

Coordonatori

Gheorghe MATEI, Nicolae-Valentin VLĂDUȚ

Autori principali

Elena TROTUȘ Simona Florina ISTICIOAIA Reta DRĂGHICI
Lorena-Diana POPA Livia APOSTOL Iulian VOICEA

Colectivul de autori care au participat la elaborarea lucrării:

- **Stațiunea de Cercetare - Dezvoltare Agricolă Secuieni:** Dr. ing. Elena TROTUȘ, Dr. ing. Simona - Florina ISTICIOAIA, Dr. ing. Diana - Lorena POPA, Drd. ing. Paula - Lucelia PINTILIE
- **Universitatea din Craiova:** Conf. univ. dr. Gheorghe MATEI, Prof. univ. dr. Marin SOARE, Conf. univ. dr. Paula IANCU, Șef lucr. dr. Mirela PARASCHIVU
- **Stațiunea de Cercetare - Dezvoltare pentru cultura Plantelor pe Nisipuri Dăbuleni:** Dr. ing. Iulian DRĂGHICI, Dr. ing. Reta DRĂGHICI, Dr. ing. Aurelia DIACONU, Dr. ing. Milica DIMA, Dr. bioch. Mihaela CROITORU
- **Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Pedologie, Agrochimie și Protecția Mediului București:** Dr. ing. Nicoleta Olimpia VRÎNCEANU
- **Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Mașini și Instalații destinate Agriculturii și Industriei Alimentare București:** Dr. ing. Nicolae Valentin VLĂDUȚ, Dr. ing. Iulian VOICEA, dr. ing. Florin NENCIU, dr. ing. Iuliana GĂGEANU, Dr. ing. Dan CUJBESCU, Dr. ing. Oana CRISTEA, Drd. ing. Cătălin PERSU, Drd. ing. Ancuța PETRE, Drd. ing. Iulia GRIGORE, tehn. Gabriel NAE
- **Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Bioresurse Alimentare București:** Dr. ing. Livia APOSTOL
- **Universitatea "DUNAREA DE JOS" Galați** - Prof. dr. ing. Camelia VIZIREANU, Conf. dr. ch. Bianca FURDUI, Conf. dr. ing. Oana Emilia CONSTANTIN, Conf. dr. ing. Daniela Ionela ISTRATI, dr. ing. Cristian-Teodor BURUIANĂ
- **Universitatea Politehnica București:** Lect. dr. ing. Nicoleta UNGUREANU

Coordonatori
Gheorghe MATEI, Nicolae-Valentin VLĂDUȚ

Autori principali
Elena TROTUȘ Simona Florina ISTICIOAIA Reta DRĂGHICI
Lorena-Diana POPA Livia APOSTOL Iulian VOICEA

Sorgul – Tehnologii inovative de cultivare și valorificare

VOLUM EDITAT ÎN CADRUL PROIECTULUI

“Sistem complex de valorificare integrală a unor specii agricole cu potențial energetic și alimentară” - PN-III-P1-1.2-PCCDI-2017-0566/9/PCCDI/2018

”This work was supported by a grant of the Romanian Ministry of Research and Innovation, CCCDI – UEFISCDI, project number PN-III-P1-1,2-PCCDI-2017-0566/9/PCCDI/2018, within PNCDI III”



EDITURA UNIVERSITARIA
Craiova, 2021

Referenți științifici:

Prof. univ. dr. ing. Marin ȘTEFAN

Prof. univ. dr. Florin IMBREA

Prof. univ. dr. ing. Ioan ȚENU

Prof. univ. dr. ing. Sorin Ștefan BIRIȘ

Copyright © 2021 Editura Universitaria

Toate drepturile sunt rezervate Editurii Universitaria

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

Sorgul : tehnologii inovative de cultivare și valorificare / Elena Trotuș,

Simona-Florina Isticioaia, Reta Drăghici, ... ; coord.: Gheorghe Matei,

Nicolae-Valentin Vlăduț. - Craiova : Universitaria, 2021

Conține bibliografie

ISBN 978-606-14-1728-5

I. Trotuș, Elena

II. Isticioaia, Simona-Florina

III. Drăghici, Reta

IV. Matei, Gheorghe (coord.)

V. Vlăduț, Nicolae-Valentin (coord.)

63

© 2021 by Editura Universitaria

Această carte este protejată prin copyright. Reproducerea integrală sau parțială, multiplicarea prin orice mijloace și sub orice formă, cum ar fi xeroxarea, scanarea, transpunerea în format electronic sau audio, punerea la dispoziția publică, inclusiv prin internet sau prin rețelele de calculatoare, stocarea permanentă sau temporară pe dispozitive sau sisteme cu posibilitatea recuperării informațiilor, cu scop comercial sau gratuit, precum și alte fapte similare săvârșite fără permisiunea scrisă a deținătorului copyrightului reprezintă o încălcare a legislației cu privire la protecția proprietății intelectuale și se pedepsesc penal și/sau civil în conformitate cu legile în vigoare.

CUVÂNT ÎNAINTE

Sorgul se găsește răspândit în cultură pe toate continentele, în zonele tropicale și temperate. Puțin peste 40% din această producție este destinat alimentației umane, în principal în Africa și Asia, unde este consumat ca bob întreg, orez, griș, făină (fără gluten) sau după transformare sub formă de zahăr ori după ce se adaugă malț și fermentează, sub formă de alcool (bere, băuturi spirtoase etc.).

Cea mai mare parte a producției obținute se utilizează în zootehnie și industrie, iar în ultimii ani se pune accent tot mai mare pe capacitatea ridicată a sorgului zaharat de a produce biomasă pentru reducerea dependenței de combustibili fosili și producerea biocombustibili și energie verde, nepoluantă.

Promovarea sorgului și dezvoltarea geneticii hibrizilor acestuia pentru diverse utilizări (sorgul boabe, pentru consum uman și furajer; sorg furajer; sorgul zaharat - cultură energetică sau destinat altor segmente nealimentare) constituie obiective unanime ale cultivatorilor de sorg, iar pentru a răspunde acestui deziderat, a fost creată o organizație interprofesională europeană a sorgului. Adunarea constitutivă a asociației interprofesionale europene a sorgului a avut loc la Bruxelles, la data de 26 septembrie 2017, formându-se astfel organizația *Sorghum ID* (engleză: „sorg – dezvoltare internațională”).

În încercarea de a reduce emisiile de carbon, Comisia Europeană a impus, obiectiv obligatoriu imediat, ca o cincime din energia produsă la nivelul UE să provină din surse regenerabile, plantele energetice fiind una din modalitățile care stau la baza atingerii acestui nivel.

Politicile la nivel european au în vedere o coordonare clară a culturilor energetice și a celor destinate alimentelor, astfel încât fiecare țară să își poată stabili destinația utilizării adecvate a terenurilor, pentru a avea câștig de ambele părți în mod durabil, atât în ceea ce privește producția de alimente, cât și cea de energie.

La mijlocul anului 2016, la inițiativa federației interprofesionale franceze a producției de semințe de porumb și de sorg (F.N.P.S.M.S.),

au fost depuse două proiecte, vizând promovarea sorgului și genetica acestuia în Europa. Proiectele au fost depuse la organismele din Bruxelles, în vederea obținerii unor fonduri europene.

Astfel, cele două programe de promovare – dublate de bugete naționale pentru o perioadă de trei ani – au permis promovarea sorgului pentru boabe și a sorgului furajer, precum și geneticii hibridilor nou creați în cinci țări-membre din U.E: Franța – Italia – Spania – România – Bulgaria și în două țări non-membre din Europa de Est: Rusia și Ucraina.

Acțiunile întreprinse în cadrul acestor două programe au fost de mai multe tipuri: comunicare și mijloace de promovare, loturi demonstrative, conferințe, publicații tehnice, saloane agricole, vizite de studiu și deplasări ale jurnaliștilor, pagini web, clipuri video etc. Toate aceste acțiuni au condus la o mai bună popularizare a culturii sorgului, evidențierii avantajelor acestei culturi și implicit a contribuit la creșterea suprafețelor cultivate.

Extinderea în cultură a sorgului în România reprezintă mai mult decât o perspectivă reală, o necesitate, având în vedere avantajele agronomice ale practicării culturii, dar și faptul că sorgul poate influența într-o măsură considerabilă viitorul unor ramuri ale agriculturii, ale industriei chimice, industriei energetice și alimentare.

România s-a integrat în sistemul economic al Uniunii Europene pentru asigurarea necesarului de alimente și din acest motiv este necesar să se elaboreze și să se aplice noi tehnologii de cultivare și de valorificare integrală și integrată a producțiilor de boabe și biomasă ale sorgului, a resturilor și subproduselor rezultate în urma prelucrării.

În țara noastră o mare parte dintre terenurile agricole ar putea fi folosite pentru culturile energetice, fără ca acestea să necesite lucrări speciale de amenajare. În urma unei minime prelucrări, energia rezultată din valorificarea biomasei produse (termică, biocombustibili, biogaz), poate fi introdusă treptat în sistemul de distribuție a energiei existente.

AUTORII

INTRODUCERE

Sorgul este a cincea cereală panificabilă a lumii, cu o diversitate genetică impresionantă și cu multiple utilizări finale, la nivel mondial acesta fiind în principal integrat în hrana pentru animale, iar utilizările sale în alimentația umană sunt justificate de conținutul său ridicat de vitamine și antioxidanți, digestibilitatea bună și absența glutenului. Toate acestea se completează și cu valorificarea biomasei vegetale pentru fabricarea etanolului, biogazului, a biomaterialelor etc.

Datorită toleranței sale la secetă, unanim recunoscute, a perioadei de vegetație scurte și a costului relativ redus de producție, interesul pentru cultivarea sorgului este tot mai mare în rândul fermierilor, trend înregistrat atât la nivel mondial cât și în România. Capacitatea de adaptare a sorgului la deficitul de apă este bine cunoscută (85 % din suprafețele arabile din Europa nu dispun de sisteme de irigații), iar în majoritatea cazurilor realizării culturii nu este necesar să se recurgă la irigații.

Toleranța ridicată la stresul factorilor biotici și abiotici, mecanismele fiziologice ale plantei de sorg prin care conservă apa și o utilizează în mod eficient, varietatea de genotipuri create în ultimii 10-15 ani cu capacitate de valorificare superioară a condițiilor climatice din arealele de cultivare și cu producții mult crescute cantitativ și calitativ, fac din această cultură o alternativă agronomică care va juca un rol esențial în asigurarea biodiversității în agroecosisteme și o importantă sursă de venit în economia viitorului.

Numeroasele sale însușiri favorabile au făcut ca specia să se răspândească în cultură cu preponderență în țările în curs de dezvoltare, în principal din Africa și Asia, unde se regăsesc peste 90 % din suprafețele cultivate cu sorg la nivel mondial.

Raportat la nivelul producțiilor obținute la sorg, SUA conduce în prezent cu o producție anuală de aproximativ 9 milioane de tone, urmată de Nigeria (6,9 MMT), Etiopia (5,0 MMT) și Mexic (5,0 MMT), India (4,5 MMT) și China (3,6 MMT).

Tendința la nivelul Uniunii Europene din ultimul deceniu este aceea de a stimula creșterea suprafețelor cultivate cu sorg ținând cont de avantajele reale ale acestei culturi, dar și pentru că fermierii, care au fost cel mai tare afectați de schimbările climatice și de reducerea nivelului de precipitații căzut în perioada vegetativă a porumbului, caută să găsească o alternativă viabilă care să le asigure producții constante și sigure pentru sectorul zootehnic.

Extinderea acestei culturi în Europa și implicit în România ar permite, prin urmare, reducerea dependenței de importuri pentru asigurarea necesarului de proteină și chiar exportul pentru a răspunde cererii mondiale, dezvoltând în același timp și piețe de desfacere locale.

Hibrizii de sorg obținuți în urma procesului de ameliorare în Uniunea Europeană se încadrează în politica generală a UE în raport cu organismele modificate genetic (OMG) și nu conțin caracteristici induse prin biotehnologie, aspect important pentru anumite piețe la nivel mondial și care cresc pretabilitatea utilizării acestei specii în exploatațiile și fermele certificate ecologic.

Conform Asociației Profesionale Sorghum ID, cei 8 piloni ai selecției europene pentru sorg sunt:

- ✓ randament și stabilitate;
- ✓ precocitate, dar și toleranță la temperaturi joase, în timpul încolțirii și al înfloririi;
- ✓ toleranță la secetă;
- ✓ rezistență la boli;
- ✓ rezistență la dăunători;
- ✓ calitatea producțiilor: conținut de tanin foarte redus, culoarea și textura semințelor, conținutul de amidon, calitatea sanitară a boabelor etc.;
- ✓ prezența caracterului „*stay green*”;
- ✓ calitatea furajelor: digestibilitatea și valoarea alimentară, conținutul de glucide etc..

Schimbările climatice din România cu impact tot mai evident asupra capacității productive a plantelor de cultură, dar mai ales asupra siguranței și constanței producțiilor, lipsa sistemelor de irigare

pentru cea mai mare parte a suprafeței agricole au readus sorgul în atenția multor fermieri ca alternativă viabilă la cultura porumbului.

Noile genotipuri de sorg create și comercializate la nivel mondial impun etape obligatorii pentru testarea potențialului productiv al acestora și optimizarea tehnologiilor de cultivare, corelate cu cele mai moderne tehnologii de valorificare integrală a producțiilor, subproduselor și reziduurilor rezultate din culturile de sorg boabe și zaharat aferente domeniilor zootehnic, energetic și alimentar.

Ținând cont de argumentele mai sus expuse, în cadrul tematicii de cercetare a Proiectului complex nr. 9/PCCDI/2018 „*Sistem complex de valorificare integrală a unor specii agricole cu potențial energetic și alimentar*”, s-a efectuat un amplu studiu referitor la tehnologia de cultivare a sorgului, în areale diferite din România: Centrul Moldovei, în Câmpia Olteniei și în zona nisipoasă a Olteniei. Experiențele au fost amplasate la Stațiunea de Cercetare – Dezvoltare Agricolă Secuieni (Moldova) pe un faeoziom cambic, la Stațiunea de Cercetare – Dezvoltare Agricolă Caracal (Câmpia Olteniei) pe un cernoziom argic și la Stațiunea de Cercetare - Dezvoltare pentru Cultura Plantelor pe Nisipuri Dăbuleni pe un sol nisipos. Rezultatele obținute au stat la baza recomandărilor privind optimizarea principalelor secvențe tehnologice în vederea realizării de producții mari, eficiente economic, menținând în același timp puritatea mediului și echilibrul ecologic.

Studiul a fost completat cu elemente privitoare la valorificarea integrală a producțiilor de boabe și biomasă care au fost puse în valoare de Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Mașini și Instalații Destinate Agriculturii și Industriei Alimentare - INMA București, Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Pedologie, Agrochimie și Protecția Mediului - ICPA București, Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Bioresurse Alimentare - IBA București și Universitatea Dunărea de Jos - Galați.



CAPITOLUL I

ORIGINEA ȘI ISTORICUL SPECIEI

1.1. ORIGINEA SORGULUI

Sorgul cultivat face parte din familia *Poaceae* (*Gramineae*), genul *Sorghum*, specia *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Cercetătorii care au studiat această specie au ajuns la concluzia că: *Nu există o altă cultură de importanță majoră care să varieze atât de mult cum variază sorgul.*

Centrul de origine al sorgului este mult discutat încă din cele mai vechi timpuri și nu a fost încă stabilit cu precizie. După unii autori, sorgul este originar din India, iar după alți autori din Africa Ecuatorială. Cele mai multe studii relevă totuși, centrul de origine al speciei ca fiind partea de Nord - Est a Africii, mai exact regiunile Etiopia și Sudan, unde cultivarea sorgului a început în urmă cu 4000 - 3000 î. Hr. (*Dillon și colab., 2007b*) și unde există sute de genotipuri distincte. Cea mai mare bogăție de forme primitive se întâlnește în Etiopia și în zonele din Africa de Est, Africa de Vest, India, China, Peninsula Arabică, acestea fiind centre secundare de diversificare a sorgului în noi specii.

După *Bîlteanu și colab. (1991)*, cele mai multe forme ale sorgului cultivat provin din centrul genic abisinian, iar sorgul ce aparține varietății *kaoleang* provine din centrul chinez.

Sorgul cultivat este *Sorghum bicolor subsp. arundinaceum* (*Doggett, 1988*). Specia *Sorghum bicolor* (L.) Moench. include toate varietățile de sorg cultivate, iar pe lângă acestea și un grup de plante semi-sălbatică asociate în mare parte cu buruienile. Gradul de variație morfologică a speciei *S. bicolor* este atât de mare încât *Snowden (1936, 1955)* a împărțit această specie în 28 de forme cultivate și în 24 de forme sălbatice înrudite.

Specia a fost domesticită timpuriu printr-un proces de selecție în care au fost urmărite trăsăturile avantajoase cultivării acesteia (*Doggett, 1988*). În plus, față de selecție, izolarea geografică și recombinarea au condus la crearea unui număr mare de tipuri, soiuri și rase de sorg. Prin aceste procedee au fost obținute trei grupe de

Sorghum bicolor și anume: cultivate, sălbatice și intermediare (Kimber, 2000). Varietățile cultivate au fost îmbunătățite din punct de vedere morfologic (înălțimea și caracterele inflorescenței) și din punct de vedere calitativ, pentru utilizarea acestora în alimentația umană și animală, pentru fibre și material de construcție (Dillon și colab., 2007b).

Conform informațiilor mai vechi din literatura de specialitate există trei centre de domesticire a sorgului în Africa care se mențin și astăzi.

1.2. ISTORICUL SPECIEI

Cea mai veche inscripție despre sorg a fost găsită printr-o săpătură arheologică efectuată la Nabta Playa, lângă granița egipteano - sudaneză, datată cu 8.000 de ani î. Hr.

Se presupune că introducerea sorgului în cultură a avut loc în urmă cu aproximativ 7000 de ani, în Africa Ecuatorială, iar dovezile arată că în India specia este cultivată de 4500 ani. Sorgul, în neolitic, s-a răspândit în Tanzania, Kenya, Uganda și Kongo (Cole, 1963) și apoi spre sudul Africii, în primul secol al erei noastre. Spre est s-a răspândit în Asia și Australia.

Deși, este dificil să se determine exact când s-a produs răspândirea sorgului în diferite regiuni, sigur aceasta s-a produs din Nord - Estul Africii în alte părți ale Africii (1500 - 1000 î. Hr.) pe cale comercială. Se presupune că ulterior, sorgul a fost răspândit din Africa în Orientul Mijlociu, Orientul Îndepărtat și India (900 - 700 î.Hr.) pe cale maritimă și comercială.

Genul *Sorghum* s-a răspândit aproape continuu din sudul Africii până în zona subtropicală din Australia, unde a ajuns odată cu colonizarea de către europeni.

În cultură, astăzi, există o gamă largă de soiuri și hibrizi, provenite, în marea lor majoritate din Africa și India și care au ca origine sorgul *bicolor* cu varietățile:

- **cafra** – răspândit în centrul și estul Africii;
- **shallu** – răspândit în India și Africa de Vest;
- **kaoleang** – cultivat în China;

- **faterita** – cultivat în Sudan;
- **hegarii** – existent în Sudan;
- **durra** – cultivat în Africa Centrală și Orientală;
- **milo** – cultivat în Africa Centrală și Orientală.

Rămâne incertă însă originea și istoria domesticirii sorgului pentru măhuri. Nu există informații care să ateste că acesta provine din aceleași centre de origine cu sorgul cultivat (*Weibel, 1970*). Din contră, informațiile referitoare la acesta au fost găsite în afara Africii, fiind cultivat și utilizat pentru prima dată în America și în Europa, înaintea tuturor tipurilor de sorg cultivate în Africa (*Doggett, 1988; Franklin, 1757*). Forme sălbatice de sorg care seamănă cu sorgul pentru măhuri au fost găsite în Coreea și Japonia (*Ball, 1910*), unde conform spuselor lui *Snowden (1936)*, Bullock a recoltat panicule de sorg pentru măhuri din Kiukiang, China și din Veitch, Japonia. *Doggett (1988)* a raportat în India existența unor varietăți de sorg pentru măhuri cultivat.

Există dovezi referitoare la prezența sorgului în *India* încă din secolul I și în *China* încă din secolul al III-lea. Fără îndoială acolo au existat numeroase soiuri încă de la începutul Erei creștine, dar nu s-a efectuat nici o clasificare sau descriere a acestora până mai târziu.

În *China*, primele scrieri documentate referitoare la sorg (pentru măhuri) apar din secolul al III - lea în Jurnalul de Științe Naturale din Zhanghua, însă nu se știe exact dacă „meiul pentru mătura din Sichuan” care a fost descris în acest manuscris este sigur sorgul. Ceea ce este clar este faptul că *Zhen Wang (1313)* a descris sorgul pentru măhuri astfel: „*Tulpina sa este de peste 3,3 m înălțime cu urechea mare ca mătura și sâmburii săi negri ca tonul*” (*Qingshan și Dahlberg, 2001*). În această țară, sorgul cultivat s-a adaptat ușor condițiilor temperate, drept urmare au fost dezvoltate foarte multe varietăți cunoscute sub numele de *Kaoliang (Doggett, 1988)*.

În *Egipt*, sorgul era considerată una dintre cele mai timpurii plante care a fost domesticită de om pentru hrana sa sau a animalelor. *Ball (1910)* atrage atenția asupra declarației lui *Woenig* și anume aceea că un câmp de sorg a fost pictat pe pereții din mormântul lui *Amenembes* construit cu cel puțin 2.200 de ani î. Hr. Există însă,

Îndoieli considerabile că acea cultură pictată reprezintă într-adevăr sorgul, deoarece *Newberry (1893)* reproduce această pictură și arată secerătorii recoltând o cultură care, din cauza lipsei de detalii, poate fi confundată cu inul sau cu alte cereale. *Piedallu (1923)* discută pe larg problema dacă scena de pe pereții mormântului lui Amenemhat în Beni Hasan, ilustrează sorgul și ajunge la concluzia că de fapt acolo este ilustrată recoltarea inului și concluzionează că nu există dovezi că vechii egipteni știau de existența sorgului. Logica lui *Piedallu* pare corectă, foarte mulți oameni de știință fiind de acord cu acesta, deoarece oamenii ilustrați acolo sunt angajați în tragerea plantelor, o metodă de recoltare utilizată mai mult la in decât la sorg. De asemenea, *Piedallu* spune că bobul de sorg a fost utilizat în mod obișnuit ca hrană pentru cei mai săraci oameni, ceea ce nu ar fi explicat prezența lui în mormintele regilor care foloseau grâul pentru pâine. Cu toate acestea, o sculptură luată din palatul lui Sanherib din Ninive, care se găsește în prezent la British Museum din Londra, prezintă o imagine precisă a unui câmp de sorg, fapt ce indică că sorgul este o cultură cultivată aici încă din anii 700 î. Hr.

În *Statele Unite ale Americii*, primele scrieri referitoare la importanța și utilizările sorgului datează din anul 1757, când Ben Franklin a făcut cunoscută utilizarea sorgului în producerea măturilor. Sorgul cultivat a ajuns pentru prima dată în America la sfârșitul anilor 1800, prin intermediul comerțului cu sclavi (*Doggett 1988; FAO 1995*).

Sorsby (1855) susține că a văzut sorg cultivat în Georgia, în anul 1838. El menționează că există două soiuri de sorg și anume sorgul „Alb” și sorgul „Brun-roșcat”, lucrarea fiind dedicată mai mult utilizării sorgului și mai puțin biologiei și agronomiei speciei.

Browne menționează în anul 1855 că în lista „semințelor și materialului săditor introduse recent în Statele Unite” există și un soi de „sorg dur”, primit la St. Martin (America de N.) din Vestul Indiei și un soi de „sorg dulce” trimis din China în Franța și ulterior în America. Mai târziu, acesta dă detalii despre soiul de sorg zaharat făcând trimitere la soiurile de sorg colectate de *Leonard Wray* din Natal, Africa de Sud, iar *Olcott*, în anul 1857, a publicat descrierea soiurilor de sorg importate din Africa de Sud, de către *Leonard Wray*.