

Sustainable Crop Genetic Improvement for Organic Agriculture: Links Between Food Systems, Nutrition, and Public Health Outcomes

Dr. Ahmed Hassan^{1*}, Dr. Fatima Ali¹, Dr. Youssef El Amrani²

¹Department of Public Health Nutrition, University of Cape Town, Cape Town, Africa (South Africa)

²Department of Agricultural and Nutritional Sciences, Cairo University Hospital, Cairo, Africa (Egypt)

Il Progetto ECOBREED, finanziato dall'Unione Europea programma Horizon 2020 con grant agreement No 771367, vuole migliorare la disponibilità di sementi e varietà adatte alla produzione biologica e a basso input. Le attività si concentreranno su quattro specie di colture, selezionate per il loro potenziale contributo per aumentare la competitività del settore biologico, vale a dire grano, patata, soia e grano saraceno. L'unità di ricerca ECOBREED dell'Università della Tuscia, coordinata dal Prof. Pagnotta, assieme al laboratorio della Prof.ssa Ceoloni, si occupa della valutazione e del miglioramento genetico del frumento duro per ottenere linee adatte alla coltivazione in organico.

Durante il primo anno (Fig. 1) sono state valutate 72 linee di grano duro, tra cui linee in selezione, varietà antiche e nuove, in terreni organici e poveri, al fine di valutare la loro adattabilità al regime di agricoltura biologica. Nello screening preliminare le linee, scelte far quelle dei partner italiani, austriaci e ungheresi del progetto ECOBREED, sono state valutate nei tre Paesi in un disegno a blocchi randomizzati (RBD), con 2-3 repliche. Le accessioni sono state caratterizzate valutando numerosi parametri morfologici e biochimici tra cui la durata delle fasi fenologiche, l'accestimento, l'altezza della pianta, caratteristiche e area della foglia a bandiera, fertilità e caratteri della produttività, resa, qualità delle semole, resistenza alle ruggini, bruna (*Puccinia recondita tritici*) e nera (*Puccinia graminis tritici*), ed all'oidio (*Blumeria graminis tritici*). Inoltre, l'apparato radicale delle stesse accessioni è stato valutato in serra a Viterbo (Italia centrale), su piante singole allevate in vasi-rete (Fig. 1) in un disegno RBD con cinque repliche. Su tali piante, allo stadio di antesi, è stata valutata l'architettura dell'apparato radicale (RSA) misurando l'ampiezza dell'angolo di diffusione radicale come mostrato in figura 2.

Le analisi hanno consentito di selezionare le migliori 27 accessioni in base alle loro prestazioni in regime organico; le accessioni selezionate sono state usate in un ulteriore anno di valutazione (Fig. 3) in un disegno sperimentale RBD con tre repliche e dimensioni delle parcelle maggiori del primo anno. Inoltre, alcune linee sono state scelte come parentali in programmi d'incrocio (Fig. 4) volti a

combinare caratteristiche di qualità e resistenza per una migliore adattabilità alla coltivazione in regime organico.

Le attività di ECOBREED hanno in parte interagito con alcune delle ricerche condotte da vari anni nel laboratorio di Citogenetica vegetale, coordinato dalla Prof.ssa Ceoloni. Queste consistono in lavori di “ingegneria cromosomica”, una metodologia non-OGM che, tramite controllo della ricombinazione meiotica, permette il trasferimento nei frumenti coltivati di geni utili identificati in graminacee affini, soprattutto selvatiche. Tra le sperimentazioni recenti, una ha riguardato linee ricombinanti di frumento duro (*Triticum durum*, $2n = 4x = 28$) in cui in un unico genotipo sono stati “piramidati” più segmenti cromosomici di specie affini. Tali trasferimenti hanno coinvolto i bracci cromosomici 7AL, 3BS e 1AS del frumento duro in cui l'estremità telomerica è stata sostituita, rispettivamente, da una porzione di simile contenuto genico (omeologa) del braccio 7e₁L di *Thinopyrum ponticum* ($2n = 10x = 70$), del 3S¹S di *Aegilops longissima* ($2n = 2x = 14$) e dell'1DS di *T. aestivum* ($2n = 6x = 42$). Ognuno dei segmenti trasferiti occupa circa il 20% della lunghezza fisica del braccio cromosomico ricevente, e contiene, rispettivamente, i seguenti geni d'interesse: *Lr19* + *Sr25* + *Yp* (resistenza alla ruggine bruna e nera e elevato colore giallo alla semola), *Pm13* (resistenza all'oidio) e *Gli-D1/Glu-D3* (migliorate proprietà del glutine). Linee ricombinanti aventi genotipo simile, ma contenenti trasferimenti singoli, doppi o tripli, sono state valutate per tre anni presso l'Azienda agraria dell'Università della Tuscia. I risultati di questa sperimentazione, a cui hanno partecipato anche altri colleghi del DAFNE (Prof. Francesco Rossini e Dr. Roberto Ruggeri) sono stati molto positivi. Infatti, non solo tutti i ricombinanti hanno mostrato fenotipo e fertilità inalterati, ma uno dei “tripli” ricombinanti ha prodotto le rese più elevate in tutti gli anni di prova, sia rispetto agli altri ricombinanti che alle varietà di controllo. Di particolare interesse è il fatto che questo “triplo” ricombinante ha mostrato un comportamento eccellente soprattutto nell'annata agraria 2016-17, la più calda e siccitosa tra quelle comprese nella sperimentazione, in cui ha fornito rese del 14% più elevate rispetto a quelle di alcune varietà largamente coltivate (Fig. 5). A contribuire all'elevata produttività sembrano essere diversi parametri, tra cui la fertilità della spiga e l'*harvest index*. Rafforzano le potenzialità produttive e la sostenibilità di questo prodotto innovativo d'ingegneria cromosomica i geni di resistenza a malattie rilevanti del frumento duro, quali *Lr19*, *Sr25* e *Pm13*. Non ultimo, il “triplo” ricombinante ha rivelato un'ottima qualità del glutine (grazie alla presenza dei geni *Gli-D1/Glu-D3*) e un elevato indice di giallo (gene *Yp*).

Articoli da consultare

- Forte P., Vittori D., Grausgruber H., Vida G., Pagnotta M.A. 2019. Preliminary screening of durum wheat breeding lines under organic conditions. Proceedings of the LXIII SIGA Annual Congress, Napoli, Italy – 10/13 September, 2019 ISBN 978-88-904570-9-8.
- Kuzmanović L., Ruggeri R., Scarano D., Pagnotta M.A., Rossini F., Ceoloni C. 2019. A triple alien introgression in durum wheat increases disease resistance, grain quality and yield under Mediterranean rainfed conditions. Proceedings of the LXIII SIGA Annual Congress, Napoli, Italy – 10/13 September, 2019 ISBN 978-88-904570-9-8
- Kuzmanović L., Rossini F., Ruggeri R., Pagnotta M.A., Ceoloni, C. 2020. Engineered durum wheat germplasm with multiple alien introgressions: agronomic and quality performance. *Agronomy*, 10(4), 486. doi.org/10.3390/agronomy10040486
- Meglic V., Bilsborrow P., Janovska D., Grausgruber H., Dolnicar P., Pagnotta M., Petrovic K., Kuhar A.G., Vogt-Kaute W. and Hauptvogel P. 2020. ECOBREED: Increasing the efficiency and competitiveness of organic crop breeding. Hubbard K. (editor). *Organic Seed Growers Conference Proceedings*. February 12 - 15, 2020, Corvallis, OR. Organic Seed Alliance, Port Townsend, WA. 110 pp.

Ringraziamenti

EU project ECOBREED (grant number 771367) e MIUR – “Dipartimenti di Eccellenza” (Legge 232/2016) per il supporto finanziario.



Figura 1. Parcelle sperimentali a Viterbo nella stagione 2018-2019 (a Sinistra), e prova in net-plots per la valutazione dell'apparato radicale (a destra).



Figura 2. Accessioni con contrastante angolo radicale.

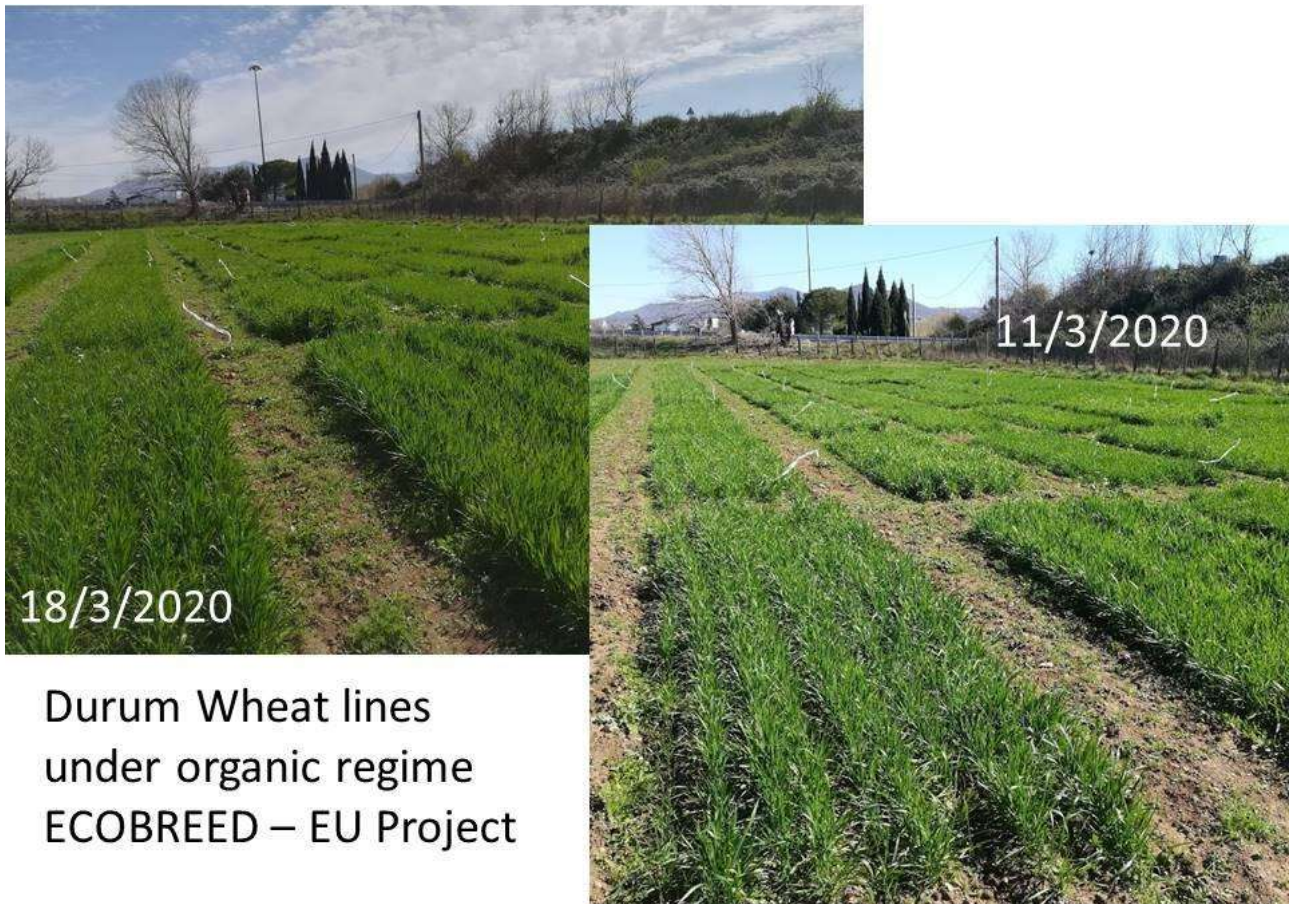


Figura 3. Valutazione di 27 accessioni di frumento duro in un esperimento a blocchi randomizzati a Viterbo nella stagione 2019-20.



Figura 4. Incroci fra linee superiori per una coltivazione in regime organico.



Fig. 5. Allevamento in campo (Azienda agraria dell'Università della Tuscia, Viterbo) di un triplo ricombinante di frumento duro a resa elevata, ottenuto tramite l'ingegneria cromosomica, in fase di maturazione precoce (in alto) e completa (in basso a destra).