



CONVENZIONE PER PRESTAZIONI CONTO TERZI TRA

Ente Parco dell'Etna

E

Università degli Studi di Catania per il tramite del Di3A

CARATTERIZZAZIONE DELLA SEGALE (*Secale cereale* L.) PER LA VALORIZZAZIONE DEL PARCO DELL'ETNA

RELAZIONE FINALE

Gruppo di lavoro

U. Anastasi, G.M Lombardo, P. Guarnaccia, E. Mattiolo, Paolo Caruso, S. Virgillito

1. Stato dell'arte, premessa e obiettivi del progetto

La segale (*Secale cereale* L.) è il cereale attualmente meno coltivato al mondo. Adatta ai climi temperato-freddi, la specie ha da sempre, la sua area elettiva di diffusione nell'Europa settentrionale e orientale, principalmente in tre paesi: Polonia, Germania e Russia. In Italia la coltivazione di questo cereale ha interessato sempre superfici piuttosto ridotte, e in passato era principalmente diffusa nelle valli dell'arco alpino, dove costituiva il principale cereale destinato alla panificazione. Allo stato attuale, le regioni italiane in cui la segale è maggiormente coltivata sono: al settentrione il Piemonte, la Lombardia e l'Emilia Romagna, al centro il Lazio, la Toscana e l'Umbria, e al sud la Calabria - che detiene il primato italiano per superficie investita e produzione - la Basilicata e l'Abruzzo (Tab. 1). Nell'Italia insulare, soltanto in Sicilia è censita una superficie, peraltro contenuta, esclusivamente concentrata nell'areale etneo in provincia di Catania che, verosimilmente, è sovrastimata dalla statistica

ufficiale rispetto a quella reale, la quale secondo un'indagine condotta sul territorio non supererebbe i. 5-6 ha.

Tabella 1. - Superfici, produzioni e rese in granella della segale in Italia (Fonte: ISTAT, 2018)

Regioni	Superficie (ha)	Produzione (t)	Resa in granella (t ha⁻¹)
Piemonte	281	1068	3,6
Valle d'Aosta	5	15	3,0
Lombardia	286	984	3,3
Liguria	-	-	-
Trentino-Alto Adige	82	290	3,6
Bolzano	60	240	4,0
Veneto	98	463	4,5
Friuli-Venezia Giulia	45	187	3,7
Emilia-Romagna	343	1144	3,3
Italia Settentrionale	1210	4390	3,6
Toscana	178	387	2,2
Umbria	120	450	3,7
Marche	-	-	-
Lazio	205	508	2,3
Italia Centrale	503	1345	2,7
Abruzzo	195	470	2,4
Molise	20	42	2,1
Campania	85	230	2,7
Puglia	-	-	-
Basilicata	279	597	2,2
Calabria	1355	4233	3,1
Italia Meridionale	1934	5572	2,5
Sicilia	15	25	1,7
Sardegna	-	-	-
Italia insulare	15	25	1,7
Italia	3602	11092	2,6

La segale è il cereale d'elezione negli ambienti pedologicamente marginali e freddi, per latitudine o altitudine, in virtù della resistenza alle basse temperature, ed è stata sempre utilizzata nell'alimentazione umana, soprattutto sotto forma di sfarinato, con il quale si prepara - in purezza o in miscela in proporzione diversa con farine di altri cereali,

principalmente frumento - un pane scuro, un tempo conosciuto come *pane nero tedesco*. La resa in sfarinato è pari al 78-80%; da un kg di farina si ottengono, mediamente, 1,5 kg di pane. La cariosside di segale è strutturalmente costituita, mediamente, per il 17% dal pericarpo, per l'80% dall'endosperma e per il 3% dall'embrione. La granella di segale, in relazione al genotipo e alle condizioni ambientali e di coltivazione, presenta la seguente composizione media: proteine 10%, lipidi 2%, glucidi 76%, di cui amido 50%, ceneri 2,0%, fibra alimentare 16%, di cui solubile 3,5% (Tab. 2). Il valore energetico medio fornito è pari a 1400 Kj/100 g.

Tab. 2 - Composizione in macronutrienti della granella di segale e di frumento

Macronutriente (g/100 g)	Segale	Frumento
Proteine	8-13	12-14
Lipidi	1,4-1,9	1,5-2
Carboidrati	74-78	69-73
di cui Amido	48-52	57-60

(Fonte: Cereal Grains. Assessing and managing quality. 2nd Ed. C. Wrigley, I. Batey & D. Miskelly Ed. WP Elsevier 2017 pp. 788. Rielaborato)

Comparativamente al frumento, dunque, la granella di segale è meno ricca di proteine e amido, ma presenta un maggiore contenuto di fibra, soprattutto solubile.

La farina di segale ha, mediamente, l'11% di proteine, il 1,5% di lipidi, il 75% di carboidrati, di cui il 51% amido, il 12% di fibra alimentare, lo 1,2% di ceneri, e fornisce un valore energetico medio pari a 1400 Kj/100 g.

Il pane di segale è organoletticamente meno delicato - poiché di consistenza più molle considerata la presenza delle secaline nella frazione proteica, prolamine monomeriche qualitativamente diverse dalle gliadine del frumento - ma altrettanto nutriente, benché anch'esso carente degli amminoacidi essenziali lisina, metionina e triptofano, facilmente conservabile e più digeribile del pane di grano.

Il contenuto di fibra alimentare del pane di segale può essere fino a tre volte superiore a quello del pane di frumento, anche perché solitamente il pane di segale è preparato con sfarinato integrale o con una miscela in proporzione diversa di segale e frumento duro o tenero, mentre il pane bianco è tipicamente fatto di farina di grano, principalmente tenero, dove gli strati più esterni della cariosside (crusca) sono eliminati durante il processo di molitura. Tuttavia, anche a parità di tipo di sfarinato, integrale o raffinato, il pane di segale ha un contenuto di fibre superiore rispetto a quello di grano. Di conseguenza, l'indice

glicemico della segale e dei prodotti derivati è generalmente più basso rispetto a quello del frumento e dei relativi prodotti.

Lo strato esterno dell'endosperma e l'aleurone della segale sono più ricchi di proteine, vitamine, specialmente la A e alcune del gruppo B. La segale, inoltre, è una fonte particolarmente ricca di minerali, soprattutto fosforo e potassio.

Tab. 3 - Composizione in micronutrienti della granella di segale e di frumento

Micronutriente	Segale	Frumento
Ceneri	2	2
Fibra	15-17	10-13
di cui Fibra solubile	3-4	1-2
Tocoferoli (Vit. E) (UI*)	1,3	1,5
Retinolo (Vit. A) (UI*)	11	9
Tiamina (mg/100 g)	0,32	0,38
Ribolavina (mg/100 g)	0,25	0,12
Niacina (mg/100 g)	4,3	5,46
Ac. pantotenico (mg/100 g)	1,5	0,95
Folati (µg)	38	38
Ferro (mg/100 g)	2,7	3,2
Zinco (mg/100 g)	2,3	2,7
Selenio (µg)	3,2	70,7
Calcio (mg/100 g)	31	29
Fosforo (mg/100 g)	332	288
Potassio (mg/100 g)	510	363
Magnesio (mg/100 g)	110	126

(*UI=Unità internazionale)

(Fonte: Cereal Grains. Assessing and managing quality. 2nd Ed. C. Wrigley, I. Batey & D. Miskelly Ed. WP Elsevier 2017 pp. 788. Rielaborato).

La segale è dunque oggi considerata dalla comunità scientifica una matrice alimentare di particolare interesse, in ragione della ricchezza in micronutrienti (vitamine e minerali), ma anche di composti *bioattivi* importanti sotto il profilo salutistico, che possono farla considerare un prodotto funzionale *per sé*. La sperimentazione clinica, infatti, ha dimostrato l'effetto positivo dei polisaccaridi diversi dall'amido presenti nella matrice fibrosa della crusca nel prevenire l'insorgenza di patologie cronico-degenerative come quelle cardiovascolari, nel contrasto alla carcinogenesi e all'obesità. Com'è noto, esistono due tipi di fibra alimentare, solubile e insolubile. La fibra alimentare insolubile in acqua include per es. cellulosa e lignina, mentre xilani e β -glucani sono parzialmente insolubili e solubili. Le fibre

solubili, come gli arabinoxilani e i β -glucani, formano un gel viscoso già a concentrazioni molto basse (0,5-2%). La segale contiene quantità simili di cellulosa e lignina rispetto al grano, ma una maggiore quantità di arabinoxilani e β -glucani a legame misto. In particolare, i componenti principali della fibra alimentare nella segale sono gli arabinoxilani, polisaccaridi (pentosani) parzialmente solubili composti da xilosio e arabinosio, costituenti delle frazioni solubile e insolubile della fibra. Inoltre, anche i β -glucani sono presenti in quantità più elevata (1,8%, in media) rispetto al frumento (0,4%). E, tra i cereali, la segale è la matrice più ricca in lignani (Tab. 4). La granella di segale, in particolare, è una buona fonte di lignani difenolici non nutrienti, composti appartenenti alla classe dei polifenoli non flavonoidi. Per lungo tempo è stato ipotizzato che matairesinolo e secoisoresinolo fossero i principali lignani delle piante. Successivamente nella segale sono stati identificati nuovi lignani: pinoresinolo, medioresina, syringaresinolo, lariciresinolo e isolariciresinolo, che rappresentano oltre il 90% del contenuto totale di lignani di questo cereale. È stato dimostrato che i lignani sono concentrati negli strati esterni della cariosside, e dunque sono più abbondanti nella segale integrale, quasi sempre utilizzata nella preparazione di prodotti lievitati e non.

Tab. 4 - Composizione in Lignani della granella di segale e di frumento

Costituente	Segale	Frumento
Lignani ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)	1891	507
Syringaresinolo ($\mu\text{g} /100\text{ g}$)	973	372
Pinoresinolo ($\mu\text{g} /100\text{ g}$)	381	37
Lariciresinolo ($\mu\text{g} /100\text{ g}$)	324	85
Medioresina ($\mu\text{g} /100\text{ g}$)	148	30
Secoisoresinolo ($\mu\text{g} /100\text{ g}$)	38	35
Matairesinolo ($\mu\text{g} /100\text{ g}$)	27	3

(Fonte: Peñalvo J., KM Haajanen, Botting N., 2005) Quantification of Lignans in Food Using Isotope Dilution Gas Chromatography/Mass Spectrometry. J.Agric. Food Chem.53: 9342–9347)

Nell'intestino dei mammiferi, il microbiota converte i lignani, eccetto isolariciresinolo, nei derivati, enterodiolo e enterolattone, che hanno proprietà biologiche significative per la salute umana. La granella di segale contiene anche altre sostanze di natura polifenolica, ad es. tannini (antiossidanti che inibiscono l'attivazione di sostanze chimiche a derivati mutageni). L'acido ferulico è il principale costituente degli acidi fenolici (10-35 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) della segale, contribuendo agli effetti antiossidanti di questo cereale minore. Gli alchilresorcinoli sono lipidi di natura fenolica che si trovano nella segale a concentrazioni particolarmente

elevate pari a 800-1300 µg/100 g, e nella crusca fino a 1400 µg/100. La segale contiene anche acido fitico (703 µg/100 g) che, malgrado sia generalmente considerato un antinutrizionale, è un composto cui è riconosciuto un comportamento ormetico, che in rapporto alla dose può esercitare un effetto benefico sulla salute. Nella segale sono anche rappresentati le protoantocianidine (212 mg/100 g), così come, in ridotte concentrazioni, flavonoidi e flavoni come la vitexina e la luteolina.

Considerate queste preziose proprietà nutraceutiche, in tempi più recenti anche le cariossidi integre di segale sono sempre più spesso utilizzate in campo alimentare, sia in formulazioni miste con altri cereali e legumi, sia in miscela con farina per la panificazione o per la preparazione di dolci tradizionali. In alcune zone della Francia la farina di segale, impastata in uguale proporzione con miele, viene utilizzata per preparare focacce note come “pane dei farmacisti”. Pertanto, un uso consueto di questo cereale è auspicato nella dieta, oltre che di soggetti diabetici, dislipidemicici e ipertesi, anche per coloro che soffrono di stipsi.

Dai semi tostati di segale si può ricavare anche un surrogato del caffè; dalla macerazione delle cariossidi germinate si può ottenere malto, da impiegare nella produzione di birra. La paglia, ottenuta per essiccazione dei culmi, può trovare utilizzazione nel settore zootecnico o come biomassa per energia.

Nel territorio di Nicolosi, comune della provincia di Catania ricadente nel Parco dell'Etna, è stata recentemente recuperata una popolazione locale di segale conosciuta con il nome *Immanu* (*Irmanu*, *Irmana*), ovvero “Germanico” con un esplicito riferimento alla provenienza dal paese nordico. Si tratta di un genotipo che, secondo alcune fonti, sarebbe stato introdotto nel XII sec. d.C. da monaci benedettini bretoni fondatori del locale monastero di San Nicola l'Arena. Questa segale si è acclimatata nell'areale etneo diffondendosi sulle pendici meridionali dell'Etna grazie all'interesse dei contadini del luogo, i quali la usavano per preparare un tipico pane scuro detto appunto “pane nero di *Immanu*”, che pare costituissero la base della loro alimentazione soprattutto durante i periodi di scarsa disponibilità di cibo, e certamente è stato una fonte primaria di sostentamento durante l'ultimo conflitto mondiale; poi negletto fino alla riscoperta avvenuta negli anni più recenti. Da qualche anno, infatti, a partire dallo sfarinato di questa segale, alcuni panificatori etnei hanno ricominciato a produrre il *pane nero* di *Immanu*. Con Delibera della Giunta comunale di Nicolosi n. 41 del 3 maggio 2012 questo prodotto tradizionale da forno ha ottenuto il marchio De.C.O. (Denominazione Comunale di Origine), ed è stato iscritto nel relativo registro ai sensi del Regolamento Comunale per la tutela e valorizzazione dei prodotti locali

e per l'istituzione del Marchio De.C.O., previa definizione di un disciplinare di produzione e di una scheda identificativa del prodotto redatti in collaborazione con l'Università di Catania e la Stazione Consorziale di Granicoltura di Caltagirone.

Coerentemente con gli indirizzi della U.E. e della F.A.O., negli ultimi decenni, la ricerca agronomica come strumento al servizio della collettività, ha incluso tra gli obiettivi prioritari la salvaguardia della biodiversità, oggi sempre più minacciata dal cambiamento climatico di origine antropica, ponendo particolare attenzione al recupero e tutela dell'agrobiodiversità di specie alimentari minori abbandonate, la cui coltivazione era, in passato, relegata in areali marginali, alcuni dei quali in seguito divenuti aree protette. In tali contesti, caratterizzati da vulnerabilità ambientale e debolezza socio-economica, dove l'attività agricola è necessariamente di piccola scala e si basa sulla valorizzazione di prodotti tradizionali realizzati artigianalmente in aziende a conduzione familiare, è maggiormente avvertita l'esigenza di assicurare la sostenibilità delle produzioni sotto il profilo economico, coniugata alla difesa dell'ambiente e alla sua promozione turistica. Sotto questo profilo, il territorio ricadente nel Parco dell'Etna è esclusivo, poiché le peculiari condizioni pedoclimatiche e paesaggistiche si prestano a promuovere un'agricoltura in regime *low input* e organica, in grado di assicurare uno sviluppo ecocompatibile alle comunità locali. Tra le possibili connessioni "territorio-produzioni agroalimentari tipiche" dell'areale etneo, una delle più significative è appunto quella che in passato ha reso possibile la coniugazione delle coltivazione di una specie cerealicola minore come la segale con la preparazione artigianale del pane nero ottenuto da lievitazione con pasta madre (crescente) e cottura in forno a legna.

Sulla base di quanto delineato, preso atto del recupero della segale *Immanu* da parte di un agricoltore locale, dell'interesse manifestato da diversi stakeholder (Agricoltori, Panificatori, Ente Parco dell'Etna, Comune di Nicolosi, Università e altri enti di ricerca) operanti nel territorio, nonché delle possibili ricadute positive sul piano scientifico e applicativo, il presente progetto, articolato in tre fasi come da protocollo concordato tra le parti, ha avuto come obiettivi: i) la caratterizzazione morfologica; ii) la messa a punto di itinerari agronomici a scala aziendale; iii) la valutazione delle caratteristiche di qualità nutrizionale, salutistica e tecnologica.

2. Attività implementate

2.1 Fase 1: caratterizzazione morfologica

Il primo step del progetto ha previsto lo studio morfologico della segale *Irmanu* recuperata da un agricoltore (sign. Antonino Serafica) dell'areale di Nicolosi nel Parco dell'Etna, attraverso rilievi sui caratteri a variabilità continua e discreta di seguito riportati, in accordo con i descrittori UPOV "Principes directeurs pour la conduite de l'examen des caracteres distinctifs, de l'homogeneite et de la stabilite". Il lavoro è stato concluso nel giugno del 2016. In particolare, sono stati presi in considerazione:

Caratteri del culmo

- Grado di pienezza della paglia: è stato valutato il lume midollare nella porzione intermedia dell'ultimo internodo (vuoto, semipieno, pieno);
- Lunghezza del culmo (cm).

Caratteri della spiga

- Lunghezza della spiga misurata dal collaretto all'inserzione dell'ultima spighetta (cm)
- Compattezza: valutata ricorrendo alla misura dei dieci segmenti centrali del rachide (cm);
- Lunghezza ariste (cm);
- Glaucescenza (assente o molto debole, debole, media, forte, molto forte);
- Numero di spighette.

Caratteri della spighetta

- Larghezza gluma inferiore al terzo medio della spiga (cm).

Caratteri della cariosside

- Diametro longitudinale (cm);
- Diametro trasversale (cm);
- Peli all'apice: l'espressione fenotipica è stata classificata in: assenti, presenti.

I rilievi sono stati effettuati su un campione di venticinque unità rappresentative della segale *Immanu*, prelevate in campo presso l'azienda dell'agricoltore che l'ha reperita. Sui caratteri a variabilità continua è stato calcolato il "coefficiente di variabilità" (CV), che consente di eseguire il confronto tra variabili valutate con unità di misura differente.

L'esame dei dati riportati nella tabella 5 ha evidenziato che il culmo misura, in media, 124,6 cm con una variabilità del 9%.

L'ultimo internodo del culmo è sempre pieno.

A maturità la spiga si presenta semiretta o eretta nel 20% del campione; raggiunge una lunghezza media di 11,3 cm, con un campo di variazione compreso tra 8,3 e 14,3 cm.

La compattezza della spiga è pari, in media, a 3,3 cm, con un'escursione di 1,3 cm e una variabilità molto contenuta (10,7%).

Le ariste misurano, in media, 3,3 cm, con variabilità del 27,3%.

La gluma inferiore è larga mediamente 0,42 cm.

Sul rachide sono state contate da 29 a 42 spighette, con un valore medio pari a 36,2 ed una variabilità molto contenuta, dell'ordine del 9%

Le cariossidi hanno una lunghezza media pari a 0,78 cm, con diametro longitudinale medio di 0,26 cm. Per quest'ultimo carattere la variabilità è stata più elevata rispetto al diametro trasversale e pari al 18,6%

Il peso mille cariossidi è pari a 31,1 g con variabilità del 14,4%.

Tutte le cariossidi esaminate presentano peli apicali (barba).

Tab. 5 – Caratterizzazione morfologica della segale *Irmanu*

Organo/struttura	Carattere	Media	CV (%)
Culmo	Grado di pienezza della paglia	Pieno	
	Lunghezza culmo (cm)	124,6	9,2
Spiga	Glaucescenza	Debole	-
	Portamento	Semi eretta	-
	Lunghezza (cm)	11,3	14,2
	Compattezza (cm)	3,3	10,7
	Lunghezza arista (cm)	3,3	27,3
	Numero spighette	36,2	9,2
Spighetta	Larghezza gluma (cm)	0,4	14,7
Cariosside	Ø Longitudinale (cm)	0,3	18,6
	Ø Trasversale (cm)	0,8	12,2
	Peso 1000 semi (g)	31,13	14,4
	Peli apicali	Presenti	-

L'elevata variabilità osservata per alcuni caratteri esaminati corrobora l'ipotesi che la segale *Irmanu* sia effettivamente una popolazione locale acclimatata nel territorio etneo da lungo tempo, e che come tale può essere iscritta al Registro delle Varietà da Conservazione per essere valorizzata nell'areale di reperimento, in particolare, in regime di coltivazione a basso input e biologico, potendo esprimere in tali condizioni la massima potenzialità agronomica

e di qualità del prodotto. Sulla base di queste evidenze, a partire dal 2017, sotto la supervisione del D3A, un agricoltore di Nicolosi, il sign. Antonino Serafica titolare dell'azienda omonima, ha intrapreso l'iter per il riconoscimento del Immanu o *Irmanu* come varietà da conservazione di segale; la sua istanza indirizzata alla Commissione regionale per la valutazione delle varietà da conservazione, ha recentemente ottenuto esito positivo ed è imminente la pubblicazione del relativo decreto del MIPAF nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana. Tuttavia, l'ampia base genetica del *Irmanu* può consentirne la valorizzazione anche in programmi di selezione al fine di ottenere varietà che presentino adeguate caratteristiche di omogeneità, stabilità, distinguibilità e valore agronomico e qualitativo, da iscrivere al Registro Nazionale delle Varietà.



Particolari di spiga, spighette, lemma e cariossidi della segale *Irmanu*

2.2 Fase preliminare interlocutoria con gli stakeholder locali

In questa fase del progetto, svoltasi nel corso dell'estate del 2016, adottando un approccio partecipativo, è stata prevista un'interlocuzione tra i responsabili scientifici del D3A e del Parco e i soggetti potenziali portatori di interesse del territorio preliminarmente individuati, al fine di concordare i siti rappresentativi in cui realizzare le attività di campo. Successivamente è stata effettuata una preliminare ricognizione delle diverse realtà aziendali con suoli destinabili a seminativo all'interno del Parco, e dopo gli opportuni sopralluoghi per verificarne l'idoneità è stata acquisita la disponibilità a partecipare al progetto da parte di 3 agricoltori: il sign. Quintilio Menicocci, il sign. Antonino Serafica e il sign. Claudio Schillirò, i quali dispongono di terreni che ricadono a quote altimetriche diverse, rispettivamente, negli areali di **Nicolosi** (circa 700 m s.l.m), **Belpasso** (circa 800 m. s.l.m) e **Maletto** (circa 1000 m s.l.m) e, pertanto, intercettano una variabilità di condizioni pedoclimatiche rappresentative per la coltivazione della segale, come previsto nel protocollo (Fig. 1).

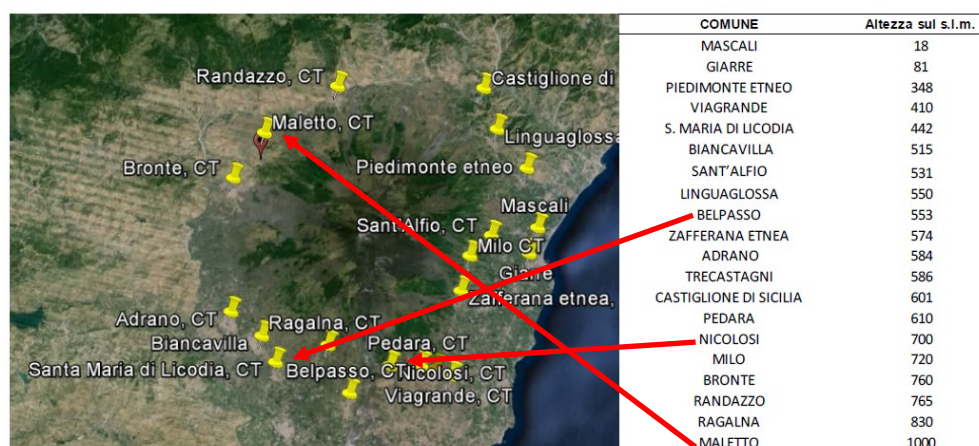


Fig. 1 – Areali entro Parco individuati per la realizzazione delle attività di campo

I tre agricoltori hanno raggiunto un'intesa, sulla parola, di reciproco impegno per lo svolgimento di attività relative al progetto, ciascuno mettendo a disposizione una superficie pari ad almeno 1 ha, per la realizzazione di dispositivi sperimentali *on farm* in regime biologico.



Sopralluogo presso le aziende Schilirò a Maletto (sinistra) e Serafica a Belpasso (destra)

L'attività prevedeva: su metà della superficie, la coltivazione di una leguminosa (trifoglio alessandrino) al fine di predisporre una precessione colturale omogenea per l'eventuale prosecuzione del progetto nelle annate agrarie successive; sulla rimanente metà della superficie, la coltivazione della segale mettendo a confronto due tesi sperimentali a diverso *input* (controllo non concimato e trattamento concimato con un formulato organico ammesso in agricoltura biologica alla dose di 300 kg ha^{-1}) in combinazione con due genotipi (*Irmanu*, fornita dall'agricoltore Serafica; *Conduct*, varietà fornita dalla ditta semetiera Semfor, usata come controllo).

2.3 Fase 2: attività on farm

La seconda fase ha previsto l'avvio delle attività di campo *on farm* precedentemente concordate. Dopo avere effettuato ulteriori sopralluoghi nelle aziende coinvolte per la verifica della idoneità delle condizioni colturali, sono state svolte le operazioni preliminari di preparazione del letto di semina mediante una lavorazione superficiale (0,30 m) con estirpatore e coltivatore, durante i quali si è provveduto all'interramento del fertilizzante alla dose prevista nelle unità sperimentali destinate ad accogliere le tesi concimate.

Le piogge frequenti ed intense del periodo autunnale non hanno consentito di procedere tempestivamente alle semine, per le condizioni di impraticabilità dei campi. Nell'azienda del sign. Schilirò sita a Maletto (circa 1000 m s.l.m), le condizioni meteorologiche particolarmente avverse e la presenza di copertura nevosa nel suolo hanno impedito

l'esecuzione della semina. Pertanto, è stato possibile implementare le attività previste, soltanto presso le aziende ubicate a quote più basse, quelle del sign. Menicocci e del sign. Serafica, rispettivamente a Nicolosi e Belpasso, ma con notevole ritardo rispetto al periodo programmato. Le semine, infatti, sono state eseguite a febbraio, mediante seminatrice a fila continua, a una densità di 180 kg ha^{-1} (580 cariossidi germinabili m^{-2}) e interfila di 23 cm . Le visite ai campi successive alla semina, hanno evidenziato, fin dall'inizio, la difficoltà del trifoglio alessandrino a insediarsi, da attribuire alle condizioni critiche di abitabilità del terreno, in particolare alle basse temperature intercettate per effetto del ritardo della semina.



Terreno seminato a Trifoglio alessandrino presso l'azienda Menicocci a Nicolosi

Per i due genotipi di segale, invece, è stato osservato un idoneo insediamento delle piante, sebbene con una certa scalarità di emergenza di queste, in considerazione delle temperature invernali rigide che hanno rallentato la germinazione. A fronte delle copiose piogge autunnali, il periodo successivo è decorso piuttosto siccitoso e caratterizzato dal protrarsi degli abbassamenti termici, che hanno condizionato la crescita, oltre che delle poche piante di trifoglio sopravvissute, anche di quelle della varietà commerciale di segale in confronto a quella del genotipo locale. Per quest'ultimo, è stata osservata, in generale, una migliore capacità d'insediamento, confermata da un più elevato investimento unitario e una maggiore altezza e precocità di spigatura delle piante.



Terreno seminato a segale Conduct (sinistra) e Irmanu (destra) presso l'azienda Menicocci a Nicolosi

In ogni caso, malgrado il decorso stagionale avverso, le due segale hanno portato a compimento il ciclo colturale, mentre le poche piante di trifoglio non hanno resistito alla siccità.



Segale *Irmanu* presso l'azienda Serafica a Belpasso e piantina di segale *Irmanu* presso l'azienda Menicocci a Nicolosi



Spigatura (sinistra) e grain filling (centro) della Segale *Irmanu* preso l'azienda Serafica a Belpasso; spigatura della segale *Conduct* (destra) presso l'azienda Menicocci a Nicolosi

Successivamente alla mietitrebbiatura delle segale, eseguita con macchina parcellare messa a disposizione dal Dì3A, sono stati eseguiti rilievi agronomici su campioni di piante rappresentativi di ciascun dispositivo sperimentale, di cui si riportano i risultati relativi al confronto tra i valori medi dei due genotipi *Irmanu* (segale etnea) e *Conduct* (varietà commerciale), indipendentemente dal fattore concimazione (non concimato vs. concimato con formulato organico), poiché nell'ambito di quest'ultimo non sono emerse differenze apprezzabili per i caratteri presi in esame, presumibilmente anche per effetto del regime termo-pluviometrico sfavorevole.



Mietitrebbiatura segale *Irmanu* preso l'azienda Serafica a Belpasso

La taglia delle piante mostrata in Figura 2 è risultata, in media, sempre superiore a 1 m, ma con valori lievemente più elevati misurati nella varietà commerciale (+3 cm, in media, rispetto alla cultivar locale).

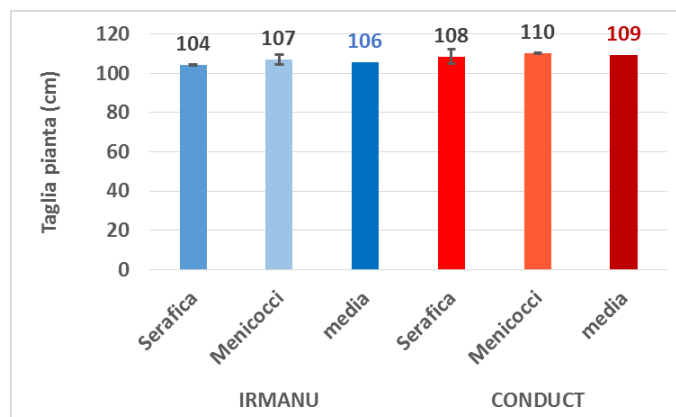


Fig. 2 – Altezza delle piante (valori medi $\pm$ dev. st.) dei due genotipi di segale (“Irmanu” e “Conduct”) coltivate presso le due aziende agricole (Serafica e Menicocci).

Di contro, per *Irmanu* è stata rilevata una lunghezza delle unità produttive lievemente maggiore in confronto a quella della varietà commerciale (Fig. 3). Il valore medio più elevato per il carattere in esame è stato misurato nel *Irmanu* coltivato presso l’azienda Serafica.

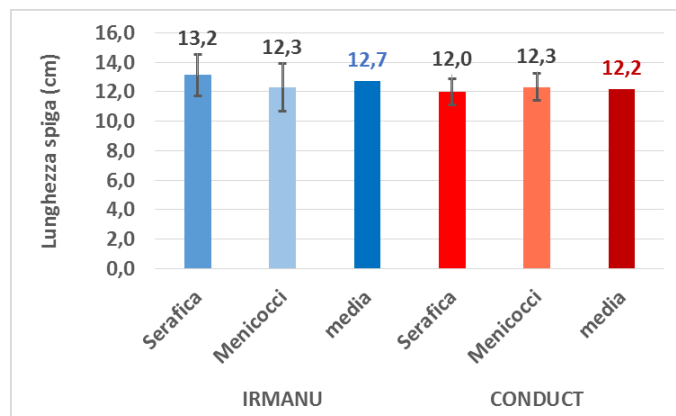


Fig. 3 – Lunghezza della spiga comprese le ariste (valori medi $\pm$ dev. st.) dei due genotipi di segale (“Irmanu” e “Conduct”) coltivate presso le due aziende agricole (Serafica e Menicocci).

Il numero di spighe per unità di superficie è stato nettamente più basso per il genotipo commerciale che per *Irmano*, e per quest’ultimo è stato superiore presso l’azienda Serafica (Fig. 4).

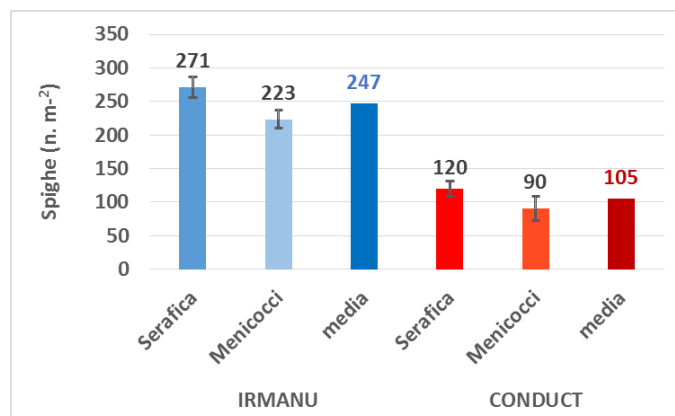


Fig. 4 – Numero di spighe per unità di superficie (valori medi $\pm$ dev. st.) dei due genotipi di segale (“Irmanu” e “Conduct”) coltivate presso le due aziende agricole (Serafica e Menicocci).

Per il *Irmanu* coltivato presso quest’ultima azienda, le spighe sono risultate anche mediamente più pesanti, sia rispetto a quelle della medesima cultivar coltivata nell’altra azienda, sia rispetto a quelle della varietà commerciale (Fig. 5)

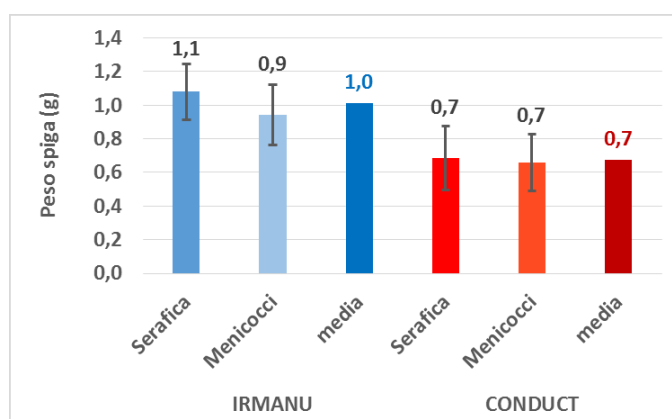


Fig. 5 – Peso della spiga (valori medi $\pm$ dev. st.) dei due genotipi di segale (“Irmanu” e “Conduct”) coltivate presso le due aziende agricole (Serafica e Menicocci).

Di conseguenza, il numero delle cariossidi per spiga (Fig. 6) del *Irmanu* è stato maggiore (+ 5 unità, in media, rispetto a quello di *Conduct*).

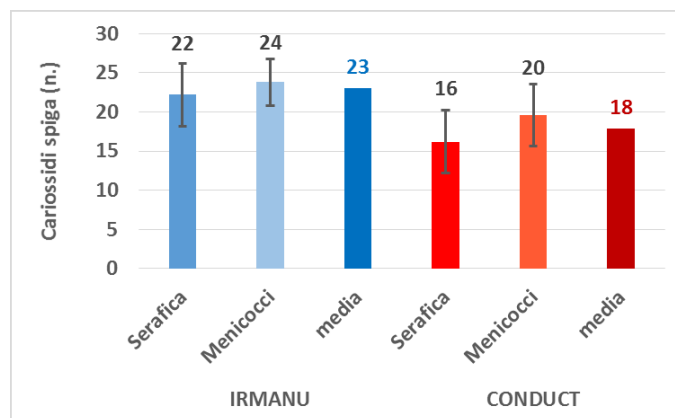


Fig. 6 – Numero cariossidi per spiga (valori medi $\pm$ dev. st.) dei due genotipi di segale (“Irmanu” e “Conduct”) coltivate presso le due aziende agricole (Serafica e Menicocci).

La Figura 7 mostra come il genotipo locale ha prodotto anche cariossidi più pesanti rispetto a quelle della varietà commerciale (+6 g, in media)

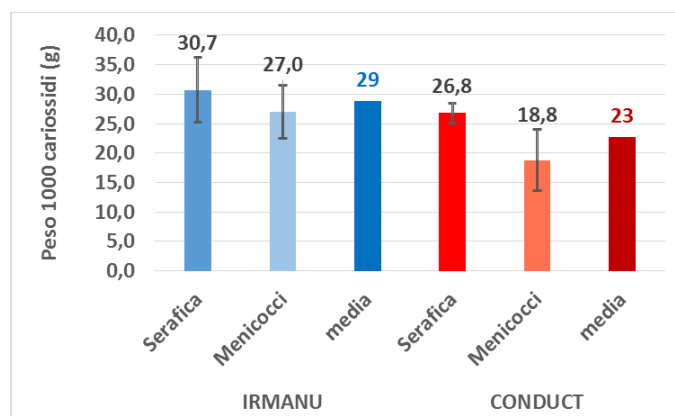


Fig. 7 – Peso assoluto cariossidi (valori medi $\pm$ dev. st.) dei due genotipi di segale (“Irmanu” e “Conduct”) coltivate presso le due aziende agricole (Serafica e Menicocci).

Coerentemente con le componenti determinanti la produzione areica di granella, quest’ultima è risultata apprezzabilmente maggiore per *Irmanu* rispetto a quella di *Conduct*, con un divario produttivo tra i due genotipi che ha superato la tonnellata (Fig. 8).

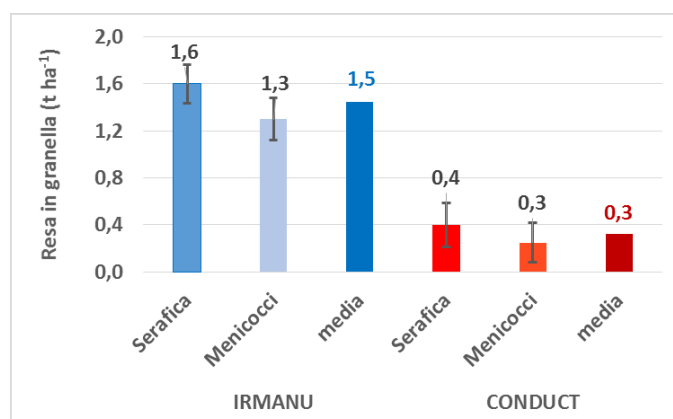


Fig. 8 – Resa in granella (valori medi $\pm$ dev. st.) dei due genotipi di segale (“Irmanu” e “Conduct”) coltivate presso le due aziende agricole (Serafica e Menicocci).

I risultati produttivi ottenuti, sebbene limitati a un solo anno di sperimentazione, peraltro condotta in condizioni critiche sotto il profilo climatico e agronomico, hanno messo in evidenza una migliore performance della segale *Irmanu* in confronto alla varietà commerciale *Conduct*, a dimostrazione che proprio in condizioni limitanti le popolazioni locali esprimono la loro potenzialità adattativa riuscendo a valorizzare le risorse disponibili.

2.4 Fase 3: attività in laboratorio e panificazione sperimentale

L’ultima fase del progetto mirava a valutare le caratteristiche qualitative, merceologiche, nutrizionali e salutistiche, nonché l’attitudine tecnologica alla panificazione della granella e degli sfarinati di segale prodotti nei dispositivi sperimentali. In relazione allo scopo del progetto e ai risultati della sperimentazione di campo, che hanno visto prevalere sotto il profilo agronomico il genotipo etneo sulla varietà commerciale, le determinazioni analitiche e le prove di micropanificazione, sono state eseguite solo sulla granella di *Irmanu* prodotta presso le due aziende Menicocci e Serafica.

Considerato che i risultati delle due condizioni sperimentali non hanno evidenziato differenze apprezzabili, di seguito saranno riportati i dati medi. Le analisi relative alla qualità merceologica, hanno riguardato l’umidità e il peso specifico della granella, pari, rispettivamente a 13,1% la prima e a 72,3 kg hl⁻¹ il secondo. Le determinazioni sulla qualità nutrizionale e salutistica sono state condotte su due repliche agronomiche, ulteriormente ripartite in due repliche chimiche, secondo metodiche ufficiali o reperite in letteratura, in modo da consentire il confronto dei risultati (Tab. 6) con i dati riportati in bibliografia.

Tab. 6 – Caratteristiche merceologiche, nutrizionali e salutistiche della segale *Irmanu*. Valori medi e deviazione standard.

	Sfarinato integrale		Farina ($< 212 \mu$)	
Macronutrienti e potere calorico				
	media	$\pm$ d.s.	media	$\pm$ d.s.
Proteine (g /100 g)	10,5	0,95	11,0	0,88
Lipidi (g /100 g)	1,7	0,15	1,6	0,13
Saturi (g /100 g)	0,21	0,02	0,19	0,02
Monoinsaturi (g /100 g)	0,22	0,02	0,20	0,02
Polinsaturi (g /100 g)	0,79	0,06	0,72	0,05
Carboidrati (g /100 g)	76,0	6,08	75,5	5,29
Amido (g /100 g)	49,8	3,98	51,5	3,61
Zuccheri semplici (g /100 g)	0,9	0,06	1,2	0,08
Energia (Kj)	1390	97,30	1480	133,20
Micronutrienti e costituenti bioattivi				
Fibra (g /100 g)	15,3	1,22	12,0	1,08
Fibra insolubile (g /100 g)	12,1	0,61	8,0	0,72
Fibra solubile (g /100 g)	3,3	0,30	4,0	0,36
β -glucani (g /100 g)	2,6	0,18	0,36	0,03
Tocoferoli (Vit. E) (UI*)	2,0	0,18	1,6	0,06
Retinolo (Vit. A) (UI*))	12,2	0,49	0,2	0,02
Tiamina (mg/100 g)	0,35	0,03	0,28	0,01
Ribolavina (mg/100 g)	0,28	0,02	0,09	0,01
Niacina (mg/100 g)	4,5	0,36	1,6	0,11
Ac. pantotenico (mg/100 g)	1,57	0,13	0,43	0,03
Folati (μ g)	40,0	2,78	31,0	1,09
β -carotene (μ g)	8,0	0,72	0,03	0,00
Luteina/zeaxantina (μ g)	228	9,12	207	8,28
Ceneri (g /100 g)	1,9	0,07	1,3	0,10
Ferro (mg/100 g)	2,9	0,26	2,6	0,23
Zinco (mg/100 g)	2,8	0,17	2,1	0,13
Selenio (μ g)	14,2	1,14	14,6	1,17
Calcio (mg/100 g)	25,1	2,01	24,8	1,2
Fosforo (mg/100 g)	335,0	33,50	223,0	22,30
Potassio (mg/100 g)	533,0	35,91	392,0	21,04
Magnesio (mg/100 g)	113,0	7,91	61,0	3,27
Lignani (μ g /100 g)	1903,2	171,29	1483,6	59,34
Syringaresinolo (μ g /100 g)	983,2	88,49	882,3	70,58
Pinoresinolo (μ g /100 g)	372,2	33,50	288,4	14,42
Lariciresinolo (μ g /100 g)	318,4	28,66	275,6	24,80
Medioresina (μ g /100 g)	139,6	11,17	99,8	6,99
Secoisoresinolo (μ g /100 g)	36,3	2,90	25,2	1,76
Matairesinolo (μ g /100 g)	28,8	2,30	19,9	1,39
Acido fitico (μ g /100 g)	802,2	56,15	706,4	49,45

I valori dei diversi costituenti nutrizionali e nutraceutici sono risultati coerenti con quelli della letteratura scientifica, è in qualche caso anche apprezzabilmente più elevati, in particolare

nello sfarinato integrale. Tra i macronutrienti si segnalano, in particolare, la prevalenza dei grassi polinsaturi sulla frazione lipidica e il basso contenuto in zuccheri semplici; tra i micronutrienti, è confermata la ricchezza in folati - mantenuta anche nella farina - così anche per la luteina/zeaxantina. Da rilevare, inoltre, l'elevato contenuto in ceneri, con prevalenza del fosforo, potassio e magnesio tra i minerali, soprattutto nello sfarinato integrale, cui ha certamente contribuito la ricchezza in minerali dei suoli dell'areale etneo.

Con riferimento ai polisaccaridi diversi dall'amido (fibra alimentare), molto importante ai fini salutistici è ritenuta la frazione di fibra solubile rappresentata dai β -glucani. Per questi composti, infatti, sono stati registrati *claims* salutistici per il controllo della colesterolemia, validati dall'E.F.S.A. (European Food Safety Agency) per orzo e avena, matrici cerealicole notoriamente più ricche di β -glucani. Pertanto, si è ritenuto opportuno approfondire l'indagine su questi costituenti della fibra, valutandone la concentrazione nelle diverse frazioni dello sfarinato di *Irmano*.

Per ottenere delle frazioni dello sfarinato con caratteristiche granulometriche coerenti alla classificazione commerciale, i prodotti della micromolitura sono stati sottoposti a setacciatura mediante Sieveshaker. In tal modo è stato possibile ottenere tre frazioni ben distinte: farina, crusca e cruschello trattenute rispettivamente in setacci di lume pari a 212 μ m, 350 μ m e 710 μ m. Come mostra l'areogramma (Fig. 9), la crusca è risultata la frazione più ricca β -glucani.

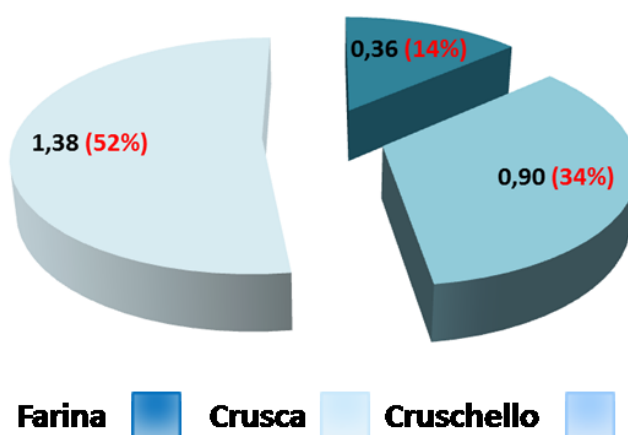


Fig. 9 – Ripartizione (g/100 g ss e %) dei β -glucani nelle frazioni di sfarinato di segale *Irmanu*

Per valutare l'attitudine tecnologica alla panificazione del *Irmanu*, sono stati determinati preliminarmente: la durezza (hardness,) delle cariossidi, l'indice di caduta di Hagberg (Falling number) e l'indice di glutine dello sfarinato integrale. Per la durezza delle cariossidi

è stato trovato un valore di 17,5, mentre l'indice di caduta è risultato pari a 361 sec. Questo valore del falling number, benché superiore a quello ritenuto ottimale per la panificazione (250 sec.), indicano un'adeguata attività amilasi e dunque una buona attitudine alla trasformazione in pane. La ricchezza in polisaccaridi non amidacei (fino al 15%), costituita principalmente da arabidoxilani, conferiscono in particolare allo sfarinato integrale una buona capacità di assorbimento idrico (water binding capacity). L'indice di glutine dello sfarinato integrale è risultato medio-basso, pari a 42.



Attività analitiche svolte presso i laboratori del Dì3A

Coerentemente a quanto previsto del disciplinare De.C.O. di Nicolosi, le prove sperimentali di panificazione sono state implementate con un formulato costituito da una miscela binaria formata per l'80% da sfarinato integrale di *Irmanu* e per il 20% da semola di frumento duro siciliano varietà *Mongibello* (costituzione del Dì3A-UNICT con le seguenti caratteristiche medie: contenuto proteico 14,5%; SDS 70 ml; gluten index > 80; W 420 Jx10⁻⁴; P/L 1,46; indice di giallo b* 25,5), al fine di migliorare le caratteristiche viscoelastiche dell'impasto. Per il test di panificazione, realizzato nel microimpianto in dotazione al Dì3A, è stata seguita una procedura standard (AACC metodo 10-10B), lavorando in ambiente condizionato a 25°C, lievitazione condotta con lievito fresco al 3% e sale 2%, in cella di lievitazione a 30°C e 80% di umidità, impiegando acqua distillata per l'idratazione, e con temperatura del forno programmata a 250°C. Sono state realizzate pagnotte sperimentali da 100 g., in un tempo

di cottura medio di 35-40 min. Ai fini comparativi il test di panificazione è stato realizzato anche con la semola di grano duro *Mongibello* in purezza (controllo).





Molitura della granella, setacciatura degli sfarinati e panificazione sperimentali realizzate nel microimpianto del Di3A

La miscela di sfarinati Segale *Irmanu* (80%)-Frumento duro *Mongibello* (20%), ha evidenziato, nel complesso, una idonea attitudine alla panificazione comparativamente a quella del *Mongibello* panificato in purezza, per tutte le proprietà esaminate, sia quelle reologiche dell'impasto (indice alveografico W 209 vs. 389 $\text{J} \times 10^{-4}$ e rapporto alveografico P/L 0,8 vs. 1,35, in media, per miscela *Irmanu-Mongibello* e *Mongibello* in purezza, rispettivamente), sia quelle organolettiche del pane come il volume (323 vs. 420 ml, in media, per miscela *Irmanu-Mongibello* e *Mongibello* in purezza, rispettivamente), l'altezza (7,2 vs. 8,6 cm, in media, per miscela *Irmanu-Mongibello* e *Mongibello* in purezza, rispettivamente) e la struttura alveolare della mollica (compatta e regolare in entrambe le tipologie di pane, benché con alveoli lievemente più ampi in quello preparato con la miscela segale-frumento). Anche l'aspetto (lievemente rugoso), lo spessore (medio) e il colore (nocciola tendente al brunastro) della crosta del pane preparato con il formulato *Irmanu-Mongibello* sono risultati confrontabili con quelli tipici del pane di segale.

3. Considerazioni conclusive e prospettive

I risultati di questa sperimentazione, seppure limitati a un solo ciclo produttivo, hanno consentito di acquisire le seguenti informazioni tecnico-scientifiche e applicative:

- la segale conosciuta con la denominazione di *Immanu* o *Irmanu*, in virtù dell'elevata variabilità osservata per alcuni caratteri morfologici, può essere effettivamente considerata una popolazione locale acclimatata nel territorio etneo da lungo tempo. Sulla base di queste evidenze è stata chiesta da un produttore di Nicolosi (CT) l'iscrizione del *Immanu* nella sezione "varietà da conservazione" del Registro Nazionale delle Varietà, ed è imminente la pubblicazione del relativo decreto MIPAAF nella Gazzetta Ufficiale della R.I. **(caratterizzazione morfologica)**;

- nelle prove di campo svolte all'interno del Parco dell'Etna la segale *Immanu*, malgrado le sfavorevoli condizioni climatiche dell'annata, per basse temperature invernali e siccità primaverile, ha evidenziato, comparativamente alla varietà commerciale *Conduct* usata come controllo, un'apprezzabile performance agronomica, segno che questa popolazione è in grado di esprimere un elevato potenziale adattativo nell'areale etneo **(attività on farm)**;

- il profilo qualitativo (macronutrienti, micronutrienti e bioattivi) della granella e degli sfarinati (integrale e farina) della segale *Irmanu*, è risultato conforme a quello riportato in letteratura per la specie. E anzi, per alcuni micronutrienti (minerali) e costituenti nutraceutici (β -glucani) è stata accertata una concentrazione, in media, superiore rispetto ai valori di riferimento, da ascrivere a un effetto interattivo genotipo-ambiente **(attività di laboratorio)**;

- gli indici di qualità tecnologica della granella e dello sfarinato integrale di *Irmanu*, e l'attitudine tecnologica alla panificazione saggiata in condizioni standard, di un formulato costituito da una miscela binaria (80% sfarinato integrale di *Irmanu*-20% semola di grano duro *Mongibello*) sono risultati, nel complesso, positivi. E le caratteristiche organolettiche del pane sono state coerenti con quanto riportato nel disciplinare De.C.O. del Pane di *Immanu* di Nicolosi, nonché con i prodotti simili del commercio **(attività di laboratorio e micropanificazione)**.

In definitiva, dall'insieme delle attività realizzate, è emerso che esistono concrete possibilità per l'implementazione di una filiera dei prodotti artigianali a base di segale *Immano* nel territorio del Parco dell'Etna. A tal fine, a partire dal 2020, sarà possibile disporre di seme di *Immanu* "certificato" come varietà da conservazione, con il quale gli agricoltori locali interessati potranno garantire un prodotto tracciato ai fruitori a valle (mugnai, panificatori,

consumatori), con ricadute positive *from farm to table*. Tuttavia, per la valorizzazione piena di questa popolazione locale di segale, è richiesto un ulteriore sforzo. Innanzitutto, occorrerebbe approfondire lo studio descrittivo della popolazione *Immanu*, con una caratterizzazione genetica del germoplasma. Inoltre, in un contesto di agricoltura di piccola scala, promiscua e in regime biologico come quella realizzata nel Parco dell'Etna sarebbe di fondamentale importanza per garantire la sostenibilità agroecologica ed economica alle filiere produttive tradizionali, potere disporre di colture erbacee (altri cereali, leguminose da granella e foraggere, orticole) da avvicendare alla segale, con le quali ampliare la gamma dei prodotti da offrire alle comunità locali e ai turisti che l'areale etneo attrae. Pertanto, si rende necessaria la prosecuzione di una sperimentazione che miri a mettere a punto sistemi aziendali multifunzionali, integrati sotto il profilo spazio-temporale (colture in consociazione e in sequenza) specifici per quest'area protetta. In tal senso, occorrerebbe puntare, ad esempio, sul recupero e la valorizzazione delle varietà da conservazione di frumenti siciliani, duri e teneri, di legumi, ortaggi e fruttiferi un tempo diffusi nel territorio etneo (funzione produttiva). Non meno rilevante sarebbe la definizione di un *management* agronomico di tipo conservativo, che implichi anche il ripensamento della meccanizzazione e la calibrazione degli interventi agronomici sul livello più contenuto di potenzialità produttiva del territorio, la cui vulnerabilità peraltro richiede interventi urgenti (funzione protettiva). Da non trascurare, infine, sarebbe il plusvalore che deriverebbe al territorio dalla fruibilità di un ambiente rurale diversificato, in termini di effetto paesaggistico (funzione ricreazionale). In relazione a quanto delineato, la prosecuzione della collaborazione tra gli stakeholder istituzionali e privati coinvolti in questo progetto è auspicabile, per il conseguimento di ulteriori proficue ricadute socio-economiche.

Il Responsabile Scientifico

(Umberto Anastasi, Ph.D.)

