

## **AMELIORAREA PENTRU DORMANȚA SEMINȚEI LA GRÂU ȘI TRITICALE ÎN PROGRAMELE DE LA I.N.C.D.A. FUNDULEA**

### **BREEDING FOR SEED DORMANCY IN NARDI FUNDULEA BREAD WHEAT AND TRITICALE PROGRAMS**

GHEORGHE ITTU<sup>1</sup>, CRISTINA MARINCIU<sup>1</sup>, NICOLAE N. SĂULESCU<sup>1</sup>

#### **Abstract**

The paper evaluated, for the first time, the level of seed dormancy of mainly bread winter varieties grown in Romania from 1933 and to the present and for winter triticales since 1984, when first triticales variety has been registered in Romania, till present. In this study are used two criteria to appreciate the level of dormancy, germination index and number of days till 85% seed germinated (own method).

The level of dormancy in the older extensive Romanian varieties grown till beginig of 1970 years, like A 15, Odvos 241 etc. was midium and in the first realized short strow varieties in the beginning of 1980 years, Flamura 85, Fundulea 4 and Dropia the seed dormancy deacedred drastically. The long trem selection for pre-harvest sprouting in artificial conditions, applied after 1980 years, semnificativly has been improved seed dormancy in last three decade of registered bread wheat and even of triticales varieties. The present grown varieties of bread wheat like Glosa, Otilia, FDL Miranda and triticales varieties Negoiu and Haiduc represented realy genetic progress for seed dormancy.

Selection presure for pre-harvest sprouting it is a good choise for seed dormancy improvemet (the correlations between this traits was strong enough (0.61\* and 0.81\*\* in wheat and in triticales respectively).

In the next period it is expected futher improvemet in seed dormancy and pre-harhest sprouting using the new sources for those traits, like Romanian line 00628G34, and also applied the MAS.

**Key words:** wheat, triticales, dormancy, pre-harvest sprouting.

**Cuvinte cheie:** grâu, triticales, dormanță, încolțite în spic.

#### **INTRODUCERE**

Fenomenul de încolțire în spic se manifestă atunci când la maturitatea deplină a lanurilor de grâu survine o perioadă mai lungă de ploi care sunt însoțite, de regulă, și de o scădere a temperaturii. În astfel de condiții, apa ajunge să pătundă în bob, ceea ce duce la stimularea producerii enzimelor din scutelum și staratul aleuronic implicate în germinație. Aceste enzime declanșază procesul de germinare a embrionului prin hidroliza amidonului și a proteinelor de rezervă. Efectele negative ale acestui fenomen de încolțire în spic fiind, pe de-o parte, deprecierea valorii culturale a seminței prin reducerea vigoriei și capacității

---

<sup>1</sup> I.N.C.D.A. Fundulea, e-mail: gittu@ricic.ro

de germinare a acesteia iar, pe de altă parte, reducerea indicelui de cădere, a calității de panificație și a masei hectolitrică (K i n g , 1983a; M a r e s , 1984).

Rezistența la încolțirea în spic este un caracter genetic cantitativ complex în care sunt implicați factori care reduc gradul de absorbție a apei în spic precum: poziția spicului, genotipurile cu spicul nutant absorb mai lent apa, și aristarea, spicele nearistate pierd mai ușor apa din spic, comparativ cu cele aristate, la încetarea ploii. De asemenea, sunt mai rezistente la încolțire genotipurile care au o rată scăzută de sinteză a enzimelor implicate în germinare. Este de subliniat că cea mai importantă componentă a rezistenței la încolțirea în spic este durata perioadei de dormanță la maturitate a semințelor. Dormanța ridicată a semințelor este determinată de bariere fizice, precum consistența boabelor (boabele „hard”, tari, au dormanță mai mare decât cele „soft”- moi), precum și bariere chimice ca: culoarea roșie intensă a boabelor, conținut ridicat al boabelor în ABA și acizi grași și restricții în sinteza și inactivarea acidului giberelic (M a r e s , 1984; F l i n t h m a n , 2000; H i m i și colab., 2002; T u t t l e , 2013). Cercetările au arătat că pierderea dormanței este asociată cu reducerea semnificativă a cantității și activității ABA (acidul abscisic - hormon promotor al dormanței) și creșterea cantității și activității GA (acidul giberelic - hormon care stimulează germinarea).

Ameliorarea rezistenței la încolțirea în spic la soiurile moderne se poate realiza prin introgresia dormanței boabelor care va reduce atât incidența, cât și severitatea pagubelor produse de condițiile nefavorabile climatice de la maturitatea delphină a lanurilor. Evaluarea fenotipică a dormanței și a încolțirii în spic sunt foarte puternic influențate de condițiile de mediu, făcând selecția destul de dificilă, fiind necesară repetarea selecției timp de mai multe cicluri de selecție. Rezultatele cercetărilor obținute în această direcție deschid perspectiva mării preciziei de selecție prin utilizarea markerilor moleculari asociați cu genele ce determină o dormanță mai lungă a semințelor și implicit o rezistență îmbunătățită la încolțirea în spic. Într-o succintă sinteză vom prezenta unele din cele mai relevante cercetări privind determinismul genetic al dormanței. K a t o și colaboratorii, în 2001, identifică la soiul de grâu cu bob alb AC Domain implicarea în dormanța boabelor a trei gene (*QPhs.ocs-4A.1*, *QPhs.ocs-4B.2* și *QPhs.ocs-4D.2*), localizate pe grupul patru de cromozomi, respectiv *4AL*, *4B* și *4D*, iar markeri asociați acestor OTL's sunt: *Xcdo795* and *Xpsr115* pentru cromozomul *4AL*, *Xbcd1431.1* pentru *4B* și *Xbcd1431.2* pentru *4D*.

Și în alte cercetări a fost identificat cromozomul *4A*, ca un cromozom important implicat în ameliorarea dormanței la grâu. M a r e s și colaboratorii (2005) localizează o nouă genă (cu marker de identificare *Xgwn 369*) pe acest cromozom la unele mutante albe derivate din forme cu bobul roșu, genă care este diferită de gena provenită de la sursele cu bob alb ca AUS1408 și SW95-50213. De asemenea, O g b o n n a y a și colaboratorii, în 2008, localizează la soiul CN19055 pe *4AL* și *4AS* două gene (*QPhs.dpivic.4A.1* și *QPhs.dpivic.4A.2*) prin utilizarea markerilor SSR *Xgwm937* și *Xgwm894*. De asemenea, K u l w a l și colaboratorii, în 2012, subliniază că OTL-ul de pe cromozomul *4AL* a fost cel mai ușor identificabil în diferite condiții de mediu și în diferiți ani.

Grupul 3 de cromozomi, care pe lângă genele care determină culoarea roșie a boabelor localizate pe acești cromozomi ce determină dormanța, pe cromozomul *3A*, pe ambele brațe, au fost identificate la soiul Zenkoujikomugi, câte un QTL s, *QPhs.ocs-3A.1* pe brațul *3AS*, flancat de markerii *Xbarc310* și *Xbcd907* și *QPhs.ocs-3A.1* pe brațul *3AL* (O s a și

colab., 2003). De asemenea, tot la acest soi, M o r i și colaboratorii (2005) identifică pe cromozomul *4AL* QTL-ul *QPhs.ocs-4A.1*, prezent și în alte surse pentru ameliorarea dormanței.

Existența acestei diversități genetice va permite realizarea de progrese pentru ameliorarea dormanței semințelor, atât la grâu, cât și la triticales, prin utilizarea ameliorării asistate de markeri moleculari precum și a fenotipării pentru crearea de soiuri cu un nivel ridicat de rezistență la încolțirea în spic.

Lucrarea a urmărit să facă o evaluare a dormanței, prin fenotipare, la principalele soiuri de grâu și triticales, în special cele create în programele de la I.N.C.D.A. Fundulea, cultivate în România în diferite perioade de timp.

## MATERIALUL ȘI METODA DE CERCETARE

Cercetările au fost efectuate timp de doi ani, 2012 și 2013, la 31 de soiuri și linii de grâu comun de toamnă, cuprinzând principalele soiuri românești cultivate în țara noastră în perioada 1933 până în prezent. De asemenea, au fost incluse în aceste cercetări și 22 de genotipuri de triticales, printre care și cele 14 soiuri create în programul de ameliorarea triticaleselor, la I.N.C.D.A. Fundulea, din anul 1984, când a fost înregistrat primul soi românesc la această specie, și până în prezent, precum și o serie de linii de perspectivă.

Pentru determinarea dormanței, la materialul biologic luat în studiu, s-au recoltat din câmp câte cinci spice pe fiecare genotip în faza de maturitate fiziologică. Spicele recoltate s-au uscat în laborator și s-au treierat când boabele aveau umiditatea de 14%, apoi boabele uscate au fost stocate la 4°C în camera de creștere pentru menținerea maximă a dormanței până la recoltarea tuturor genotipurilor, după care s-a determinat, în dinamică, germinarea boabelor în vase Petri, în camera de creștere, la temperatura de 22°C.

Aprecierea nivelului de dormanță s-a efectuat după două metode, și anume:

a. pe baza indicelui de încolțire, după formula propusă de F o f a n a și colab. (2009):

$$GI = (d \times n1 + [(d-1) \times n2] + [(d-2) \times n3] + \dots + [1 \times nd]) / (d \times N)$$

în care: d = nr. total de zile cât a durat germinarea boabelor (21 zile în 2012 și 29 zile în 2013);

n1, n2, n3...nd = numărul de boabe care au germinat în ziua 1, 2, 3...d;

N = numărul total de boabe care au germinat pe toată durata de germinare;

d = numărul total de zile de numărare.

b. după numărul de zile până la germinarea a 85% din boabe, metodă proprie.

85% boabe germinate reprezintă pragul minim de germinație al standardului de admitere la însămânțare a unui lot de semințe de grâu sau de triticales.

În afară de dormanță s-au detreminat, de asemenea, rezistența la încolțirea în spic și indicele de cădere.

Determinarea rezistenței la încolțirea în spic s-a făcut la 10 spice pe fiecare variantă, recoltate la maturitatea deplină, care au fost apoi submerse în apă, timp de trei ore pentru a se îmbiba bine cu apă și apoi au fost plasate pe stative într-un simulator de ploaie. După zece zile în simulatorul de ploaie, s-a detreminat rezistența la încolțirea în spic, pe fiecare

spic din cele zece ale fiecărei variante, prin note de la 1 la 9. Cu nota 1 au fost notate spicele care nu au prezentat încolțire vizibilă a bobelor iar cu nota 9 spicele la care toate boabele au încolțit. La final, s-a calculat media aritmetică a celor zece spice pe variantă, această medie fiind nivelul mediu de rezistență la încolțirea în spic a variantei respective.

Determinarea indicelui de cădere (FN) s-a realizat cu aparatul Falling Number 1500, produs de firma Perten, care detremină timpul de gelifiere a amidonului, măsurat în secunde, dintr-o probă de făină de 6 g, omogenizată în 25 ml de apă distilată, la temperatura de 100°C. Timpul de de gelifiere a amidonului este mai mic la probele de făină cu o activitate mare a enzimei  $\alpha$ -amilaza și mai mare la probele fără activitate sau cu activitate scăzută a acestei enzime. Acest indice de cădere variază în limite foarte largi, de la 60 secunde la peste 400 de secunde, în funcție de genotip și de condițiile de mediu din perioada maturității depline din câmp. Dacă la maturitatea deplină survin ploi de lungă durată, 4-6 zile, atunci indicele de cădere poate să scadă, mai mult sau mai puțin în funcție de genotip, datorită declanșării activității enzimei  $\alpha$ -amilaza indusă de umiditate și temperatura mai scăzută. Genotipurile cu rezistență la încolțire mai bună în spic au genetic o perioadă de dormanță mai lungă a bobelor și sunt mai puțin afectate de acest fenomen.

Pentru analiza și interpretarea datelor, s-au realizat curbele de progres al germinației bobelor la fiecare variantă și s-au calculat corelațiile și regresiile lineare dintre caracterele analizate.

## REZULTAT E OBȚINUTE

Aprecierea dormanței la principalele soiuri românești de grâu și de triticale nu s-a făcut până la acest studiu în România. Desigur, în ambele programe de ameliorare se utilizează ca metodă de *screening*, detreminarea, în condiții artificiale, a rezistenței la încolțirea în spic, la care o componentă pricipală, complexă, implicată în determinarea acestui caracter este dormanța.

Analizându-se curbele de progres ale germinației bobelor la principalele soiuri de grâu realizate în programul de ameliorare de la I.N.C.D.A. Fundulea sau cultivate în diferite perioade de timp (figura 1), se poate observa diferențe marcante între soiuri. Sunt soiuri care au o rată zilnică de germinare a bobelor mult mai mare comparativ cu altele la care această rată este foarte scăzută. Prima categorie evidențiază o suprafață de sub curba de progres al germinației bobelor foarte mare, iar cea de a doua categorie are această suprață a curbei foarte mică. Aceste aspecte se explică prin dormanța bobelor, determinată genetic, diferită la soiurile analizate.

Așa cum s-a precizat mai sus, în studiul nostru am determinat, fenotipic, dormanța prin două metode, prin indicele de germinație și prin numărul de zile până au germinat 85% din boabe la fiecare genotip, proporția de 85% fiind pragul minim admis de actualul standard de calitate a seminței ca un lot de semințe să fie acceptat pentru semănat.

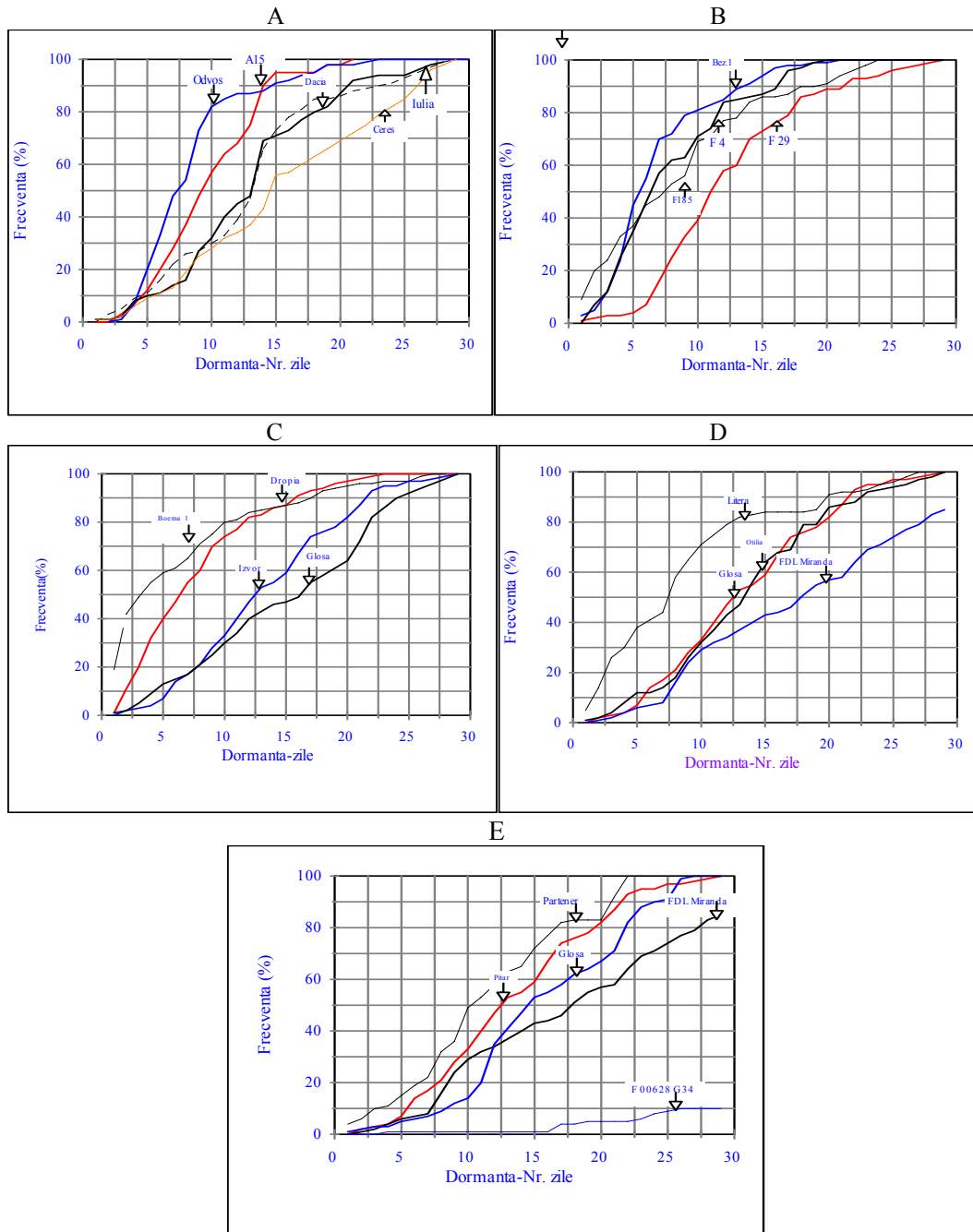


Figura 1 – Curbele de progres al germinăției la unele soiuri de grâu create în România în diferite perioade de timp  
 (Progress of germination curves to several Romanian winter wheat varieties realized in different period)

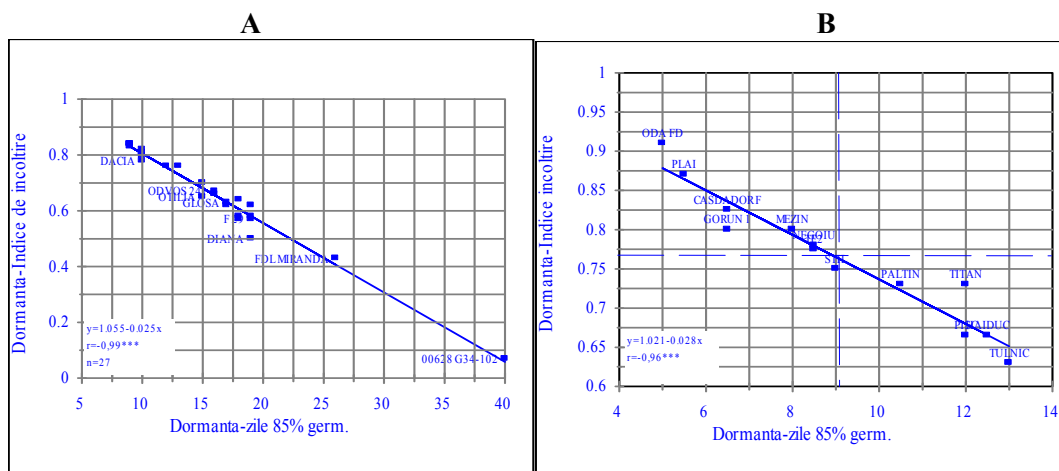


Figura 2 – Relația dintre indicele de încolțire și numărul de zile până la germinarea a 85% din semințe, la grâu (A) și la triticale (B)

[Relationship between as sprouting index and number of days till 85% germinated seeds to bread wheat (A) and triticale (B)]

Analizând corelațiile dintre datele obținute prin cele două metode de apreciere a dormanței semințelor la materialul biologic de grâu și de triticale analizat, s-a constatat că între acestea există o corelație foarte distinct semnificativă, atât la grâu, cât și la triticale, respectiv de  $r=-0,99***$  și de  $-0,96***$ , (figura 2), ceea ce ne-a determinat să folosim în acest studiu, pentru aprecierea dormanței, numărul de zile până la atingerea pragului de germinat 85% din semințele fiecărui genotip. Metoda de determinare a dormanței prin pragul de 85% semințe germinate este mult mai ușor de realizat comparativ cu metoda de determinare a indicele de încolțire.

O înscriere a principalelor soiuri de grâu cultivate în România din 1933 și până în prezent, după perioada de dormanță până la atingerea pragului de 85% semințe germinate, este redată în figura 3. Se poate constata că prin selecția de lungă durată, atât în condiții naturale favorabile încolțirii în spic, cât și prin utilizarea de teste artificiale pentru aprecierea nivelului de rezistență la încolțirea în spic, s-a putut realiza un progres genetic important și continuu, în programul de ameliorare de la Fundulea, pentru acest caracter care afectează atât producția, dar mai ales valoarea culturală a seminței și calitatea de panificație. Sunt de remarcat soiurile care în prezent ocupă suprafețe semnificative în producție sau sunt în curs de extindere, ca: Glosa, Izvor, Otilia și FDL Miranda, care au valori ale dormanței de 16 la 25 de zile, ceea ce dă o garanție destul de mare, chiar în condiții climatice optime de manifestare a fenomenului de încolțire în spic, că acestea pot asigura recolte ridicate, cu valoare culturală bună a seminței și cu însușiri de calitate corespunzătoare industriei prelucrătoare. De asemenea, din figura 3 se poate observa că sunt șanse în continuarea progresului genetic pentru acest caracter, prin utilizarea ca genitor a liniei 00628G34, obținută dintr-o hibridare tritricale/grâu, care, din testări de lungă durată, atât în teste artificiale, cât și în câmp, s-a dovedit a avea un nivel foarte ridicat al rezistenței la încolțirea în spic și în același timp o dormanță foarte lungă a semințelor.

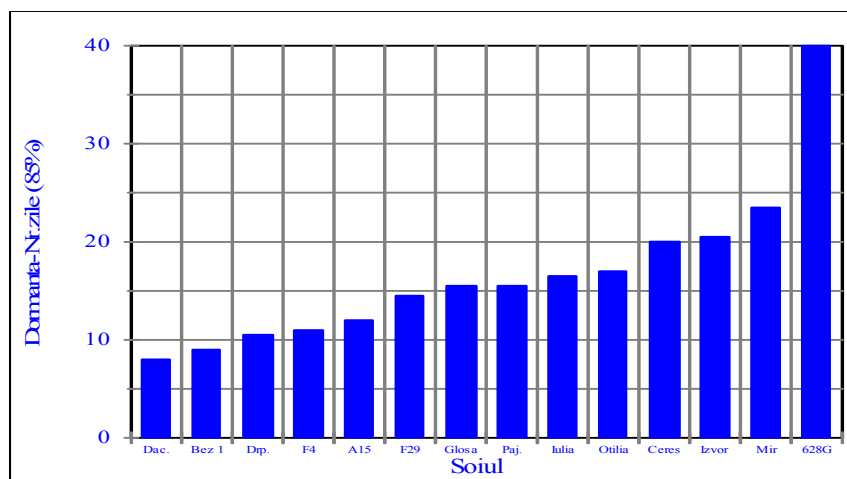


Figura 3 – Dormanța, ca număr de zile până la 85% germinare a semințelor, la principalele soiuri de grâu cultivate în România în diferite perioade de timp (Dormancy, as number of days till 85% seed germinated, of the main important winter wheat varieties grown in Romania in different period)

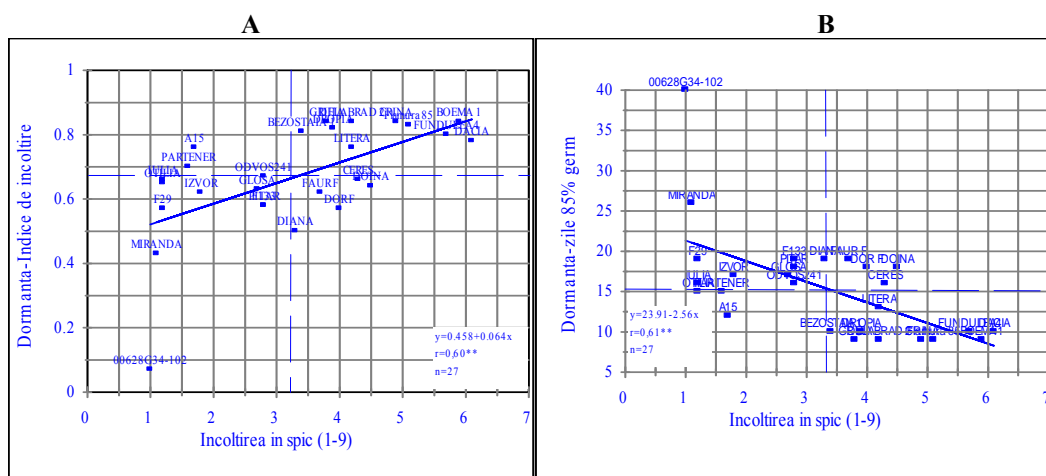


Figura 4 – Relația dintre dormanță, ca indice de încolțire (A), și număr zile la 85% semințe germinate (B) și încolțirea în spic la grâu [Relationship between dormancy, as sprouting index (A), and number of days till 85% germinated seeds (B) and sprouting in the spike to bread wheat]

Relația dintre dormanța apreciată după cele două criterii, indicele de încolțire și durata în zile până se atinge nivelul de 85% de boabe germinate, nota de încolțire a fost în ambele cazuri foarte distinct semnificativă. Aceasta sugerează că se poate aprecia cu exactitate destul de ridicată nivelul de dormanță în procesul de selecție numai prin aprecierea încolțirii în spic, prin utilizarea testului artificial de încolțire la maturitatea deplină în simulatorul artificial de ploaie. Utilizarea, ca metodă de rutină,

În programul de ameliorare a testului artificial de rezistență la încolțirea în spic a fost posibil să se realizeze un progres continuu și semnificativ în selecția de soiuri de grâu cu niveluri de rezistență din ce în ce mai ridicate pentru acest caracter (Glosa, FDL Miranda, Otilia etc.) (figurile 4 și 5).

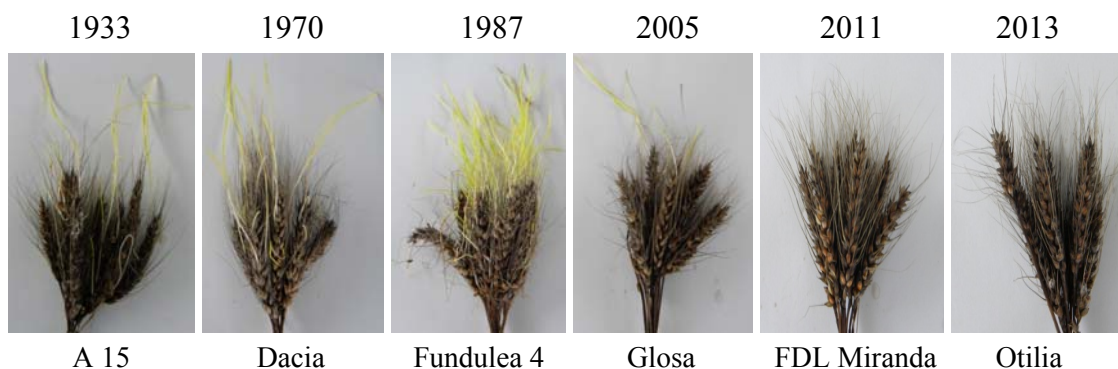


Figura 5 – Rezistența la încolțirea în spic la principalele soiuri de grâu înregistrate în diferite perioade de timp

[Level of artificial sprouting resistance in the spike of representative grown bread wheat varieties]

De asemenea, un alt indice utilizat cu succes în selecție, care a permis obținerea de soiuri cu nivel bun de rezistență la încolțirea în spic și implicit nivel ridicat al dormanței semințelor, a fost indicele de cădere (Falling number) (figura 6). Relația destul de strânsă dintre acest indice și rezistența la încolțirea în spic, atât la grâu, cât și la triticale, ambele caracteristici fiind ușor de determinat, va permite și în viitor menținerea unui nivel ridicat al dormanței și realizarea în continuare a progresului genetic pentru acest caracter, în procesul de ameliorare de noi soiuri la cele două specii.

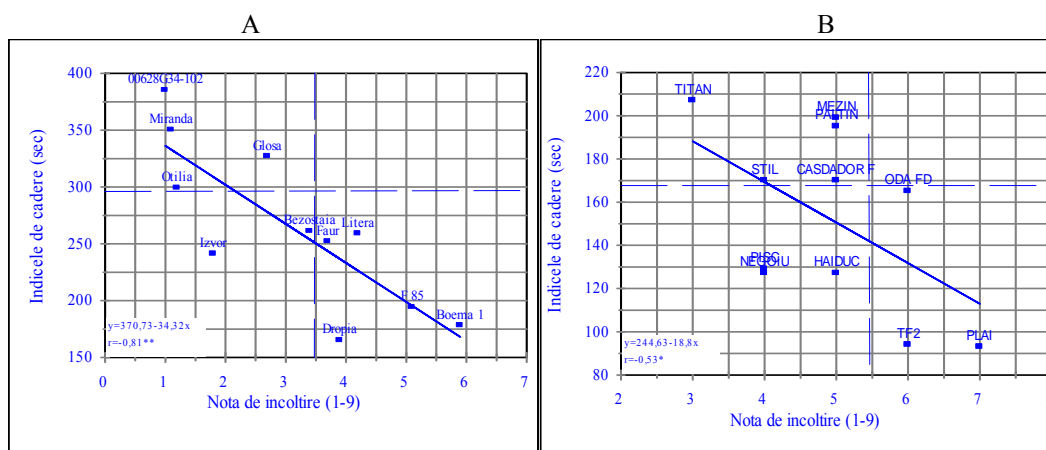


Figura 6 – Relația dintre indicele de cădere și încolțirea în spic la grâu (A) și triticale (B)

[Relationship between Falling number and sprouting in the spike to bread wheat (A) and triticale (B)]



La specia triticale, dormanța semințelor și implicit rezistența la încolțirea în spic au niveluri inferioare grâului comun de toamnă. Primele forme de triticale obținute în programele de ameliorare din lume aveau o activitate a enzimei  $\alpha$ -amilaza foarte ridicată, chiar la maturitatea deplină, ceea ce ducea la degradarea amidonului în hidrați de carbon simpli, rezultând boabe foarte șistave și cu frecvență foarte mare a încolțirii în spic în condiții de câmp. Prin ameliorare, și la această specie s-au făcut progrese destul de importante.

În programul de ameliorare de la Fundulea, pe baza selecției îndelungate în condiții de teste artificiale sau în condiții de câmp pentru rezistența la încolțirea în spic, s-au realizat, în ultima perioadă de timp, soiuri cu dormanță mai mare a seminței și totodată cu rezistență mai bună la încolțirea în spic, comparativ cu primele soiuri înregistrate în România: TF2 și Plai. Curbele de progres al germinației, prezentate în figura 7, indică clar un ritm mai scăzut al germinației și o perioadă mai lungă a dormanței seminței la soiurile înregistrate mai recent.

Acest lucru se poate observa mai clar din figura 8, unde se prezintă perioada de dormanță medie, determinată ca număr de zile până la atingerea proporției de 85% semințe germinate, soiurile recent omologate Negoiu, Haiduc, Pisc etc. au valori ale duratei dormanței semințelor de peste 10 zile.

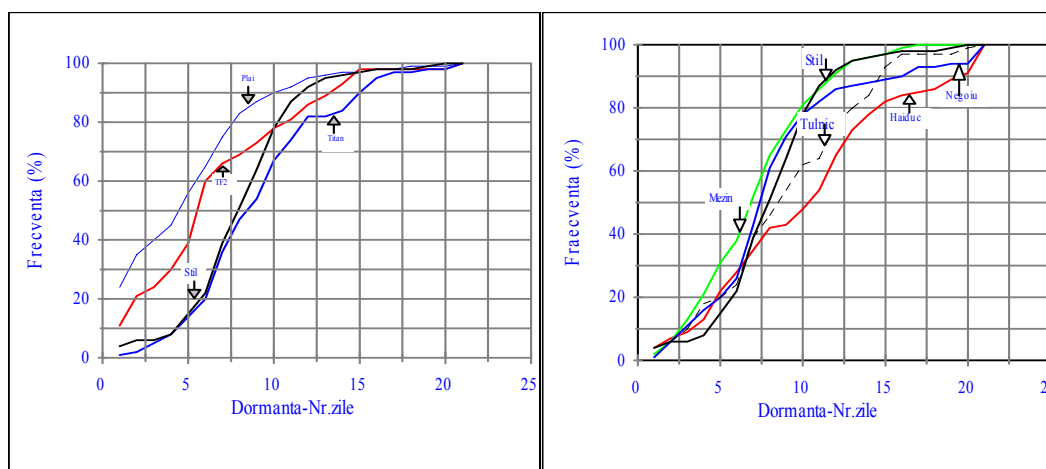


Figura 7 – Curbele de progres al germinației la unele soiuri de triticale create în România în diferite perioade de timp  
 (Progress of germination curves to several Romanian triticale varieties realized in different period)

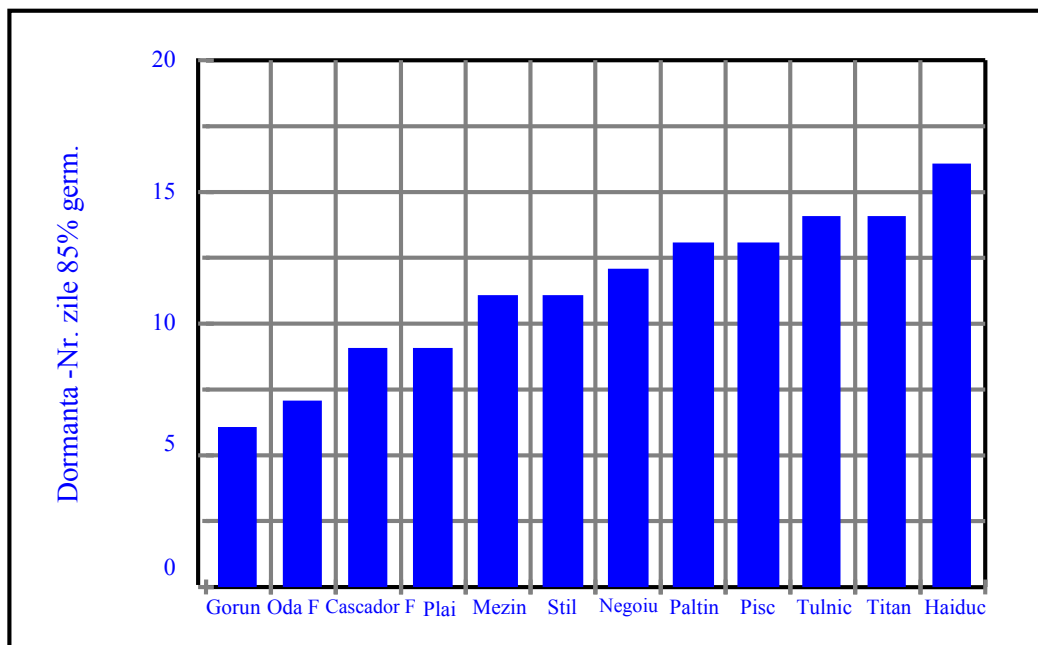


Figura 8 – Dormanța, ca număr de zile până la 85% germinare a semințelor, la principalele soiuri de triticeale românești, cultivate în diferite perioade de timp  
 (Dormancy, as number of days till 85% germinated seeds, of main important Romanian triticale varieties grown in different period)

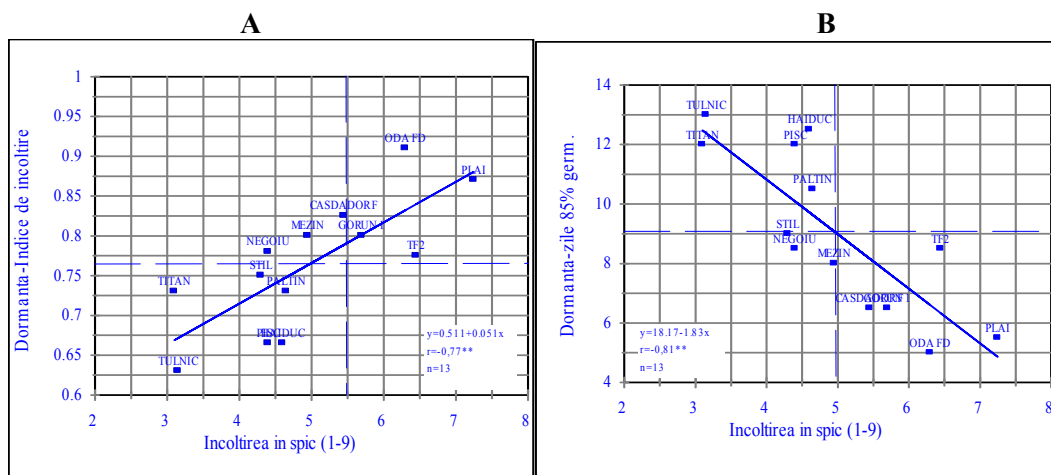


Figura 9 – Relația dintre dormanță, ca indice de încolțire (A) și număr de zile la 85% semințe germinate (B), și încolțirea în spic la triticeale  
 [Relationship between dormancy, as sprouting index (A) and number of days till 85% germinated seeds (B) and sprouting in the spike to triticale]

De asemenea, și în cazul speciei triticales, ca și la grâu, există o corelație foarte stânsă între dormanța exprimată prin indicii de încolțire și dormanța apreciată prin numărul de zile până la atingerea proporției de 85% semințe germinate și nota de încolțire în spic. Valorile acestor coeficienți de corelație fiind de 0,77\*\* și respectiv de -0,81\*\* (figura 9). Aceste corelații ridicate permit ca selecția pentru dormanță mare a semințelor la triticales, ca și în cazul grâului, să se poată realiza concomitent cu selecția pentru rezistența la încolțirea în spic (figura 10). Fapt care s-a aplicat continuu, de o lungă perioadă de timp, și în acest caz determinarea rezistenței la încolțirea în spic fiind mult mai ușor de realizat decât determinarea dormanței, fie ca indice al încolțirii sau ca număr de zile până la atingerea proporției de 85% semințe germinate.

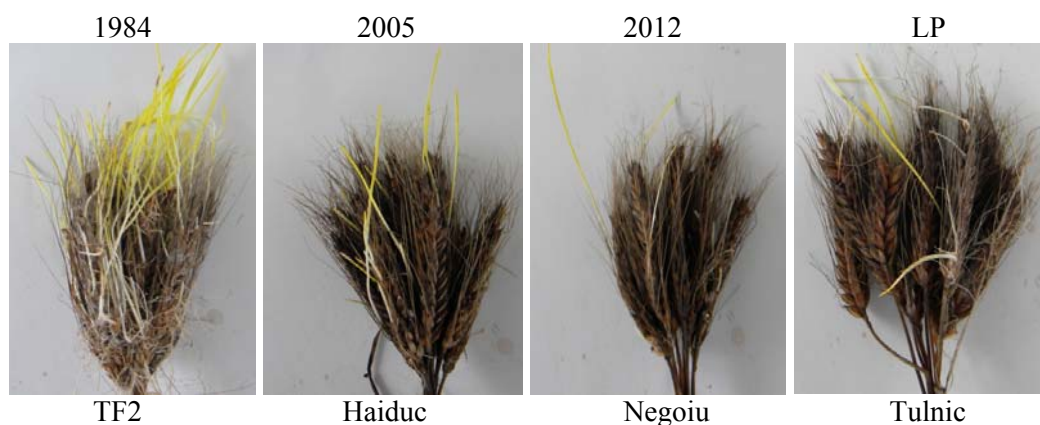


Figura 10 – Rezistența la încolțirea în spic la trei soiuri reprezentative și o linie de perspectivă de triticales

*(Level of artificial pre-harvest sprouting of three representative grown varieties and one perspective line of triticales)*

## CONCLUZII

- Atât la grâu, cât și la triticales, s-a făcut un progres genetic important pentru dormanța semințelor, prin selecția pentru rezistența la încolțirea în spic.
- Sunt genotipuri, la grâu, ca: Glosa, Otilia, FDL Miranda și linia F 00628G34 și la triticales: soiurile Negoiu, Haiduc și linia de perspectivă Tulnic, care pot fi folosite ca genitori pentru ameliorarea dormanței.
- Ameliorarea asistată de markeri moleculari se poate aplica în viitor pentru ameliorarea dormanței, dar în condițiile restricțiilor financiare, **utilizarea directă a testului de rezistență la încolțirea în spic** este o metodă mai economică și cu rezultate destul de bune.
- Un caz aparte îl reprezintă linia de grâu 00628G34, obținută din hibridarea triticales/grâu, cu dormanță foarte bună și nivel foarte ridicat de rezistență la încolțirea în

spic, care poate aduce o variabilitate genetică nouă pentru ameliorarea dormanței semințelor la grâu.

### REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- FLINTHMAN, J. E. 2000 – *Different genetic components control coat-imposed and embryo-imposed dormancy in wheat*. Seed Science Research, 10 (1): 43-50.
- FOFANA, B., HUMPHREYS, D. G., RASUL, G., CLOUTIER, S., BRÛLÉ-BABEL, A., WOODS, S., LUKOW, O. M., SOMERS, D. J., 2009 – *Mapping quantitative trait loci controlling pre-harvest sprouting resistance in a red white seeded spring wheat cross*. Euphytica, 165: 509-521.
- HIMI, E., MARES, D. J., YANAGISAWA, A. AND NODA, K., 2002 – *Effect of grain color gene (R) on grain dormancy and sensitivity of the embryo to abscisic acid (ABA) in wheat*. J. Exp. Bot., 53 (374): 1569-1574.
- KATO, K., NAKAMURA, W., TABIKI, T., MIURA, H., SAWADA, S., 2001 – *Detection of loci controlling seed dormancy on group 4 chromosomes of wheat and comparative mapping with rice and barley genomes*. Theoretical and Applied Genetics, 102, (6-7): 980-985.
- KING, R. W., 1983a – *Water uptake and pre-harvest sprouting damage in wheat; ear characters*. Aust. J. Agric. Res., 35(3): 327-336.
- KULWAL, P., ISHIKAWA, G., BENSCHER, D., FENG, Z., YU, L. X., JADHAV, A., MEHETRE, S., SORRELLS, M. E., 2012 – *Association mapping for pre-harvest sprouting resistance in white winter wheat*. Theoretical and Applied Genetics, 125, (4): 793-805.
- MARES, D. J., 1984 – *Pre-harvest sprouting in wheat*. Proc. of the fourth assembly. Wheat Breeding Society of Australia: 130-133.
- MARES, D., MRVA, K., CHEONG, J., WILLIAMS, K., WATSON, B., STORLIE, E., SUTHERLAND, M., ZOU, Y., 2005 – *A QTL located on chromosome 4A associated with dormancy in white- and red-grained wheats of diverse origin*. Theoretical and Applied Genetics, 111(7): 1357-1364.
- MORI, M., UCHINO, N., CHONO, M., KATO, K., MIURA, H., 2005 – *Mapping QTLs for grain dormancy on wheat chromosome 3A and the group 4 chromosomes, and their combined effect*. Theoretical and Applied Genetics, 110, (7): 1315-1323.
- OGBONNAYA, F. C., IMTIAZ, M., YE, G., HEARNDEN, P. R., HERNANDEZ, E., EASTWOOD, R. F., VAN GINKEL, M., SHORTER, S. C., WINCHESTER, J. M., 2008 – *Genetic and QTL analyses of seed dormancy and pre-harvest sprouting resistance in the wheat germplasm CN10955*. Theoretical and Applied Genetics, 116, (7): 891-902.
- OSA, M., KATO, K., MORI, M., SHINDO, C., TORADA, A., MIURA, H., 2003 – *Mapping QTLs for seed dormancy and the Vp1 homologue on chromosome 3A in wheat*. Theoretical and Applied Genetics, 106, (8):1491-1496.
- TUTTLE, K. M., 2013. *Investigating the Control of Wheat Seed Dormancy and Germination by Plant Hormones*. Seed Physiology, Production & Technology Nov.

Prezentată Comitetului de redacție la 21 noiembrie 2014