia, „Sweet Caroline" (*Przybylska-Balcerek și colab., 2020*) sau Australia, „glasshouse" (*Rao și colab., 2018*). În ceea ce privește conținutul de flavonoide, cea mai mare concentrație totală (exprimată în rutină) a fost obținută tot după 36 ore de germinare (78 mg rutină/100 g sample). Prezența flavonoidelor în hibrizii de Sorghum bicolor a fost identificată și de alți cercetători (*Przybylska-Balcerek și colab., 2019; Punia și colab, 2021*).

Studiile efectuate de cercetătorii români (*Ghinea și colab., 2021*) au arătat de asemenea că în timpul germinării apar schimbări în profilul fenolic și flavonoidic, ceea ce poate avea un impact pozitiv asupra valorii nutriționale a sorgului germinat. Cea mai mare diversitate de compuși polifenolici și flavonoidici a fost determinată în cazul boabelor negerminate, fiind identificată prezența epicatehinei, acidului p-cumaric, naringeninei, genisteinei, acidului cafeic, quercetinei, daidzeinei, acidului clorogenic, rutinei. În urma germinării s-au constatat că o descreștere a conținutului de epicatehină, dar o creștere a conținutului de naringenină, acid p-cumaric, daidzeină și genisteină. Totuși, soiurile de sorg cu conținut scăzut de tanin, cum ar fi Albanus, au cel mai mic conținut de polifenoli din tipurile de sorg (*Xiong și colab, 2019*).

Cercetările au arătat, de asemenea, că există o bună corelare între conținutul total fenoli din extractele de sorg și activitatea lor antioxidantă și că, în general, activitatea de inhibare a cation radicalului ABTS a fost mai mare decât împotriva cationului DPPH, cu valori IC_{50} mai mici decât 0.002 mg/mL (*Ghinea și colab., 2021*).

10.11.3. Valorificarea sorgului sub formă de produse alimentare

Sorgul reprezintă un aliment de bază pentru milioane de oameni săraci din regiunile semi-aride din Africa, Asia şi America Latină și, de asemenea, un aliment important pentru populația țărilor cu venituri mici şi mijlocii. In diferite regiuni geografice sorgul este consumat în variate forme tradiţionale cum ar fi Kisra (pâine fermentată), Aceda (terci fiert gros), Nasha (terci fluid fermentat) sau Abreh (băutură fermentată). Sorgul este folosit şi pentru prepararea unor băuturi lactate fermentate, produse de panificație şi suplimente alimentare sănătoase (*Xiong și colab., 2019*).

În ultimii ani, sorgul a stârnit interesul persoanelor care sunt interesate de starea de sănătate, a celor care vor să adopte un stil de viaţă sănătos precum şi a persoanelor care suferă de boala celiacă. Datorită nevoii crescute în țările vestice și în curs de dezvoltare a produselor alimentare fără gluten, sorgul reprezintă o oportunitate excelentă de a fi exploatat ca ingredient fără gluten și sursă bogată de nutrienți și compuși polifenolici pe care alte alimente nu le pot oferi.

Sorgul poate fi folosit pentru a realiza snacks-uri sănătoase fără gluten cum ar fi prăjituri și biscuți. Prăjiturile realizate din făină de sorg au prezentat conținut ridicat de compuși polifenolici și activitate antioxidantă de 20 de ori mai mare comparativ cu prăjiturile obținute din făină de grâu (*Chiremba și colab., 2009*). Biscuiții obținuți din făină de sorg au condus la reducerea stresului oxidativ și a inflamației, a îmbunătățit răspunsul glicemic și reprezintă o gustare alternativă ideală pentru persoanele care suferă de obezitate și diabet (*Stefoska-Needham și colab., 2016, 2017*).

În perioada 2018-2020 Apostol și colab., din cadrul IBA București, au realizat un produs de panificație având ca unică materie primă cerealieră făina de sorg (hibridul Alimentar), cultivat de SCDA Secuieni, România (Cerere de brevet A00440/27.07.2020).

Produsul *"fursecuri aglutenice din făină de semințe de sorg"* obținut la IBA București are o valoare energetică de 445,6/1874,3 kcal/kj/100g şi este destinat, în special, persoanelor cu intoleranţă la gluten, dar poate fi consumat de către toate categoriile de consumatori.

Prin corelațiile dintre datele obținute în urma analizelor nutriționale și senzoriale ale acestui produs cercetătorii de la IBA București au ajuns la concluzia că făina de sorg, care are un conținut de proteine, grăsimi și carbohidrați similar cu cel al cerealelor, dar fără gluten, este o materie primă ideală pentru a fi utilizată în obținerea produselor de panificație aglutenice.

Sorgul poate fi folosit și la obținerea alimentelor de bază cum ar fi paste chinezești cu ou (*Liu și colab., 2012*), pâine cu indice glicemic scăzut sau porridge (*Wolter și colab., 2014*). Alimentele cu indice glicemic scăzut sunt asociate adesea cu un nivel ridicat de amidon rezistent și implicit cu o digestibilitate scăzută. Prin urmare, pâinea cu indice glicemic scăzut poate fi consumată pentru îmbunătățirea răspunsului glicemic. Porridge-ul obținut din sorg a demonstrat, de asemenea, îmbunătățirea răspunsului glicemic (*Wolter și colab., 2014*).

Recent a fost realizat un studiu (Apostol și colab., 2020) în care a fost evaluată compoziția chimică a sorgului (hibridul Alimentar, cultivat de SCDA Secuieni, România) comparativ cu cea a făinii integrale de grâu.

Cercetările prezentate în lucrare demonstrează că făina de sorg este o cereală cu o compoziție nutrițională similară cu cea a făinii integrale de grâu. Mai mult, sorgul are un conținut mai mare de grăsimi și fibre brute decât făina integrală de grâu, iar conținutul de acizi grași mononesaturați + acizi grași polinesaturați (MUFA + PUFA,%) este mai mare decât cel al grâului integral.

Semințele de sorg au un conținut mineral important, 100 g de sorg furnizând 21% din aportul zilnic de referință pentru K, 81% din aportul zilnic de referință pentru Fe și 91% din aportul zilnic de referință pentru Mg, conform recomandării FDA. Cu toate acestea, digestibilitatea proteinelor in vitro (IPD) este mai mică decât cea a făinii integrale de grâu.

Produsele alimentare extrudate, cum ar fi cerealele gata pentru consum (ready-to-eat) au câștigat popularitate în ultimele decenii datorită texturii crocante și a modalității ușoare de consum, dar în general sunt obținute din porumb, grâu și orz.

Studiile recente au demonstrat că cerealele ready-to-eat obținute din sorg, în special din sorg cu un conținut ridicat în taninuri, sunt o sursă bogată de fibre alimentare și compuși polifenolici cu capacitate antioxidantă ridicată (*Annunciacao și colab., 2017; Lopes și colab., 2018*). Cerealele obținute din boabe de sorg bogate în taninuri, pe lângă valoare nutrițională ridicată și potențial ridicat pentru sănătate, sunt mai bine acceptate de către consumatori comparativ cu cerealele din grâu (*Annunciacao și colab., 2017*).

Recent există o tendință de a folosi cereale cum ar fi hrișca și orzul pentru a obține băuturi funcționale din ceai verde datorită aromei plăcute și a beneficiilor pentru sănătate. Au existat și câteva încercări de a obține o astfel de băutură utilizând sorg (*Wu și colab., 2013; Xiong și colab., 2019*). *Wu și colab., (2013)* au obținut un ceai verde din sorg folosind boabe de sorg roșu și un proces tehnologic tradițional, rezultând o băutură cu activitate antioxidantă ridicată. *Annunciacao și colab., (2017)* au dezvoltat o băutură nutritivă instant din sorg cu un conținut scăzut de calorii folosind extrudarea. Boabele de sorg au fost extrudate pentru a obține pudră care este gata pentru infuzat în apă sau lapte. Băutura rezultată a avut un conținut scăzut în grăsimi dar ridicat în fibre alimentare, proteine și compuși polifenolici și a demonstrat un grad ridicat de acceptare a consumatorilor. Prezența taninurilor nu a condus la efecte negative asupra acceptării consumatorilor, mai mult, poate îmbunătăți sănătatea și proprietățile funcționale ale băuturii *(Queiroz și colab., 2018).*

Sorgul poate fi folosit, de asemenea, la producerea berii fără gluten destinată persoanelor care suferă de boala celiacă. Un studiu a arătat că berea obținută din boabe de sorg alb are un conținut de două ori mai mare de compuși polifenolici comparativ cu berea obținută din orz, ceea ce contribuie la activitatea antioxidantă ridicată *(Garzon și colab., 2019).*

În perioada *2018-2020, Istrati și colab*oratorii din cadrul Universității „Dunărea de Jos" din Galați, au realizat un studiu privind

obținerea unei băuturi nonalcoolice probiotice fermentate pe bază de făină de sorg germinat (*Sorghum bicolor,* hibridul Albanus, cultivat la Secuieni, România) (Cerere de brevet A00765/23.11.2020). Cercetătorii români au obținut prin combinarea germinării semințelor de sorg cu procesul de fermentare cu cultură de drojdie și bacterii lactice, o băutură nealcoolică probiotică cu potențiale efecte benefice în alimentația umană precum și a persoanelor cu intoleranță la gluten sau care suferă de disbacterioze.

Germinarea aplicată de echipa de cercetători din cadrul Universității „Dunărea de Jos" din Galați reprezintă o tehnică excelentă de îmbunătățire a calității boabelor de sorg cu efecte pozitive asupra caracteristicilor de calitate a băuturii funcționale. Din punct de vedere tehnic, germinarea are drept scop sinteza de enzime în cantitate cât mai mare și micșorarea complexității substanțelor de rezervă și a celor ce intră în structura bobului de sorg (*Banu și colab.,* 2009).

Cultura de sorg reprezintă una dintre cele mai importante culturi mondiale de cereale care se caracterizează prin valori nutritive ridicate cu impact pozitiv asupra sănătății umane. Deși în mod tradițional sorgul a fost folosit pentru obținerea de alimente diferite, cum ar fi produse fierte, alimente coapte, băuturi fermentate, în zilele noastre, datorită științei și tehnologiilor alimentare avansate, atât cereale integrale de sorg, cât și compușii săi funcționali valoroși pot fi utilizați pentru a obține produse alimentare sănătoase și funcționale.

BIBLIOGRAFIE

1. **Acosta, D., Barron, M., Riaz, M., Waniska, R., Rooney, L.W.**, 2003, *Factors affecting extrusion of white sorghum to produce wholegrain snacks.* In AACC Annual Meeting, Portland OR, Sep..
2. **Adebayo, O.S., Kabbashi, A, Alam, M.Z., Salihu, A., Abass, A., Ruqayyah, T.D.,** 2011, *Composting of food and yard w astes by locally isolated fungal strains*, Afr. J. Biotechnol., 10.
3. **Adeyeye, A., Ajewole, K.**, 1992, *Chemical composition and fatty acid profiles of cereals in Nigeria.* Food Chemistry, **44**(1), 41-44.
4. **Aguado-Santacruz, G.A., Moreno-Gómez, B., Gómez-Torres, L.M., Anaya-López, J.L.**, 2012, *Biotechnology of sorghum:*

fermentate pe bază de
dul Albanus, cultivat la
3.11.2020). Cercetătorii
semințelor de sorg cu
și bacterii lactice, o
efecte benefice în
u intoleranță la gluten

cercetători din cadrul
ntă o tehnică excelentă
efecte pozitive asupra
. Din punct de vedere
nzime în cantitate cât
or de rezervă și a celor
lab., 2009).
mai importante culturi
valori nutritive ridicate
eși în mod tradițional
nte diferite, cum ar fi
tate, în zilele noastre,
ansate, atât cereale
valoroși pot fi utilizați
i funcționale.

a, R., **Rooney, L.W.**,
sorghum to produce
g. Portland OR, Sep..
Salihu, A., Abass, A.,
and yard w astes by
nol., 10.
composition and fatty
mistry, **44**(1), 41-44.
, B., Gómez-Torres,
nology of sorghum:

Prospects for improvement of nutritional and biofuel traits. In M. Vázquez, & J.A. Ramírez de León (Eds.), Sorghum: Food and energy source, Nova Science Publishers, Inc. pp. 113–151.

5. **Ahorsu, R., Medina, F., Constantí, M.,** 2018, *Significance and challenges of biomass as a suitable feedstock for bioenergy and biochemical production:* A review. *Energies*, **11**, p. 3366.
6. **Almodares, A., Hadi, M. R.,** 2009, *Production of bioethanol from sweet sorghum: A review*, African Journal of Agricultural Research Vol. 4 (9), pp. 772 – 780.
7. **Alsaadawi, I.S., Al-Uquaili, J.K., Al-Rubeaa, A.J., Al-Hadithy, S.M.,** 1986, *Allelopathic suppression of weed and nitrifi cation by selected cultivars of Sorghum bicolor L. (Moench),* J Chem Ecol 12: 209–219.
8. **Amaducci, S., Colauzzi, M., Battini, F., Fracasso, A., Perego, A.,** 2016, *Effect of irrigation and nitrogen fertilization on the production of biogas from maize and sorghum in a water limited environment*. European Journal of Agronomy, Vol. 76, pp. 54–65.
9. **André, C.M., Schafleitner, R., Legay, S., Lefèvre, I., Aliaga, C.A.A., Nomberto, G.; Hoffmann, L., Hausman, J.-F.; Larondelle, Y.; Evers, D.,** 2009, *Gene expression changes related to the production of phenolic compounds in potato tubers grown under drought stress*. Phytochemistry *70*, 1107–1116;
10. **Antohe, I.,** 2007, *Realizari in ameliorarea sorgului la Fundulea*. AN. I.N.C.D.A. FUNDULEA, VOL. LXXV. p .137-157.
11. **Antonopoulou, G., Lyberatos, G.,** 2013, *Effect of pretreatment of sweet sorghum biomass on methane generation*. Waste Biomass Valorization, Vol. 4, pp. 583–591.
12. **Anunciacao, P. C., Cardoso, L. M., Gomes, J. V. P., Della Lucia, C. M., Carvalho, C. W. P., Galdeano, M. C., Pinheiro-Sant'Ana, H. M.,** 2017, *Comparing sorghum and wheat whole grain breakfast cereals: Sensorial acceptance and bioactive compound content*. Food Chemistry, 221, 984– 989.
13. **Apostol L., Belc N., Gaceu L., Oprea O.B., Popa M.E.,** 2020 *Sorghum Flour, a Valuable Ingredient for Bakery Industry?*

Applied Sciences (ISSN 2076-3417)., 10, 8597; doi:10.3390/app10238597 www.mdpi.com/journal/applsci

14. **Apostol L., Susman I., E., Schimbator M.**, 2018, *Proiect PN-III-P1 1.2-PCCDI-2017-0566/9PCCDI/2018, Sistem complex de valorificare integrală a unor specii agricole cu potenţial energetic şi alimentar.*
15. **Apostol, L., Apostol, V., Filimon, N.,** 1969, *Manual de tehnologia fabricarii spirtului și a drojdiei comprimate.*
16. **Appiah-Nkansah, N.B., Li, J., Rooney, W., Wang, D.,** 2019, *A review of sweet sorghum as a viable renewable bioenergy crop and its techno-economic analysis*. Renewable Energy, vol. 143, pp. 1121–1132.
17. **Arnold, M. L.,** 1992, *Natural hybridization as an evolutionary process*, Annu. Rev. Ecol. Syst. 23: 237–261.
18. **Atsonios, K., Kougioumtzis, M.A., Panopoulos, K.D., Kakaras, E.**, 2015, *Alternative thermochemical routes for aviation biofuels via alcohols synthesis: process modeling, techno-economic assessment and comparison*, Applied Energy, Vol. 138, pp. 346–366.
19. **Awika, J.M., Rooney, L.W., Waniska, R.D.**, 2005, *Anthocyanins from black sorghum and their antioxidant properties*. Food Chemistry, **90**(1-2), 293–301.
20. **Ayilara, M. S., Olanrewaju, O. S., Babalola, O. O., Odeyemi, O.,** 2020, *Waste Management through Composting: Challenges and Potentials*, Sustainability, 12, 4456, p. 1-23.
21. **Baez-Smith, C.**, 2006, *Anaerobic digestion of vinasse for production of methane in the sugar cane distillery*. Sugar Processing Research Conference, 17-20.09.2006, Águas de São Pedro, Brazil.
22. **Barcelos C.A., Maeda R.N., Santa Anna L.M., Pereira Jr. N.,** 2016, *Sweet sorghum as a whole-crop feedstock for ethanol production,* Biomass and Bioenergy, Vol. 94, pp. 46-56;
23. **Barcelos, C. A., Maeda ,R.N., Betancur, G.J. Pereira, Jr. V.N.,** 2011, *Ethanol production from sorghum grains [Sorghum bicolor (L.) Moench]: evaluation of the enzymatic hydrolysis and the hydrolysate fermentability*, Braz. J. Chem. Eng. Vol. 28 no. 4.

24. **Batog, J., Frankowski, J., Wawro, A., Lacka, A.,** 2020, *Bioethanol Production from Biomass of Selected Sorghum Varieties Cultivated as Main and Second Crop*, Energies, 13, 6291; DOI:10.3390/en13236291.
25. **Becerra-Moreno, A., Benavides, J., Cisneros-Zevallos, L., Jacobo-Velázquez, D.A.,** 2012, *Plants as biofactories: Glyphosate-induced production of shikimic acid and phenolic antioxidants in wounded carrot tissue. J. Agric. Food Chem. 60*, 11378–11386.
26. **Ben-Hammoud, M., Kremer, R.J., Minor, H.C.**, 1995, *Phytotoxicity of extracts from sorghum plant components on wheat seedlings*, Crop Sci 35: 1652–1656.
27. **Bhagia, S., Akinosho, H., Ferreira, J.F.S. Ragauskas, A. J.,** 2017, *Biofuel production from Jerusalem artichoke tuber inulins: a review*, Biofuel Research Journal 14 p. 587-599.
28. **Bharathiraja, B., Sudharsanaa,T., Bharghavi, A., Jayamuthunagai, J., Praveenkumar, R.,** 2016, *Biohydrogen and biogas – an overview on feedstocks and enhancement process.* Fuel, vol. 185, pp. 810–828.
29. **Bramel-Cox, P.J., Coxm T.S.**, 1988, *Use of wild sorghums in sorghum improvement*. In: Wilkinson D (ed) Proceedings of the 43rd Annual Corn and *Sorghum* Industry Research Conference, American Seed Trade Association, Washington DC, USA, pp 13–26.
30. **Buruiană, C.-T., Georgescu, L., Isticioaia, S.-F., Constantin, O.E., Vizireanu, C., Dinică, R.M., Furdui, B.,** 2020. *Insights on Monosaccharides and Bioethanol Production from Sweet Sorghum Stalks Using Dilute Acid Pretreatment.* Processes, **8**, 1486.
31. **Buruiană, C.-T., Vizireanu, C., Furdui, B.,** 2018, *Bioethanol production from sweet sorghum stalk juice by ethanol-tolerant Saccharomyces cerevisiae strains: An overview,* The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati, Fascicle VI – Food Technology, **42**, 153–167.

32. **Bušić, A., Marđetko, N., Kundas, S., Morzak, G., Belskaya, H., Šantek, M. I., Komes, D., Novak S., Šantek, B.,** 2018, *Bioethanol Production from Renewable Raw Materials and Its Separation and Purification: A Review*, Food Technol Biotechnol. Sep; 56(3): 289–311.

33. **Caba I., Laza E., Vlăduț V., Marin E., Ungureanu N., Biriș S.Șt., Găgeanu I., Voicea I., Isticioaia S., Olan M., Matei Gh.,** 2018, *Sweet sorghum – an alternative for Romanian farmers in the conditions of the current climate change*, International Symposium ISB-INMA TEH' *2018*, pp. 945-954, Bucuresti.

34. **Cai, Q.-Y., Mo, C.-H., Wu, Q.-T., Zeng, Q.-Y., Katsoyiannis, A.**, 2007, *Concentration and speciation of heavy metals in six different sewage sludge-composts*. J. Hazard. Mater., 147, 1063–1072.

35. **Carr, T.P., Weller, C.L., Schlegel, V.L., Cuppett, S.L., Guderian, D.M., Jr., Johnson, K.R.,** 2005. *Grain sorghum lipid extract reduces cholesterol absorption and plasma non-HDL cholesterol concentration in hamsters.* The Journal of Nutrition, **135**(9), 2236–2240.

36. **Carvalho, C.M., Galdeano, C. W. P., Pinheiro-Sant'Ana, M. C.**, 2017, *Comparing sorghum and wheat whole grain breakfast cereals: Sensorial acceptance and bioactive compound content.* Food Chemistry, 221, 984– 989.

37. **Cerempei, V.,** 2008, *Elaborarea tehnologiei şi utilajului pentru extragerea sucului din sorg zaharat*, *MAIA,* Institutul de Tehnică Agricolă „Mecagro", Republica Moldova.

38. **Chang, T.T.**, 1985, *Germplasm enhancement and utilization*. Iowa State J Res 54: 399–424.

39. **Cheynier, V.,** 2012, Phenolic compounds: From plants to foods. *Phytochem. Rev. 11*, 153–177.

40. **Chiremba, C., Taylor, J. R., N., Duodu, K. G.**, 2009. *Phenolic content, antioxidant activity, and consumer acceptability of sorghum cookies.* Cereal Chemistry, 86(5), 590– 594.

41. **Chittenden, L.M., Schertz, K.F., Lin, Y.R., Wing, R.A., Paterson, A.H.**, 1994, *A detailed RFLP map of Sorghum bicolor*

x S. propinquum, suitable for high density mapping, suggests ancestral duplication of sorghum chromosomes or chromosomal segments, Theor Appl Genet 87: 925–933.

42. **Choudhary, S.J., Mehmood, S., Naz, H., Jaafar, H.Z.E., Zia-Ul-Haq, M.,** 2015, *Effect of sulfuric acid on pretreatment of YSS-10R variety of sorghum and analysis of its interaction with temperature and time,* BioResources, **10**, 2103–2112.
43. **Coelho, L., Osório, J., Beltrão, J., Reis, M.,** 2019, *Organic compost effects on Stevia rebaudiana weed control and on soil properties in the Mediterranean region,* Rev. Ciênc. Agrár., 42, 109–121.
44. **Cojocaru, C.,** 1969, *Procedee tehnologice în industria fermentativă* ,Editura Tehnică București.
45. **Constantin, O. E., Istrati, D. I.,** 2018, *Functional properties of snack bars*. In Functional Foods. IntechOpen.
46. **Cui, Y.X., Xu, G.W., Magill, C.W., Schertz, K.F., Hart, G.E.,** 1995, *RFLP based assay of Sorghum bicolor (L) Moench genetic diversity.* Theor Appl Genet 90: 787–796.
47. **Dar, R.A., Dar, E.A., Kaur, A., Phutela, U.G.,** 2018, *Sweet sorghum-a promising alternative feedstock for biofuel production*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 82, pp. 4070–4090.
48. **Dareioti, M.A.,** 2015, *Energy valorization of agroindustrial wastes and sweet sorghum for the production of gaseous biofuels through anaerobic digestion*, Dissertation submitted to University of Patras, Department of Chemical Engineering.
49. **Dareioti, M.A., Kornaros, M.,** 2015, *Anaerobic mesophilic co-digestion of ensiled sorghum, cheese whey and liquid cow manure in a two-stage CSTR system: effect of hydraulic retention time*. Bioresource Technology, Vol. 175, pp. 553–562.
50. **De Bertoldi, M., Vallini, G., Pera, A., Zucconi, F.,** 1985, *Technological aspects of composting including modelling and microbiology, In Composting of agricultural and other wastes*, Ed. J.K.R. Gasser. Barking, Essex: Elsevier Applied Science Publishers, pp. 27–41.

51. **De Figueirêdo, V.R., Martos, E.T., *de* Siqueira, F.G., Maciel, W.P., *da* Silva, R., Rinker, D.L. and Souza Dias, E.,** 2013, *Microbial inoculation during composting improves productivity of sun mushroom (Agaricus subrufescens Peck)*, Afr. J. Microbiol. Res. 7(35):4430-4434.
52. **De Lasa, H., Salaices, E., Mazumder, J., Lucky, R.**, 2011, *Catalytic steam gasification of bio-mass: catalysts, thermodynamics and kinetics*, Chemical Reviews, Vol. 111, pp. 5404–5433.
53. **De Wet, J.M.J.,** 1978, *Systematics and evolution of sorghum sect. Sorghum (Gramineae)*. Am J Bot 65(4): 477–484.
54. **De Wet, J.M.J., Harlan, J.R.**, 1971, *The origin and domestication of Sorghum bicolor*. Econ Bot 25: 128–135.
55. **De Wet, J.M.J., Huckabay, J.P.**, 1967, *The origin of Sorghum bicolor II.* Distribution and Domestication. Evolution 21: 787.
56. **Deshavath, N.N., Dasu, V.V., Goud, V.V., Rao, P.S.**, 2017b, *Development of dilute sulfuric acid pretreatment method for the enhancement of xylose fermentability*. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, **11**, 224–230.
57. **Deshavath, N.N., Mohan, M., Veeranki, V.D., Goud, V.V., Pinnamaneni, S.R., Benarjee, T.** 2017a, *Dilute acid pretreatment of sorghum biomass to maximize the hemicellulose hydrolysis with minimized levels of fermentative inhibitors for bioethanol production.* 3 Biotech, **7**, 139.
58. **Diallo, N. D., Mbengue, M., NGuer, M., Kâ, M., Tine, E., Mbaye, C. T.,** 2017, *Composting of sugar cane bagasse by Bacillus strains*, African Journal of Biotechnology, Vol. 16(3), pp. 113-123.
59. **Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council** *of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast),* 2018, Official Journal of the European Union, **L 328**, 82–209.
60. **Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council** of *23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC,* 2009, *Official Journal of the European Union*, **L 140**, 16–62.

61. **Doggett, H.,** 1988, *Sorghum*, 2nd ed. Longman, Harlow, Essex, UK.
62. **Doggett, H., Majisu, B.N**., 1968, *Disruptive selection in crop improvement*. Heredity 23: 1–22. DOI:10.1016/j.tree.2005.02.010.
63. **Downes, R.W.,** 1971, *Relationship between evolutionary adaptation and gas exchange characteristics of diverse Sorghum taxa*, Aus J Biol Sci 24: 843–52.
64. **Du, R., Yan, J., Feng, Q., Li, P., Zhang, L., Chang, S., Li, S.,** 2014, *A Novel Wild-Type Saccharomyces cerevisiae Strain TSH1 in Scaling-Up of Solid-State Fermentation of Ethanol from Sweet Sorghum Stalks.* PLoS ONE, **9**, e94480.
65. **Dumitru, M**., 2015, *Study on the feeding system of a biogas plant*. Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development, Vol. 15, no. 4, pp. 59–64.
66. **Duncan, R.R., Bramel-Cox, P.J., Miller, F.R.,** 1991, *Contributions of introduced sorghum germplasm to hybrids development in the USA*. In: Shands HL, Wiesner LE (eds) Use of Plant Introductions in the Cultivar Development, Part 1. Crop Science Society of America, Madison, WI, USA; Special Publication 17: 69–101.
67. **Edward, S., Araya, H.,** 2010, *How to make and use compost, Food and Agriculture Organization of the United Nations*, pp. 385-432.
68. **Edwards, E.J., Osborne, C.P., Stromberg, C.A., Smith, S.A., Bond, W.J., Christin, P.A., Cousins, A.B., Duvall, Fox, D.L.,** 2010, *Consortium CG, et al. The origins of C4 grasslands: integrating evolutionary and ecosystem science*. Science, 328(5978):587–91.
69. **Einhellig, F.A., Souza, I.F.,** 1992, *Phytotoxicity of sorgoleone formed in grain sorghum root exudates*, J Chem Ecol 18: 1–11.
70. **Ellstrand NC, Foster F.** ,1983, *Impact of population structure on the apparent outcrossing rate of grain sorghum (Sorghum bicolor).* Theor Appl Genet 66: 323–327.
71. **ESCAP (Economic and Social Commission for Asia and the Pacific),** 2012., *Operational Manual on Composting for an Integrated Resource Recovery Center (IRRC),* pp. 1-72.

72. **European Commission**, 2015, *Sweet Sorghum: an alternative energy crop*). Final Report Sweetfuel, Grant agreement ID: 227422.
73. **FAO**., 2021. FAOSTAT, Food and Agriculture Organization of the United Nation. Retrieved from http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC.
74. **Faraco, V.,** 2013, *Lignocellulose Conversion: Enzymatic and Microbial Tools for Bioethanol Production,* Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
75. **Feltus, F.A., Hart, G.E., Schertz, K.F., Casa, A.M., Kresovich, S., Abraham, S., Klein, P.E., Brown, P.J., Paterson, A.H.**, 2006, *Alignment of genetic maps and QTLs between inter-and intra-specific sorghum populations*. Theor Appl Genet 112: 1295–1305.
76. **Fernandes, G., Braga, T.G., Fischer, J., Parrella, R.A.C., de Resende, M.M., Cardoso, V.L**., 2014, *Evaluation of potential ethanol production and nutrients for four varieties of sweet sorghum during maturation.* Renewable Energy, **71**, 518–524.
77. **Forney, D.R., Foy, C.L.,** 1985, *Phytotoxicity of products from rhizospheres of a sorghum Sudangrass hybrid (Sorghum bicolor x Sorghum sudanense)*. Weed Sci 33: 597–604.
78. **Fourti, O., Jedidi, N., Hassen, A.,** 2011, *Comparison of methods for evaluating stability and maturity of co-composting of municipal solid wastes and sewage sludge in semi-arid pedoclimatic condition*. Natural Science 3: 124–135.
79. **Franke-Whittle, I.H., Confalonieri, A., Insam, H., Schlegelmilch, M. and Korner I.,** 2014, *Changes in microbial communities during cocomposting of digestates*., Waste Management. 34:632-641.
80. **Fu, X., Li, P., Zhang, L., Li, S.,** 2018, *RNA-Seq-based transcriptomic analysis of Saccharomyces cerevisiae during solid-state fermentation of crushed sweet sorghum stalks.* Process Biochemistry, **68**, 53–63.
81. **Furdui, B., Vizireanu, C., Dinică, R.M., Istrati, D., Constantin, O.E., Buruiană, C.-T**., 2018, *Proiect PN-III-P1-1.2-PCCDI-2017-*

0566/9PCCDI/2018, Sistem complex de valorificare integrală a unor specii agricole cu potenţial energetic şi alimentar.

82. **Furdui, B., Vizireanu, C., Dinică, R.M., Istrati, D., Constantin, O.E.; Buruiană, C.T.,** 2017, *Proiect PN-III-P1-1.2-PCCDI-2017-0566/9PCCDI/2018, Sistem complex de valorificare integrală a unor specii agricole cu potenţial energetic şi alimentar.*
83. **Gautam, S.P., Bundela, P.S., Pandey, A.K., Awasthi, M.K., and Sarsaiya, S.,** 2010, *Composting of municipal solid waste of Jabalpur city*, Global Journal of Environmental Research 4: pp. 43–46.
84. **Georgescu, L**., 2004, *Noi ingrediente funcţionale utilizabile în panificaţie*, BIMPAGES, Vol. 15, pp. 24-30.
85. **Ghinea, I. O., Ionica Mihaila M. D., Avramescu S. M., Cudalbeanu M., Isticioaia S.-F., Dinica R. M., Furdui B.,** 2021, HPLC-DAD Polyphenolic Profiling and Antioxidant Activities of Sorghum bicolor during Germination, *Agronomy*, 3(11), pp. 417-428.
86. **Girard, P., Fallot, A.,** 2006. *Review of existing and emerging technologies for the production of biofuels in developing countries.* Energy for Sustainable Development, **10**, 92–108.
87. **Glover, J.D., Reganold, J.P., Bell, L.W., Borevitz, J., Brummer, E.C., Buckler, E.S., Cox, C.M., Cox, T.S., Crews, T.E., Culman, S.W., DeHaan, L.R., Eriksson, D., Gill, B.S., Holland, J., Hu, F., Hulke, B.S., Ibrahim, A.M.H., Jackson, W., Jones, S.S., Murray, S.C., Paterson, A.H., Ploschuk, E., Sacks, E.J., Snapp, S., Tao, D., Van Tassel, D.L., Wade, L.J., Wyse, D.L., Xu, Y.,** 2010, *Increased food and ecosystem security via perennial grains*. Science 328: 1638–1639.
88. **Goodman, R.M., Hauptli, H., Crossway, A., Knauf, V.C.**, 1987, *Gene transfer in crop improvement*. Science 236: 48–54.
89. **Gopalakrishnan, S., Vadlamudi, S., Are, A.K., Umakanth, A., Addepally, U., Rao, P.S.,** 2019, *Composting of Sweet Sorghum Bagasse and its Impact on Plant Growth Promotion,* (22), pp. 143-156.

90. **Gotaas, H. B.,** 1956, *World Health Organization Monograph Series No. 31, Composting, Sanitary Disposal and Reclamation of Organic Wastes*, World Health Organization.
91. **Grassi, G.,** 2001, *Sweet sorghum—One of the best world food-feedenergy crop,* Published by ETA Florence and WIP-Munich in the framework of LAMNET Thematic Network funded by the European Commission, DG Research, Programme "Confirming the international role of community research" (Project no. ICA4-CT-2001-10106).
92. **Graur, M., Popescu, R., Lăcătuşu, C., Stana, B.,** 2006, *Ghid pentru alimentaţia sănătoasă sfaturi pentru populație*. Editura Performantica Iaşi.
93. **Graves, R. E., Hattemer, G. M., Stettler, D., Krider J. N., Chapman D.,** 2000, The United States Department of Agriculture (USDA), Chapter 2, Composting, Part 637 National Engineering Handbook.
94. **Grootboom, A.W**., 2010, *Effect of RNAi Down-regulation of three lysine deficient kafirins on the seed lysine content of sorghum [Sorghum bicolor (L.) Moench]*. PhD thesis. University of Pretoria, South Africa.
95. **Hăbăşescu, I., Cerempei, V., Balaban, N.,** 2014, *Experimental argumentation of press parameters for squeezing juice from plant stems*, INMATEH – Agricultural Engineering, Vol.44, No.3, pp. 79-86.
96. **Han, K.J., Pitman, W. D., Kim, M., Day, D. F., Alison, M. W., Mccormick, M. E., Aita G.,** 2012, *Ethanol production potential of sweet sorghum assessed*, DOI: 10.1111/j.1757-1707.2012.01203.
97. **Harlan, J.R.,** 1977, *Sources of genetic defence*. Ann New York Acad Sci 287: 345–356.
98. **Harlan, J.R.,** 1992, *Indigenous African agriculture*. In: Cowan CW, Watson PJ (eds) The Origins of Agriculture: An International Perspective. Smithsonian Institution Press, Washington DC, USA, pp 59–70. Wild *Sorghums*-Their Potential Use in Crop Improvement.

99. **Harlan, J.R., de Wet J.M.J.**, 1972, *A simplified classification of cultivated sorghum*. Crop Sci 12: 172. Hartl, D.L., Clark, A.G., 1989. Principles of Population Genetics. Sinauer Press, Sunderland, Massachussetts, USA.
100. **Harlan, J.R., de Wet, J.M.J.,** 1971, *Towards a rational classification of cultivated plants*, Taxon 20(4): 509–517.
101. **Hathcock, JN**., 1997. *Vitamins and minerals: efficacy and safety. The American journal of clinical nutrition*. 66(2), pp. 427-437.
102. **Hawkes, J.G., Maxted, N., Ford-Lloyd, B.V**, 2000, *The Ex Situ Conservation of Plant Genetic Resources*. Kluwer, Dordrecht, Netherlands.
103. **Heaton, EA, Dohleman, FG, Long, SP**, 2008, *Meeting US biofuel goals with less land: the potential of Miscanthus*. Glob Change Biol 14: 2000–2014.
104. **Henley, E.C., Taylor, J.R.N., Obukosia, S.D.,** 2010, *The importance of dietary protein in human health: combating protein deficiency in sub-Saharan Africa through transgenic biofortified sorghum.* In Advances in Food and Nutrition Research, Taylor, S.L. (Ed.), Academic Press, San Diego.
105. **Hodnett, G.L., Burson, B.L., Rooney, W.L., Dillon, S.L., Price, H.J.**, 2005, *Pollen-pistil interactions result in reproductive isolation between Sorghum bicolor and divergent Sorghum species*, Crop Sci 45: 1403–1409.
106. **Houx, J.H., Fritschi, F.B**., 2015, *Influence of late planting on light interception, radiation use efficiency and biomass production of four sweet sorghum cultivars.* Industrial Crops Production, Vol. 76, pp. 62–68.
107. **Hu, F.Y., Tao, D.Y., Sacks, E., Fu, B.Y., Xu, P., Li, J., Yang, Y., McNally, K., Khush, G.S., Paterson, A.H., Li, Z.K.**, 2003, *Convergent evolution of perenniality in rice and sorghum*, Proc. Natl Acad Sci USA 100: 4050–4054.
108. **Hu, S.W., Wu, L.M., Staffan, P., Peng, L.C., Feng, S.Q.,** 2017, *Sweet sorghum and Miscanthus: two potential dedicated bioenergy crops in China.* Journal of Integrative Agriculture, vol. 16(6), pp. 1236–1243.

109. **Huelgas, V.C., Lawrence, P., Adkins, S.W., Mufti, M.U., Godwin, I.D.**, 1996, *Utilization of the Australian native species for sorghum improvement.* In: Foale MA, Henzell RG, Knepp JF (eds) Proceedings of 3rd Australian Sorghum Conference. Australian Institute of Agricultural Sciences, Melbourne, Australia, pp 369–375.

110. **Hutzler, P., Fischbach, R., Heller, W., Jungblut, T.P., Reuber, S., Schmitz, R., Veit, M., Weissenbock, G., Schnitzler, J.P.,** 1998, *Tissue localization of phenolic compounds in plants by confocal laser scanning microscopy. J. Exp. Bot. 49*, 953–965.

111. **Idris, A.S.O., Pandey, A., Rao, S.S., Sukumaran, R.K.,** 2017, *Cellulase production through solid-state tray fermentation, and its use for bioethanol from sorghum stover.* Bioresource Technology, **242**, 265–271.

112. **IEA - International Energy Agency** (http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld_Statistics_2015.pdf).

113. **Imam, T., Capareda, S.,** 2012, *Ultrasonic and high-temperature pretreatment, enzymatic hydrolysis and fermentation of lignocellulosic sweet sorghum to bio-ethanol.* International Journal of Ambient Energy, **33**, 152–160.

114. **Istrati, D.I., Constantin, O.E., Vizireanu, C., Dinică, R., Furdui, B.**, 2019, *Sorghum as source of functional compounds and their importance in human nutrition*. Ann. Univ. Dunarea de Jos Galati Fascicle VI-Food Technol., 43, pp189–205.

115. **Istrati, D.I., Vizireanu C., Furdui, B., Constantin O. E., Buruiană C.-T., Mișu D. C.; Blaga (Costea) G.-V.; Dinică, R.M.**, 2020, *Băutură nealcoolică probiotică fermentată din sorg și procedeul de obținere a acesteia*, Cerere Brevet A00765/23.11.2020.

116. **Ivanova, T., Muntean, A., Havrland, B., Hutla, P.,** 2018, *Quality assessment of solid biofuel made of sweet sorghum biomass*, Contemporary Research Trends în Agricultural Engineering, 10, 02007.

117. **Jafari, Y., Karimi, K., Amiri, H.,** 2017, *Efficient bioconversion of whole sweet sorghum plant to acetone, butanol, and ethanol*

improved by acetone delignification. Journal of Cleaner Production, **166**, 1428–1437.

118. **Jang, C.S., Kamps, T.L., Tang, H., Bowers, J.E., Lemke, C., Paterson, A.H.**, 2009, *Evolutionary fate of rhizome-specifi c genes in a non-rhizomatous Sorghum genotype.* Heredity 102: 266– 273.
119. **Jankowski, K.J., Dubis, B., Sokolski, M.M., Załuski, D., Borawski, P., Szempliński, W.**, 2020, *Productivity and energy balance of maize and sorghum grown for biogas in a large-area farm in Poland: an 11-yearfield experiment.* Industrial Crops Production, Vol. 148, 112326.
120. **Jotwani, M.G., Young, W.R., Teetes, G.I.,** 1980. *Elements of Integrated Control of Sorghum Pests*, FAO Plant Prod. Prot Paper, FAO, Rome, Italy, p 159.
121. **Jung, Y.H., Kim, K.H.,** 2015, *Acidic Pretreatment.* In A. Pandey, S. Negi, P. Binod, C. Larroche (Eds.), Pretreatment of Biomass: Processes and Technologies, Elsevier B.V, pp. 27–50.
122. **Jurado, M.M., Suarez-Estrella, F., Lopez, M.J., Vargas-Garcia, M.C., Lopez- Gonzalez, J.A., Moreno, J.,** 2015, *Enhanced turnover of organic matter fractions by microbial stimulation during lignocellulosic waste composting. Bioresour,* Technol. 186:15-24.
123. **Kamala, V., Singh, S.D., Bramel, P.J., Manohar, Rao D.**, 2002, *Sources of resistance to downy mildew in wild and weedy sorghums*, Crop Sci 42: 1357–1360.
124. **Kamble, A.D., Saxena, V.K., Chavan, P.D., Mendhe, V.A.,** 2019, *Co-gasification of coal and biomass an emerging clean energy technology: status and prospects of development in Indian context.* International Journal of Mining Science and Technology, vol. 29, pp. 171–186.
125. **Kangama, C. O, and Rumei, X.**, 2005, *Production of crystal sugar and alcohol from sweet sorghum*, African Journal of Food Agriculture and Nutritional Development (AJFAND), Vol. 5 No 2.
126. **Karuppiah, T., Azariah, V.E.,** 2019, *Biomass pretreatment for enhancement of biogas production*. In book: Biogas. IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.82088.

127. **Kashapov, N.F., Nafikov, M.M., Gazetdinov M.X., Nigmatzyanov A.R.,** 2016, *Innovative production technology ethanol from sweet sorghum*, DOI: 10.1088/1757-899X/134/1/012012.
128. **Khush, G.S., Brar, D.S.,** 1988, *Wide hybridization in plant breeding.* In: Zakir H (ed) Plant Breeding and Genetic Engineering. SABRAO, Kuala Lumpur, Malayasia, pp 141–188.
129. **Kim, C., Zhang, D., Auckland, S.A., Rainville, L.K., Jakob, K., Kronmiller, B., Sacks, E.J., Deuter, M., Paterson, A.H.**, 2012, *SSR-based genetic maps of Miscanthus sinensis and M. sacchariflorus and their comparison to sorghum.* Theor Appl Genet 124: 1325–1338.
130. **Kim, S., Park, J.M., Kim, C.H.,** 2013, *Ethanol production using whole plant biomass of Jerusalem artichoke by Kluyveromyces marxianus CBS1555,* Appl. Biochem. Biotechnol. 169(5), 1531-1545.
131. **Koçar, G., Civaş, N**., 2013, *An overview of biofuels from energy crops: current status and future prospects*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 28, pp. 900–916.
132. **Krishan, K.,** 2010, *Biowaste to bioenergy & organic fertilizer*. Methane to Markets Conference.
133. **Kuhlman, L.C., Burson, B.L., Klein, P.E., Klein, R.R., Stelly, D., Price, H.J., Rooney, W.L.,** 2008, *Genetic recombination in Sorghum bicolor-S. macrospermum interspecific hybrids*. Genome 51: 749–756.
134. **Kumar, A.K., Sharma, S**., 2017, *Recent updates on diferent methods of pretreatment of lignocellulosic feedstocks: A review.* Bioresour. Bioprocess. Vol. 4, issue 7.
135. **Kutzner, H. J.,** 1997, *Microbiology of Composting*, Heat Production by Microorganisms, p. 35-46.
136. **Lee, H.A., Lee, H.Y., Seo, E., Lee, J., Kim, S.B.; Oh, S.; Choi, E.; Choi, E.; Lee, S.E.; Choi, D**. 2017, *Current understandings of plant nonhost resistance*. Mol. Plant-Microbe Interact. *30*, 5–15.
137. **Lekammudiyanse, M., Gunatilake, S.K.,** 2009, *Efficiency of the Household Compost bin as a Waste Management Technique in*

Sri Lanka (A Case Study in Gampaha Municipal Council Area), International Journal of Basic & Applied Sciences 10, No: 01.

138. **Leppik, E.E.**, 1970, *Gene centers of plants as sources of disease resistance*. Annu Rev Phytopathol 8: 323–344.
139. **Li, J., Li, S., Han, B., Yu, M., Li, G., Jiang, Y.,** 2013. *A novel cost-effective technology to convert sucrose and homocelluloses in sweet sorghum stalks into ethanol.* Biotechnology for Biofuels, **6**, 174.
140. **Li, S.-Z.,** 2010, *Meeting the Demands of Food, Feed, and Energy by Sweet Sorghum,* The US-Sino Joint Center for Biofuel Research Institute of New Energy Techn., Tsinghua University, China, FAO, 14-15.
141. **Liang, G.H.L., Casady, A.J.,** 1966, *Quantitative presentation of the systematic relationships among twenty-one sorghum species*. Crop Sci 6: 76–79.
142. **Lima, I., Bigner, R., Wright, M., 2017**, *Conversion of sweet sorghum bagasse into value-added biochar*. Sugar Tech, vol. 19, pp. 553–561.
143. **Lin, Y.R., Shertz, K.F., Paterson, A.H.,** 1995, *Comparative analysis of QTL affecting plant height and maturity across the Poaceae in reference to an interspecific sorghum population*. Genetics 141: 391–411.
144. **Lin, Y.R., Zhu, L.H., Ren, S.X., Yang, J.S., Schertz, K.F., Paterson, A.H.,** 1999, *A Sorghum propinquum BAC library, suitable for cloning genes associated with loss-of-function mutations during crop domestication*. Mol Breed 5: 511–520.
145. **Lopes, R., de Lima, S. L. S., da Silva, B. P., Toledo, R. C. L., Moreira, M. E. C., Anunciacao, P. C., Martino, H. S. D.,** 2018. *Evaluation of the health benefits of consumption of extruded tannin sorghum with unfermented probiotic milk in individuals with chronic kidney disease.* Food Research International, 107, 629– 638.
146. **López-Linares, J.C., Gómez-Cruz, I., Ruiz, E., Romero, I., Castro, E**., 2020, *Production of Ethanol from Hemicellulosic*

Sugars of Exhausted Olive Pomace by Escherichia coli. Processes, **8**, 533.

147. **Luo, X., Liu, G., Xia, Y., Chen, L., Jiang, Z., Zheng, H., Wang, Z.J.,** 2017, *Use of biochar-compost to improve properties and productivity of the degraded coastal soil in the Yellow River Delta, China*, J. Soils Sediments, 17, 780–789.
148. **Mai, T.P., Nguyen, D.Q.,** 2020, *Gasification of biomass*. Intech Open (https://www.intechopen.com/online-first/gasification-of-biomass).
149. **Mallet, J**., 2005, *Hybridization as an invasion of the genome*, Trends Ecol. Evol. 20: 229–237.
150. **Manzanares-Papayanopoulos, E., Herrera-Velarde, J.R., Arriola-Medellín, A., Alcaraz-Calderón, A.M., Altamirano-Bedolla, J.A., Fernández-Montiel, M.,** 2014, *The cogasification of coal-biomass mixtures for power generation: a comparative study for solid fuels available in Mexico*. Energy Sources, Part A, Vol. 36 (1), pp. 104–111.
151. **Martinez, I., Wallace, G., Zhang, C., Legge, R., Benson, A. K., Carr, T.P., Walter, J.,** 2009. *Diet-induced metabolic improvements in a hamster model of hypercholesterolemia are strongly linked to alterations of the gut microbiota.* Applied and Environmental Microbiology, **75**(12), 4175-4184.
152. **Mathur, S., Umakanth, A.V., Tonapi, V.A., Sharma, R., Sharma, M.K.,** 2017, *Sweet sorghum as biofuel feedstock: recent advances and available resources.* Biotechnology for Biofuels, **10**, 146.
153. **Matsakas, L., Rova, U., Christakopoulos, P.,** 2014, *Evaluation of dried sweet sorghum stalks as raw material for methane production*. BioMed Research International, vol. 7, ID 731731.
154. **Maxted, N., Ford-Lloyd, B.V., Hawkes, J.G.,** (eds), 1997a, *Plant Genetic Conservation*: The In Situ Approach. Chapman & Hall, London, UK.
155. **Maxted, N., Ford-Lloyd, B.V., Jury, S., Kell, S., Scholten, M.**, 2006, *Towards a definition of a crop wild relative*. Biodivers Conserv 15: 2673–2685.

156. **Maxted, N., Hawkes, J.G., Guarino, L., Sawkins, M.,** 1997b, *The selection of taxa for plant genetic conservation*. Genet Resour Crop Evol 44: 337–348.
157. **McCarty, Mark F**., 2005, *Magnesium may mediate the favorable impact of whole grains on insulin sensitivity by acting as a mild calcium antagonist,* Medical Hypotheses 64, 619-627.
158. **Meehnian, H., Jana, A.K., Jana, M.M.,** 2016, *Effect of particle size, moisture content and supplements on selective pretreatment of cotton stalks by Daedalea flavida and enzymatic saccharification,* 3 Biotech 6: 235.
159. **Mehta, C., Palni, U., Franke-Whittle, I. and Sharma, A.,** 2014, *Compost: Its role, mechanism and impact on reducing soil-borne plant diseases,* Waste Manage. 34:607-622.
160. **Mehta, R.**, 2005, *Dietary fiber benefits, Cereal Foods World*, Vol. 50, pp. 66-71.
161. **Meilleur, B.A., Hodgkin, T.,** 2004, *In situ conservation of crop wild relatives*, Biodivers Conserv 13: 663–684.
162. **Mekala, N.K., Potumarthi, R., Baadhe, R.R., Gupta, V.K.,** 2014, *Current Bioenergy Researches: Strengths and Future Challenges.* In V.K. Gupta, M.G. Tuohy, C.P. Kubicek, J. Saddler, F. Xu (Eds.), Bioenergy Research: Advances and Applications,Elsevier B.V., pp. 1–21.
163. **Miafo, A.P.T., Koubala, B.B., Kansci, G., Saha, B.U.F., Fokou, E.**, 2015, *Optimizing the extraction of dietary fibers from sorghum bran using response surface methodology.* Journal of Food Processing.
164. **Ming, R., Del Monte, T.A., Hernandez, E., Moore, P.H., Irvine, J.E., Paterson, A.H.,** 2002, *Comparative analysis of QTLs affecting plant height and fl owering among closely-related diploid and polyploidy genomes.* Genome 45: 794–803.
165. **Ming, R., Liu, S.C., Irvine, J.E., Paterson, A.H.,** 2001, *Comparative QTL analysis in a complex autopolyploid: candidate genes for determinants of sugar content in sugarcane*. Genome Res 11: 2075–2084.

166. **Ming, R., Liu, S.C., Lin, Y.R., da Silva, J., Wilson, W., Braga, D., van Deynze, A., Wenslaff, T.F., Wu, K.K., Moore, P.H., Burnquist, W., Sorrells, M.E., Irvine, J.E., Paterson, A.H.,** 1998, *Detailed alignment of Saccharum and Sorghum chromosomes: comparative organization of closely related diploid and polyploid genomes*. Genetics 150: 1663–1682. Wild Sorghums-Their Potential Use in Crop Improvement.

167. **Mishra, V., Jana, A.K., Jana, M.M., Gupta, A.,** 2017, *Fungal pretreatment of sweet sorghum bagasse with supplements: improvement in lignin degradation, selectivity and enzymatic saccharification*, 3 Biotech 7: 110.

168. **Monteiro, J.S.T., Havrland, B., Ivanova, T**., 2012, *Sweet sorghum (Sorghum bicolor (L.) Moench) bioenergy value – importance for Portugal*. Agricultura Tropica et Subtropica, Vol. 45, no. 1, pp. 12–19.

169. **Morrissey, K.,** 2017, *Life Cycle Assessment of Sweet Sorghum as Feedstock for Second-generation Biofuel Production*, Chemical Engineering Undergraduate Honors Theses, 102.

170. **Mosier, N., Wyman, C., Dale, B., Elander, R., Lee, Y.Y., Holtzapple, M., Ladisch, M**., 2005, *Features of promising technologies for pretreatment of lignocellulosic biomass*. Bioresource Technology, Vol. 96, pp. 673–686.

171. **Muraya, M.M, de Villiers, S., Parzies, H.K., Mutegi, E., Sagnard, F., Kanyenji, B.M., Kiambi, D., Geiger, H.H.,** 2011, *Genetic structure and diversity of wild sorghum populations (Sorghum spp.) from different eco-geographical regions of Kenya*, Theor App Genet 123: 571–583.

172. **Naik, D.K., Monika, K., Prabhakar, S., Parthasarathy, R., Satyavathi, B.,** 2017, *Pyrolysis of sorghum bagasse biomass into bio-char and bio-oil Products*, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, vol. 127, pp. 1277–1289.

173. **Nan, L., Best, G., C., Coehlho De Carvalho, Neto.,** 1994, Integrated energy systems in China - The cold Northeastern region experience, Food and agriculture organization of the

united nations (Nan L., și colab. 1994), Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy.

174. **Nath, G., Singh K.,** 2009, *Utilization of vermiwash potential on certain summer vegetable crops,* Journal of Central European Agriculture 10: 417–426.
175. **Negri, V., Maxted, N., Veteläinen, M.,** 2009, *European landrace conservation: an introduction.* In: Veteläinen M, Negri V, Maxted N (eds) European Landraces: On-farm Conservation, Management and Use. Bioversity Technical Bulletin 15, Bioversity International, Rome, Italy, pp 1–22.
176. **Negri, V., Tiranti, B.,** 2010, *Effectiveness of in situ and ex situ conservation of crop diversity*. What a Phaseolus vulgaris L. landrace case study can tell us. Genetica 138: 985–998.
177. **Negro, M.J., Solano, M.L., Ciria, P., Carrasco, J.,** 1999, *Composting of sweet sorghum bagasse with other wastes*, Bioresource Technology, 67, (1), pp. 89-92.
178. **Nguni, D., Geleta, M., Johansson, E., Fatih, M., Bryngelsson, T.,** 2011, *Characterization of the Southern African sorghum varieties for mineral contents*: Prospects for breeding for grain mineral dense lines. African Journal of Food Science, **5**(7), 436-445.
179. **Novinsak, A., Surette C., Allain C., Filion M.,** 2008, *Application of molecular technologies to monitor the microbial content of biosolids and composted biosolids,* Water Science and Technology 57: 471–477.
180. **Nozari, B., Mirmohamadsadeghi, S., Karimi, K.,** 2018, *Bioenergy production from sweet sorghum stalks via a biorefinery perspective.* Applied Microbiology and Biotechnology, **102**, 3425–3438.
181. **Nutrition Value**. 2021. *Sorghum flour, whole-grain: nutritional value and analysis*.
182. **Nwanze, K.F., Prasada, Rao, K.E., Soman, P.,** 1990, *Understanding and manipulating resistance mechanisms in sorghum for control of the shoot fly*. In: Proceedings of

International Symposium on Molecular and Genetic Approaches to Plant Stress. New Delhi, India, pp T 11.1–T 11.2.

183. **Olszowy, M.,** 2019, *What is responsible for antioxidant properties of polyphenolic compounds from plants?,* Plant Physiol. Biochem. 144, pp. 135–143.
184. **Opopol, N., Obreja, O., Ciobanu, A**., 2006, *Nutriţia în sănătatea publică*. Casa editorial-poligrafică Bons Offices, Chişinău.
185. **Oprescu, R., Voicea, I., Vlăduţ, V., Găgeanu, I., Cujbescu, D., Persu, C., Iuga, D., Biriş, S.Şt., Dumitru, I., Stroescu, Gh., Popa, L.-D., Boruz, S.,** 2018, *Considerations on the extraction technology of sugar sorghum juice*, Annals Of The University Of Craiova - Agriculture, Montanology, Cadastre, Series, Vol. 48, No. 2, Craiova, Romania;
186. **Oyier, M. O., Owuoche, J. O., Oyoo, M. E., Cheruiyot, E., Mulianga, B., Rono, J.,** 2017, *Effect of Harvesting Stage on Sweet Sorghum (Sorghum bicolor L.) Genotypes in Western Kenya*, The Scientific World Journal Article ID 8249532, 10 pages.
187. **Ozen, A.E., Pons, A., Tur, J.A**., 2012, *Worldwide consumption of functional foods: A systematic review.*, Nutrition Reviews. 70(8):472-81, DOI:10.1111/j.1753-4887.2012.00492.x.
188. **Panagiotopoulos, I.A., Bakker, R.R., De Vrije, T., Koukios, E.G., Claassen, P.A.M**., 2010, *Pretreatment of sweet sorghum bagasse for hydrogen production by Caldicellulosiruptor saccharolyticus*. International Journal of Hydrogen Energy, Vol. 35, pp. 7738–7747.
189. **Panasiuk, O., Bills, D.D., Leather, G.R.,** 1986, *Allelopathic infl uence of Sorghum bicolor on weed during germination and early seedlings*. J Chem Ecol 2: 1533–1543.
190. **Pande, S., Bock, C.H., Bandopadhyay, R., Narayana, Y.D., Reddy, B.V.S., Lenne, J.M., Jeger, M.J.,** 1997, *Downy mildew of sorghum*. Information Bulletin no 51. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Patancheru, AP, India, pp 1–32.

191. **Pane, C., Palese, A.M., Celano, G., Zaccardelli, M. E**., 2014, *Effects of compost tea treatments on productivity of lettuce and kohlrabi systems under organic cropping management*, Ital. J. Agron., 9, 153–156.

192. **Pane, C., Spaccini, R., Piccolo, A., Celano, G., Zaccardelli, M**., 2019, *Disease suppressiveness of agricultural greenwaste composts as related to chemical and bio-based properties shaped by diffeerent on-farm composting methods.* Biol. Control, 137.

193. **Papadopoulos, A.E., Stylianou, M.A., Michalopoulos, C.P., Moustakas, K.G., Hapeshis, K.M., Vogiatzidaki, E.E.I., Loizidou, M.D.,** 2009, *Performance of a new household composter during in-home testing*. Elsevier 29, 204-213.

194. **Parmar, M., Kaur, J., Phutela, U.G., Devi, R., Bhatia, S.,** 2017, *Comparative analysis of ethanol productivity from sweet sorghum and sugarcane using Saccharomyces cerevisiae strain NRRL-Y 2034*, Conference: International conference on recent trends in bioinformatics and biotechnology for sustainable development.

195. **Paterson, A., Bowers, J.E., Bruggmann, R., Dubchak, I., Grimwood, J., Gundlach, H., Haberer, G., Hellston, U., Mitros, T., Poliakov, A., Schmutz, J., Spannag, M., Tang, H., Wang, X., Wicker, T., Bharti, A.K., Chapman, J., Feltus, F.A., Gowik, U., Grigoriev, I.V., Lyons, E., Maher, C.A., Martis, M., Narechania, A., Otillar, R.P., Penning, B.W., Salamov, A.A., Wang, Y., Zhang, L., Carpita, N.C., Freeling, M., Gingle, A.R., Hash, C.T., Keller, B., Klein, P., Kresovich, S., McCann, M.C., Ming, R., Peterson, D.G. ur-Rahman, M., Ware, D., Westhoff, P., Mayer, K.F.X., Messing, J., Rokhsar, D.S.**, 2009, *The Sorghum bicolor genome and the diversifi cation of grasses*. Nature 457: 551–556.

196. **Patterson, A.H., Lin, Y., Li, Z., Schertz, K.F., Doebley, J.F., Pinson, S.R.M., Liu, S., Stanzel, J.W., Irvine, J.E.,** 1995, *Convergent domestication of cereal crops by independent mutations at corresponding genetic loci*. Science 69: 1714–1718.

197. **Peral, C.,** 2016, *Biomass Pretreatment Strategies (Technologies, Environmental Performance, Economic Considerations, Industrial Implementation). In P. Poltronieri, O.F. D'Urso (Eds.)*, Biotransformation of Agricultural Waste and By-Products: The Food, Feed, Fibre, Fuel (4F) Economy,Elsevier Inc., pp. 125–160.

198. **Perner, H., Schwarz, D., George, E.,** 2006, *Effect of mycorrhizal inoculation and compost supply on growth and nutrient uptake of young leek plants grown on peat-based substrates,* Horticultural Science 4: 628–632.

199. **Piskorz, J., Majerski, P., Radlein, D., Scott, D.A., Bridgwater, A.V.,** 1998, *Fast pyrolysis of sweet sorghum and sweet sorghum bagasse*, Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, Vol. 46 (1), pp. 15–29.

200. **Pose-Juan. E., Igual. J.M., Sánchez-Martín. M.J., Rodríguez - Cruz M.S.,** 2017, *Influence of herbicide triasulfuron on soil microbial community in an unamended soil and a soil amended with organic residues,* Front. Microbiol., 8, 378.

201. **Prakasham, R.S., Brahmaiah, P., Nagaiah, D., Rao, P.S., Reddy, B.V.S., Rao, R.S., Hobbs, P.,** 2012, *Impact of low lignin containing brown midrib sorghum mutants to harness biohydrogen production using mixed anaerobic consortia,* International Journal of Hydrogen Energy, 37: 3186–3190.

202. **Price, H.J., Hodnett, G.L., Burson, B.L., Dillon, S.L., Rooney, W.L.**, 2005, *A Sorghum bicolor x S. macrospermum hybrid recovered by embryo rescue and culture*. Aus J Bot 53: 579–582.

203. **Price, H.J., Hodnett, G.L., Burson, B.L., Dillon, S.L., Stelly, D.M., Rooney, W.L.,** 2006, *Genotype dependent interspecific hybridization of Sorghum bicolor.* Crop Sci 46: 2617–2622.

204. **Prochnow, A., Heiermann, M., Plöchl, M., Linke, B., Idler, C., Amon, T.,** 2009, *Bioenergy from permanent grassland – a review: 1. Biogas.* Bioresource Technology, Vol. 100, pp. 4931–4944.

205. **Przybylska-Balcerek, A., Frankowski, J., Stuper-Szablewska, K.,** 2019, *Bioactive compounds in sorghum.,* Eur. Food Res. Technol. 245, pp. 1075–1080.

206. **Przybylska-Balcerek, A., Frankowski, J., Stuper-Szablewska, K.**, 2020, *The influence of weather conditions on bioactive compound content in sorghum grain*. Eur. Food Res. Technol. 246, pp. 13–22.
207. **Punia, H., Tokas, J., Malik, A., Sangwan, S.**, 2021, *Characterization of phenolic compounds and antioxidant activity in sorghum [Sorghum bicolor (L.) Moench] grains.* Cereal Res. Commun., DOI:10.1007/s42976-020-00118-w.
208. **Queiroz, V. A. V., da Silva Aguiar, A., de Menezes, C. B., de Carvalho, C. W. P., Paiva, C. L., Fonseca, P. C., & da Conceição, R. R. P.,** 2018, *A low calorie and nutritive sorghum powdered drink mix: Influence of tannin on the sensorial and functional properties*. Journal of Cereal Science, 79, pp. 43– 49.
209. **Ragaee, S., Abdel-Aal, E.M., Noaman, M.,** 2006, *Antioxidant activity and nutrient composition of selected cereals for food use.* Food Chemistry, **98**(1), pp. 32-38.
210. **Rahman, S.S., Hossain, Md.M., Choudh, N.,** 2013, *Effect of Various Parameters on the Growth and Ethanol Production by YeastsIsolated from Natural Sources*, Bangladesh J Microbiol, Vol. 30, No. 1&2, pp. 49-54.
211. **Rajvanshi, A., Patange, S., Nimbkar, N.,** 2020, *Sweet sorghum syrup R&D in India, Current Science, VOL. 119, NO. 12, pp. 1901-1909*, DOI: 10.18520/cs/v119/i12/1901-1909)
212. **Rao, S., Santhakumar, A.B., Chinkwo, K.A., Wu, G., Johnson, S.K., Blanchard, C.L.**, 2018, *Characterization of phenolic compounds and antioxidant activity in sorghum grains.* J. Cereal Sci. 84, pp. 103–111.
213. **Rathnavathi, C.V., Dayakar, Rao B.,** 2003, *Sweet Sorghum stalk: A suitable raw material for fuel alcohol production*, National Research Centre for Sorghum (NRCS).
214. **Ratnavathi, C.V., Patil, J.V.,** 2013, *Sorghum utilization as food.* Nutrition & Food Sciences, **4**(1), 1-8.
215. **Reddy, B.V.S., Ramesh, S., Sanjana Reddy P., Ramaiah B., Salimath, P.M., and Kachapur, R**., 2005, *Sweet sorghum–A potential alternative raw material for bio-ethanol and bio-energy.* International Sorghum and Millets Newsletter 46: 79–86.

216. **Reddy, B.VS., Ramesh, S, Reddy, P.S., Kumar, A.A., Sharma, K.K., Chetty S.M.K.,** 2006, *Palaniswamy AR. Sweet sorghum food, feed, fodder and fuel crop,* In: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Patancheru, India: ICRISAT. p. 1–24.

217. **Regassa, T.H., Wortmann, C.S.,** 2014, *Sweet sorghum as a bioenergy crop: Literature review.* Biomass and Bioenergy, **64**, 348–355.

218. **Roberfroid, M.B.,** 2000, *Defining functional foods. In Functional foods*, 9. Edited by Glenn R. Gibson and Christine M. Williams. Woodhead Publishing Limited. Cambridge England.

219. **Rooney, L.W., Waniska, R.D.,** 2000, *Sorghum food and industrial utilization.* In Sorghum: Origin, history, technology, and production. Smith C.W., Frederiksen R.A. (Eds.), John Wiley & Sons.

220. **Rooney, T.K., Rooney, L.W., Lupton, J.R.,** 1992, *Physiological characteristics of sorghum and millet brans in the rat model,* Cereal foods world (USA).

221. **Rooney, W.L., Blumenthal, J., Bean, B., Mullet, J.E.,** 2007, *Designing sorghum as a dedicated bioenergy feedstock*. Biofuels Bioprod Biorefi ning-Biofpr 1: 147–157.

222. **Rosales-Calderon, O., Arantes, V.,** 2019, *A review on commercial-scale high-value products that can be produced alongside cellulosic ethanol,* Biotechnol. Biofuels , 12, 240.

223. **Rosenow, D.T., Dahlberg, J.A.**, 2000, *Collections, conversion and utilization of sorghum*. In: Smith CW, Frederiksen RA (eds) Sorghum: Origin, History, Technology and Production. John Wiley, New York, USA, pp 309–328.

224. **Rotaru, V., Filimon, N.,** 1976, *Tehnologii în industria alimentară fermentativă*, Editura Didactică și Pedagogică București.

225. **Rutto, L.K., Xu, Y., Brandt, M., Ren, S., Kering, MK.**, 2013, *Juice, ethanol and grain yield potential of five sweet sorghum (Sorghum bicolor [L.] Moench) cultivars*. J Sustain Bioenergy Syst., 3(2):113–8.

226. **Ryckeboer, J., Mergaert, J., Coosemans, J., Deprins, K., Swings, J.**, 2003a, *Microbiological aspects of biow aste during composting in a monitored compost bin,* J. Appl. Microbiol., 94:127-137.
227. **Saini, J.K., Saini, R., Tewari, L.**, 2015, *Lignocellulosic agriculture wastes as biomass feedstocks for second-generation bioethanol production: concepts and recent developments.* 3 Biotech, **5**, 337–353.
228. **Salimberi, A.,** 2013, *Sweet sorghum biogas plant in temperate regions (belgium) - demonstration plant for biogas and high value biofertilizer production.* 21st European Biomass Conference and Exhibition, 3-7.07.2013, Copenhagen, Denmark.
229. **Sambusiti, C., Ficara, E., Malpei, F., Steyer, J.P., Carrere, H.,** 2013, *Benefit of sodium hydroxide pretreatment of ensiled sorghum forage on the anaerobic reactor stability and methane production.* Bioresource Technology, Vol. 144, pp. 149–155.
230. **Šantek, M. I., Komes, D., Novak, S., Šantek, B.,** 2018, *Bioethanol Production from Renewable Raw Materials and Its Separation and Purification: A Review*, Food Technol Biotechnol. 2018 Sep; 56(3): 289–311.
231. **Sanwal, T., Tech, V.,** 2016, *Economic Analysis of Biofuel Production from Switchgrass (Panicum virgatum) and Sweet Sorghum(Sorghum bicolor) in the United States.*
232. **Sawargaonkar, G.L., Wani, S.P., Pavani M., Ravinder R., Ch.**, 2013, *Sweet sorghum bagasse – A source of organic manure. In: Developing a Sweet Sorghum Ethanol Value Chain,* International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Patancheru, Andhra Pradesh, India, pp. 155-162. ISBN 978-92-9066-555-7.
233. **Schloss, P.D., Hay, A.G., Wilson, D.B., Walker, L.P.,** 2003, *Tracking temporal changes of bacterial community fingerprints during the initial stages of composting,* FEMS Microbiology Ecology 46: 1–9.
234. **Segal, R.,** 2002, *Principiile nutriției*, Editura Academica, Galați.

235. **Serna-Saldıvar, S.O., Chuck, H.C., Perez, C. E., Heredia ,O. E.,** 2012, *Sorghum as a Multifunctional Crop for the Production of Fuel Ethanol: Current Status and Future Trends, Bioethanol*, Prof. Marco Aurelio Pinheiro Lima (Ed.), ISBN: 978-953-51-0008-9, InTech.

236. **Shapter, F.M., Dawes, M.P., Lee, L.S., Henry, R.J.,** 2009a, *Aleurone and sub-aleurone morphology in native Australian wild cereal relatives.* Aus J Bot 57(8): 688–696.

237. **Shapter, F.M., Eggler, P., Lee, L.S., Henry, R.J.,** 2009b, *Variation in granule bound starch synthase I (GBSSI) loci amongst Australian wild cereal relatives (Poaceae).* J Cereal Sci 49: 4–11.

238. **Sharanya Rani, D., Penchalaraju, M.,** 2016, *A review different types of functional foods and their health benefits*. International Journal of Applied and Natural Sciences. 5(3): 19-28.

239. **Shivanna, K.R., Seetharama, N.**, 1997, *Wide hybridisation in Sorghum: Studies on crossability barriers in the cross S. bicolor x S. dimidiatum using excised spikelets*. Int Sorghum Millets Newsl 38: 96–98.

240. **Sikarwar, V.S., Zhao, M., Fennell, P.S., Shah, N., Anthony, E.J**., 2017, *Progress in biofuel production from gasification*, Progress in Energy and Combustion Science, Vol. 61, pp. 189–248.

241. **Smith, R.D., Dickie, J.B., Linington, S.H., Pritchard, H.W., Probert, R.J.**, 2003, *Seed Conservation: Turning Science into Practice*. Royal Botanic Gardens, Kew, UK.

242. **Snowden, J.D.,** 1955, *The wild fodder sorghums of the section Eu-sorghum.* J Lin Soc Bot (Lond) 55: 191–260.

243. **Snowden, JD.**, 1936, *The Cultivated Races of Sorghum*. Adlard & Son Ltd., London, UK, p. 274.

244. **Speight, J.G.,** 2010, *The biofuels handbook.*, Great Britain: Royal Society of Chemistry.

245. **Spotti, M.J., Campanella, O.H**., 2017, *Functional Modifications by Physical Treatments of Dietary Fibers used in Food*

Formulations. Current Opinion in Food Science. 15: 70–78 DOI:10.1016/j.cofs.2017.10.003.

246. **Stalker, H.T.,** 1980, *Utilization of wild species for crop improvement*. Adv Agron 33: 111–146.
247. **Stamenkovic, O.S., Siliveru, K., Veljlkovic, V.B., Bankovic-Ilic, I.B., Tasic, M.B., Ciampitti, I.A., Dalovic, I.G., Mitrovic, P.M., Sikora, V.S., Prasad, P.V.**, 2020, *Production of biofuels from sorghum*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 124, 109769.
248. **Stapf, O.**,1917, *Sorghum.* In: Prain D (ed) Flora of Tropical Africa, Vol 9, Gramineae (*Maydeae-Paniceae*). L. Reeve., Ashford, Kent, England, pp 104–154.
249. **Stebbins, G.L.,** 1958, *The inviability, weakness and sterility of interspecific hybrids*. Adv Genet 9: 147–215.
250. **Ştefănescu, S. L., Dumitraşcu, M., Lungu, M., Vasile, N., Dobrescu, A**., 2006, *ICPA București, Ghid de compostare a deșeurilor menajere din fermele periurbane*, Editura Estfalia, Bucureşti.
251. **Stefoska-Needham, A., Beck, E. J., Johnson, S. K., Batterham, M. J., Grant, R., Ashton, J., & Tapsell, L. C.,** 2017, *A diet enriched with red sorghum flaked biscuits, compared to a diet containing white wheat flaked biscuits, does not enhance the effectiveness of an energy-restricted meal plan in overweight and mildly obese adults.,* Journal of the American College of Nutrition, 36(3), pp. 184– 192.
252. **Stefoska-Needham, A., Beck, E. J., Johnson, S. K., Chu, J., & Tapsell, L. C.,** 2016, *Flaked sorghum biscuits increase postprandial GLP-1 and GIP levels and extend subjective satiety in healthy subjects.* Molecular Nutrition & Food Research, 60(5), pp. 1118– 1128.
253. **Stolton, S., Maxted, N., Ford-Lloyd, B., Kell, S., Dudley, N.,** 2006, *Food Stores: Using Protected Areas To Secure Crop Genetic Diversity.* WWF Arguments for Protection Series. Gland Switzerland.

254. *Straits Research, Sorghum syrup market: information by type (grain sorghum, forage sorghum, biomass sorghum and sweet sorghum), 2020, application and region – forecast till 2029, https://straitsresearch.com/report/sorghum-syrup-market*

255. Sun, Y., Suksayretrup, K., Kirkam, M.B., Liang, G.H., 1991, *Pollen tube growth in reciprocal intraspecific pollinations of Sorghum bicolor and S. versicolor*. Plant Breed 107(3): 197–202.

256. Tesfaw, A., Assefa, F., 2014, *Current trends in bioethanol production by Saccharomyces cerevisiae: substrate, inhibitor reduction, growth variables, coculture, and immobilization.* International Scholarly Research Notices, Article ID 532852, 1–11.

257. Tilman, D., Socolow, R., Foley, J.A., Hill, J., Larson, E., Lynd, L., Pacala, S., Reilly, J., Searchinger, T., Somerville, C., Williams, R., 2009, *Beneficial biofuels-the food, energy and environment trilemma*. Science 325: 270–271.

258. US Honey Industry Report, 2017, Bee Culture, April 2018; https://www.beeculture.com/u-s-honey-industry-report-2017

259. USDA, 2021. https://fdc.nal.usda.gov/

260. USDA-NRCS., 2016, *The PLANTS database In: Team, N.P. D., ed. Greensboro*, NC 27401-4901 USA. http://plants.usda.gov;

261. Uyizeye, O.C., Thiet, R.K., Knorr, M.A., 2009, *Effects of community-accessible biochar and compost on diesel-contaminated soil*. Bioremediat. J. 23, 107–117.

262. Van der Wurff, A.W.G., Fuchs, J.G., Raviv, M., Termorshuizen, A.J., (Editors), 2016, *Handbook for Composting and Compost Use in Organic Horticulture*, BioGreenhouse Cost Action FA 1105, ISBN: 978-94-6257-749-7.

263. Vancov, T., McIntosh, S., 2012, *Mild acid pretreatment and enzyme saccharification of Sorghum bicolor straw.* Applied Energy, **92**, 421–428.

264. Venkata, S.C., Ramana, R.Y., Nagalakshmi, D., Jagadeeswara R.S., 2012, *Evaluation of sweet (Sorghum bicolor (L.) moench) bagasse by chemical, in sacco and in vivo*

techniques in graded murrah buffalo bulls. J. vet. Adv. 2 (8), 418–423.

265. **Ventorino, V., Pascale, A., Fagnano, M., Adamo, P., Faraco, V., Rocco, C., Fiorentino, N., Pepe, O.,** 2019, *Soil tillage and compost amendment promote bioremediation and biofertility of polluted area*, J. Clean. Prod., 239.
266. **Vicente, J, Carrasco, J.E., Negro, M.J.,** 1996, *Composting as a waste treatment technology: composting of sweet sorghum bagasse with different nitrogen sources; El compostaje como tecnologla para el tratamiento de residuos: compostaje de bagazo de sorgo dulce con diferentes fuentes nitrogenadas,* Spain.
267. **Vich, D. V., Miyamoto, H. P., Queiroz, L. M., Zanta, V. M.**, 2017, *Household food-waste composting using a small-scale composter,* Ambiente & Água, DOI: 10.4136/ambi-agua.1908.
268. **Vlăduț, V., Pirnă, I., Buțu, A.,** 2012, *Sorgul zaharat,* Editura Terra Nostra, Iasi;
269. **Volodko, O. I., Ivanova, T.S., Kulichkova, G. I, Lukashevych, K. M., Blume, Y. B., Tsygankov, S.P.,** 2020, *Fermentation of Sweet Sorghum Syrup Under Reduced Pressure for Bioethanol Production, Institute of Food Biotechnology and Genomics*, National Academy of Sciences of Ukraine, CrossMark, pp. 235-245, Vol. 14.
270. **Wang, C.M., Changa, C.M., Watson, M.E., Dick, W.A., Chen, Y., Hoitink H.A.J.,** 2004, *Maturity indices of composted dairy and pig manures,* Soil Biology and Biochemistry 36: 767–776.
271. **Wang, W.F., Zong, Y.Z., Zhang, S.Q.,** 2014, *Water and nitrogen use efficiencies of sweet sorghum seedlings are improved under water stress*, Int J Agric Biol. 2014;16(2):285–92.
272. **Wei, R., Li, H., Chen, Y., Hu, Y., Long, H., Li, J., Xu, C.C.,** 2020, *Environmental issues related to bioenergy*, Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. Elsevier.
273. **Weiß, K., Alt, M.,** 2017, *Determination of single sugars, including inulin, in plants and feed materials by high-performance liquid*

chromatography and refraction index detection, Fermentation, **3**, 36.

274. **Wolter, A., Hager, A.-S., Zannini, E., & Arendt, E. K.,** 2014, *Influence of sourdough on in vitro starch digestibility and predicted glycemic indices of gluten-free breads.* Food & Function, 5(3), pp. 564– 572.
275. **Workeye, F.,** 2002, *Morphological and biochemical diversity in chickpea (Cicer arietinum L.)* Landraces of Ethiopia. MSc. Thesis, Addis Ababa University, Addis Ababa, Ethiopea.
276. **Wright, S.,** 1978. *Evolution and the Genetics of Populations. IV. Variability within and among Natural Populations.* University Chicago Press, Chicago, USA.
277. **Wu, F.,** 2014, *Rural household garbage composting device*, Patent, CN203947039 (U). Beffa T., The composting process and management, The composting biotehnology: A microbial aerobic solid substrate fermentation complex process, 2002, p.1-37.
278. **Wu, L., Huang, Z., Qin, P., & Ren, G.,** 2013, *Effects of processing on phytochemical profiles and biological activities for production of sorghum tea.* Food Research International, 53(2), pp. 678– 685.
279. **Wu, X., Staggenborg, S., Propheter, J.L., Rooney, W.L., Yu, J., Wang, D.,** 2010, *Features of sweet sorghum juice and their performance in ethanol fermentation,* Ind. Crops Prod., 0926-6690 31 (1), 164–170.
280. **Xiong, Y., Zhang, P., Luo, J., Johnson, S., & Fang, Z.,** 2019, *Effect of processing on the phenolic contents, antioxidant activity and volatile compounds of sorghum grain tea.* Journal of Cereal Science, 85, pp. 6– 14.
281. **Xiong, Y., Zhang, P., Warner, R.D., Fang, Z.,** 2019, *Sorghum grain: From genotype, nutrition, and phenolic profile to its health benefits and food applications.* Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. 18, pp. 2025–2046.
282. **Yu, H., Xie, B., Khan, R., Shen, G.,** 2019, *The changes in carbon, nitrogen components and humic substances during organic-inorganic aerobic co-composting.* Bioresour. Technol., 271, 228–235.

283. **Yue, Y., Singh, H., Singh, B., Mani, S.,** 2017, *Torrefaction of sorghum biomass to improve fuel properties.* Bioresour. Technol. 2017, Vol. 232, pp. 372–379.
284. **Zegada-Lizarazu, W., Monti, A.,** 2012, *Are we ready to cultivate sweet sorghum as a bioenergy feedstock? A review on field management practices.* Biomass and Bioenergy, **40**, 1–12.
285. **Zeng, G., Yu Z., Chen, Y., Zhang, J., Li, H., Yu, M., Zhao, M.,** 2011, *Response of compost maturity and microbial community composition to pentachlorophenol (PCP)-contaminated soil during composting.* Bioresource Technology 102: 5905–5911.
286. **Zeven, A.C., Knott, D.R., Johnson, R.,** 1983, *Investigation of linkage drag in near isogenic lines of wheat by testing for seedling reaction to races of stem rust, leaf rust, and yellow rust.* Euphytica 32: 319–327.
287. **Zhang, Y., Cui, Y., Chen, P., Liu, S., Zhou, N., Ding, K., Fan, L., Peng, P., Min, M., Cheng, Y., Wang, Y., Wan, Y., Liu, Y., Li, B., Ruan, R.,** 2019, *Gasification technologies and their energy potentials.* Sustainable Resource Recovery and Zero Waste Approaches, Vol. 14, pp. 193–206.
288. *http://www.sorghum.silvaeculture.co.uk/cfc/1styr-rpt/1styrrep.html;*
289. *http://alarmclockwars.blogspot.com/2010/11/farm-equipment-fridays- pressing-sweet.html;*
290. *http://doctorschar.com/features/sweet-sorghum-sorghum bicolor;*
291. *http://www.alarmclockwars.com/2010/11/farm-equipment-fridays-cooking-sweet.html*
292. *http://www.treepower.org/sweetsorghumpictures/main.html;*
293. *http://futureafricaforum.org/2020/01/24/household-biogas-digesters-a-potential-solution-to-africas-energy-deficiency/.*
294. *https://www.agriexpo.online/prod/lipp-gmbh/product-169596-36637.html.*
295. *https://modernpumpingtoday.com/putting-a-biogas-digester-solution-to-work/.*
296. *https://www.tradeindia.com/fp428120/Round-Shape-Biogas-Digester.html.*
297. *http://www.axe-midax.com/images/pdf/produse/gazeificarea-deseurilor-menajere.pdf.*

298. *https://eosoldesign.ro/centrala-pe-biomasa-in-cogenerare-prin gazeificare/.*

299. *https://suzhoucmt.en.made-in-china.com/productimage/svdJKaxCLiWo2f1j00adCtlZWSfKqp/China-5MW-Biomass-Gasifier-PowerPlant.html.*

300. *http://ro.vincibiomass.com/burner-machine/biomass-gasification-heater.html.*

301. *https://www.indiamart.com/kamdhenu-expeller/sugarcane-crusher.html*

302. *http://www.sugarcanecrusher.co.in*

303. *http://www.penagos.com/eng/product/sugar-cane-mill-th-6/*

304. *https://www.indiamart.com/kamdhenu-expeller/sugarcane-crusher.html*

305. *http://www.sugarcanecrusher.co.in*

306. *http://www.penagos.com/eng/product/sugar-cane-mill-th-6/*

05.02 – 15.02.2021 – Sfântul Arhanghel Mihail

= Mihai Tuzfrasanu =

069404186 Politia Giurgiu

Ludmila Ong.

0690349 96

Doctor Tatan 06021522

Dorea 068127859 – Kishinev.

Pentru comenzi și informații, contactați:
Editura Universitaria
Departamentul vânzări
Str. A.I. Cuza, nr. 13, cod poștal 200585
Tel. 0251598054, 0746088836
Email: editurauniversitaria@yahoo.com
marian.manolea@gmail.com
Magazin virtual: www.editurauniversitaria.ro



ISBN 978-606-14-1728-5

9 786061 417285

www.editurauniversitaria.ro