

GENETICA ȘI AMELIORAREA PLANTELOR

REALIZĂRI ÎN AMELIORAREA SORGULUI LA FUNDULEA

ION ANTOHE

I. Sorgul pentru boabe (*Sorghum bicolor* (L.) Moench. variet. *cernuum*)

Cultivat în peste 90 de țări, situate pe 5 continente, între 25° latitudine sudică și 55° latitudine nordică, pe o suprafață de cca 44 mil. ha, sorgul se folosește în alimentația omului (cca 53,3%), în furajarea animalelor (cca 39,4%) și în industrie (îndeosebi alimentară, cca 2%) (Hulse și colab., 1980).

După amploarea utilizării în alimentația umană, sorgul se situează pe locul trei (după orez și grâu) asigurând cca 16% din consumul total de cereale pe glob (Arnould și Miché, 1971), iar în unele zone pe locul doi după orez (unele zone din India, Asia de sud și de vest, Africa de est și de vest) (Doggett, 1986).

Sorgul este a doua cereală după porumb, la care se exploatează comercial efectul heterozis, la nivelul fermei agricole, ceea ce a condus la creșterea producției medii la hectar și disponibilizarea la nivel mondial a 9 mil. ha teren arabil către alte folosințe (Duvick, 1999).

Sorgul este prima cereală la care genomul a fost în întregime descifrat (2006), ceea ce va conferi ritmuri noi de progres în ameliorarea speciei în anii ce vin (Chourey & Jain, 2006).

Evoluția climatică spre încălzire și aridizare în perioada 2001-2050 în zona Balcanilor, în care se află situată și România, obligă la o reconsiderare a sorgului ca: cereală alimentară (boabele folosite în formula făinurilor compozite destinate panificației glutenice și aglutenice, sucul dulce, extras din tulpini, folosit la fabricarea siropului, oțetului și a altor produse alimentare), plantă furajeră (sub formă de masă verde, fân, siloz, pelete furajere) și plantă tehnică (sorgul zaharat și sorgul de mături destinate producerii de materii prime pentru industria energetică (combustibili lichizi, solizi, gazoși, energie electrică, termică), industria chimică (celuloza papetară și textilă, material plastic), industria materialelor de construcții și industria meșteșugărească (de perii de uz casnic și industrial, mături, împletituri).

Specie cu ciclul de fotosinteză C4, sorgul, cereala zonelor aride (sub 450 mm precipitații/an) și foarte umede (peste 700-800 mm precipitații/an), se cultivă pe suprafețe mici în România. Cea mai mare suprafață cu sorg (cca 250.000) din care 75000 ha cu sorg pentru boabe s-a cultivat în deceniile 7 și 8 ale secolului trecut (Gumanuc și colab., 1979). În prezent se cultivă suprafețe variabile 1,7-8,7 mii ha (Anuarul statistic al României, 2004).

Primele suprafețe cultivate în România cu hibrizi de sorg pentru boabe, importați din SUA, au fost înregistrate în anul 1960 (Mureșan și colab., 1963). Producțiile medii de boabe ridicate, obținute în cultură neirigată în anii 1961-1965, și inconvenientul adaptării scăzute a hibrizilor din SUA la condițiile din România și cel al maturizării întârziate au determinat includerea sorgului (1958) alături de porumb într-un program de ameliorare autohton la recent înființatul Institut pentru Cultura Porumbului de la Fundulea (Cosmin și colab., 1975). Principalele obiective care au configurat tematica de ameliorare, încă de la început, au fost precocizarea, sporirea capacității de producție, a toleranței la alcalinitatea și salinitatea solului, creșterea toleranței la atacul afidelor și ameliorarea calității boabelor și a restului plantei (reducerea conținutului de tanin deodată cu creșterea conținutului în proteină, amidon, ulei din boabe și reducerea conținutului de acid cianhidric și tanin din planta verde).

REZULTATE OBȚINUTE

Sorgul hibrid pentru boabe

La sorgul pentru boabe s-au înregistrat în perioada de referință (1960-2006) hibrizii: F.31 (1971), F.40, F.44, F.21 (1979), F.32 (1979), F.30 (1981).

Producțiile medii de boabe și calitatea boabelor la hibrizii înregistrați după anul 1975 se prezintă în tabelul 1.

În comparație cu F.31, hibrizii înregistrați după 1975 prezintă avantajul semănăturii concomitent al formelor parentale în sistemul producerii de sămânță, pe de o parte, și al capacității de producție și calității superioare a boabelor, pe de altă parte.

Astfel, producția medie de boabe a hibrizilor înregistrați după 1975 este mai mare cu 179 kg la F.261 hld, cu 306 kg la F.21, cu 1477 kg/ha la F.380/83 hld și cu 1950 kg/ha la F.32. Producția de proteină brută este mai mare cu 17 kg/ha la F.21 cu 38 kg/ha la F.261 hld cu 66 kg/ha la F.32 și cu 220 kg/ha la F.380 hld, iar producția de proteină digestibilă este mai mare cu 6 kg/ha la F.21 cu 15 kg/ha la F.32 cu 30 kg/ha la F.261 hld și cu 154 kg/ha la F.380-83 hld. Se remarcă hibrizii F.32 și F.380-83 hld pentru producția de boabe la hectar și hibridul F.380-83 hld pentru producția de proteină digestibilă la hectar (tabelul 1).

Tabelul 1

Producțiile de boabe, de proteină brută și de proteină digestibilă la hibrizi de sorg de boabe creați și testați pe soluri zonale la I.N.C.D.A. Fundulea, în perioada 1982-1986, la neirigat

Specificare	F.31	F.21	Dif.	F.32	Dif.	F.261** hld	Dif.	F.380/83*** hld	Dif.	DL		
										5%	1%	0,1 %
Boabe (kg/ha)	7321	7627	306	9270	1950	7500	179	8798	1477	21,7	37,1	62,3
Proteină brută kg/ha (Nx6,25)	959	976	17	1025	66	997	38	1179	220	21,2	36,4	59,6
Prot.digestibl.* (kg/ha)	635	641	16	650	15	665	30	789	154	7,2	11,3	19,1

Analize efectuate de Gh. Spiridon

* Prot.digest. (P.br.% x 0,929) – 3,48 (Hotter & Reid, 1959)

** hld = bob opac (bogat în lizină) dentat

*** hld = bob opac (bogat în lizină) plin

F.261 și F.380/83 testați în rețeaua ISTIS, neînregistrați pentru producții de boabe mai mici ca F.32

Stabilitatea producțiilor de proteină digestibilă, obținute în condițiile favorabile și nefavorabile de cultură, a fost determinată prin metoda propusă de E s k r i d g e și M u m m (1992), prin care se estimează probabilitatea cu care un cultivar nou depășește martorul, atât în condiții de mediu favorabile, cât și în cele nefavorabile. Din figura 1 se observă că hibridul F.261 este mai stabil în cele două tipuri de condiții de mediu și că hibridii F.7/94 și F.380/83 reacționează prin producții mai mari de proteină digestibilă în condiții favorabile de mediu, iar hibridul F.398-7 realizează producții mai mari de proteină digestibilă în condiții nefavorabile de mediu, foarte apropiate de cele obținute în condiții favorabile (fig. 1).

Hibridii cu bob plin F.7-94 și F.380-83, ca și hibridul cu bob dentat F.261, depășesc martorul F.21 la producția de proteină digestibilă în toate cele 18 condiții de mediu în care s-a experimentat, cu o probabilitate asigurată statistic foarte semnificativ, iar hibridul cu bob dentat F.398-7 depășește martorul F.21 cu aceeași semnificație statistică numai în 10 condiții de experimentare, dar are stabilitate ridicată a producției de proteină. Dintre liniile parentale restauratoare de fertilitate numai cea a hibridului F.380-83 (3R) se dovedește mai stabilă, în cele două condiții de mediu.

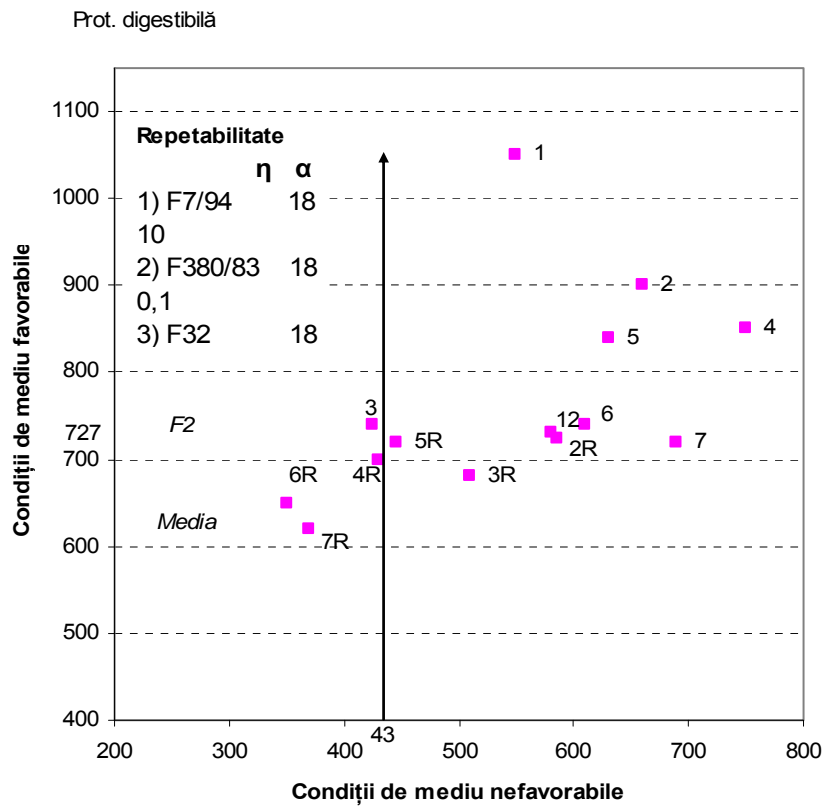


Fig. 1 – Stabilitatea producțiilor de proteină digestibilă la sorgul pentru boabe

În ce privește conținutul mediu de proteină, amidon, ulei și tanin al boabelor, se remarcă hibridul F.380-83 hlp cu 13,9% proteină brută, hibridul F.32 cu 74% amidon și hibridul F.261 hld pentru conținutul ridicat în ulei (4,9-6,1%) și conținutul cel mai scăzut în tanin (0,30) (tabelul 2).

Tabelul 2

Conținutul mediu de proteină, amidon, grăsimi și tanin al boabelor de sorg la hibridii de sorg pentru boabe creați la Fundulea, în perioada 1992-1996

Hibridul	Proteină brută (N x 6,25)%	Amidon %	Grasimi %	Tanin* %
F.31	13,1	73,5	3,5	0,35
F.21	12,8	73,5	3,5	0,42
F.32	11,3	74,1	3,2	0,51
F.261 hld	13,3	73,3	5,5 – 6,5	0,30
F.380/83 hl	13,9	72,9	3,5	0,35

Analize efectuate de Gh.Spiridon (1988)

*) Nivel admis în U.E. ≤ 30

Calitatea proteinei la hibridii F. 261 hld și F. 380-83 hlp a fost ameliorată simțitor prin introducerea genei *hl* de la sursele IS 11758 (bob dentat) și P 721 (bob plin) în liniile consangvinizate autohtone de sorg pentru boabe. Astfel conținutul în lizină din boabe reprezintă 2,82 g/100 g prote-ină la F.261 hld și 2,98 g/100 g proteină la F.380-83 hlp în comparație cu 2,18 g/100 g proteină la hibridul martor F.21.

Hibridul F.261 hld prezintă 1,60 g metionină /100 g proteină, față de 1,40 g/100 g proteină la F.21, iar conținutul în triptofan reprezintă 0,12 g/100 g s.u la F.261 hld și 0,11 g/100 g proteină la F.380-83 hlp, față de 0,09-0,10 la F.32 și respectiv F.21.

Suma totală a aminoacizilor este de 8,148 g/100 g proteină la F.261 hld și 8,310 g/100 g proteină la F.380-83 hlp, față de 7,987 g/100 g proteină la F.21 și 7,687 g/100 g proteină la F.32 (tabelul 3).

Tabelul 3

Conținutul mediu de aminoacizi esențiali și vitamine ale boabelor de sorg, la hibridii de sorg pentru boabe creați la Fundulea, în perioada 1992-1996

	F.21	F.32	F.261* hld	F.380/83* hlp
Aminoacizi (g/100 g prot.)				
Lizină	2,18	2,28	2,82	2,98
Triptofan	0,10	0,09	0,12	0,11
Metionină	1,40	1,50	1,60	1,40
Treonină	3,14	2,89	2,96	2,88
Leucină/izoleucină	3,63	3,56	3,26	3,12
Total aminoacizi	7,787	7,687	8,148	8,381
Vitamine (mg/100 g s.u.)				
Vit B1	0,16	0,26	0,32	0,26
Vit B2	0,34	0,33	0,35	0,46
Vit B3	0,56	1,00	1,20	1,00
Vit E	1,84	2,96	2,76	2,70
Vit PP	1,50	1,70	2,50	1,70

Analize efectuate de Gh.Spiridon

Conținutul în vitaminele B1, B3, E și PP este superior la hibridii F.32, F.261 hld și F.380 hlp în comparație cu martorul F.21, așa cum se observă din datele prezentate în tabelul 3. Se remarcă conținutul aproape dublu în vitamina B3 la hibridii F.32 (1,0 mg/100 g s.u.), F.261 hld (1,20 mg/100 g s.u.) și F.380-83 hlp (1,0 mg/100 g s.u.) și conținutul superior în vitamina E la hibridii F.32 (2,96 mg/100 g s.u.), F.261 hld (2,76 mg/100 g s.u.) și F.380-83 hlp (2,70 mg/100 g su) față de F.21 (1,84 mg/100 g s.u.) și în vitamina PP la hibridul F.261 hld (2,50 mg/100 g s.u.) față de F.21 (1,50 mg/100 g s.u.).

Ameliorarea pentru conținutul ridicat în aminoacizi esențiali deficitari (lizină, metionină, triptofan), materializată prin crearea hibridilor de sorg pentru boabe posesori ai genei *hl* (conținut ridicat în lizină), precum F.261 hld cu bob dentat și F.380-83 hlp cu bob plin, reprezintă un salt în ameliorarea calității boabelor de sorg în comparație cu sorgul comun și așază sorgul bogat în lizină în rând cu cerealele tradiționale (grâul, orzul, ovăzul) în privința calității boabelor destinate nutriției animalelor.

În tabelul 4 se prezintă compoziția chimică a hibridului de sorg pentru boabe opac F.261 hld în comparație cu sorgul comun, porumbul, grâul, orzul și ovăzul spre a se evidenția rezultatul ameliorării pentru calitatea proteinei boabelor de sorg atât în ce privește valoarea energetică, cât și în ce privește conținutul în aminoacizi esențiali, grăsimi, celuloză și cenușă.

Tabelul 4

Compoziția chimică și valoarea energetică a boabelor de sorg *hl* în comparație cu sorgul comun și alte cereale (după Gh. Spiridon, 1985, completat)

Specificare	Valoare energetică		Prot.br. (Nx6,25) %	Metion.	Cistină	Lizină	Triptof.	Treon.	Grăsimi	Celul.	Cenușă
	EP	Em									
				Aminoacizi, g/100 g s.u.					g/100 g su		
Sorg hl (F.261)	2420	3530	12,5	0,17	0,32	0,29	0,14	0,29	4,9	2,0	1,8
Sorg comun	2420	3256	11,0	0,10	0,20	0,22	0,09	0,30	3,3	2,0	1,7
Porumb	2420	3366	8,9	0,17	0,13	0,27	0,09	0,32	3,5	2,9	1,5
Grâu	2200	3086	10,8	0,14	0,20	0,30	0,12	0,27	1,7	2,8	2,0
Orz	1760	2620	11,5	0,18	0,25	0,53	0,17	0,35	1,9	5,0	2,5
Ovăz	1760	2550	11,0	0,20	0,21	0,40	0,18	0,33	4,0	10,5	4,5
Cerinte broiler	-	2800	14,5	0,31	0,26	0,60	0,15	0,43			

Analize efectuate la IBNA Balotești

Ep = energie productivă

Em = energie metabolizată

Astfel, hibridul de sorg pentru boabe F.261 hld este superior sorgului comun, porumbului comun și grâului pentru energia metabolizabilă (Em), pentru conținutul în proteină, în cistină, triptofan și grăsimi.

Pretabilitatea masei verzi de sorg (rămasă după recoltarea boabelor) la pășunat sau utilizarea în nutriția animalelor ca masă verde la padoc sau fân-semifân prezintă interes îndeosebi în anii secetoși și în special în partea a doua a verii (august - octombrie) când se înregistrează criza masei verzi.

În tabelul 5 se prezintă calitatea masei verzi de sorg rezultate după recoltarea boabelor.

Este de reținut conținutul mai ridicat în proteină, amidon și substanțe minerale al hibridilor F.32, F.261 hld și F.380-83 hlp și mai scăzut în celuloză și acid cianhidric al hibridilor F.261 hld și F.380-83 hlp, în comparație cu F.21 (tabelul 5).

Tabelul 5

Calitatea masei verzi de sorg rămase după recoltarea boabelor, la hibridii de sorg pentru boabe creați la Fundulea

Hibridul	Proteină brută (N x 6,25) %	Amidon %	Substanțe minerale %	Celuloză %	SEN %	HCN g/100 g s.u.
F.21	3,81	3,05	3,7	31,5	62,55	39,2
F.32	4,05	3,31	3,5	32,1	60,74	46,0
F.261 hl	4,65	3,47	3,9	29,6	60,52	24,0
F.380/83 hl	4,70	3,52	4,0	29,8	60,48	29,0

Ameliorarea sorgului concomitent pentru calitatea boabelor și a masei verzi și pentru rezistență la atacul dăunătorilor (afidelor verzi – *Schizaphis graminum* Rond) și sfredelitorul european al porumbului (*Ostrinia nubilalis* Hbn) a evidențiat rolul inhibitorilor proteici de tip Cist, Ala proteinaza (Ciepelea, 1996; Konarev, 1996) care acționează sinergic (în faza de plantulă) cu genele *R5*, *Cn* sau *Tr* și rolul ortofenofilor care acționează preponderent în faza a II-a a perioadei de vegetație sinergic cu genele *bm*, *gl* și *tr* transferate de la sorgul de mături și iarba de Sudan. Dintre hibridii de sorg pentru boabe analizați în prezentul referat, F.380-83 prezintă rezistență la afide conferită de ambele mecanisme de rezistență, dar cu o expresie mai pronunțată a celui de-al doilea mecanism de rezistență (Antohe și colab., 1998).

II. Hibridii sorg x Sudan (*Sorghum bicolor* (L.) Moench (variet. *bicolor*))

Cultivați în zona temperată până la 52-55 latitudine nordică (Malinovski, 1992), hibridii sorg x Sudan pot fi utilizați în hrana animalelor ca atare sau în amestec cu porumbul și lucerna, în scopul creșterii și stabilizării producțiilor de masă verde (îndeosebi în intervalul crizei de masă verde din intervalul august-octombrie), de fân, siloz și de granule furajere și a calității acestora și mai ales ca specie pretabilă la pășunat de către taurine și ovine. Deși eficiența în nutriție este mai scăzută față de porumb cu 5% la ovine și cu 10% la taurine (Cummins, 1981), compensează prin producția la hectar mai mare cu peste 15-20% și, ca urmare, prin producția de carne și lapte mai mare la hectar (Ewing, 1969). Producția de carne și lapte mai mare se explică atât prin plusul de biomasă la hectar, cât și prin însușirile masei verzi de sorg x Sudan în ce privește tamponarea toxicității provocate de azotul neproteic din masa verde sau fânul de lucernă și de porumb, prin aportul de glucide și prin reglarea pH-ului în rumenul taurinelor și ovinelor.

Orientarea unui segment al producției agricole la nivelul Uniunii Europene spre obținerea de materii prime energetice (destinate producerii de biocombustibili, energie electrică, termică etc.), pe cca 43-45 mil.ha la nivelul UE și cca 2,7 mil. ha în România, va promova sorgul zaharat și hibridii sorg x Sudan între speciile de plante energetice, îndeosebi odată cu lansarea tehnologiilor de generația a II-a de conversie a biomasei la biocombustibili și alte forme de energie care permit valorificarea întregii biomase (uscate sau umede), recoltate printr-o singură trecere.

Hibridii sorg x Sudan pun în valoare solurile sărăturate, pe de o parte, prin producțiile mai mari de biomasă/ha în comparație cu alte specii iar, pe de altă par-

te, prin calitatea superioară a furajului (boabe, masă verde) și exportul de săruri odată cu recolta (Sepel, 1994).

De asemenea, solurile nisipoase sunt bine valorificate de hibridii sorg x Sudan, cu o evidentă ameliorare a acestora prin masa radiculară și resturile vegetative abundente (Drăghici, 2006).

În perioada 1960-2006, la Fundulea s-au creat și înregistrat hibridii de sorg x Sudan F.1104 (1971), Tutova (1992), Tinca (1998) și Tereza (2003). Hibridul F.1104 s-a menținut în cultură până în anul 1998.

În tabelul 6 se prezintă producțiile de masă verde și substanță uscată obținute în ogor propriu și perioada de vegetație a hibridilor menționați mai sus, în rețeaua A.S.A.S.

Hibridii simpli de sorg x Sudan: Tutova, Tinca și Tereza depășesc foarte semnificativ matorul F.1104 la producția de masă verde și de substanță uscată în varianta recoltării la preburduf, ceea ce indică o vigoare hibridă mai accentuată în această perioadă a vegetației la hibridii creați după 1975. În varianta recoltării la maturitate în lapte, hibridii Tinca și Tereza depășesc foarte semnificativ matorul F.1104 la producția de masă verde, iar la producția de substanță uscată la hectar, depășesc semnificativ (Tutova) și foarte semnificativ (Tinca și Tereza) matorul F. 1104 (tabelul 6).

Producțiile de masă verde și de substanță uscată (t/ha) obținute în ogor propriu la hibridii sorg x Sudan creați la Fundulea (1997-2005, neirigat)

Hibridul	Faza de recoltare				Perioada de vegetație	
	Preburduf		Maturitate în lapte		zile, răsărit - maturitate în lapte	$\sum \leq 34 > 15^{\circ}\text{C}$ (mai - octombrie)
	m.v.	s.u.	m.v.	s.u.		
F. 1104	79,4	17,9	81,2	19,8	74	750-800
Tutova	82,4	19,5	84,2	21,2	71	730-760
Tinca	86,9	20,2	93,7	24,0	69	670-700
Tereza	88,7	23,7	108,9	28,1	71	720-750
DL 5 %	1,2	0,3	3,6	1,6		
1 %	1,7	0,4	5,0	2,3		
0,1 %	2,4	0,7	6,8	3,2		

m.v. = masă verde; s.u. = substanță uscată.

În cultură succesivă (experiență ce trebuie reluată de către fermele care dispun de amenajări pentru irigații sau de cele ce dețin terenuri cu aport freatic), hibridii: Tutova, Tinca și Tereza depășesc semnificativ (Tutova) și foarte semnificativ (Tinca și Tereza) matorul F.1104 atât la producția de masă verde, cât și la producția de substanță uscată atât în varianta recoltării la preburduf, cât și în varianta recoltării la maturitate în lapte (tabelul 7).

Hibridii de sorg x Sudan: Tutova, Tinca și Tereza sunt mai timpurii cu 3, 5 și, respectiv, 3 zile și parcurg fazele de vegetație până la ultima coasă din octombrie, cu 20-100 unități termice biologice active mai puțin în comparație cu F.1104 (tabelul 6).

Calitatea masei verzi recoltate la preburduf și la maturitatea în lapte a constituit un obiectiv de ameliorare constant urmărit, având în vedere exigențele nutriției animale în ce privește atât conținutul în substanță uscată, în proteină, în celuloză, în nitrați și în acid cianhidric al masei verzi și al silozului de sorg x Sudan.

Tabelul 7

Producțiile de masă verde și de substanță uscată (t/ha) obținute în cultură succesivă, la hibridii sorg x Sudan creați la Fundulea (neirigat)

Hibridul	Faza de recoltare							
	Preburdof				Maturitate în lapte			
	m.v. t/ha	dif.	s.u. t/ha	dif.	m.v. t/ha	dif.	s.u. t/ha	dif.
F.1104 (mt.)	44,7		10,1		48,2		14,0	
Tutova	47,3	2,6	11,6	1,5	49,4	1,2	15,8	1,8
Tinca	49,1	4,4	12,3	2,2	53,3	5,1	17,1	3,1
Tereza	50,6	5,9	13,2	3,1	56,6	8,4	18,4	4,4
DL 5%		1,5		0,9		1,2		1,5
1%		2,1		1,5		2,1		2,1
0,1%		3,3		2,3		4,3		3,1

În tabelul 8 se observă un conținut foarte semnificativ mai ridicat de substanță uscată și al masei verzi de sorg x sudan recoltată la preburdof la hibridii Tutova, Tinca și Tereza și totodată un conținut de proteină brută semnificativ (Tutova) și distinct semnificativ mai ridicat la hibridii Tinca și Tereza, în comparație cu F.1104 în varianta recoltării la preburdof.

În varianta recoltării la maturitatea în lapte conținutul în substanță uscată a fost distinct semnificativ mai ridicat la hibridul Tinca și foarte semnificativ mai ridicat la hibridul Tereza. Conținutul în proteină brută este distinct semnificativ mai ridicat la hibridul Tereza în comparație cu F.1104 (tabelul 8).

Tabelul 8

Conținutul în substanță uscată și proteină brută (N x 6,25 g/100 g s.u.) al hibridilor de sorg x Sudan experimentați la IBNA Balotești (neirigat, 1990)

Hibridul	Preburdof				Maturitate în lapte			
	Substanță uscată %	Dif. %	Proteină brută %	Dif. %	Substanță uscată %	Dif. %	Proteină brută %	Dif. %
F.1104	18,8		14,6		35,6		12,2	
Tutova	20,7	1,9	16,0	1,4	36,7	1,1	12,7	0,5
Tinca	22,2	3,4	16,0	1,4	38,7	3,1	12,5	0,3
Tereza	23,7	4,9	18,7	4,1	41,8	6,2	13,4	1,2
DL 5%		0,85		0,80		1,86		0,62
1%		1,16		1,14		2,53		0,90
0,1%		1,55		1,65		3,40		1,28

Compoziția chimică a componentelor masei verzi (frunze, tulpini, panicule) de sorg x Sudan se prezintă în tabelul 9.

Conținutul în proteină în frunze este mai ridicat cu 1,1% la Tutova, cu 1,2% la Tinca și cu 3,2% la Tereza, iar în tulpini – cu 1,1% la Tinca și cu 0,5% la Tereza în comparație cu martorul F.1104.

În panicule numai hibridul Tereza are un conținut în proteină mai ridicat cu 1,1% față de F.1104. Hibridii Tutova, Tinca și Tereza au conținutul în celuloză și în frunze foarte semnificativ mai scăzut, în comparație cu F.1104. În tulpini, numai Tereza prezintă conținutul în celuloză mai scăzut, iar în panicule, Tinca și Tereza au conținutul de celuloză cu 2,9 % și respectiv cu 4,8 % mai scăzut față de F.1104.

Conținutul de nitrați cel mai scăzut s-a înregistrat la hibridul Tinca atât în frunze (16,1 mg/100 g s.u.), cât și în tulpini (48,9 mg/100 g s.u.).

Compoziția chimică a componentelor masei verzi a hibrizilor de sorg x Sudan experimentați la IBNA-Balotești (neirigat, 1990)

Tabelul 9

Hibridul	Frunze				Tulpini				Panicule			
	s.u. %	prot. %	cel. %	nitrati mg/100 g s.u.	s.u. %	prot. %	cel. %	nitrati mg/100 g s.u.	s.u. %	prot. %	cel. %	nitrati mg/100 g s.u.
F.1104 (mt.)	36,6	11,7	18,0	43,9	34,0	4,1	17,6	97,0	43,1	10,9	16,2	31,3
Tutova	39,6	12,6	12,4	57,1	36,9	4,3	17,0	59,9	43,6	10,3	16,6	36,1
Tinca	38,3	12,8	17,5	16,1	31,0	5,2	17,3	48,9	39,7	10,8	13,3	27,8
Tereza	45,8	14,9	11,0	53,2	33,9	4,6	14,8	99,0	48,1	13,0	11,8	26,2

Silozurile obținute din planta întregă a hibrizilor de sorg x Sudan prezintă conținutul în substanță uscată și de acid lactic corespunzător, la hibrizii Tutova și Tereza. Încărcătura de energie metabolizabilă a hibrizilor Tutova și Tinca și Tereza este superioară cu 126-132 Kcal/kg matorului F.1104 (tabelul 10).

Compoziția chimică și valoarea energetică a silozurilor obținute la hibrizii de sorg x Sudan experimentați la IBNA Balotești (neirigat, 1989-1990)

Tabelul 10

Hibridul	Substanță uscată (%)	Proteină brută N x 6,25	Acizi de ferment.				Energie (kcal/kg s.u.)	
			%	s.u. (%)	prot. (%)	pH	brută	metabolizabilă
			L	B	A			
F.1104 (mt.)	31,6	3,4	1,0	0	0,4	4,6	4627	3803
Tutova	35,4	3,1	1,3	0	0,7	4,5	4695	3935
Tinca	31,6	3,8	1,0	0	0,6	5,0	4698	3929
Tereza	36,2	3,6	1,4	0	0,7	4,8	4710	3929

Analize efectuate de Dr.ing.Dihoru Alexandrina; Dr. ing. Gh.Negulescu

L = acid lactic; B = acid butiric; A = acid acetic

Concentrația de acid cianhidric, determinată la 28 și 30 zile după cosire, este slabă și permite pășunatul de către taurine și ovine, atât în varianta de recoltare la preburduf, cât și în varianta de recoltare la maturitatea în lapte (tabelul 10). La 4-5 zile după îngheț, atât frunzele verzi, dar mai ales cele uscate pot fi folosite în hrana taurinelor fără pericol de intoxicare, concentrația în HCN determinată fiind slabă (sub 50 mg HCN/100 g s.u.) (tabelul 11).

Conținutul de acid cianhidric (mg HCN/100 g s.u.) al hibrizilor de sorg x Sudan experimentați în ogor propriu (Fundulea, 1992, neirigat)

Tabelul 11

Hibridul	Faza de recoltare					
	Preburduf		Maturitate în lapte		După îngheț (4-5 zile după îngheț)	
	mg		HCN/100 g s.u.		frunze uscate	frunze verzi
	zile după cosire					
21	28	30				
F.1104	48,2	37,9	21,1		3,2	49,4
Tutova	46,2	23,2	20,5		8,6	46,3
Tinca	51,0	27,1	19,5		4,6	43,8
Tereza	48,7	31,1	17,7		7,0	46,5

Limite toxicitate (după Hugues, 1966)

0-25 mg HCN/100 g s.u. foarte slabă

26-50 mg HCN/100 g s.u. slabă

51-75 mg HCN/100 g s.u. moderată

76-100 mg HCN/100 g s.u. puternică

III. Sorgul zaharat (*Sorghum bicolor* (L.) Möench convariet. *saccharatum*)

Folosit de milenii în alimentație, ca sursă de îndulcitor natural, în Asia, Africa, după 1851 în SUA, după 1855 în Rusia, în America Latină, R. Moldova și după 1935 în România (Dobrogea, Banat, Oltenia, Muntenia) (Antohe, 1991, 2003, 2006; Doggett, 1970; Malinovski, 1992; Sepel, 1994; Popescu-Sanitaru, 1943; Matei, 2006; sorgul zaharat este unanim considerat în prezent plantă energetică și sursă de materii prime pentru chimie, greu de egalat de alte specii anuale de cultură (Malinovski, 1988; Sepel, 1994; Antohe, 1985, 1989, 2003, 2006; Grassi, 2002; Grassi, 2004, 2005, 2006).

În țara noastră sorgul zaharat a fost folosit de către crescătorii de animale din Ardeal, Banat, Oltenia, Dobrogea, iar după 1981 ca plantă furajeră însilozabilă singură sau în amestec cu porumbul și ca plantă furajeră pășunabilă.

După înființarea I.C.C.P.T., în 1962, sorgul zaharat a fost folosit în ameliorarea calității hibrizilor de sorg x Sudan în scopul sporirii palatabilității și digestibilității masei verzi a fânului și a silozului (Kraus, 1970).

Primele lucrări de ameliorare științifică la sorgul zaharat, efectuate în perioada interbelică (1938-1945) și până în anul 1957 la fostul I.C.A.R. (Institutul de Cercetări Agronomice al României), au fost finalizate prin soiul ICAR S-54 (Radu, 1955).

Începând cu anul 1981, după prima mare criză a petrolului, s-a inițiat la I.C.C.P.T. Fundulea un program special de ameliorare a sorgului zaharat în scopuri energetice, prin programul național nr.14 „Fitomasa energetică și chimizabilă”, coordonat de fostul C.N.S.T. (Consiliul Național pentru Știință și Tehnologie) și finanțat de Ministerul Agriculturii, program care s-a finalizat în anii 1993-1994 prin crearea și înregistrarea primului hibrid simplu de sorg zaharat, Roza (1991) și a primului soi de sorg zaharat, Carmen (1994), prin elaborarea tehnologiilor de producere de sămânță și de cultivare, precum și a tehnologiilor de obținere a etanolului, a unor formule de sucuri răcoritoare, de șербет etc., de oțet alimentar (Dumitrache, 1996) din suc dulces extras din tulpini, a tehnologiei de obținere a benzinei din etanolul de sorg zaharat (Pop, 2003), a tehnologiei pilot de obținere a celulozei papetare din bagasa de sorg zaharat (Stanciu, 2003, 2006), precum și a tehnologiilor de însilozare a plantei întregi și/sau a bagasei de sorg zaharat la I.B.N.A. – Balotești (Dihoru, 2003).

Obiectivele stabilite de fostul Comitet de Stat al Planificării și de fostul C.N.S.T., de a se produce zahăr lichid și cristal precum și biocarburanți, nu au mai fost finanțate după 1994, astfel că întreg programul de ameliorare a sorgului zaharat a fost redimensionat la sursa de finanțare oferită de Ministerul Agriculturii și M.C.T. (Ministerul Cercetării și Tehnologiei), prin programul Orizont 2000 și, respectiv, proiectele B.1187 și B.487, care s-au finalizat prin înregistrarea hibrizilor Doina (1996), Prut (1999) și F.135 ST (2004).

Rezultate

Obiectivele de ameliorare prioritare, fixate încă din 1981-1985, vizau producția totală de biomasă, producția de tulpini tehnologice, producția de zahăr, producția de celuloză și hemiceluloză, producția de boabe, rezistența la cădere,

la afide (*Schizaphis graminum* Rond), la salinitatea și alcalinitatea solului, toleranța la condițiile de cultură pe nisipuri etc.

În ce privește producția de *biomasă și componentele acesteia*, datele din tabelul 12 atestă capacitatea superioară de producție a hibrizilor simpli Roza, Doina, Prut și F.135 ST față de soiul Carmen (martor), atât în ce privește producția de substanță proaspătă (sporuri de 13, 8 t/ha la Roza), 32,7 t/ha la F.135 ST, cât și de substanță uscată (sporuri de 5,5 t/ha la Roza, de 9,1 t/ha la Doina, de 13,6 t/ha la Prut și de 17,2 t/ha la F.135 ST).

Producția de tulpini tehnologice este cuprinsă între 48,1 t s.p./ha (Carmen) și 73,9 t s.p./ha la F.135 ST și, respectiv, 9,6 t s.u./ha la soiul Carmen și 18,5 t s.u./ha la hibridul F.135 ST (tabelul 12).

Producțiile medii de zahăr din tulpini sunt cuprinse între 4,6-6,3 t/ha la soiul Carmen și 6,8-8,5 la hibridul simplu Doina.

Producțiile medii de boabe (15,5 % umiditate) sunt de 3,5-6,2 t/ha la soiul Carmen și 6,8-9,5 t/ha la hibridul Doina.

Producțiile medii de celuloză brută sunt cuprinse între 1,9-3,0 t/ha la Roza și 5,5-7,5 t/ha la F.135 ST (tabelul 12).

Tabelul 12

Producțiile medii de biomasă totală, de boabe, de zahăr și de celuloză la hibrizii și soiurile de sorg zaharat create la Fundulea (neirigat, 2004-2005)

Hibrid/soi	Biomasa totală (t/ha)		Tulpini tehnologice (t/ha)		Boabe (t/ha)	Zahăr (t/ha)	Celuloză brută t/ha
	s.p.	s.u.	s.p.	s.u.			
Carmen (mt.)	65,3-82,5	21,6-26,6	48,1-59,4	9,6-11,9	3,5-6,2	4,6-6,3	3,1-3,8
Roza	70,3-96,3	20,0-32,1	50,2-64,1	10,1-12,5	6,2-8,4	6,1-7,7	1,9-3,0
Doina	73,5-107,0	24,5-35,7	52,1-71,2	10,4-14,2	6,8-9,5	6,8-8,5	3,3-4,5
Prut	77,1-115,2	26,9-40,2	53,9-77,5	10,8-15,5	5,3-7,9	5,2-7,1	3,8-6,5
F.135 ST	81-120,0	34,6-43,8	53,6-73,9	13,4-18,5	5,4-9,7	5,4-8,7	5,5-7,5

s.p. – subst. proaspătă; s.u. – subst. uscată

Soiul Carmen este mai tardiv cu 8 zile față de Roza, iar hibrizii Doina, Prut și F.135 ST sunt mai tardivi cu 10,12 și, respectiv, 11 zile până la înflorit. În intervalul răsărit-maturitate fiziologică, soiul Carmen este mai tardiv cu 2 zile, hibridul Doina este mai timpuriu cu 2 zile, iar hibrizii F.135 ST și Prut sunt mai tardivi cu 4 și, respectiv, 6 zile în comparație cu Roza.

Ritmul de creștere după cosire este distinct și foarte semnificativ mai mare la hibrizii Prut și F.135 ST, iar rezistența la afide și rezistența la cădere sunt foarte semnificativ superioare martorului Roza la hibrizii F.135 ST și Prut (tabelul 13).

Boabele de sorg zaharat au conținut de proteină în medie de 11,4% (Carmen), 12,5% (F.135 ST) până la 14,2% (F.351 hl), conținutul mediu de amidon - de 65% (Carmen), 74% (Doina), conținutul de ulei - de 3,2% (Roza), 4,2% (F.351 hl), conținutul de lizină - de 0,20 g/100 g s.u. (Roza – 0,56 g/100 g su F.351 hl), conținutul de triptofan de 0,105 g/100 g su (Doina, 0,115 g/100 g su (F.135 ST) și conținutul de tanin - de 0,28% (Doina) și 0,53% (F.135 ST) (tabelul 14).

Tabelul 13

Perioada de vegetație și însușiri de adaptare a hibridelor de sorg zaharat experimentați în rețeaua A.S.A.S. (neirigat, 1999-2004)

Cultivare	Perioada de vegetație (zile)		Ritm de creștere după cosire (cm/zi)	Rezistența la afide Note (++)	Rezistența la cădere %
	răsărit-înflorit	răsărit-maturitate fiziologică			
Roza (mt.) (hibrid)	72	118	3,6	2,8	3,8
Carmen (soi)	80 ⁰⁰⁰	120 ⁰	3,6	4,00	6,5 ⁰⁰⁰
Doina	82 ⁰⁰⁰	116*	3,8	3,50	2,7*
Prut	84 ⁰⁰⁰	124 ⁰⁰	4,6**	2,0***	1,5***
F.135 ST	83 ⁰⁰⁰	122 ⁰⁰	5,0***	1,6***	1,1***

+) *Schizaphis graminum* (Rond); ++)

Note: 1 = f. rezistent; 9 = f. sensibil

*, **, ***: Semnificativ la 5%, 1%, 0,1%

0, 00, 000: Semnificativ la 5%, 1%, 0,1%

Tabelul 14

Compoziția chimică a boabelor la hibridi și soiuri de sorg zaharat create la Fundulea

Hibridul/ Soiul	Proteină brută (N x 6,25)	Amidon	Ulei	Tanin	Lizină	Triptofan
	g/100 g s.u.					
Carmen (soi)	11,4	65,0	3,8	0,37	0,21	0,120
Roza (hibrid)	12,1	73,2	3,2	0,41	0,20	0,108
Doina (hibrid)	12,2	74,0	3,5	0,28	0,27	0,105
Prut (hibrid)	11,9	71,7	3,4	0,48	-	-
F.135ST (hibrid)	12,5	73,3	3,7	0,53	-	-
F.351 hl (hibrid)	14,2	73,3	4,2	0,25	0,56	0,115

Sucul de sorg zaharat are compoziția chimică prezentată în tabelul 15. Astfel, zaharoza reprezintă 10,9-14,7%, glucoza 2,53-3,14%, fructoza 1,08-2,19%. Azotul total este prezent în medie în concentrație de 0,26-0,51%, potasiul în cantitate de 377,6 mg/100 g s.u., Ca, 8,29 mg/100 g s.u., Mg, 19,68 mg/100 g su, Na, 3,6% și Fe: 2,61%. Sucul are în medie pH-ul de 4,5-5,4, o densitate medie de 1,066 g/cm³ și o valoare brix medie de 15,7-24,3%.

Tabelul 15

Compoziția chimică a sucului extras din tulpini la hibridii de sorg zaharat, experimentați în rețeaua A.S.A.S.

Specificare	UM	Conținut
Substanță uscată solubilă (brix)	%	16,8-24,0
Zaharoză	%	11,04-13,71
Glucoză	%	2,58-3,12
Fructoză	%	1,05-2,15
Azot total	%	0,26
pH	%	4,5-5,4
Densitate		1,066
K	g/cm ³ la 15°C	377,6
Ca	mg/100 g s.u.	48,3
Mg	mg/100 g s.u.	19,7
Na	mg/100 g s.u.	3,6
Fe	mg/100 g s.u.	2,6
Mn	mg/100 g s.u.	0,62
Zn	mg/100 g s.u.	0,24
Cu	mg/100 g s.u.	0,12
Cd	mg/100 g s.u.	0,01

În decursul vegetației *compoziția chimică a tulpinilor de sorg zaharat* suferă modificări: zahărul total crește de la maturitatea în lapte spre maturitatea fiziologică, celuloza și proteina brută scad spre maturitatea fiziologică, așa cum se observă în tabelul 16. Astfel, zahărul total în faza de maturitate lapte reprezintă 14% la F.215-86, 19,2% la Roza și 25,6% la F.463-87 și 15,3% la F.450-86. În faza de maturitate în ceară conținutul în zahăr total reprezintă 53,5% la F.215-86, 56,5% la Roza și 58,4% la F.463-87, iar la maturitatea fiziologică 58,2% la F.215-86, 60,2% la Roza, 61,7% la F.463-87 și 63,6% la F.450-86.

Tabelul 16

Compoziția chimică a tulpinilor de sorg zaharat recoltate în diferite faze de maturare a bobului (Fundulea, 1983 – 1999)

Hibridul / soiul	Zahăr total (%)	Celuloză	Proteină brută, % (N x 6,25)
Maturitate în lapte			
F.215-86	14,3	29,3	11,3
Roza	19,2	30,5	8,4
F.463-87	25,6	31,1	9,3
F.450-4/86	15,3	29,70	10,4
Maturitate în ceară			
F.215-86	53,5	26,3	6,2
Roza	56,5	23,4	6,8
F.463-87	58,4	25,5	7,3
F.450-4/86	37,4	23,0	5,8
Maturitate fiziologică			
F.215-86	58,2	26,2	5,3
Roza	60,2	25,2	7,1
F.463-87	61,7	26,1	6,0
F.450-4/86	63,6	24,3	6,6

Analize efectuate de R. Marinescu

Bagasa de sorg zaharat destinată producerii de celuloză papetară are compoziția prezentată în tabelul 17.

Conținutul în *celuloză brută*, determinat la CEPROHART Brăila după metoda Kruschner - Hoffer, este cuprins între 20,4-30,1% la hibridul Roza și 37,9-38% la hibridul F.135 ST. Conținutul de lignină este de 15,6 g/100 g s.u. la Roza și 17,2 g/100 g s.u. la F.135 ST. Conținutul de pentozane este cuprins între 21,6% la F.135 ST și 22,1% la Roza, conținutul de siliciu este cel întâlnit de obicei la cereale (0,3-0,4%), iar cel de cenușă este de 2,8% la Roza și 3,8% la F.135 ST.

Tabelul 17

Compoziția chimică a bagasei de sorg zaharat a hibridilor de sorg zaharat creați la Fundulea

Specificație	Celuloză brută K-H*	Lignină	Pentozane	SiO ₂	Extract în alcool-benzen	Cenușă %
Roza (hibrid)	20,4 - 30,1	15,6	22,1	0,3	19,06	2,8
F.135 ST (hibrid)	37,9 - 38,0	17,2	21,6	0,3	7,10	3,8
F.351 hl (hibrid)	25,3 - 27,8	17,2	21,8	0,4	9,57	3,4

Analize efectuate de CEPROHART Brăila

*) Metoda Kurschner – Hoffer

Tabelul 18

Componentele alcoolului etilic de sorg zaharat

Specificare	U/M	Concentrație	Prevederi STAS
Aldehide	g/100 ml	0,0005	0,0018
Alcooli superiori	g/100 ml	0,0036	0,0025
Esteri	g/100 ml	0,003	0,005
Alcool metilic	g/100 ml	0,003	0,01

Alcoolul din sorg zaharat are compoziția chimică prezentată în tabelul 18. Se observă conținutul mai scăzut în aldehide, esteri și alcool metilic și mai ridicat în alcool superior față de standard.

Benzina din sorg zaharat obținută din hibridul Roza are distribuția hidrocarburilor componente prezentate în tabelu 19 în comparație cu benzina din petrol.

Tabelul 19

Componentele benzinei din alcool de sorg zaharat

Compusul	% greutate	
	Benzină din sorg zaharat	Benzină din petrol
Pentani	18,91	14,15
Hexani	19,87	15,90
Heptani	11,02	12,64
Octani	6,84	12,52
Benzen	0,00	1,17
Toluen	8,84	10,10
Xileni	12,79	13,35
C9+	22,01	20,25

După G. Pop, 2003

Se observă calitatea similară a benzinei din sorg zaharat în comparație cu benzina comercială din petrol.

Celuloza de sorg zaharat

La sorgul zaharat se pot obține în medie 1,5-3,0 t celuloză albită/ha la neirigat sau 4,5-7,5 t celuloză albită/ha la irigat (Stanciu, 2006), randamente asemănătoare bagasei de la trestia de zahăr și stufului și superioare altor specii precum grâul, orezul, bambusul cultivat etc. (tabelul 20).

Tabelul 20

Producțiile de substanță uscată (t/ha) și de celuloză albită (t/ha) la sorgul zaharat, în comparație cu alte surse de celuloză

Specia	Producția de celuloză, t/ha	
	Celuloză brută t/ha	Echivalent celuloză albită
Sorg zaharat – Doina:		
- Irigat	20 – 25	4,5 – 7,5
- Neirigat	10 – 15	2,5 – 4,5
Paie-grâu	2,2 – 3,0	0,7 – 1,0
Stuf	5,0 – 9,9	2,0 – 4,0
Bagasa – trestie de zahăr	5,0 – 12,4	1,3 – 3,2
Bambus cultivat	2,5 – 5,0	1,0 – 2,1

După C. Stanciu, 2006

Caracteristicile celulozei albite din sorg zaharat în comparație cu cea din stuf se prezintă în tabelul 21. Se observă că celuloza din sorg zaharat are atât lungimea de rupere, cât și rezistența la plesnire superioare stufului (S t a n c i u, 2006).

Tabelul 21

Caracteristicile celulozei albite din sorg zaharat (hibridul Doina) comparativ cu celuloza albită din stuf

Caracteristici	Sorg zaharat	Stuf
Lungime de rupere (m)	7500 - 9000	6500 - 7300
Rezistență la plesnire, kgf/cm ²	2,6 - 3,7	2,5

IV. Sorgul de măhuri (*Sorghum bicolor* (L.) Moench conv. *technicum*)

Sorgul de măhuri este varietatea de sorg care a pătruns cel mai timpuriu (o dată cu primele năvăliri ale tătarilor, de unde și denumirea populară de tătarcă ce se păstrează în Moldova) și s-a adaptat cel mai bine la condițiile ecologice din România, unde s-a păstrat neîntrerupt la populația din mediul rural, fiind folosit în scopul confecționării măturilor, hrănirii animalelor (atât cu tulpinile și frunzele, cât și cu boabele rămase după reținerea paniculelor) și legării snopilor de cereale, îndeosebi, a maldărelor de tulpini de porumb.

Sorgul de măhuri este o recunoscută plantă tehnică utilizată în industria meșteșugărească pentru confecționarea de măhuri și perii de uz industrial și casnic (care motivează exportul de panicule și/sau de măhuri încă dinainte de 1989 și care s-a amplificat după 1990), în industria celulozei și chiar în industria papetară. Spre exemplu, în Franța, E s c o u r o u (1959) a efectuat lucrări de ameliorare la sorgul de măhuri timp de 25 ani finalizate cu soiul papetar CA 25 cu 56,4% celuloză.

În SUA, H a d l e y (1960) a efectuat un perseverent și îndelung program de ameliorare a sorgului de măhuri cu accent deosebit pe lungimea și finețea ramificației paniculului, pe calitatea boabelor și pe identificarea de gene de androsterilitate (genică sau citoplasmatică), în vederea trecerii la exploatarea efectului heterozis la această subspecie de sorg. Programe de ameliorare intense la sorgul de măhuri s-au efectuat în Japonia, China, Mexic, Ungaria etc.

Sorgul de măhuri reprezintă o sursă valoroasă de gene pentru androsterilitate (genică, în special), pentru ritmul rapid de creștere în stadiul întâi de creștere și dezvoltare, pentru rezistența la afide (*Schizaphis graminum* Rond.), pentru rezistența la secetă și arșiță, la temperaturi scăzute, ca și pentru toleranța la salinitatea și alcalinitatea solului, motiv pentru care a și fost folosit în ameliorarea sorgului pentru boabe și a hibridilor de sorg zaharat la Fundulea pentru crearea de linii consangvinizate cu aceste însușiri (A n t o h e, 1994, 1998).

În România, ameliorarea științifică a sorgului pentru măhuri a fost inițiată la Fundulea începând cu anul 1978 (A n t o h e, 1999), obiectivele de ameliorare prioritare fiind rezistența la cădere, reducerea taliei, precocizarea, creșterea producției de panicule la hectar, a calității paniculelor (lungime, numărul, finețea și elasticitatea ramificațiilor), rezistența la boli (micoze, bacterioze) și dăunători (afidele verzi - *Schizaphis graminum* Rond.) și sfredelitorul european al porumbului (*Ostrinia nubilalis* Hbn), calitatea boabelor precum și identificarea de sur-

se de androsterilitate citoplasmatică și de restaurare a fertilității polenului. Cercetările s-au efectuat în cadrul programului 4 (1985-1990) „Cultura porumbului și sorgului”, a programelor Orizont 2000 și s-au finalizat prin crearea și înregistrarea soiurilor Siret (1996), Denisa (1998) și Donaris (2003) (Catalogul oficial al soiurilor de plante de cultură din România, 2004).

Rezultate

Sorgul de mături se cultivă, în general, pentru panicule cu ramificații de culoare galben-pai, atât pentru intern, cât și pentru exportul în Europa, ceea ce conduce la recoltarea în faza de maturare fiziologică sau maturare completă a boabelor, obținându-se astfel o singură coasă prin care se valorifică atât paniculele (fără boabe), destinate confecționării de perii, mături, cât și boabele utilizabile în hrana animalelor sau pentru obținerea de etanol. În tabelul 22 se prezintă producțiile medii de panicule și de boabe, obținute în rețeaua I.N.C.D.A. Fundulea prin recoltare la maturitatea tehnică a boabelor.

Tabelul 22

Producțiile medii de panicule și de boabe ale soiurilor de sorg pentru mături experimentate la Fundulea (neirigat, 1995-2000)

Soiul	Producția de panicule			Producția de boabe, t/ha (15,5 % umidit.)		
	T/ha	Dif.	Semnif.	T/ha	Dif.	Semnif.
Populația de Sinești	3,1	-	-	3,50	-	-
Siret	3,3	0,2	*	2,90	-0,6	000
Denisa	3,5	0,4	***	3,50		
Donaris	3,3	0,2	*	3,25	-0,25	0
Media exp.	3,2			3,1		
DL 5 %	0,2			0,2		
1%	0,3			0,3		
0,1%	0,4			0,5		

Comercializarea paniculelor la export în SUA, unde culoarea preferată a paniculelor este cea verde-verde gălbui, obligă efectuarea recoltării în faza de înflorit, în care caz se obțin două recolte anuale prin regenerare după prima coasă (ridicată, de obicei, în prima jumătate a lunii iulie).

În tabelul 22 se prezintă producțiile de panicule și caracteristicile tehnice ale acestora, obținute prin recoltare succesivă la înflorit (în iulie prima coasă și în septembrie a doua coasă). Soiurile Siret, Denisa și Donaris dau producții de panicule însumate pe cele două coase, semnificativ (Siret - 7,4 t/ha și Donaris - 7,6 t/ha) și distinct semnificativ (Denisa - 7,5 t/ha) superioare populației locale de Sinești. Este de remarcat că producțiile de panicule la coasa a II-a sunt mai mari la toate genotipurile studiate. Lungimea paniculelor și numărul de ramificații prezintă valori mai ridicate la prima coasă unde soiurile Siret și Donaris prezintă lungimea paniculelor foarte semnificativ mai mare. Soiurile Siret, Denisa și Donaris prezintă numărul de ramificații în panicul distinct semnificativ mai mare în comparație cu populația de Sinești.

Tabelul 23

Producții medii de panicule și caracteristicile tehnologice la soiuri de sorg pentru mături create la Fundulea (neirigat, 2001-2003)

S o i u l	Panicule (fără boabe) t/ha					Lungimea paniculului (cm)					Nr.de ramificații în panicul					Talia	
	Coasa I	Coasa II	Suma CF+CI	Dif.	Semnif.	Coasa I	Coasa II	Medie	Dif.	Semnif.	Coasa I	Coasa II	Medie	Dif.	Semnif.	cm	Semnif.
Populația locală de Sinești	2,8	3,8	6,0			59	58	58,5			42	50	46			242	
Siret	3,4	4,0	7,4	1,4	**	64	62	63,0	4,5	***	57	53	55	9	**	145	000
Denisa	3,5	4,4	7,9	1,9	***	62	59	60,6	2,1	*	63	50	57	11	**	148	000
Donaris	3,4	4,2	7,6	1,6	**	61	61	61,0	2,5	**	60	51	56	10	**	145	000
DL 5 %				0,7					1,5							8,5	
1%				1,1					2,4							11,7	
0,1%				1,7					3,7							16,1	

Ameliorarea prin selecție a lungimii paniculului și a numărului de ramificații în panicul a condus la efecte ale selecției de 7,49 cm pentru lungimea paniculului și de 5,16 număr de ramificații mai mare în panicul după trei cicluri de selecție (1987-1993) la soiul Denisa, care avea lungimea paniculului de 68 cm și un număr de 59-64 ramificații în panicul în populația de bază la începutul efectuării selecției.

Aplicând aceeași intensitate de selecție la soiul Donaris, care avea în populația de bază lungimea paniculului de 74,53 cm și un număr de 63,25 ramificații în panicul, s-a obținut un efect al selecției mai redus, de 3,13 cm pentru lungimea paniculului și de 1,30 ramificații (tabelul 23).

Ameliorarea pentru panicule cât mai lungi, cu număr mare de ramificații în panicul, un deziderat atât al cultivatorilor și al procesatorilor, se dovedește dificilă datorită corelației genetice negative în general (Cry) și foarte puternic negativă la soiurile Denisa și Donaris (tabelul 24).

Tabelul 24

Eritabilitatea și efectul selecției la soiurile de sorg pentru mături Denisa și Donaris, obținute prin selecția individuală (Fundulea, 1987-1993)

Soiul	Caracterul observat	Media	Dif de selecție	Eritabilitatea h^2 în sens larg b_{dp}	Efectul selecției		
					observat	asteptat $R/\sigma P=5/\sigma P/xh^2$	x^2
Denisa	Lung.panic. (cm)	75,92±5,9	12,9±1,85	0,58±0,34	7,49±3,72	0,73±1,73	95-97,5
	Lung.ramific.	64,8±4,2	8,6±2,45	0,60±0,26	5,16±0,96	6,00±1,52	90-95
Donaris	Lung.panic. (cm)	79,05±3,01	4,1±1,31	0,76±0,21	3,13±0,89	4,11±0,41	30-50
	Lung.ramific.	66,1±1,8	1,60±0,92	0,81±0,13	1,30±0,55	1,60±0,35	70-90
Pop.de bază Denisa	Lung.panic. (cm)	68,43					
	Lung.ramific.	59,64					
Pop.de bază Donaris	Lung.panic. (cm)	74,53					
	Lung.ramific.	63,25					

Coheribilitatea ($h \times y$) celor două caractere este de semn negativ, ceea ce denotă că progresele în ameliorarea lungimii paniculului au condus la micșorarea numărului de ramificații în panicul (tabelul 25).

Tabelul 25

Corelația genetică și coheritabilitatea pentru lungimea paniculului și numărului de ramificații în panicul, la sorgul pentru mături (Fundulea, neirigat 1996-1998)

Nr.crt.	Soiul	γ_a	C_{ry}	$h \times y$ (CGP/ γ_p)
1	Denisa	-0,1505	-1,406	-0,263
2	Siret	-0,7863**	-0,491	-0,191
3	Donaris	-0,9179**	-1,747	-0,340

Concluzii

Dintre **hibrizii de sorg pentru boabe** creați la Fundulea, F.32 și F.380-83 au dat producții medii de boabe în cultură neirigată de 9270 kg/ha și respectiv 8798 kg/ha, cu sporuri de 1950 kg/ha, respectiv 1477 kg/ha, față de martorul F.31. Producțiile medii de proteină brută au fost 1025 kg/ha și, respectiv, 1179 kg/ha, cu sporuri de 66 kg/ha și, respectiv, 220 kg/ha, față de F.31.

Conținutul în lizină este mai ridicat la hibrizii cu gena *hl*, indusă în hibrizii F.261 hld și F.380 hlp, iar conținutul în vitaminele B1, B3, E și PP este mai ridicat la hibrizii F.32, F.261 hld, F.380 hlp, în comparație cu martorul F.21.

Hibridul F.380-83 hlp este rezistent la afide, are producțiile de proteină brută, de proteină digestibilă și de lizină la hectar mai mari și conținutul în tanin mai redus față de F.21 și F.32.

Masa verde rămasă după recoltarea boabelor cu un conținut mediu de 24-46 mg/100 g s.u. HCN se poate utiliza în nutriția taurinelor, după acțiunea brumelor.

Între hibrizii de **sorg x Sudan**, creați la Fundulea, Tereza, aflat în proces de extindere în cultură, realizează producții de masă verde de 88,7 t/ha în varianta de recoltare la preburduf și de 108,9 t/ha în varianta de recoltare la maturitatea în lapte sau 23,7 t s.u./ha, în faza de preburduf și 28,1 t s.u./ha, în faza de maturitate în lapte, cu sporuri de 9,3 t m.v./ha, respectiv, 5,8 t s.u./ha în varianta de recoltare la preburduf și de 28,7 t m.v./ha, respectiv, 7,3 t s.u./ha în varianta de recoltare la maturitatea în lapte, în comparație cu martorul F.1104. Ponderele frunzelor și paniculelor reprezintă 56% din substanța uscată a plantei în comparație cu 49,2% la martorul F.1104.

Substanța uscată reprezintă 23,7% în faza de preburduf și 41,8% în faza de maturitate în lapte, cu un conținut de proteină brută de 18,7% în faza de preburduf și de 13,4% în faza de maturitate în lapte.

Hibrizii de sorg zaharat, Doina, Prut și F.135 ST, au dat producții de biomasă cuprinse între 73,5-120 t substanță proaspătă la hectar, respectiv 20,0-43,8 t substanță uscată la hectar, producții de boabe de 6,8-9,7 t/ha, producții de zahăr de 6,1-8,7 t/ha și de celuloză de 3,8-7,5 t/ha, superioare hibridului Roza, înregistrat în anul 1991, și soiului Carmen, înregistrat în anul 1994.

Hibridul F.135 ST, în proces de extindere în cultură, este mai rezistent la cădere și la atacul afidelor și este, totodată, mai productiv în comparație cu martorul Carmen și ceilalți hibridi înregistrați anterior.

La **soiurile de sorg pentru mături** cu talie scundă, Siret, Denisa și Donaris, se obțin producții medii de panicule de 7,9 t/ha, superioare cu 1,4 t/ha, 1,9 t/ha și, respectiv, 1,6 t/ha, în varianta de recoltare la maturitatea fiziologică a boabelor, și cu 1,4-1,9 și, respectiv, 1,6 t/ha, în varianta de recoltare la înflorit. Lungimea paniculelor la soiurile Siret și Donaris este de 63 și, respectiv, 61 cm, cu 2 și, respectiv, 5 cm superioare populației de Sinești.

ADVANCES IN SORGHUM BREEDING AT FUNDULEA

Summary

Sorghum breeding work, which started at Fundulea in 1960, has resulted in the release of hybrid grain sorghum F.31 (in 1965), F.21 (in 1979), F.30 (in 1981), F.32 (in 1979), and of forage sorghum - Sudan grass hybrids F.1104 (in 1971), Tutova (in 1992), Tinca (in 1996) and Tereza (in 2003). Promising high lysine grain hybrids F. 261 hld and F. 380 hlp were also created.

Remarkable results were obtained for yield without irrigation in hybrids F. 32 (9270 kg/ha) and F. 380-83 (8798 kg/ha), for crude protein yield in hybrids F 380-83 hlp (1179 kg/ha) and F.32 (1025 kg/ha), for lysine content in hybrids F.389-83 hlp (2.98 g/100 g protein) and F.261 hld (2.82 g/100 g protein), for fat content in F.261 hld (4.9-6.1%), for starch content in F.32 (74%), for vitamin B3 content in F.261 hld (1.20 mg/100g dry matter), for vitamin E content in F. 32 (2.96 mg/100g dry matter), and for vitamin PP content in F.261 hld (2.76 g/100 g dry matter).

Among the sorghum - Sudan grass hybrids for green fodder and silage, Tereza produced 88.7 tons/ha green matter when *rit* was harvested at pre-boot stage and 108.9 tons/ha at milk stage, or 23.7 t/ha dry matter at pre-boot stage and 28.1 t/ha at milk stage. The share of leaves and panicles from total plant dry matter was 56%, as compared with 49.2% in the check F.1104, and protein content was 18.7% at pre-boot stage and 13.4% at milk stage. Twenty-eight days after harvesting the forage contained 31.1 mg HCN/100 g dry matter, making it suitable for feeding livestock at paddock or by grazing, fresh or 4-5 days after frost.

Sweet sorghum breeding started at Fundulea in 1981 and resulted in the release of hybrids Rosa (in 1991), Doina (in 1996), Prut (in 2000) and F.135 ST (in 2004) and of variety Carmen (in 1994). Remarkable results were obtained with the hybrid F. 135-ST, which produced 81-120 t/ha fresh biomass, 34.6-43.8 t/ha dry biomass, 5.4-8.7 t/ha total sugar, 5.4-9.7 t/ha grain yield and 5.5-7.5 t/ha lignocelluloses.

Breeding broom-sorghum started at Fundulea in 1978 and resulted in the release of varieties Siret (in 1996), Denisa (in 1998) and Donaris (in 2003). Denisa is noticeable for panicles yield (7.9 t/ha) and number of branches per panicle, while Siret had the highest average panicle length (64 cm).

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- ANTOHE, I., SARCA VASILCHIA, 1980 – *Hibrizi noi de sorg pentru boabe, particularitățile lor biologice și tehnologice ale producerii de sămânță*. În: Producția vegetală – Cereale și plante tehnice, 4, 1980: 10-17.
- ANTOHE, I., COSMIN, O., BĂRBULESCU, AI., VLAS, I., GRECU, EUGENIA., SCURTU, MILICA., VOICU, ECATERINA, COSEREA, VICTORIA, RIZEA, A., ILICEVICI, S., VLADU, P., PRETORIAN, D., CONSTANTIN, P., MIHALACHE, M., 1982 – *Rezultate obținute în ameliorarea sorgului pentru boabe*. Analele ICCPT, XLIX: 63-74.
- ANTOHE, I., COSMIN, O., VOICU, ECATERINA, 1983 – *High content of proteine, lysine, and tryptophane in a grain sorghum progeny from crossings with P.721*. Sorghum Newsletter, 26: 99.
- ANTOHE, I., 1991 – *Agrometeorologia sorgului zaharat*. În: Sorgul zaharat. Coord. M. Goian, Gh. Neguț, I. Russu), Edit. Helicon – Banat S.A.
- ANTOHE, I., DRĂGHICI, I., NEGRILĂ, MARCELA, VASILE, O., MLADIN, M., HEBAN, VERONICA., VLĂIESCU, DOINA, TANCU, D., 1994 – *Hibrizi noi de sorg x Sudan pentru masă verde și siloz*. Analele ICCPT, LXI: 65-82.
- ANTOHE, I., SPIRIDON, GH., DRĂGHICI, I., FLOAREA, LIDA, SCARSOVSCHI, ILEANA, COȘEREA, VICTORIA, DOBRESCU, ECATERINA, GRECU, EUGENIA, PETRESCU, FLORENTINA, CHIRNOGEANU, IOANA, BADEA, ECATERINA, 1998 – *Rezultate obținute în ameliorarea calității la sorgul pentru boabe*. Analele ICCPT, LXV: 119-135.
- ANTOHE, I., POP, G., ROTEA, MARIANA, ROTARI, A., 1997 – *Breeding on grain and stalk quality of sweet sorghum*. 1st International Congress on Sweet Sorghum. 5-17 Sept. 1997, Beijing, China.
- ANTOHE, I., 1999 – *Rezultate obținute în ameliorarea sorgului pentru mături (Sorghum bicolor Moench)*. Nerepublicat.

- ANTOHE, I., DRĂGHICI, I., NAIDIN, C., 2002 – *Sorghum an alternative crop for south of Romania*. In: Drought mitigation and prevention of land desertification, 22-24 April, 2002, Bled, Slovenia: 112.
- ANTOHE, I., BUTNARU, GALIA, COSMA, CACHIȚA, PETCU, ELENA, GOIAN, M., STROIA, I., NEGUȚ, N., MATEI, GH., CUSURSUZ, BEATRICE, POP, A., BRAD, SENEGAL, TABLE, L., BEGEA, MIHAELA, CIUCAN, MARIA, OANCEA, F., POP, GR., STANCIU, C., BARCA, FRUMUZACHE, BUGARU, ELENA, SĂBĂDEANU, P., VEVERCA, D., 2006 – *Cultura și industrializarea sorgului zaharat*. Edit. Chimiform Data, București.
- ARNOULD, J.I. & MICHE, J.C, 1971 – *Review of the economy and utilisation of millets and sorghum in the world*. Agron.Tro. 26: 865-887.
- BĂRBULESCU, AL., ANTOHE, I., 1981 – *Rezistența unor linii consangvinizate de sorg față de atacul păduchelui verde al cerealelor (Schizaphis graminum Rond)*. Analele ICCPT, XLVIII: 273 -280.
- CIEPELEA, A., 1996 – *Influence of some nonprotein aminoacids on biology of grain grass afield (Sittobion uvenal F.)*. Plant breeding and Seed Sci., Poland, 1-2: 93-101.
- COSMIN, O., SARCA, Tr., BICA, N., ANTOHE, I., 1987 – *Realizări în ameliorarea porumbului și sorgului*. Analele ICCPT, LV:77-112.
- CHOUREY, P., & JAIN, M., 2006 – *Comparative funcțional genomics of sugar utilization in developing seeds of maize and sorghum on study in genetic adaptation to stress*. In: Proceeding of XXht International Conf.of EUCARPIA 20-24 June, 2006, Budapest, Hungary.
- CUMMINȘ, D.G., 1981 – *Yield and quality changes with maturity of silage type sorghum folder*. Agron. J. 73: 988-991.
- DIHORU, ALEXANDRINA, 2003 – *Valorificarea sorgului zaharat în hrana animalelor. În: Cultura sorgului zaharat și industrializarea lui totală*. Edit. Chimiform Data, București, Ediția I: 104-119.
- DOGGETT, H., 1970 – *Sorghum*. Edit. Longman.
- DRĂGHICI, I., 2006 – *Implicațiile fertilizării cu fosfor și azot asupra sorgului pentru boabe, cultivat pe soluri nisipoase*. In: Lucr. Simp.: Managementul nutrienților pentru îmbunătățirea calității culturilor și conservarea mediului.
- DUMITRACHE, C., ANTONESCU, GABRIELA, BALUȚĂ, MARCELA, AXINTE, GH., 1996 – *Experiment upon rendering profitable of sweet Sorghum growing in Romania*. In: First European Seminar on Sweet Sorghum for Energy and Industry, Toulouse, Franța: 31.
- DUVICK, D.N., 1999 – *Heterosis feeding people and protecting natural resources*. In: The Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops. ASA Inc.,CSSA Inc, SSSA Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- ESCOUROU, R., 1959 – *The production of pulps from sorghum products obtained there from*. Afineded 36, 239-248.
- ESKRIDGE, K.M., MUMM, R.F., 1992 – *Choosing plant cultivars based on probability of auto-performing a check*. TAG. 84: 449-500.
- EWING, S.A., 1969 – *The role of corn and sorghum refuse feeds in an expanding midwestern beef industry*. Proceeding of the 24th Annual Corn and Sorghum Res. Confer.: 175-183.
- GOIAN, M., NEGUȚ, GH., RUSU, I. și alții., 1991 – *Sorgul zaharat*. Edit. S.C. Helicon - Banat S.A.
- GRASSI, ANGELA, 2002 – *ECHI-T European Project EU-ETA Florence*, Italy: 5-27.
- GRASSI, G., 2005 – *Village Level Bioenergy System Based on Sweet Sorghum*. WINNER NET WORK, Sep. 2005.
- GRASSI, G., 2006 – *World bioetanol perspective*. In: Biofuels markets, Bruxelles, Belgium, 18-26 Febr. 2006.
- GRASSI, G., 2006-2007 – *Microdistillery for Decentralised Bioethanol Production Low Cost*. Production of Bioethanol from Sweet Sorghum In: Biomass to Liquid, Munich, 16-17 Oct. 2006.
- GUMANIUC, N., ANTOHE, I., 1975 – *Sorgul pentru boabe, cultură de perspectivă pentru agricultura țării noastre*. Producția vegetală – Cereale și plante tehnice, 3: 11-19.
- GUMANIUC, N., ANTOHE, I., COSMIN, O., 1979 – *Posibilități de valorificare mai bune a resurselor pedoclimatice prin cultura de sorg pentru boabe*. Probleme agricole, 4: 16-22.
- HADLEY, H., 1960 – *A genetic method for producing seedless hybrids broomcorn*. Agron. J., 52, 610-611.
- HULSE, J.H. LAINGE, E.M., PEARSON, A.E., 1980 – *Sorghum and the millets. Their composition and nutritive value*. Acad. Press, New York.
- KONAREV, A.V., 1996 – *Interaction of insect digestive enzymes with plant protein inhibitors and host parasit coevolution*. Euphytica 92: 89-94.
- KRAUS, M., 1971 – *Studiul variabilității și eredității conținutului de acid cianhidric la sorg (Sorghum bicolor (L.) Moench)* – Rezumat al tezei de doctorat, Institutul Agronomic „Nicolae Bălcescu”, București.

- MALINOVSKI, N., 1992 – *Sorgo na severnom Kavkaze*. Edit. Univ. Rostov pe Don, 9: 140-142.
- MATEI, GH., 2006 – *Contribuții la stabilirea tehnologiei de cultivare a sorgului zaharat în condiții de neirigare pe solurile brune slab luvice din Oltenia*. Teza de doctorat, Universitatea Craiova.
- MUREȘAN, T., COSMIN, O., SARCA, Tr., 1961 – *Importanța culturii sorgului și comportarea unor hibrizi încercați la Baza experimentală Fundulea în anii 1958-1960*. Probleme agricole, 8: 19-26.
- MUREȘAN, T., KRAUS, M., 1965 – *Sorgul hibrid pentru boabe*. Edit. Agro-Silvică, București.
- MUREȘAN, T. 1967 – *Rezultatele experiențelor cu hibrizi de sorg pentru masă verde și siloz creați la ICCPT-Fundulea*. Anale ICCPT, XXXIV, seria C: 359-368.
- POP, G., 2003 – *Obținerea benzinei din alcool etilic de sorg zaharat*. În: *Cultura și industrializarea sorgului zaharat*. Edit. Chiminform Data, București: 126-138.
- POPESCU, I. SANITARU, 1943 – *Gaoleanul*. Edit. Universal, București.
- RADU, I.F., 1955 – *Soiul de sorg zaharat, ICAR S-54*. Analele ICAR, XXII.
- SEPEL, N., 1994 – *Sorgo*. Edit. Volgograd: 243-273.
- STANCIU, C., 2006 – *Obținerea celulozei din bagasă de sorg zaharat*. În: *Cultura sorgului zaharat și industrializarea lui totală*. Edit. Chiminform Data, București, Ediția a II-a: 230-237.
- SPIRIDON, GH., 1985 – *Alimentația păsărilor*. Edit. Ceres, București: 86-126; 148-153.
- *** *Catalogul oficial al soiurilor de plante de cultură din România*, Ediția 2004: 24-25.

Prezentată Comitetului de redacție la 2 iulie 2007