

**AVVISI PUBBLICI REGIONALI DI ATTUAZIONE PER L'ANNO 2017 DEL
TIPO DI
OPERAZIONE 16.2.01 "SUPPORTO PER PROGETTI PILOTA E PER LO
SVILUPPO DI NUOVI
PRODOTTI, PRATICHE, PROCESSI E TECNOLOGIE NEL SETTORE
AGRICOLA E
AGROINDUSTRIALE"**

FOCUS AREA 3A DGR N. 227 DEL 27 FEBBRAIO 2017

RELAZIONE TECNICA INTERMEDIA FINALE

DOMANDA DI SOSTEGNO 5051136

DOMANDA DI PAGAMENTO 5208852

FOCUS AREA: 3A

Titolo Piano	Miglioramento della qualità tecnologica di varietà di frumento tenero e duro in biologico e valorizzazione della biodiversità
Ragione sociale del proponente (soggetto mandatario)	Molino Grassi SpA

Durata originariamente prevista del progetto (in mesi)	18
Data inizio attività	04/09/2018
Data termine attività (incluse eventuali proroghe già concesse)	29/11/2020

Relazione relativa al periodo di attività dal	04/09/2018	al	29/11/2020
Data rilascio relazione	05/03/2021		

Autore della relazione	Silvia Folloni		
telefono		email	s.folloni@openfields.it

Sommario

1 -	DESCRIZIONE DELLO STATO DI AVANZAMENTO DEL PIANO	3
1.1	STATO DI AVANZAMENTO DELLE AZIONI PREVISTE NEL PIANO	3
2 -	DESCRIZIONE PER SINGOLA AZIONE	3
2.1	ATTIVITÀ E RISULTATI	3
2.2	PERSONALE	4
2.3	TRASFERTE	4
2.4	MATERIALE CONSUMABILE	4
2.5	SPESE PER MATERIALE DUREVOLE E ATTREZZATURE	5
2.6	MATERIALI E LAVORAZIONI DIRETTAMENTE IMPUTABILI ALLA REALIZZAZIONE DEI PROTOTIPI	5
2.7	ATTIVITÀ DI FORMAZIONE	5
2.8	COLLABORAZIONI, CONSULENZE, ALTRI SERVIZI	6
3 -	CRITICITÀ INCONTRATE DURANTE LA REALIZZAZIONE DELL'ATTIVITÀ	6
4 -	ALTRE INFORMAZIONI	6
5 -	CONSIDERAZIONI FINALI	7
6 -	RELAZIONE TECNICA	7

1 - Descrizione dello stato di avanzamento del Piano

Descrivere brevemente il quadro di insieme relativo alla realizzazione del piano.

Le attività previste dal Piano sono state concluse nei 18 mesi inizialmente previsti a cui ha fatto seguito una proroga di 90 giorni fino al 29/05/2020 a cui poi si sono aggiunti 6 mesi per la proroga straordinaria di cui alla Delibera 184/2020.

L'attività di **esercizio della cooperazione** ha assicurato il coordinamento, la corretta collaborazione tra i vari gruppi, il controllo delle operazioni, il mantenimento delle relazioni con il Servizio innovazione, qualità, promozione e internazionalizzazione del Sistema agroalimentare della Direzione generale Agricoltura, Caccia e Pesca della Regione Emilia Romagna.

Gli **studi necessari alla realizzazione del piano** hanno permesso di individuare, all'interno delle aziende partner, gli appezzamenti più idonei alla realizzazione delle parcelle sperimentali, di selezionare le varietà di frumenti da mettere in sperimentazione e reperirne la semente, nonché di mettere a punto le metodiche analitiche.

L'**azione 1** che riguardava i confronti varietali per frumenti teneri e duri biologici di qualità, è stata svolta presso i partner STUARD e Horta nei tempi prestabiliti dal cronoprogramma per le annate agrarie (2018-2019 e 2019-2020) come descritti nel documento "modifica al cronoprogramma" inviato via PEC al Servizio innovazione, qualità, promozione e internazionalizzazione del Sistema agroalimentare della Direzione generale Agricoltura, Caccia e Pesca della Regione Emilia Romagna, in data 10/10/2018. Rispetto al Piano iniziale ed al documento sopra citato, tuttavia, sono state inserite più varietà in sperimentazione (17 varietà a Parma e 16 a Ravenna per i due anni).

Anche l'**azione 2**, che prevedeva prove in campo volte ad individuare strategie di difesa verso fitopatogeni e tecniche di controllo delle piante infestanti efficaci in agricoltura biologica, è stata svolta presso i partner STUARD e Horta nei tempi prestabiliti dal cronoprogramma per le annate agrarie (2018-2019 e 2019-2020) come descritti nel documento "modifica al cronoprogramma" sopra citato.

L'**azione 3**, che riguardava la coltivazione di frumenti antichi, farri e due varietà moderne di confronto, in biologico e convenzionale, al fine di determinarne alcune caratteristiche benefiche per la salute umana come il potenziale antiossidante e l'effetto sulla proliferazione e vitalità cellulare di linee cellulari intestinali, è stata svolta presso STUARD per la parte di campo, e presso i laboratori dell'Università di Bologna per la parte analitica, rispettando i tempi stabiliti nel documento "modifica al cronoprogramma" sopra citato.

L'**azione 4** prevedeva l'analisi della qualità tecnologica e dei contaminanti dei frumenti biologici, sulla granella raccolta il primo ed il secondo anno. Essendo aumentato il numero delle varietà a confronto, la numerosità delle analisi del primo anno è stata superiore rispetto a quella del secondo anno ed il disegno sperimentale è stato modificato senza modificare la natura delle informazioni che dovevano derivarne. Le analisi sono state completate dal Molino Grassi nei tempi di esecuzione e proroghe previsti.

Infine, nell'**azione divulgazione** sono stati realizzati: pagina web sul sito internet del Molino Grassi e dei partner, materiale divulgativo (leaflet, roll-up), video dei campi sperimentali pubblicati su youtube e pubblicizzati mediante il sito e la pagina Facebook® di Molino Grassi ed Open Fields. Sono stati organizzati eventi divulgativi in campo ed un webinar finale in streaming youtube con 597 iscritti.

Le modifiche rispetto al piano iniziale sono state descritte nel documento "modifica al cronoprogramma" inviato via PEC al Servizio innovazione, qualità, promozione e internazionalizzazione del Sistema agroalimentare della Direzione generale Agricoltura, Caccia e Pesca della Regione Emilia Romagna, in data 10/10/2018. Ulteriori modifiche hanno riguardato i seguenti aspetti:

Il 7 novembre 2019 è stata presentata una richiesta di proroga di 90 giorni. Il 7 maggio 2020 è stata comunicata l'intenzione da parte del Molino GRASSI di avvalersi della proroga speciale concessa dalla Regione in seguito all'impossibilità di completare alcune attività per effetto dell'emergenza sanitaria da COVID-19.

1.1 Stato di avanzamento delle azioni previste nel Piano

Azione	Unità aziendale responsabile	Tipologia attività	Mese inizio attività previsto	Mese inizio attività effettivo	Mese termine attività previsto	Mese termine attività effettivo
Esercizio della cooperazione	Molino GRASSI/Open Fields	Coordinamento e gestione Piano	1	1	27	27
Studi necessari alla realizzazione del Piano	Molino GRASSI	Attività preliminari, recupero prodotti	1	1	14	14
Azione 1	Stuard	Prove di campo	3	3	20	20
Azione 2	Horta	Prove di campo	3	3	20	20
Azione 3	UNIBO	Prove di campo e caratterizzazione nutrizionale	2	2	27	27
Azione 4	Molino GRASSI	Analisi reologiche e contaminanti	11	11	27	27
Divulgazione	Open Fields	Divulgazione dei risultati	1	1	27	27

2 - Descrizione per singola azione

Compilare una scheda per ciascuna azione

2.1 Attività e risultati

Azione	Esercizio della cooperazione
Unità aziendale responsabile	Molino GRASSI/Open Fields
Descrizione delle attività	<p><i>Si è mantenuto, come previsto dal Piano, un controllo del progressivo raggiungimento degli obiettivi del progetto, avendo cura di assicurare una corretta comunicazione interna.</i></p> <p><i>Il monitoraggio dell'avanzamento ha previsto contatti mensili con i partner per verificare i risultati intermedi e il rispetto dei tempi delle diverse fasi progettuali.</i></p> <p><i>I partner si sono riuniti in cinque meeting generali: Kick off meeting il 18/09/2018; il 3/06/2019; il 03/04/2020 e il 19/10/2020 via Webex; il 28/01/2021 via Teams).</i></p> <p><i>Dopo ogni riunione è stato condiviso, con i partner del GO, un report delle principali tematiche discusse e delle azioni da intraprendere.</i></p> <p><i>Per completare al meglio le attività previste nelle azioni 1 e 2 è stata presentata richiesta di proroga.</i></p> <p><i>Molino GRASSI ed Open Fields hanno condotto, come previsto, un monitoraggio delle registrazioni dei contratti e delle fatture relative alle attività di progetto in relazione alla conformità con le diverse voci di spesa. Open Fields ha supportato Molino GRASSI nella preparazione dei documenti necessari alla rendicontazione finale e nell'utilizzo del SIAG.</i></p> <p><i>Durante tutto il progetto, Open Fields ha favorito le comunicazioni tra Molino GRASSI ed il Servizio innovazione, qualità, promozione e internazionalizzazione del Sistema agroalimentare della Direzione generale Agricoltura, Caccia e Pesca della Regione Emilia Romagna.</i></p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p><i>Gli obiettivi di questa azione sono stati raggiunti pienamente. Tutte le unità operative hanno partecipato agli incontri ed interagito positivamente, spostandosi su supporti digitali quando l'emergenza epidemiologica da COVID-2019 lo ha reso necessario.</i></p>

Azione	Studi necessari alla realizzazione del Piano
Unità aziendale responsabile	Molino GRASSI

Descrizione delle attività	<p><i>Questa azione, che ha visto la partecipazione di tutti i partner, si è articolata nelle seguenti attività:</i></p> <p><i>a. definizione degli appezzamenti in cui effettuare le prove in campo;</i></p> <p><i>b. reperimento della semente da includere nelle prove in campo;</i></p> <p><i>c. ottenimento della deroga dal CREA (Ex ENSE) per l'impiego di semente non biologica non trattata;</i></p> <p><i>d. interventi post-semine di risistemazione dei campi parcellari;</i></p> <p><i>e. pulizia approfondita dei campioni di granella raccolti per consentire le analisi di laboratorio (Azioni 3 e 4);</i></p> <p><i>f. validazione dei metodi analitici.</i></p> <p><i>Le varietà di frumento selezionate per le prove in campo sono riportate di seguito. Per l'Azione 1 si tratta di varietà di frumento tenero panificabile superiore o di forza, alcune di recente costituzione, e di varietà di frumento duro con un'ottima qualità pastificatoria, alcune di recente costituzione.</i></p> <p><i>Per l'Azione 2 si sono scelte due varietà di largo impiego per il biologico e note al Molino Grassi.</i></p> <p><i>Per l'Azione 3 sono state inserite le varietà storiche di frumento tenero che il Molino Grassi utilizza per la farina MIRACOLO ed i farri che trasforma in farina biologica, oltre alla varietà di duro Cappelli, ad oggi non macinata dal Molino Grassi.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>AZIONE 1: 9 varietà di frumento tenero (T. aestivum L.) Rebelde (Conase), Eletta (Isea agroservice), WIWA (GZPK), Rossalind (Isea Agroservice), Metropolis (Conase), Ilaria (Isea Agroservice), Caruso (SEMETICA), Teorema (Conase); Poesia (GZPK, solo per Parma); 8 varietà di frumento duro (T. turgidum var durum Desf.) Daurur (Semetica), Emilio Lepido (SIS), Marco Aurelio (SIS), Antalis (CGS), Achille (Isea Agroservice), Marakas (RGT Italia), Platone (Conase) e Baronio (Conase).</i> • <i>AZIONE 2: il frumento tenero Rebelde ed il frumento duro Emilio Lepido.</i> • <i>AZIONE 3: le varietà storiche di frumento tenero Virgilio, Ardito, Fiorello, il frumento duro Cappelli, il grano del Miracolo (T. turgidum var turgidum), i farri Norberto (T. monococcum), Garfagnana (T. turgidum var dicoccum), Roquin (T. aestivum subsp spelta) e le varietà moderne di frumento tenero Bologna (SIS) e duro Odisseo (Syngenta).</i>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p><i>Gli obiettivi di questa azione sono stati raggiunti pienamente. Tutti i partner coinvolti hanno mostrato partecipazione ed attenzione alle indicazioni fornite.</i></p>

Azione	Azione 1 - Confronti varietali per frumenti biologici di qualità
Unità aziendale responsabile	STUARD
Descrizione delle attività	<p><i>L'obiettivo dell'Azione 1 è stato quello di individuare varietà di frumento tenero e duro che consentissero di raggiungere, in biologico e in terreni fertili di pianura, i livelli di qualità tecnologica oggi raggiunti dai frumenti convenzionali (livelli proteici, caratteristiche del glutine).</i></p> <p><i>Nell'Azione 1 sono stati realizzati, per le annate agrarie 2018-2019 e 2019-2020, confronti varietali di frumenti teneri e duri in appezzamenti certificati biologici in 2 località di pianura, Parma e Ravenna, in aree pedo-climatiche diverse con significative differenze a livello di rese del frumento ed incidenza delle malattie. I confronti varietali sono stati ripetuti due volte per ogni sito, su appezzamenti con diversa precessione. Le aziende Stuard e Horta si sono occupate della organizzazione e realizzazione delle parcelle, della gestione agronomica, dei rilievi e dell'analisi dei risultati per i siti di Parma e Ravenna rispettivamente. Le varietà a confronto sono elencate sopra nell'azione studi necessari alla realizzazione del piano. Durante la prima annata agraria, per il sito di Parma, le precessioni sono state pomodoro da industria e pisello mentre per il sito di Ravenna soia e pisello. A Parma i campi sono</i></p>

	<p>stati seminati il 28 e 19/11/2018 rispettivamente e raccolti il 3/07/2019. A Ravenna i campi sono stati seminati il 15/01/2019 e raccolti il 18/07/2019. Durante la seconda annata le precessioni sono state ancora una volta pomodoro e pisello a Parma, mentre a Ravenna sono state grano e pisello. Le semine sono state effettuate il 30-31/12/2019 a Parma e il 10/12/2019 (precessione grano) e 3/01/2020 (precessione pisello) a Ravenna. La densità di semina è stata di 400 semi/m² per i frumenti duri e 450 per i teneri. Le raccolte sono state effettuate il 3/07/2020 a Parma e il 26/06/2020 a Ravenna. Per tutte le prove si è adottato uno schema sperimentale a blocchi randomizzati con 3 repliche e parcelle di 10 m². I dati raccolti sono stati sottoposti ad analisi della varianza e post-hoc test di Duncan per la separazione delle medie per p≤0,05.</p> <p>Nei momenti opportuni sono stati effettuati i rilievi per la presenza di malattie fogliari. Alla completa maturità sono stati effettuati i seguenti rilievi e operazioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Umidità % • Peso ettolitrico Kg/hl • Proteine % SS • Resa granella t/ha 13% um. <p>I dati raccolti sono stati sottoposti a analisi della varianza e le medie separate con test Scott-Knott.</p>
<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate</p>	<p>Gli obiettivi di questa azione sono stati raggiunti pienamente. Alcune criticità hanno riguardato l'andamento meteorologico che hanno condizionato le semine ritardandole molto in alcuni casi. Nell'annata 2018-2019 i campi presso Ravenna sono stati riseminati a gennaio poiché l'emergenza risultava stentata.</p>

<p>Azione</p>	<p>Azione 2 - Tecniche agronomiche in biologico</p>
<p>Unità aziendale responsabile</p>	<p>Horta</p>
<p>Descrizione delle attività</p>	<p>L'obiettivo dell'Azione 2 è stato quello di individuare tecniche agronomiche che consentissero di ottenere, in biologico e in terreni fertili di pianura, un buon controllo delle fitopatologie più comuni e delle infestanti, insieme a buoni livelli di resa e di qualità tecnologica (livelli proteici, caratteristiche del glutine).</p> <p>Nell'Azione 2 sono state confrontate diverse strategie di difesa verso fitopatogeni e tecniche di controllo delle piante infestanti. Le prove sono state condotte in appezzamenti certificati biologici in 2 località, a Parma e Ravenna, mantenendo la stessa precessione (pisello) nelle diverse località, nelle annate agrarie 2018-2019 e 2019-2020. La gestione delle prove è stata affidata anche in questo caso a Stuard per Parma ed Horta per Ravenna. Per le prove di controllo delle infestanti sono stati seminati il frumento tenero Rebelde e il duro Emilio Lepido.</p> <p>PROVE DI CONTROLLO DELLE PIANTE INFESTANTI</p> <p>Ogni varietà è stata seminata in 2 parcelloni di circa 2500m² di cui uno seminato a spaglio e l'altro a file. A Parma le semine sono state effettuate il 9/11/2018 nella prima annata mentre nella seconda annata il frumento tenero è stato seminato l'11/12/2019 ed il grano duro a gennaio (15/1/2020). A Ravenna le semine sono state effettuate il 16/11/2018 e il 03/01/2020. La densità di semina è stata di 400 semi/m² per il frumento duro e 450 per il tenero. A fine accostamento un parcellone a file e uno a spaglio per varietà sono stati sottoposti a strigliatura. Prima di procedere a questa operazione si è provveduto a conteggiare la tipologia e il numero di infestanti e dei culmi di frumento/m² presenti in 3 aree/parcellone. La stessa operazione è stata effettuata poco prima della trebbiatura.</p> <p>Alla completa maturità sono stati effettuati i seguenti rilievi e operazioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Umidità % • Peso ettolitrico Kg/hl • Proteine % SS • Resa granella t/ha 13% um. <p>Le raccolte sono state effettuate il 18/07/2019 e il 29/07/2020 a Ravenna e Parma.</p> <p>PROVE DI DIFESA DA FITOPATOGENI</p>

	<p>Anche per le prove di difesa sono stati seminati il frumento tenero Rebelde e il duro Emilio Lepido, con precessione pisello, in parcelle di 10 m² ciascuna, ripetute 4 volte con schema a blocchi randomizzati. Le tesi a confronto sono state: non trattato, Poltiglia Disperss 7 kg/ha + Thiopron 6 l/ha, Cropmax 1,3 Kg/ha e Poltiglia Disperss 7 Kg/ha + Thiopron 6l/ha + Cropmax 1,3 Kg/ha. Le prove parcellari sono state seminate a Parma il 9/11/2018 e il 16/11/2018 a Ravenna nella prima annata mentre nella seconda annata il 31/12/2019 a Parma ed il 3/01/2020 a Ravenna.</p> <p>I trattamenti sono stati fatti con pompa a spalla a motore Carpi, distribuendo una dose pari a circa 600l/ha di miscela. Durante il ciclo vegetativo sono stati effettuati i rilievi per le principali malattie: oidio, septoria, ruggine bruna, fusariosi. La trebbiatura è avvenuta a Parma il 3/07/2019 e il 02/07/2020 e a Ravenna il 18/07/2019 e 26/06/2020.</p> <p>Alla completa maturità sono stati effettuati i seguenti rilievi e operazioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Umidità % • Peso ettolitrico Kg/hl • Proteine % SS • Resa granella t/ha 13% um. <p>I dati raccolti sono stati sottoposti a ANOVA e test di separazione delle media con test Newman-Kels per p=0,05.</p>
<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate</p>	<p>Gli obiettivi di questa azione sono stati raggiunti pienamente.</p>

<p>Azione</p>	<p>Azione 3 - Valorizzazione dell'agrobiodiversità</p>
<p>Unità aziendale responsabile</p>	<p>UNIBO</p>
<p>Descrizione delle attività</p>	<p>L'obiettivo di questa azione è stato quello di verificare se estratti fenolici di campioni appartenenti al genere Triticum (Ardito, Fiorello, Virgilio, Bologna, Miracolo, Norberto, Ruoquin, Senatore Cappelli, Garfagnana, Odisseo), coltivati in condizioni biologiche e convenzionali, presentassero un contenuto in composti fenolici differenti, e, eventualmente, se queste differenze fossero correlate alle condizioni agronomiche adottate.</p> <p>L'Azione ha previsto quattro attività:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. coltivazione in biologico e convenzionale dei frumenti a Parma per due annate agrarie: 2018-2019 e 2019-2020 (presso STUARD) 2. determinazione dell'attività anti-radicalica degli estratti fenolici 3. identificazione e quantificazione del contenuto in acidi fenolici 4. determinazione degli effetti sulla proliferazione cellulare degli estratti fenolici <p><u>ATTIVITA' 1</u></p> <p>Le prove sono state realizzate presso l'azienda STUARD, che ha adottato uno schema a blocchi randomizzati con 3 repliche.</p> <p>Le principali pratiche di gestione agronomica adottate nel biennio di prova sono elencate nella Tabella seguente:</p>

ANNATA AGRARIA 2018/19	ANNATA AGRARIA 2019/20
PreceSSIONE: Pomodoro	PreceSSIONE: Pisello
Semina: Biologico: 19/11/2018 Convenzionale: 28/11/2018	Semina: Biologico: 30/12/2019 Convenzionale: 30/12/2019
Emergenza: 10/01/2019	Emergenza: 03/02/2020
Concimazioni: Convenzionale: 30 kg/ha di N per le varietà antiche e 50 kg/ha di N per le varietà moderne il 16/04	Concimazioni: Convenzionale: 50 kg/ha di N per tutte le varietà il 25 febbraio; 40 kg/ha di N per Odisseo, Fiorello e Bologna il 6 aprile; 40 kg/ha di N per Odisseo, Fiorello e Bologna il 27 aprile
Trattamenti: Biologico: --- Convenzionale: Helatus hera (1L/ha) eseguito il 17/05	Trattamenti/interventi: Biologico: Strigliatura 13 marzo Convenzionale: Elegant (Florasulam +2,4D) eseguito il 02 aprile; Helatus hera (1L/ha) eseguito il 12/05 su Cappelli, Odisseo e Ardito; il 21/05 su Miracolo, Bologna; Garfagnana, Benedetto e Fiorello; il 25/05 su Virgilio e Norberto.
Raccolta: Biologico: 05/07/2019 Convenzionale: 03/07/2019	Raccolta: Biologico: 02/07/2020 Convenzionale: 30/06/2020

Alla completa maturità sono stati effettuati i seguenti rilievi e operazioni:

- Umidità %
- Peso ettolitrico Kg/hl
- Proteine % SS
- Resa granella t/ha 13% um.

I dati raccolti sono stati sottoposti ad analisi della varianza e le medie separate con test Scott-Knott.

ATTIVITÀ 2, 3 e 4

I campioni di granella raccolti nelle due annate colturali sono stati macinati (previa sbramatura per i fari) e la farina integrale ottenuta sottoposta ad estrazione della componente fenolica. L'estrazione dei polifenoli e flavonoidi totali, liberi e legati è stata effettuata secondo la metodica descritta da Dinelli et al. (2009).

L'attività antiradicalica degli estratti fenolici dei frumenti sopra elencati è stata valutata in vitro mediante i test DPPH (Brand-Williams et al., 1995) e FRAP (Benzie and Strain, 1996). L'analisi quantitativa degli estratti fenolici è stata realizzata tramite tecnica colorimetrica, come descritto da Singleton et al. (2009).

L'identificazione e quantificazione degli acidi fenolici ha riguardato i seguenti composti: acido ferulico, acido p-coumarico, acido p-hydroxybenzoico, acido sinapico, acido syringico, acido vanillico. La determinazione è stata effettuata utilizzando un sistema Waters e2695 Alliance HPLC System, accoppiato ad un detector di massa Waters ACQUITY QDa, secondo la metodica descritta da Di Loreto et al. (Electrophoresis, 38: 2018).

Per verificare se i polifenoli estratti dalle 10 varietà di frumento, coltivate in condizioni biologiche e convenzionali, presentassero in vitro proprietà nutrizionali differenti, e, eventualmente, se queste differenze sono correlate alle condizioni agronomiche scelte, sono state utilizzate due linee cellulari: le cellule L929, fibroblasti murini comunemente utilizzate per fare i saggi di tossicità cellulare e le cellule Caco2, cellule epiteliali umane derivanti dal colon, e si sono valutati gli eventuali effetti tossici dei polifenoli estratti ad iso-concentrazione.

Le cellule della linea di fibroblasti murini L929 (ATCC CCL-1, NCTC clone 929) sono state coltivate con terreno di base DMEM (Gibco) arricchito con siero fetale (FBS, Gibco) al 10%, L-glutammina (Gibco) al 2%, 1% sodio piruvato (Gibco) e 1% di penicillina-streptomicina (Gibco). Le cellule epiteliali derivanti dal colon Caco2 (ATCC, clone HTB37) sono state coltivate in terreno di base DMEM arricchito con il 10% di FBS e 1% di penicillina-streptomicina. Le cellule sono state coltivate all'interno di un incubatore per cellule con condizioni controllate di CO2 5% e 37°C e il terreno è stato cambiato ogni due giorni. Le colture secondarie sub-confluenti sono state staccate con una soluzione di tripsina allo 0,05% e di EDTA allo 0,02% e riseminate a seconda delle condizioni sperimentali.

Per svolgere il saggio MTT le cellule L929 e le cellule Caco2 sono state seminate nel loro terreno di coltura in una piastra multiwell da 96 pozzetti alla concentrazione di 5.000 e 10.000 cellule/pozzetto rispettivamente. Per ogni trattamento sono stati seminati 6 pozzetti e ogni esperimento è stato ripetuto 3 volte. 24 ore dopo la semina, alle cellule è stato cambiato il terreno e sono stati aggiunti i polifenoli alla concentrazione di 5µg GAE/ml per le L929 e 2.5µg GAE/ml di DMEM estratti da 10 varietà di frumento coltivate in biologico e da 9 varietà di frumento coltivate in convenzionale. Come controllo positivo è stato utilizzato l'acido gallico (GAE). 24 ore dopo il trattamento è stato eseguito il saggio MTT. Brevemente: alle cellule è

	<p>stato tolto il terreno e aggiunta la soluzione MTT (1µg/ml in DMEM, Life Technologies) a 37°C per 2 ore. Il colorante al formazano è poi stato solubilizzato mediante l'utilizzo di isopropanolo ed analizzato mediante uno spettrofotometro a scansione alla lunghezza d'onda di 570 nm. I risultati ottenuti come O.D. (valore di assorbanza) sono stati espressi come percentuale rispetto al controllo non trattato. I dati sono stati elaborati mediante ANOVA, a una o due vie. Tutte le analisi statistiche sono state effettuate mediante l'utilizzo del software CoStat ver. 6.450 (2017) (http://www.cohort.com).</p>
<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate</p>	<p>Gli obiettivi di questa azione sono stati raggiunti pienamente. Tra le modifiche al cronoprogramma che si erano rese necessarie per poter eseguire le analisi su due annualità, modifiche comunicate alla Regione all'avvio del Piano con PEC del 10/10/2018, era stato previsto di iniziare immediatamente le analisi presso UNIBO utilizzando granella già disponibile coltivata nell'annata agraria 2017-2018 in biologico e in convenzionale in campi sperimentali Stuard, e di ripetere quindi le analisi l'anno successivo sui campioni ottenuti dal primo anno di sperimentazione dell'Azione 3 del presente progetto (2018-2019). Non era quindi prevista l'analisi da parte di UNIBO dei campioni derivanti dalla coltivazione nella seconda annualità (2019-2020).</p> <p>La proroga straordinaria ottenuta, tuttavia, ha permesso di effettuare tutte le analisi anche per i campioni ottenuti dalla seconda annata agraria 2019-2020, incrementando la validità e l'attendibilità delle osservazioni fatte.</p>

Azione	Azione 4 - Caratterizzazione dei prodotti
Unità aziendale responsabile	Molino GRASSI
Descrizione delle attività	<p>L'obiettivo dell'Azione 4 è stato quello di verificare la qualità tecnologica dei frumenti in sperimentazione mediante analisi reologiche e la loro qualità igienico-sanitaria mediante analisi chimiche.</p> <p>I campioni di granella ottenuti dalle prove in campo (Azioni 1, 2, 3) sono stati conferiti al Molino Grassi che ha eseguito analisi reologiche e/o dei contaminanti secondo quanto di seguito riportato:</p> <p>AZIONE 1: analisi reologiche e chimiche per tutte le varietà, per le due precessioni e località nell'annata colturale 2018-2019; analisi reologiche e chimiche per tre varietà di frumento tenero e duro selezionate, in sola precessione pisello nelle due località per l'annata colturale 2019-2020.</p> <p>AZIONE 2: analisi reologiche e chimiche per le 4 tesi nelle due località nell'annata colturale 2018-2019.</p> <p>AZIONE 3: analisi chimiche per tutte le varietà in biologico e convenzionale nelle due annate. Le vecchie varietà di frumento ed i farri sono infatti noti per avere indici alveografici bassi, come evidenziato anche nel corso del Progetto Bio2, per cui, dato anche l'elevato numero di analisi reologiche da svolgere sui campioni dell'Azione 1, non si è ritenuto di dover effettuare queste analisi.</p> <p>Le tre repliche biologiche delle prove di campo sono state riunite ottenendo così un unico campione di circa 2 kg. Per tutti i frumenti sono state ripetute le analisi sulla granella di proteine (% s.s) e peso ettolitrico (Kg/hl) (mediante Infratec grain analyzer, FOSS).</p> <p>Tutti i campioni di granella sono stati quindi macinati con Molino Bona.</p> <p>Per lo sfarinato ottenuto dai frumenti duri sono state svolte le seguenti analisi: colore (Colorimetro Minolta, indice di giallo dello sfarinato b*) e Gluten Index (Glutomatic, Perten).</p> <p>Per lo sfarinato ottenuto dai frumenti teneri: valori di W (J*10⁻⁴), P/L alveografici (alveografo Chopin), assorbimento dell'acqua, tempo di sviluppo e stabilità (farinografo Brabender).</p> <p>Le analisi volte ad individuare e quantificare la presenza di Deossinivalenolo (DON), principale micotossina del frumento, e molecole derivanti da fitofarmaci e loro derivati non consentiti in biologico, sono state effettuate mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> - un sistema cromatografico HPLC Ultimate 3000 associato a Q-Exactive Focus (Thermo Fisher Scientific) per monitorare una lista di più di un centinaio di principi attivi tra cui Tebuconazole, Azoxystrobin, Pirimiphos Methyl, Deltametrina e Deossinivalenolo. Il metodo estrattivo QuEChERS segue la metodica EN 15662. - un sistema cromatografico DIONEX ICS-5000+ Capillary HPIC™ System (Thermo Fisher Scientific) con metodo estrattivo QuPPE associato al medesimo Q-Exactive Focus per la ricerca dei pesticidi polari anionici (una dozzina di principi attivi e loro

	<p>metaboliti tra cui Glyphosate, AMPA e Fosetyl, Acido fosforoso etc).</p> <p>I risultati sono ricalcolati dall'operatore con l'ausilio di un software idoneo quale il TraceFinder 4.1 EFS della Thermo Fisher Scientific.</p> <p>Annualmente l'attendibilità dei risultati analitici del Molino Grassi viene verificata mediante ring test FAPAS®.</p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p>Gli obiettivi di questa azione sono stati raggiunti pienamente.</p>

Azione	Azione 5 - Divulgazione
Unità aziendale responsabile	Open Fields
Descrizione delle attività	<p>L'obiettivo di questa azione è stato diffondere i risultati della ricerca tra i beneficiari del progetto di filiera e i potenziali stakeholder che potrebbero usufruire dell'esperienza accumulata nei due anni di sperimentazione.</p> <p>Di seguito si elencano le attività divulgative messe in atto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - partecipazione alle giornate sull'Innovazione presso FICO – Eataly World il 1 e 2/03/2019; - realizzazione di schede divulgative di progetto e di roll-up; - 2 giornate tecniche in campo il 03/06/2019 presso l'Azienda Ca' Bosco - Horta (Ravenna) e il 06/06/2019 presso l'Azienda Stuard (Parma) precedute da una parte in aula. Gli appuntamenti insieme hanno raccolto circa 80 persone tra agrotecnici, agronomi, agricoltori e studenti dell'Istituto agrario Bocchialini di Parma. <p>Vedi https://agrologos.tumblr.com/post/185429364322/triticum-aestivum-dai-campi-sperimentali-alla ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - realizzazione di 3 video che illustrano i campi sperimentali dell'annata agraria 2019-2020 a Ravenna e a Parma, a seguito dell'impossibilità a realizzare visite in presenza per l'emergenza COVID-19. I video sono disponibili ai seguenti link: https://www.youtube.com/watch?v=deOjciqlbWw&t=268s ; https://www.youtube.com/watch?v=5mk311qqPQ&t=4s ; https://www.youtube.com/watch?v=cJIVGAv0B2Q&t=184s . - pagina web dedicata al progetto https://www.molinoqrassi.it/psr-filierespeciali/ - pagina web dedicata al progetto http://www.openfields.it/portfolio/qualitainbio/ - webinar dal titolo "Convegno finale del Progetto QualitàInBio", l'11/02/2021 in streaming youtube con 597 iscritti ed una media di partecipanti online di 250 nelle 3 ore; tra questi numerosi agronomi ed agrotecnici liberi professionisti. A tutti i partecipanti che ne hanno fatto richiesta è stato inviato l'attestato di partecipazione (110 attestati inviati).

Miglioramento della qualità tecnologica di varietà di frumento tenero e duro in biologico e valorizzazione della biodiversità

QualitànBio

QualitànBio è un progetto del Molino Grassi in collaborazione con:

QualitànBio mira ad individuare le tecniche agronomiche da applicare in terreni coltivati in biologico, in particolare quelli fertili di pianura, che permettano di ottenere i livelli di qualità tecnologica oggi raggiunti dai frumenti teneri e duri convenzionali. Il progetto permetterà inoltre di misurare il contributo in polifenoli e flavonoidi, di proliferazione antiossidante e valutare in vitro gli effetti sulla ricchezza in estratti fenolici di alcune varietà storiche di frumento, per un loro impiego in prodotti con aumentato valore nutrizionale/saludistico.

Info a: info@molinograssi.it

Convegno finale del Progetto QualitànBio
Miglioramento della qualità tecnologica di varietà di frumento tenero e duro in biologico e valorizzazione della biodiversità

WEBINAR CONVEGNO FINALE
GIOVEDÌ 11 FEBBRAIO 2021 ore 9.45-12.15

Il Progetto ha sperimentato tecniche agronomiche, in terreni fertili di pianura, con l'obiettivo di raggiungere, in biologico, i livelli di qualità tecnologica oggi raggiunti dai frumenti convenzionali. Il progetto, inoltre, ha permesso di misurare il contributo in polifenoli e flavonoidi, di proliferazione antiossidante e valutare in vitro gli effetti sulla ricchezza in estratti fenolici di alcuni frumenti storici e duri, per un loro impiego in prodotti con aumentato valore nutrizionale/saludistico.

QualitànBio è un progetto di Molino Grassi, finanziato dalla Misura 16.2.01 del Programma di Sviluppo Rurale della Regione Emilia-Romagna e realizzato in collaborazione con Open Field Srl, Università Alma Mater Studiorum di Bologna, Horto Srl e Azienda Agraria Sperimentale Shuard.

PROGRAMMA

Ore 9.45 Saluti ed introduzione al progetto
Molino Grassi SpA e Open Field Srl

Ore 10.00 RELAZIONI

Risultati dei confronti varietali in biologico per frumenti teneri e duri di qualità
Dott.ssa Cristina Pizzari – Azienda Agraria Sperimentale Shuard

Qualità tecnologica dei frumenti biologici
Dott.ssa Silvia Folliari – Open Field e Dott. Edoardo Anselmi – Molino Grassi SpA

Risultati delle prove di confronto di strategie di difesa da fitopatogeni e di controllo delle infestanti in biologico
Dott. Marco Suggari – Horto Srl

Contenuto in polifenoli e flavonoidi, attività antiossidante ed effetti sulla proliferazione e vitalità cellulare di varietà storiche di frumento e duri
Dott.ssa Sara Rinaldi e Dott.ssa Francesca Truzzi – Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, Università di Bologna

Ore 12.00 Conclusioni

La partecipazione è gratuita previa registrazione al link
<https://forms.gle/yxtdgW02a234C5A>
 (verifica iscrizioni lunedì 8 febbraio 2021)

Per info: info@molinograssi.it; tel: 051 803222

Iniziativa realizzata nell'ambito del Programma regionale di Sviluppo Rurale 2014-2020. Tipi di operazione 6.2.01 - Filaria Area 34

Figura 1. Roll-up di Progetto e Invito al webinar



Figura 2. Visite ai campi sperimentali a Ravenna il 3/06/2019 (sopra) e Parma il 6/06/2019 (sotto)

Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate

Le attività di divulgazione hanno subito un rallentamento e variazione nelle modalità operative a causa dell'emergenza epidemiologica da COVID-19 che ha reso complicati e talvolta impossibili gli spostamenti fuori dal comune e gli eventi pubblici. L'attività è stata comunque portata avanti con successo con la realizzazione di 3 video visualizzati da 70, 80 e 40 persone al 09/02/2021. Persone ed un evento finale a distanza che ha visto la partecipazione di oltre 500 persone.

2.2 Personale

Elencare il personale impegnato, il cui costo è portato a rendiconto, descrivendo sinteticamente l'attività svolta. Non includere le consulenze specialistiche, che devono essere descritte a parte.

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo (euro)
	Agronomo	Responsabile progetto - Azione 1 - 2020	50	19,51
	Agronomo	Responsabile progetto - Azione 2 - 2020	50	19,51
	Agronomo	Responsabile progetto - Azione 3 -2020	45	19,51
	Agronomo	Responsabile progetto - Divulgazione - 2020	39	19,51
	Amministrazione	Amministrazione - Esercizio della Cooperazione -2020	56	49,65
	Amministrazione	Amministrazione - Esercizio della Cooperazione - 2019	20	49,65
	Analista laboratorio	Analisi chimiche - Azione 4 - 2020	312	25,84
	Analista laboratorio	Analisi chimiche - Azione 4 - 2019	234	25,84
	Analista laboratorio	Analisi reologiche - Azione 4 - 2020	247	26,36
	Analista laboratorio	Analista reologiche - Azione 4 -2019	210	26,36
	Analista laboratorio	Analisi chimiche - Studi necessari - 2018	37	29,61
	Agronomo	Responsabile progetto - Esercizio della Cooperazione - 2019	54	23,75
	Agronomo	Responsabile progetto - Studi necessari - 2019	43	23,75
	Agronomo	Responsabile progetto - Azione 1 -2019	41	23,75
	Agronomo	Responsabile progetto - Azione 2 -2019	41	23,75
	Agronomo	Responsabile progetto - Azione 3 -2019	49	23,75
	Agronomo	Responsabile progetto - Divulgazione - 2019	69	23,75
	Agronomo	Responsabile progetto - Studi necessari - 2018	60	23,03
	Agronomo	Responsabile progetto - Azione 1 -2018	20	23,03
	Agronomo	Responsabile progetto - Azione 2 -2018	20	23,03
	Agronomo	Responsabile progetto - Azione 3 -2018	16	23,03
Totale:				44339,20

2.3 Trasferte

Cognome e nome	Descrizione	Costo
Totale:		

2.4 Materiale consumabile

Fornitore	Descrizione materiale	Costo
Totale:		

2.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

Fornitore	Descrizione dell'attrezzatura	Costo
Totale:		

2.6 Materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi

Descrivere i prototipi realizzati e i materiali direttamente imputabili nella loro realizzazione

--

Fornitore	Descrizione	Costo
Totale:		

2.7 Attività di formazione

Descrivere brevemente le attività già concluse, indicando per ciascuna: ID proposta, numero di partecipanti, spesa e importo del contributo richiesto

Non prevista dal Piano di Innovazione

2.8 Collaborazioni, consulenze, altri servizi

CONSULENZE - PERSONE FISICHE

Nominativo del consulente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
Totale:			

CONSULENZE – SOCIETÀ

Ragione sociale della società di consulenza	Referente	Importo contratto (euro)	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo (euro)
Open Fields srl		27370,00	Attività di esercizio della cooperazione e attività divulgative, supporto al capofila, contatti con RER	27370,00
Horta srl		29991,40	Azioni 1 e 2, divulgazione	29991,40
Università alma Mater di Bologna		49223,40	Azione 3 e divulgazione	49223,40
Az. STUARD		39646,41	Azioni 1, 2, 3 e divulgazione	39646,41
			Totale:	146231,21

3 - Criticità incontrate durante la realizzazione dell'attività

Lunghezza max 1 pagina

Criticità tecnico-scientifiche	Prolungamento dei tempi previsti per le analisi presso UNIBO e presso Molino GRASSI a causa dell'emergenza epidemiologica da COVID-19.
Criticità gestionali (ad es. difficoltà con i fornitori, nel reperimento delle risorse umane, ecc.)	Prolungamento dei tempi previsti per le diverse attività di gestione a causa dell'emergenza epidemiologica da COVID-19.
Criticità finanziarie	Nessuna

4 - Altre informazioni

Riportare in questa sezione eventuali altri contenuti tecnici non descritti nelle sezioni precedenti

--

5 - Considerazioni finali

Riportare qui ogni considerazione che si ritiene utile inviare all'Amministrazione, inclusi suggerimenti sulle modalità per migliorare l'efficienza del processo di presentazione, valutazione e gestione di proposte da cofinanziare

6 - Relazione tecnica

DA COMPILARE SOLO IN CASO DI RELAZIONE FINALE

Descrivere le attività complessivamente effettuate, nonché i risultati innovativi e i prodotti che caratterizzano il Piano e le potenziali ricadute in ambito produttivo e territoriale

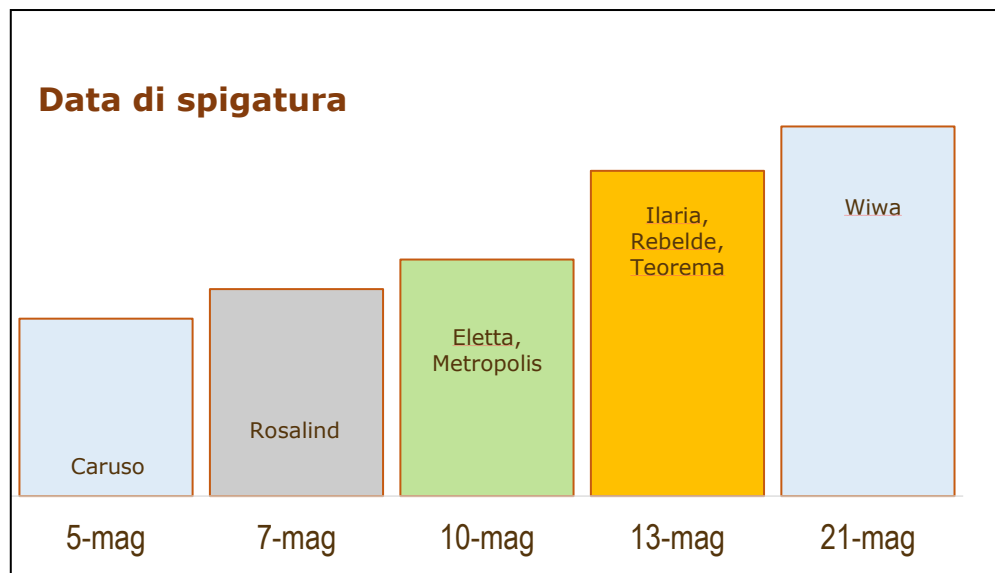
AZIONE 1 Confronti varietali per frumenti biologici di qualità

I confronti varietali in biologico sono stati effettuati nelle due annate agrarie 2018/2019 e 2019/2020 in due località, Parma (Azienda Agraria Stuard) e Ravenna (Horta Srl.), ripetuti su due precessioni, pisello proteico e pomodoro a Parma e pisello proteico e soia/grano a Ravenna. Le varietà di frumento tenero (*T. aestivum* L.) erano 9: Rebelde (Conase), Eletta (Isea agroservice), WIWA (GZPK), Rossalind (Isea Agroservice), Metropolis (Conase), Ilaria (Isea Agroservice), Caruso (SEMETICA), Teorema (Conase), Poesia (GZPK, solo per Parma). Quelle di frumento duro (*T. turgidum var durum* Desf.) erano 8: Daurur (Semetica), Emilio Lepido (SIS), Marco Aurelio (SIS), Antalis (CGS), Achille (Isea Agroservice), Marakas (RGT Italia), Platone (Conase) e Baronio (Conase).

FRUMENTO TENERO

Le varietà in prova hanno manifestato caratteristiche agrofenologiche molto diverse le une dalle altre: per quanto riguarda l'epoca di spigatura, Caruso è risultata la più precoce (5 maggio) e Wiwa la più tardiva (21 maggio). Poesia, presente solo a Parma, ha avuto un ciclo colturale analogo a Wiwa. L'epoca di spigatura si è differenziata soprattutto nel 2019, mentre nel 2020 la differenza fra la varietà più precoce e quella più tardiva è stata più contenuta.

Grafico 1 Epoca di spigatura



In nessuno dei campi si sono avuti fenomeni di allettamento. Wiwa e Poesia sono state le varietà più alte, superando mediamente il metro di altezza, mentre Teorema è risultata quella a sviluppo vegetativo più contenuto (69 cm l'altezza media).

Le malattie hanno avuto un'incidenza molto bassa in entrambe le annate e località, come visibile nella tabella sottostante. Anche nel 2019, annata in cui si sono avute condizioni di umidità e temperatura favorevoli allo sviluppo di patologie fungine, i campi si sono mantenuti sufficientemente sani.

Wiwa e Eletta hanno manifestato modesti sintomi di Oidio (a Ravenna) e di Septoria (a Parma).

Per quanto riguarda la Ruggine bruna, rilevata soprattutto nel 2019, Caruso, Eletta, Rebelde e Rosalind hanno avuto infezioni più diffuse, mentre Teorema e Ilaria non hanno praticamente avuto sintomi.

Nel 2020 a Ravenna sono state riscontrate infezioni di Ruggine nera, ma in epoca molto tardiva, a fine giugno, quando le piante erano già in avanzata fase di maturazione, soprattutto su Eletta, Metropolis, Rebelde e Wiwa; molto meno su Caruso, Ilaria e Teorema. In entrambe le annate e località non sono state riscontrate infezioni di Ruggine gialla, che hanno invece interessato diversi appezzamenti in Romagna nel 2020.

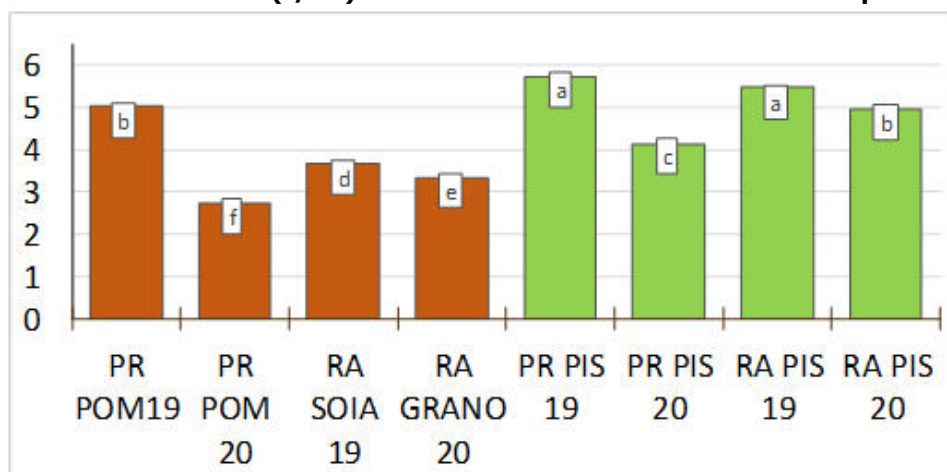
Tabella Sensibilità alle malattie.

Malattia	Più sensibili	Meno sensibili
Oidio	Eletta, Wiwa	Tutte le altre
Septoria	Eletta, Wiwa	Tutte le altre
Ruggine bruna	Caruso, Eletta, Rebelde, Rosalind	Ilaria, Teorema
Ruggine nera	Eletta, Metropolis, Rebelde, Wiwa	Caruso, Ilaria, Teorema
Fusariosi della foglia	Caruso, Eletta	Teorema, Wiwa
Fusariosi della spiga	Eletta, Teorema	Tutte le altre

Anche se nel 2019 si sono avute condizioni favorevoli allo sviluppo di fusariosi (pioggia e temperature non troppo elevate in spigatura/fioritura), negli appezzamenti in prova i sintomi hanno interessato solo Caruso ed Eletta per quanto riguarda i sintomi sulla foglia (a Ravenna sia nel 2019 che nel 2020) ed Eletta e Teorema per quanto riguarda i sintomi sulla spiga (solo nel 2019 a Parma) e con un'incidenza modesta. La presenza molto modesta di sintomi in campo è stata confermata dalle analisi di laboratorio che infatti non hanno rilevato in nessun caso la presenza di micotossine.

La produzione media è stata di 4,4 t/ha. Il 2019 è stato più produttivo (5 t/ha nel 2019 e 3,7 t/ha nel 2020). La precessione pisello è stata quella più produttiva in entrambi gli anni e località, mentre il pomodoro ha determinato rese di poco inferiori a pisello il primo anno, mentre nel 2020 è stato il campo con le rese peggiori (Grafico sottostante). Invece non si sono avute differenze statisticamente significative fra le due località. La soia, nonostante sia una leguminosa, si conferma una precessione non favorevole al frumento.

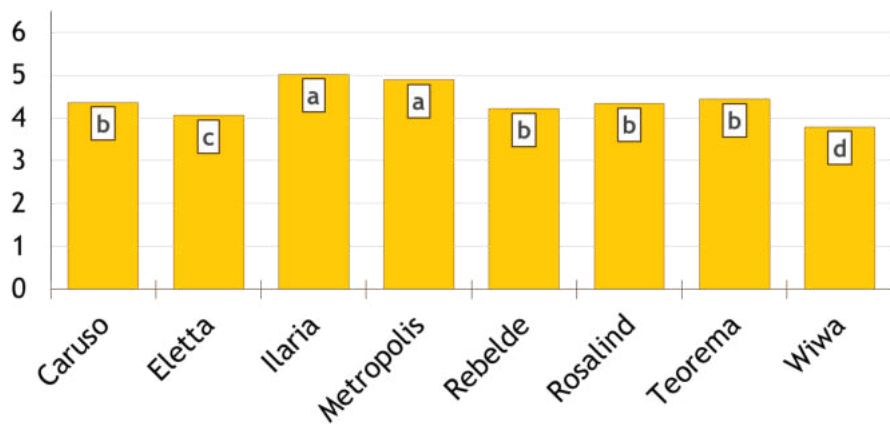
Grafico Resa media (t/ha) del frumento tenero a seconda della precessione.



Per quanto riguarda le varietà, Ilaria e Metropolis sono state le varietà più produttive e più costanti nelle due località e nei due anni. Rosalind, Rebelde e Teorema hanno avuto rese migliori a Ravenna mentre Caruso ed Eletta sono stati più produttive a Parma. Poesia ha avuto rese medie (4,4 t/ha) analoghe ad Eletta.

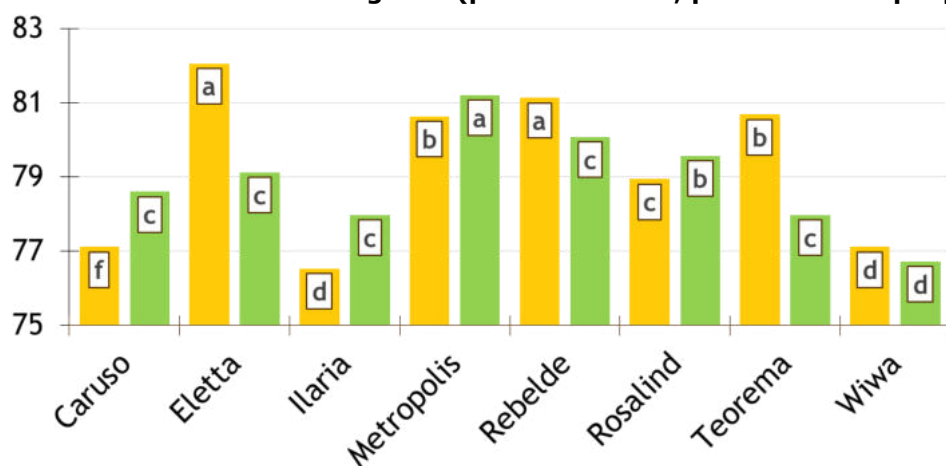
Wiwa ha avuto le rese più basse in tutte le prove.

Grafico Resa media (t/ha) del frumento tenero a seconda della varietà, complessivo dei dati ottenuti dalle due annate agrarie.



I pesi ettolitrici sono stati mediamente più alti a Parma rispetto a Ravenna e mediamente migliori con la precessione pisello rispetto alle altre precessioni.

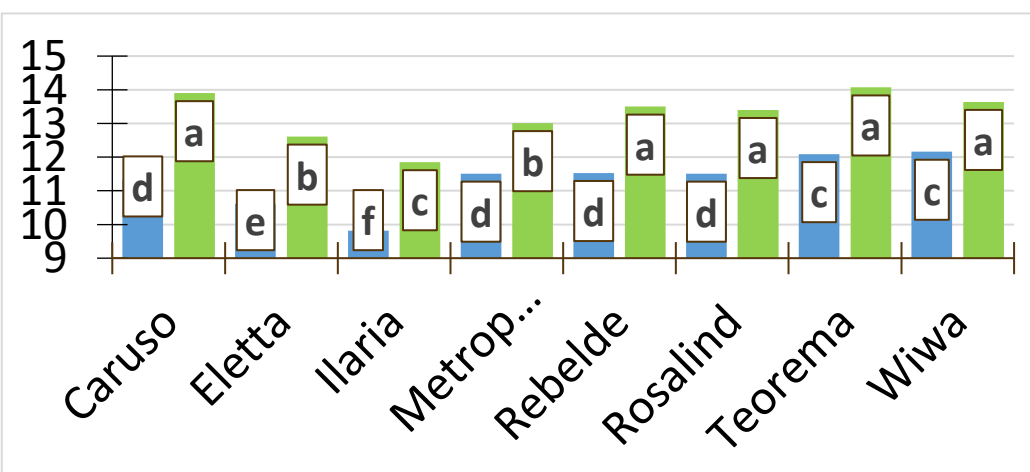
Grafico Peso ettolitrico del frumento tenero a seconda della precessione, complessivo dei dati ottenuti dalle due annate agrarie (pisello in verde, precessione depauperante in arancio)



I valori più alti, superiori a 81, si sono avuti con Eletta e Rebelde con precessione "sfavorevole" e con Metropolis su pisello. Questa varietà mantiene un buon peso ettolitrico anche con precessione sfavorevole. Ilaria invece ha fatto registrare i valori più bassi di peso ettolitrico assieme a Wiwa.

Il contenuto proteico, di solito scarso nelle colture cerealicole biologiche, con precessione pisello ha valori superiori al 12-13% per tutte le varietà ad eccezione di Ilaria. La percentuale proteica si abbassa drasticamente nel caso delle altre precessioni: soltanto Teorema e Wiwa mantengono una percentuale proteica intorno al 12% anche con precessione sfavorevole.

Grafico Contenuto proteico a seconda della precessione, complessivo dei dati ottenuti dalle due annate agrarie (pisello in verde, precessione depauperante in blu)



FRUMENTO DURO

Per il duro le differenze fenologiche sono molto più contenute rispetto al tenero. La varietà più precoce, Emilio Lepido, è spigata mediamente il 6 maggio, le più tardive, Baronio e Daurur, l'11 maggio. Anche per quanto riguarda l'altezza le differenze sono state molto limitate.

Tabella 2. Sensibilità alle malattie delle varietà di frumento duro in prova.

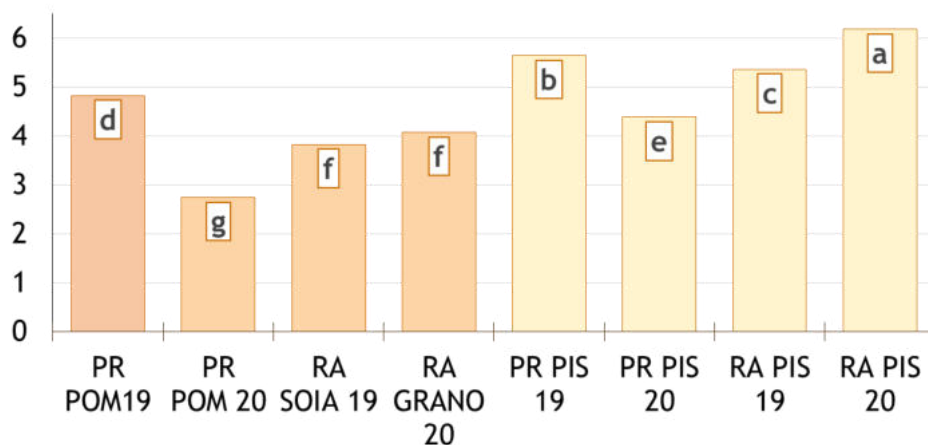
Malattia	Più sensibili	Meno sensibili
Septoria	Baronio, Daurur	Tutte le altre
Ruggine bruna	Achille, E. Lepido, Marakas, M. Aurelio	Antalis, Baronio
Fusariosi della spiga	Antalis, E. Lepido, M. Aurelio	

Per quanto riguarda l'incidenza delle malattie, i sintomi sono stati più frequenti rispetto al tenero, ma con un'incidenza sempre limitata. La Septoria ha colpito soprattutto Baronio e Daurur, mentre Achille, E. Lepido, M. Aurelio e Marakas sono state più soggette a Ruggine bruna.

Per quanto riguarda le fusariosi, i sintomi sulla spiga, molto modesti, sono stati rilevati solo nel 2019 a carico di Antalis, E. Lepido e M. Aurelio. Anche per il duro la successiva analisi della granella non ha rilevato la presenza di micotossine.

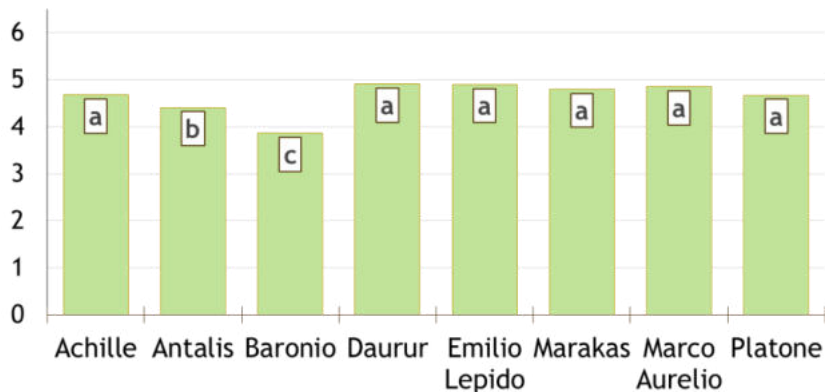
Le rese medie sono leggermente superiori al tenero (4,6 t/ha). La produttività media è stata statisticamente più elevata a Ravenna (4,9 t/ha) rispetto a Parma (4,4 t/ha). Anche per il duro le rese sono state più alte con precessione pisello rispetto alle altre precessioni e il pomodoro ha determinato rese discrete nel 2019 e pessime nel 2020.

Grafico Resa media (t/ha) del frumento duro a seconda della precessione, complessivo dei dati ottenuti dalle due annate agrarie.



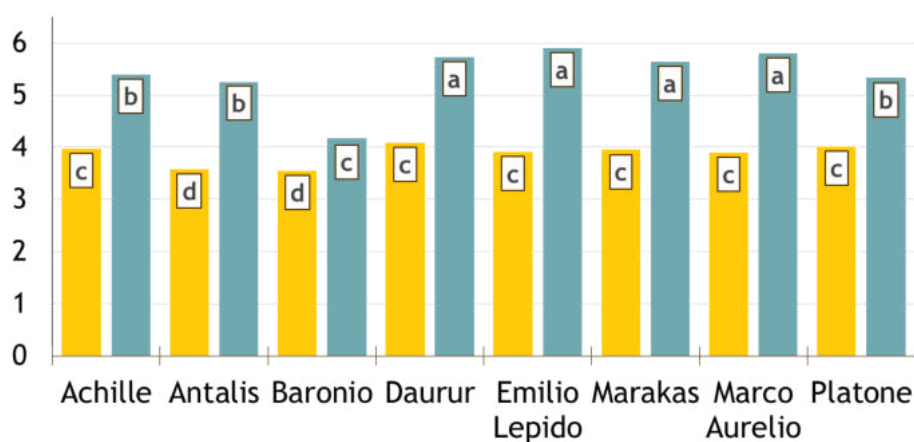
Per il duro si è avuta una minor differenziazione delle rese fra le varietà: tutte le varietà hanno lo stesso livello produttivo tranne Antalis e Baronio che sono state meno produttive. Daurur, Emilio Lepido e Marco Aurelio hanno prodotto mediamente bene in entrambe le località.

Grafico Resa media (t/ha) del frumento duro a seconda della varietà, complessivo dei dati ottenuti dalle due annate agrarie.



Anche per il duro le rese più elevate si sono avute con precessione di pisello proteico.

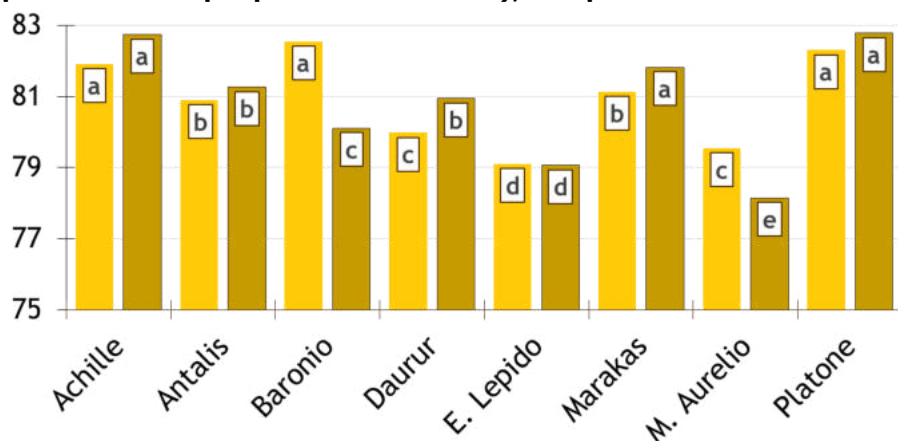
Grafico Resa media (t/ha) del frumento duro a seconda della varietà e della precessione (pisello in blu) , complessivo dei dati ottenuti dalle due annate agrarie.



I pesi ettolitrici sono stati superiori a Parma (83,9) rispetto a Ravenna (78,9).

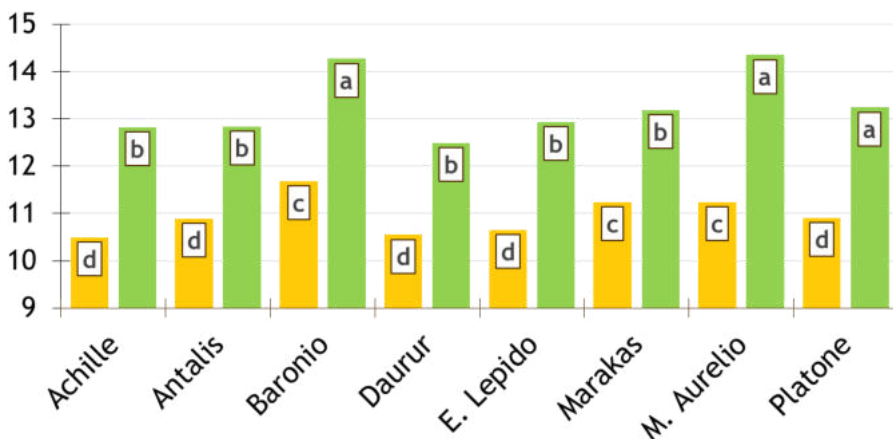
Nella media delle prove Achille e Platone mantengono ottimi valori di peso ettolitrico anche con precessione sfavorevole, così come Antalis e Marakas, con valori leggermente inferiori, ma superiori a 80. A Ravenna solo Antalis e Platone con entrambe le precessioni, Marakas con precessione pisello e Baronio con precessione sfavorevole raggiungono tale valore.

Grafico Peso ettolitrico del frumento duro a seconda della precessione (pisello in marrone, precessione depauperante in arancio), complessivo dei dati ottenuti dalle due annate agrarie.



La percentuale di proteine (12,1%) è analoga al tenero, senza differenze fra le due località. I valori più alti si riscontrano con la precessione pisello (13,3 la media). Platone, Marco Aurelio e Baronio hanno i valori più alti.

Grafico Percentuale proteica del frumento duro a seconda della precessione (pisello in verde, precessione depauperante in arancio), complessivo dei dati ottenuti dalle due annate agrarie.



CONCLUSIONI

Una precessione favorevole, segnatamente, nel nostro caso, il pisello proteico, si è confermata come un fattore determinante per l'ottenimento di produzioni quanti/qualitativamente soddisfacenti anche in annate non favorevoli alla coltura.

La soia, confermando i risultati di prove precedenti, nonostante sia una leguminosa, determina rese molto basse se precede il frumento.

Il pomodoro da industria sul grano successivo ha un effetto quasi equivalente al pisello oppure pessimo a seconda dell'andamento stagionale, confermando anche in questo caso i risultati ottenuti in prove precedenti.

Alcune varietà, Ilaria e Metropolis per il tenero, Daurur, Emilio Lepido e Marco Aurelio per il duro garantiscono buone produzioni in entrambi gli ambienti di prova, con rese intorno o superiori alle 6 t/ha nel caso di precessione favorevole.

Dal punto di vista della qualità, soprattutto riguardo il contenuto proteico, la precessione diventa ancora più importante per ottenere risultati accettabili, anche se non a livello della classe prevista.

Alcune varietà abbinano buone rese e buon contenuto proteico (es. Metropolis, Rebelde per i teneri, Platone per i duri).

Per quanto riguarda la sanità delle produzioni, non sembra esserci una maggior presenza di infezioni negli appezzamenti biologici rispetto ad altri tipi di coltivazione. È comunque consigliabile preferire varietà resistenti ai diversi patogeni, data la scarsità di mezzi di contrasto per eventuali infezioni.

AZIONE 2 Tecniche agronomiche in biologico

Nelle stagioni colturali 2018/2019 e 2019/2020 presso Horta srl di Ravenna e l'Azienda Agraria Stuard di Parma sono state condotte prove sperimentali in regime biologico allo scopo di valutare l'efficacia di diverse strategie volte a contenere lo sviluppo di malattie fungine e malerbe.

Relativamente alle prove di difesa in parcelle di frumento duro (var. Emilio Lepido) e tenero (var. Rebelde) sono stati confrontati il non trattamento, il biostimolante *Crop Max*, i prodotti *Thiopron* (Zolfo 53,7%, 825 g/l) e *Poltiglia Disperss* (Solfato di rame 20%). Le tesi erano tre: la prima è stata trattata solo con *Crop Max*, la seconda con *Thiopron* e *Poltiglia Disperss* e l'ultima con una miscela di *Crop Max*, *Thiopron* e *Poltiglia Disperss*.

Le applicazioni si sono ripetute 2 o 3 volte a seconda del protocollo, in particolare tra l'inizio della levata e la fioritura del grano. In entrambe le località si è seguito lo stesso protocollo e le prove sono state condotte con grano coltivato dopo una coltura arricchente (Pisello proteico).

I dati ottenuti alla raccolta (resa ad ettaro al 13% di umidità, proteine in percentuale della sostanza secca e peso ettolitrico) sono stati accompagnati da rilievi visivi di campo eseguiti in fase di maturazione lattea/cerosa, con lo scopo di valutare il livello di gravità dei sintomi di malattia comparsi sulle foglie e sulle spighe.

L'andamento stagionale particolarmente asciutto nel periodo primaverile in entrambe le annualità non ha favorito l'insorgenza di attacchi fungini particolarmente aggressivi. Talvolta il testimone ha registrato più sintomi di malattia rispetto alle tesi trattate, nonostante i dati raramente siano risultati significativi da un punto di vista statistico. Anche valutando i parametri quantitativi e qualitativi non si sono registrate numerose differenze tra il testimone e le tesi trattate.

Si può quindi affermare che in annate con bassa pressione di malattia la difesa fungina condiziona poco la produttività della coltura e la scelta varietale rimane quindi la strategia migliore per scoraggiare l'insorgenza delle patologie fungine.

Oltre alle malattie fungine anche una forte competizione delle malerbe può pregiudicare la produttività. In particolare l'impossibilità di utilizzare erbicidi di sintesi costringe gli agricoltori ad adottare strategie alternative come la semina a spaglio rispetto a quella più classica a file e l'uso dell'erpice strigliatore. Per valutare gli effetti di queste tecniche sono state condotte prove su Emilio Lepido e Rebelde. In particolare le quattro tesi confrontate prevedevano l'uso o meno dell'erpice strigliatore sia per la semina a file sia per la semina a spaglio. I classici rilievi quanti-qualitativi ottenuti a fine ciclo colturale (resa ad ettaro al 13% di umidità, proteine in percentuale della sostanza secca e peso ettolitrico) sono stati integrati con rilievi floristici per individuare il grado di copertura delle essenze presenti in campo.

L'erpice strigliatore è stato utilizzato nella prima metà di marzo, con il grano in fase di accestimento. Numerosi sono i benefici riscontrati:

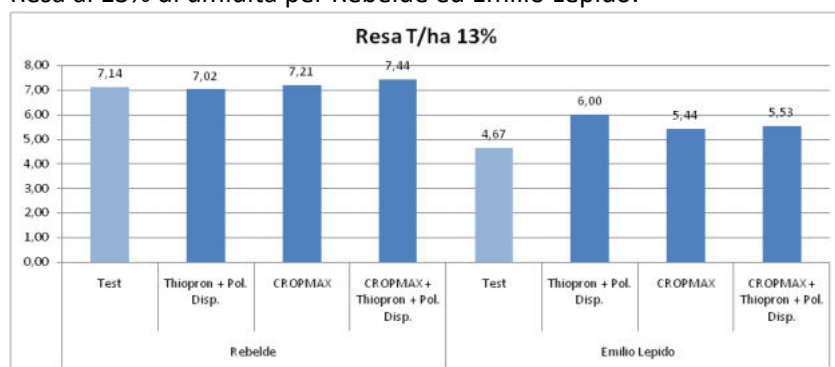
- rottura della crosta creata dopo le piogge invernali, specialmente quando i terreni sono particolarmente limosi come nel caso di Ravenna;
- incremento dell'accestimento nel grano. Se l'erpice viene applicato quando il grano è ben ancorato al suolo si evita un danneggiamento;
- interrimento di concimi organici pellettati e trasemina di colture consociate;
- sradicamento delle infestanti in fase di germinazione.

L'applicazione dell'erpice strigliatore sia su semina a file che a spaglio non ha causato perdite produttive significative: questo potrebbe però capitare con grano in fase di emergenza o di inizio levata. La sua utilità, poi, si riduce se sono presenti in campo gravi infestazioni e il suo utilizzo è fortemente sconsigliato se l'andamento meteo è particolarmente umido durante l'accestimento.

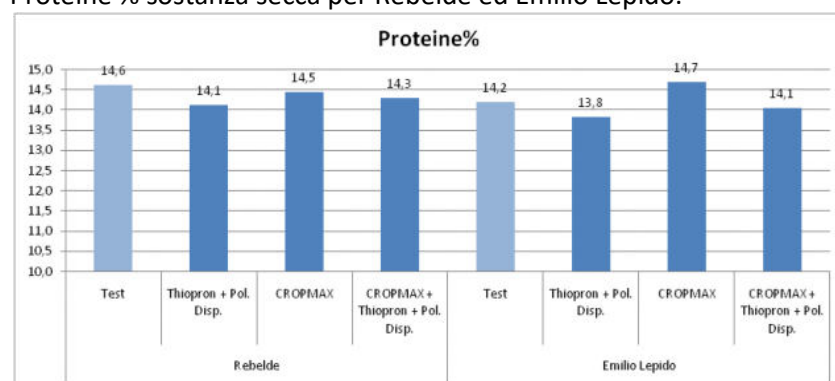
Infine confrontando la semina a file con quella a spaglio non si sono riscontrate differenze apprezzabili: la semina a spaglio permette normalmente una più rapida copertura del suolo che ostacola la nascita delle malerbe, ma questo fenomeno non è stato riscontrato in quanto in campo non erano presenti infestazioni particolarmente importanti.

Prova difesa 2019 Ravenna (pisello proteico)

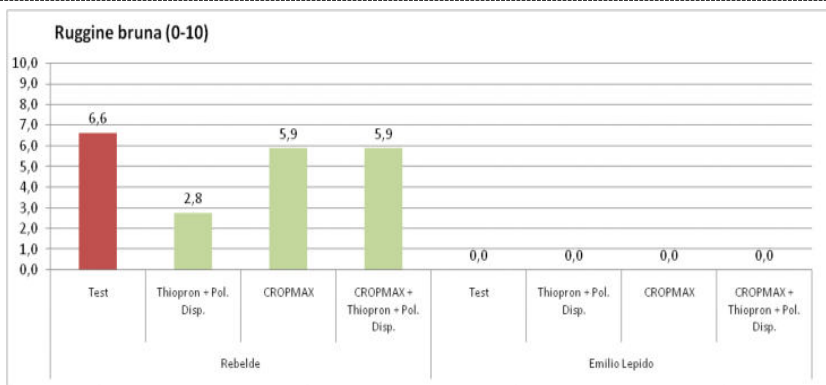
Resa al 13% di umidità per Rebelde ed Emilio Lepido.



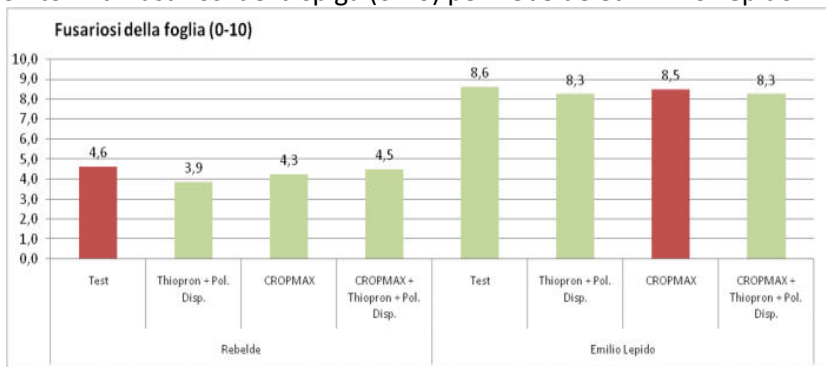
Proteine % sostanza secca per Rebelde ed Emilio Lepido.



Sintomi di ruggine bruna (0-10) per Rebelde ed Emilio Lepido.

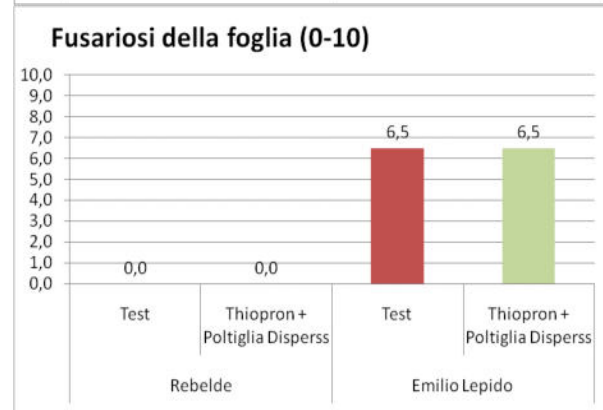
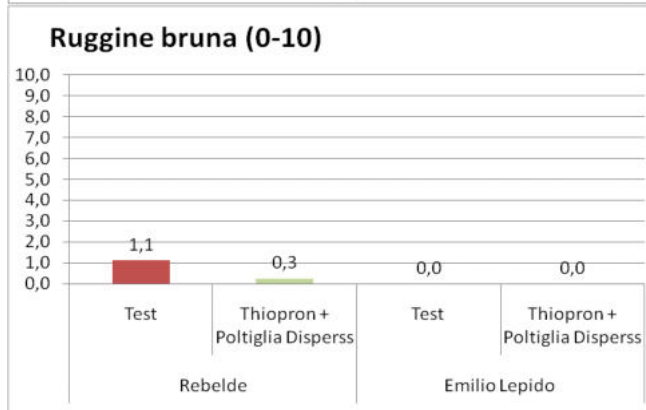
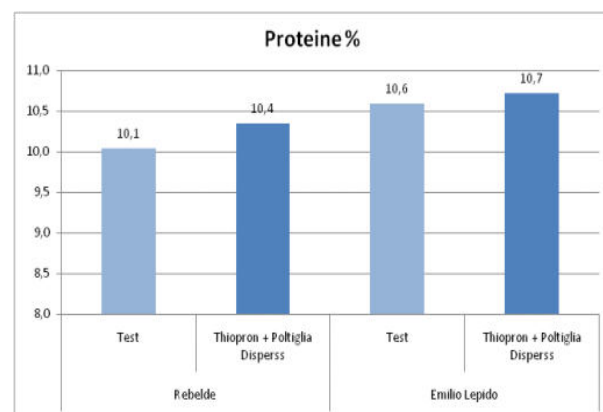
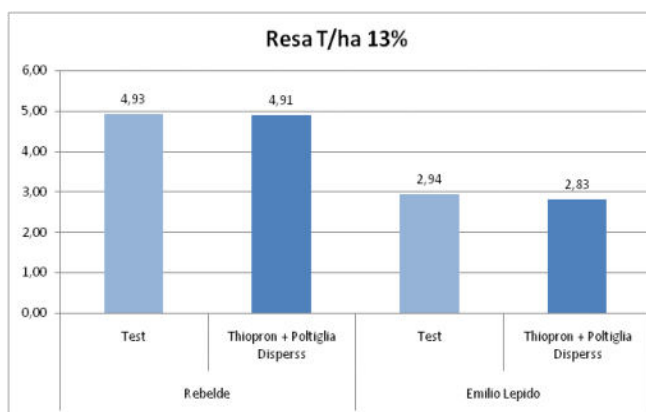


Sintomi di fusariosi della spiga (0-10) per Rebelde ed Emilio Lepido.



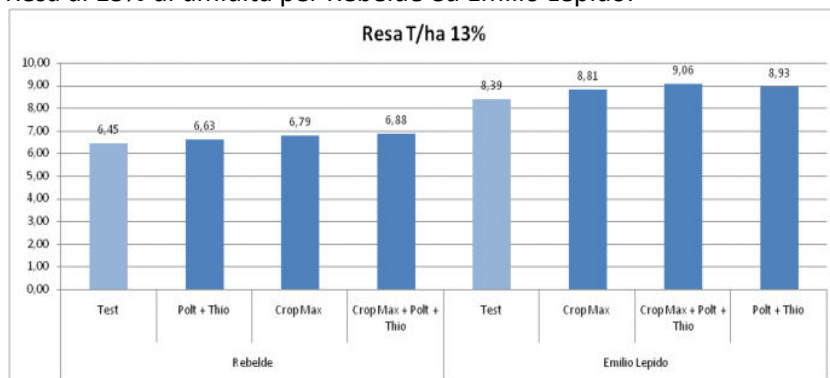
Prova difesa 2019 Ravenna (soia)

Resa al 13% di umidità, proteine % sostanza secca, sintomi di ruggine bruna (0-10) e sintomi di fusariosi della foglia (0-10) per Rebelde e Emilio Lepido.

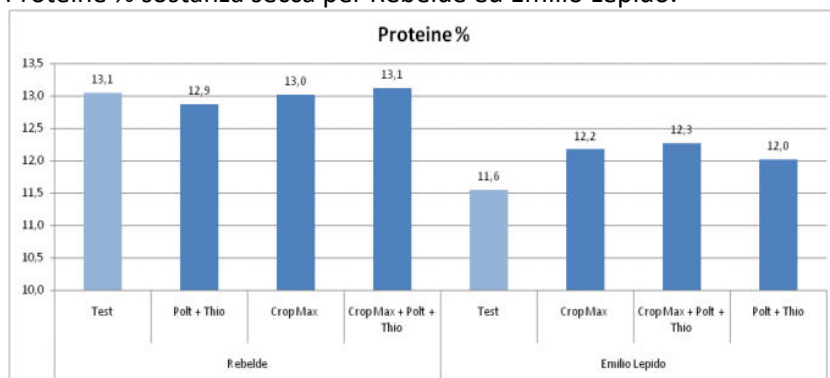


Prova difesa 2020 Ravenna (pisello proteico)

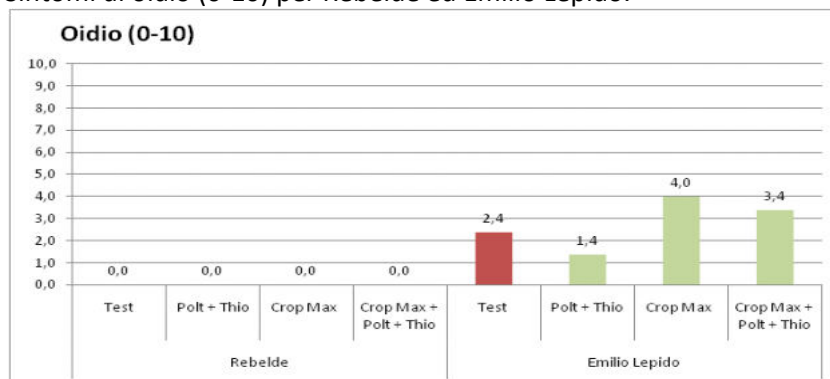
Resa al 13% di umidità per Rebelde ed Emilio Lepido.



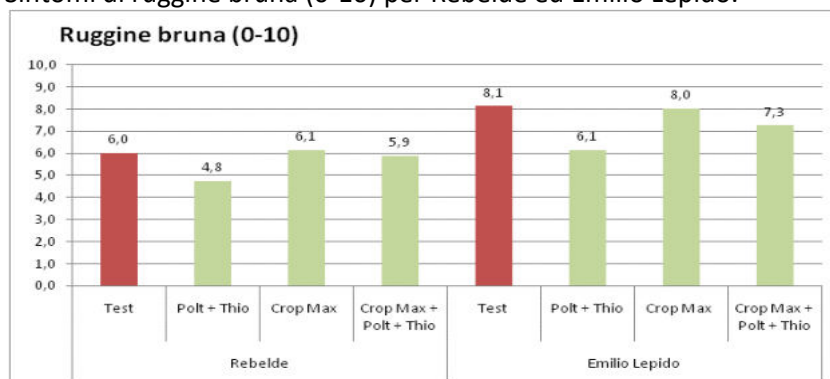
Proteine % sostanza secca per Rebelde ed Emilio Lepido.



Sintomi di oidio (0-10) per Rebelde ed Emilio Lepido.

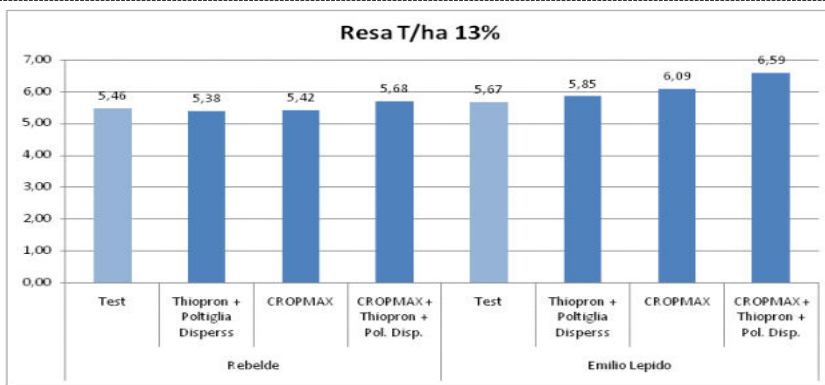


Sintomi di ruggine bruna (0-10) per Rebelde ed Emilio Lepido.

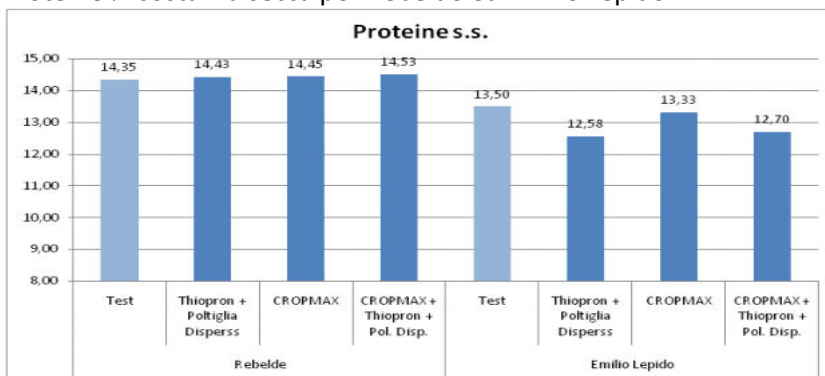


Prova difesa 2019 Parma (pisello proteico)

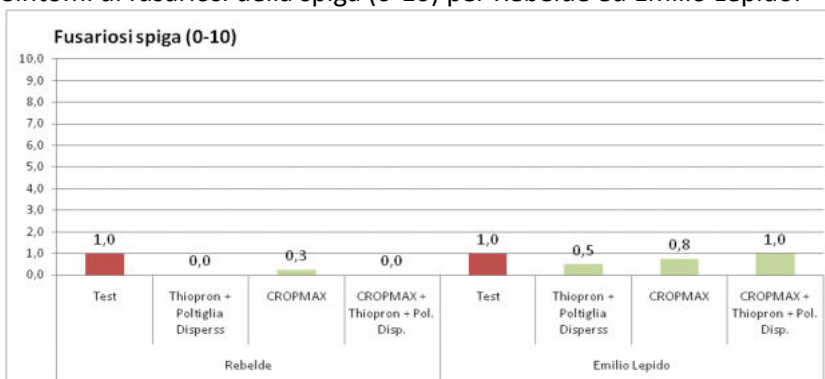
Resa al 13% di umidità per Rebelde ed Emilio Lepido.



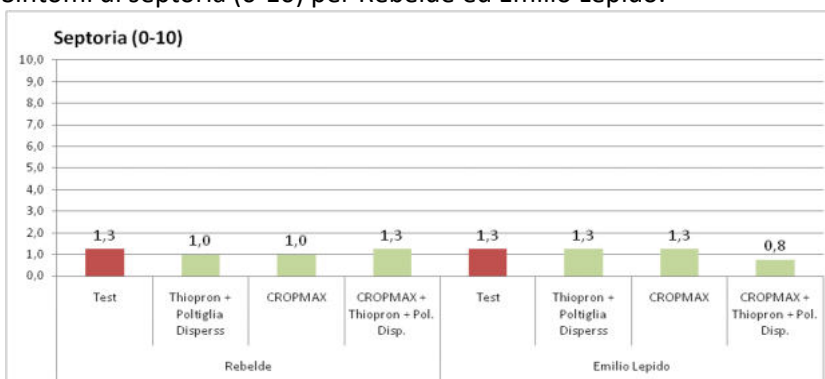
Proteine % sostanza secca per Rebelde ed Emilio Lepido.



Sintomi di fusariosi della spiga (0-10) per Rebelde ed Emilio Lepido.

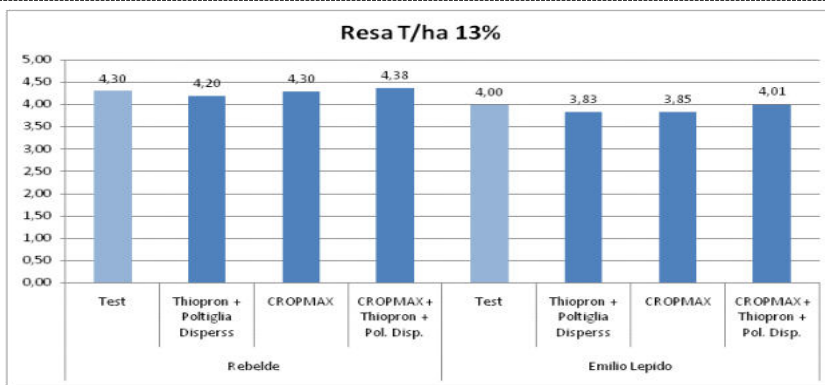


Sintomi di septoria (0-10) per Rebelde ed Emilio Lepido.

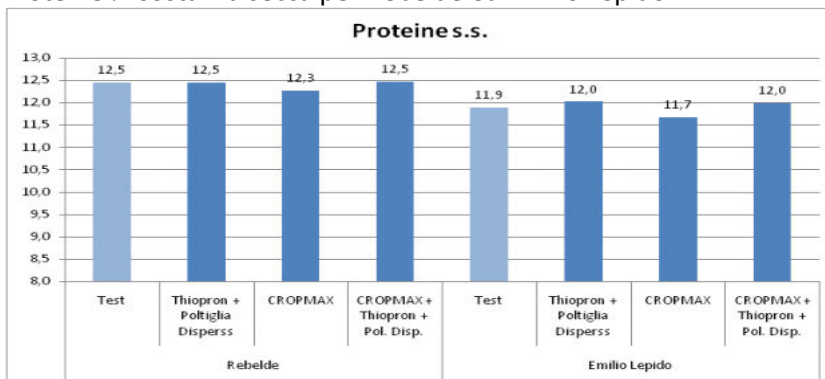


Prova difesa 2020 Parma (pisello proteico)

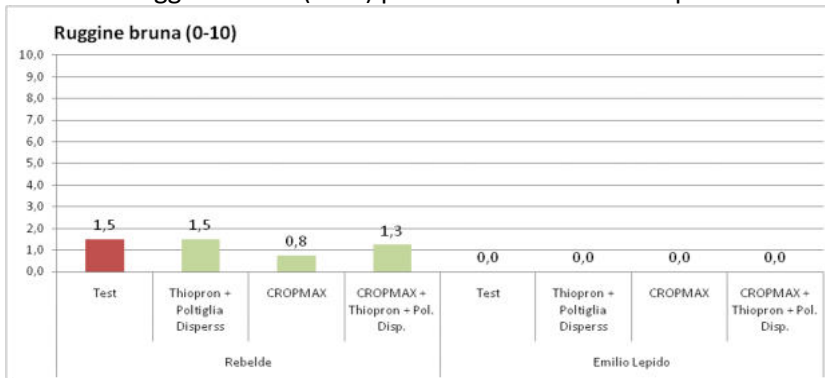
Resa al 13% di umidità per Rebelde ed Emilio Lepido.



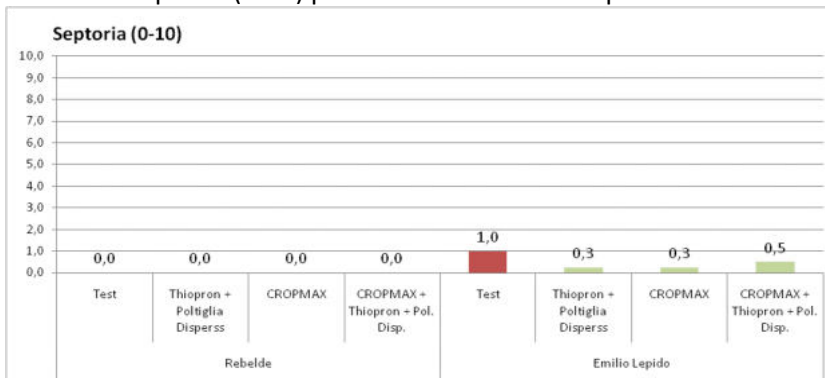
Proteine % sostanza secca per Rebelde ed Emilio Lepido.



Sintomi di ruggine bruna (0-10) per Rebelde ed Emilio Lepido.

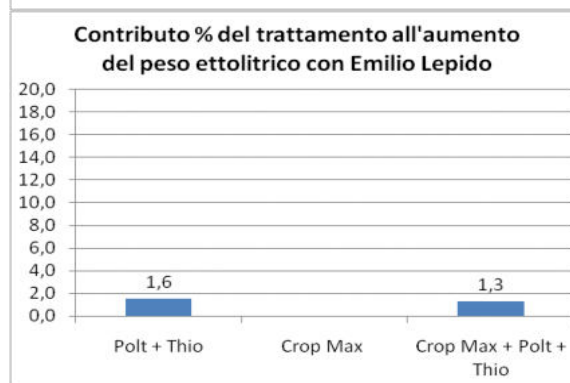
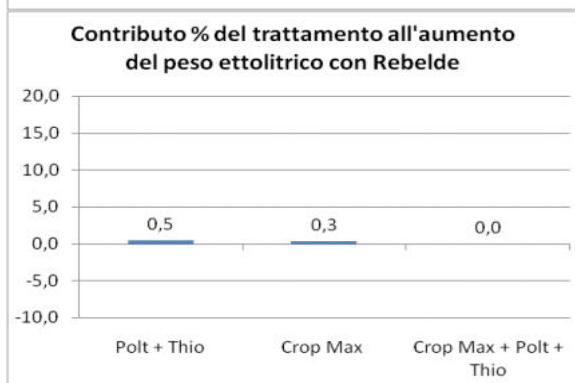
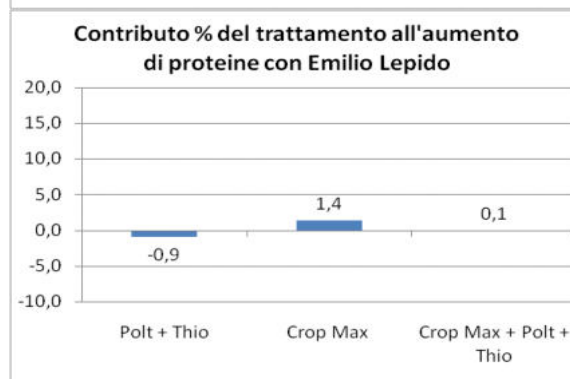
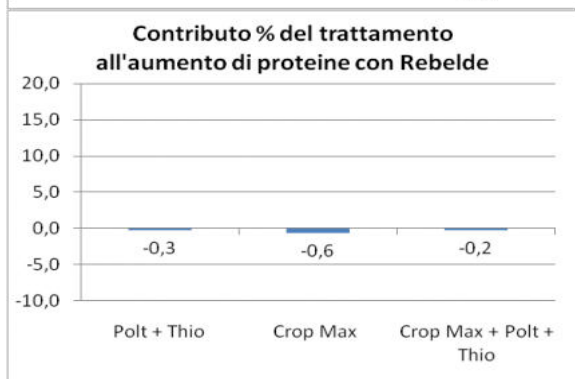
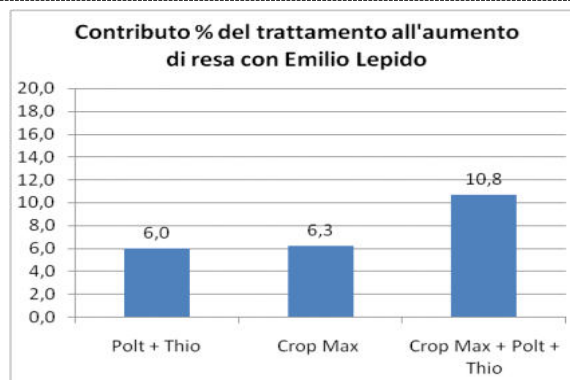
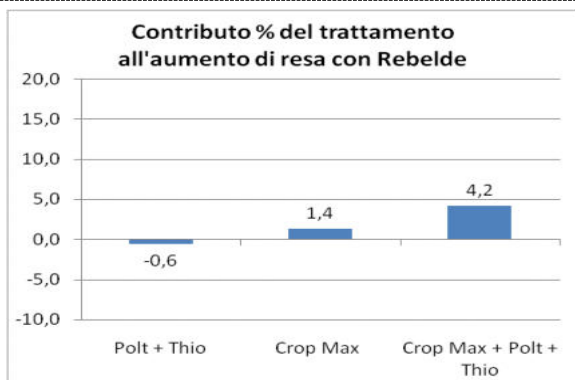


Sintomi di septoria (0-10) per Rebelde ed Emilio Lepido.

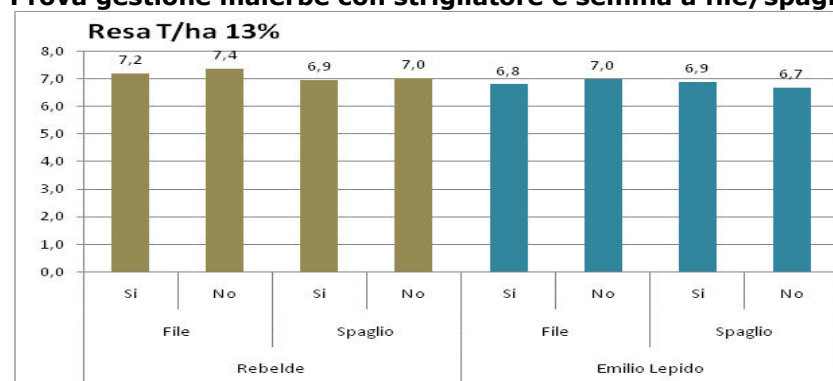


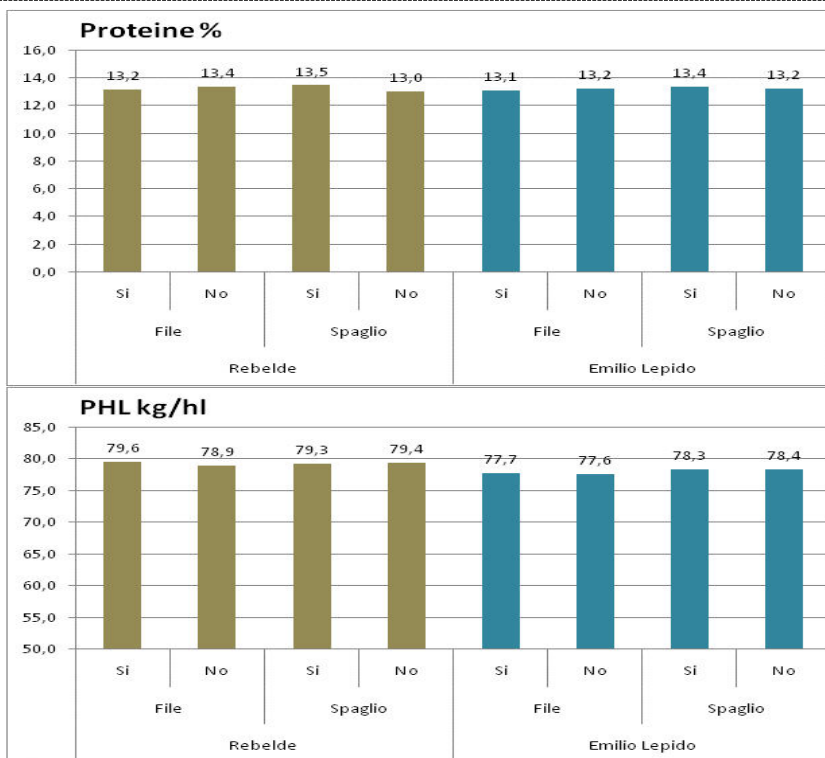
Contributo del trattamento

Contributo ottenuto dal trattamento rispetto al test non trattato. Valori medi ottenuti da tutte le prove svolte nel progetto in entrambe le località.

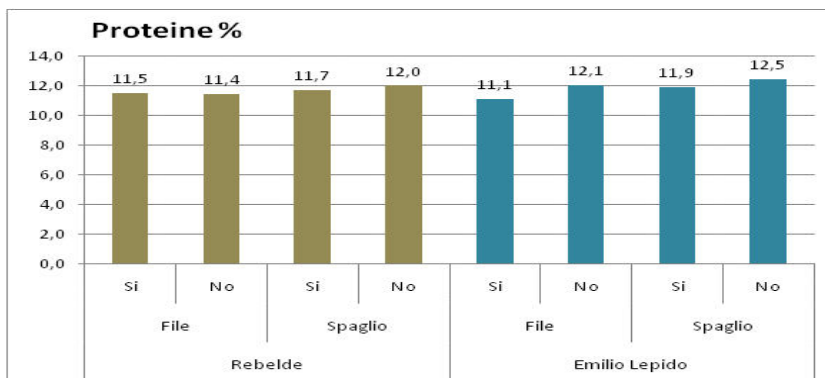
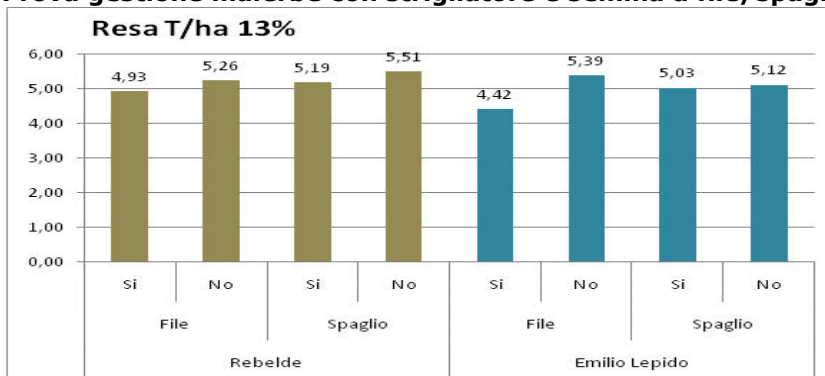


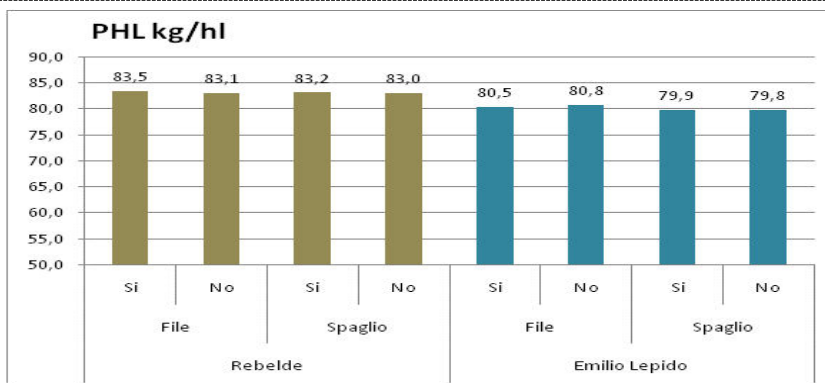
Prova gestione malerbe con strigiatore e semina a file/spaglio Ravenna





Prova gestione malerbe con strigiatore e semina a file/spaglio Parma

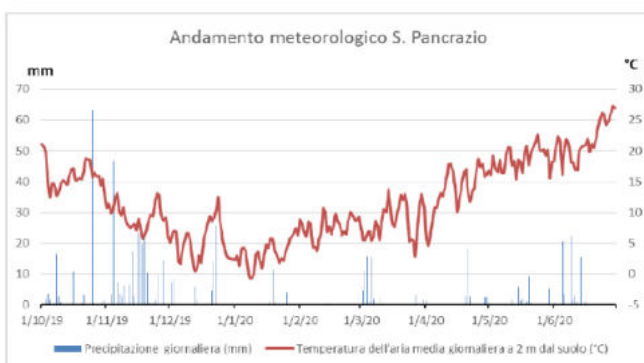
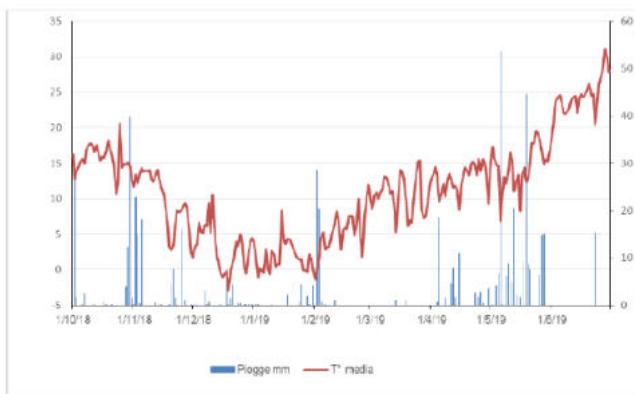




AZIONE 3 Valorizzazione dell'agrobiodiversità

È noto che i fattori ambientali e agronomici hanno una notevole influenza nel determinare l'espressione dei prodotti del metabolismo secondario, quali ad esempio i polifenoli e i flavonoidi. A tale proposito, di seguito sono riportati i valori di temperatura media giornaliera e di precipitazioni osservate nelle due annate agrarie presso l'Azienda Stuard.

Andamento meteorologico registrato nel 2018/19 (in alto) e nel 2019/20 (in basso)



Come è possibile rilevare dai grafici riportati, le due annate agrarie hanno mostrato andamenti meteorologici estremamente diversi. Nel 2018/19 la piovosità è risultata concentrata nel mese di novembre e nei mesi di aprile e maggio, con conseguente effetto anche sulle temperature medie (comprese tra 7 e 15°C). La seconda annata agraria è risultata decisamente meno piovosa rispetto alla prima, ad eccezione dei mesi novembre e dicembre, nei quali si è osservata una piovosità estremamente elevata, che ha determinato un notevole ritardo nelle semine (avvenute infatti in data 30/12/2019). Nel periodo relativo alla maturazione-raccolta del frumento, invece, le temperature medie sono risultate più elevate rispetto al primo anno, mentre le precipitazioni registrate sono risultate decisamente scarse.

Dal momento che la sintesi dei composti del metabolismo secondario, è strettamente collegata e relazionata con la sintesi dei metaboliti primari (proteine, amido), nella tabella successiva si riportano le medie produttive delle 10 accessioni, in funzione dell'annata agraria e della gestione agronomica adottata.

Rese/ettaro delle 10 accessioni per annata agraria e gestione agronomica

Resa (t/ha)	Biologico 18/19	Biologico 19/20	Convenzionale 18/19	Convenzionale 19/20
Ardito	3,71	3,08	3,27	2,24
Bologna	4,43	2,24	3,75	4,46
Fiorello	3,29	1,60	4,04	2,95
Virgilio	4,07	2,06	4,12	2,04
Cappelli	3,06	2,08	2,31	2,94
Odisseo	4,14	2,16	3,71	3,62
Miracolo	3,00	1,90	2,95	2,15
Norberto	2,89	1,03	3,38	2,00
Garfagnana	4,35	1,69	3,70	1,70
Benedetto	3,03	1,08	2,89	1,97
Media	3,60	1,81	3,41	2,69

Complessivamente, la prima annata agraria è risultata decisamente più produttiva rispetto alla seconda annata di prova, sia per la gestione biologica (3,60 t/ha nel 18/19 e 1,81 nel 19/20) che per il convenzionale (3,41 t/ha nel 18/19 e 2,69 nel 19/20). Considerando che la gestione agronomica convenzionale prevedeva una concimazione azotata, non prevista per la gestione biologica, la prima annata mostra rese produttive simili per il biologico (3,60 t/ha) e per il convenzionale (3,41 t/ha), mentre la seconda annata mostra valori più elevati per il convenzionale, ma decisamente bassi rispetto alla produttività media del frumento nei nostri areali (2,69 t/ha).

Contenuto in polifenoli (totali, liberi, legati) e flavonoidi (totali, liberi, legati)

Osservando i dati relativi al contenuto in composti fenolici, in funzione del fattore anno si osservano differenze significative per il contenuto in polifenoli free (PF, polifenoli liberi), bound (PB, polifenoli legati) e totali (PT), e in relazione al contenuto in flavonoidi free (FF, flavonoidi liberi) e bound (FB, polifenoli legati). Per tutte queste variabili (PF, PB, PT e FF), ad eccezione di FB, i valori osservati sono risultati più elevati nella prima annata agraria piuttosto che nella seconda; per i FB l'andamento è risultato opposto. Complessivamente, le condizioni meteo osservate nel corso della prima annata hanno determinato un incremento medio di circa il 20% sul contenuto in polifenoli, ed una differenza di circa il 15% sul contenuto in flavonoidi.

Per quanto riguarda il confronto tra gestione agronomica biologica e convenzionale, non si sono osservate differenze statisticamente significative, né per i polifenoli né per i flavonoidi.

Contenuto in polifenoli e flavonoidi per annata agraria e gestione agronomica

	POLIFENOLI (mg/100g)			FLAVONOIDI (mg/100g)		
	FREE	BOUND	TOTALI	FREE	BOUND	TOTALI
Anno	***	**	***	***	***	ns
2018/19	104.08 (a)	126.66 (a)	230.74 (a)	66.21 (a)	40.25 (b)	106.45
2019/20	83.38 (b)	107.89 (b)	191.27 (b)	55.14 (b)	47.64 (a)	102.78
Gestione agronomica	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Biologica	91.41	120.09	211.50	61.49	44.36	105.19
Convenzionale	95.63	113.82	209.44	59.63	43.70	103.99
Anno * Gestione	ns	ns	ns	ns	ns	ns

In relazione al confronto tra le diverse varietà, i genotipi Ardito e Fiorello hanno mostrato un contenuto in polifenoli totali superiore rispetto alle altre varietà oggetto di studio. Tra le varietà con il contenuto in polifenoli totali più basso invece, ritroviamo invece Odisseo e il farro della Garfagnana. Per il contenuto in flavonoidi totali la varietà Ardito si conferma con i valori più alti (134.74 mg/100g), mentre la varietà Virgilio risulta la varietà con il contenuto statisticamente più basso (93.52 mg/100g).

Contenuto in polifenoli e flavonoidi per varietà

	POLIFENOLI (mg/100g)			FLAVONOIDI (mg/100g)		
	FREE	BOUND	TOTALI	FREE	BOUND	TOTALI
Varietà	***	***	***	***	***	***
Ardito	101.47 (bc)	144.08 (a)	245.56 (a)	71.94 (a)	62.80 (a)	134.74 (a)
Fiorello	129.39 (a)	121.12 (b)	250.51 (a)	69.30 (ab)	42.23 (bc)	111.53 (b)
Virgilio	108.00 (b)	122.30 (b)	230.30 (ab)	60.89 (abc)	32.63 (d)	93.52 (c)
Bologna	88.73 (bc)	117.40 (b)	206.15 (bc)	65.05 (abc)	37.63 (cd)	102.68 (bc)
Cappelli	92.55 (bc)	128.28 (b)	220.84 (abc)	54.44 (c)	43.40 (bc)	97.85 (bc)
Odisseo	80.00 (c)	111.88 (bc)	191.88 (c)	55.92 (c)	41.92 (bc)	97.84 (bc)
Miracolo	82.80 (c)	119.78 (b)	202.58 (bc)	59.45 (abc)	48.66 (b)	108.11 (bc)
Benedetto	77.05 (c)	123.09 (b)	200.15 (bc)	54.75 (c)	47.18 (bc)	101.93 (bc)
Norberto	99.34 (bc)	101.25 (c)	200.59 (bc)	56.87 (bc)	48.48 (b)	105.35 (bc)
Garfagnana	77.31 (c)	87.89 (d)	165.20 (d)	59.57 (abc)	40.12 (bcd)	99.70 (bc)
Specie	**	**	**	ns	ns	ns
Fruenti diploidi	99.34 (b)	101.25 (b)	200.59 (b)	56.87	48.48	105.35
Fruenti tetraploidi	83.16 (c)	111.96 (b)	195.12 (b)	57.35	43.53	100.88
Fruenti esaploidi	100.90 (a)	124.63 (a)	225.53 (a)	63.99	43.53	107.52

Complessivamente, tra le categorie di frumenti prese in esame (diploidi, tetraploidi ed esaploidi), non si osservano differenze significative per il contenuto in flavonoidi, mentre per il contenuto in polifenoli totali le varietà esaploidi mostrano un contenuto più elevato (rispettivamente l'11 e il 13% in più rispetto a tetraploidi e diploidi).

Determinazione dell'attività anti-radicalica degli estratti fenolici

Similmente a quanto osservato per i composti fenolici, le attività antiossidanti misurate con le attività DPPH e FRAP non sono risultate variare in modo significativo in funzione della gestione agronomica. Solo in funzione del fattore anno, l'attività DPPH è risultata più elevata nel primo anno, in analogia con quanto osservato per il contenuto in polifenoli totali.

Attività DPPH e FRAP per annata agraria, gestione agronomica e varietà

	POLIFENOLI TOT	FLAVONOIDI TOT	DPPH	FRAP
Anno	***	ns	***	ns
2018/19	230.74 (a)	106.45	3.45 (a)	1.05
2019/20	191.27 (b)	102.78	2.99 (b)	1.02
Gestione agronomica	ns	ns	ns	ns
Biologica	211.50	105.19	3.22	1.03
Convenzionale	209.44	103.99	3.20	1.06
Anno * Gestione	ns	ns	ns	ns

	POLIFENOLI TOT	FLAVONOIDI TOT	DPPH	FRAP
Varietà	***	***	***	***
Ardito	245.56 (a)	134.74 (a)	4.13 (a)	1.32 (a)
Fiorello	250.51 (a)	111.53 (b)	3.60 (ab)	1.16 (b)
Virgilio	230.30 (ab)	93.52 (c)	3.30 (b)	1.02 (c)
Bologna	206.15 (bc)	102.68 (bc)	3.51 (ab)	1.06 (bc)
Cappelli	220.84 (abc)	97.85 (bc)	3.54 (ab)	1.16 (b)
Odisseo	191.88 (c)	97.84 (bc)	3.24 (b)	1.01 (c)
Miracolo	202.58 (bc)	108.11 (bc)	3.32 (bc)	1.09 (bc)
Benedetto	200.15 (bc)	101.93 (bc)	2.88 (bcd)	1.06 (bc)
Norberto	200.59 (bc)	105.35 (bc)	2.53 (cd)	0.82 (d)
Garfagnana	165.20 (d)	99.70 (bc)	2.30 (d)	0.74 (d)
Specie	**	ns	***	***
Fruenti diploidi	200.59 (b)	105.35	2.54 (c)	0.82 (c)
Fruenti tetraploidi	195.12 (b)	100.88	3.10 (b)	1.00 (b)
Fruenti esaploidi	225.53 (a)	107.52	3.45 (a)	1.12 (a)

Tra le varietà, la varietà Ardito mostra la maggior attività antiossidante sia con il saggio DPPH che con il saggio FRAP. Similmente a quanto osservato per l'andamento dei polifenoli e dei flavonoidi in funzione delle diverse specie, le attività antiossidanti risultano più elevate per i frumenti esaploidi, seguite dai tetraploidi e dai diploidi. L'elaborazione dei dati ha infine permesso di rilevare una correlazione

statisticamente significativa tra contenuto in polifenoli totali e attività antiossidante DPPH ($r= 0.623$ per $P<0.001$) e con l'attività FRAP ($r= 0.544$ per $P<0.001$).

Identificazione e quantificazione del contenuto in acidi fenolici

Numerose pubblicazioni si sono focalizzate sugli effetti determinati dall'ambiente di coltivazione o dal fattore genotipo nell'accumulo di acidi fenolici nella granella di frumento (R. Fernandez-Orozoco *et al.*, J. Agric. Food Chem. 58, 2010; L. Li *et al.*, J. Agric. Food Chem. 56, 2008; A. Mpofu *et al.*, J. Agric. Food Chem. 54, 2006), rilevando spesso differenze in termini qualitativi. I lavori pubblicati non si sono però concentrati sulla quantificazione, che invece è un aspetto di fondamentale importanza non solo per gli effetti benefici sulla salute umana dei polifenoli, ma anche per le loro funzioni essenziali di difesa contro patogeni, parassiti e predatori.

Oltre alle proprietà antiossidanti e agli effetti antiossidanti, l'acido ferulico, l'acido idrossibenzoico e l'acido vanillico sono anche caratterizzati da un forte profumo. Pertanto, la diversa composizione degli acidi fenolici nelle diverse accessioni può, non solo avere effetti sulla salute dei consumatori, ma anche influenzare la loro percezione dei prodotti in funzione delle caratteristiche sensoriali conferite alle farine e/o ai prodotti trasformati (ad esempio, pane).

Essendo gli acidi fenolici una sottoclasse dei polifenoli, l'andamento osservato in funzione dei fattori "anno" e "gestione agronomica" è del tutto assimilabile a quanto precedentemente descritto.

Complessivamente, l'annata 2018/19 mostra valori statisticamente più elevati per l'acido idrossi-benzoico, l'acido vanillico e l'acido siringico.

Per quanto riguarda invece il confronto tra le accessioni oggetto di studio, complessivamente i frumenti teneri e duri presentano un maggior contenuto in acidi fenolici rispetto ai farri (monococco, dicocco e spelta). Tale risultato può essere ascrivibile anche al fatto che il contesto di pianura nel quale si è svolta la prova, non rappresenta l'ambiente di coltivazione ottimale per la coltivazione dei farri, che risultano maggiormente adattati ad ambienti marginali e di collina. Ardito e Fiorello si contraddistinguono per un contenuto elevato di acido idrossi-benzoico (composto che determina aroma alle farine e ai trasformati) e di acido siringico. Per quanto riguarda invece il contenuto in acido vanillico, composto principale che determina aroma e profumi, il contenuto più elevato è stato osservato per l'accessione Cappelli.

Acidi fenolici per annata agraria, gestione agronomica e varietà

	Acido idrossi-benzoico	Acido cumarico	Acido vanillico	Acido sinapico	Acido ferulico	Acido siringico	TOTALE
Anno	***	ns	***	ns	ns	***	ns
2018/19	0.32 (a)	2.03	0.84 (a)	1.18	30.37	0.58	34.67
2019/20	0.23 (b)	1.93	0.59 (b)	1.12	27.77	0.37	34.68
Gestione agronomica	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Biologica	0.28	2.16	0.75	1.17	30.11	0.50	34.82
Convenzionale	0.26	1.84	0.68	1.14	28.04	0.46	32.52
Anno * Gestione	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

	Acido idrossi-benzoico	Acido cumarico	Acido vanillico	Acido sinapico	Acido ferulico	Acido siringico	TOTALE
Varietà	***	ns	***	***	***	***	***
Ardito	0.47 (a)	2.28	0.94 (ab)	1.47 (ab)	33.25 (a)	0.91 (a)	39.32 (a)
Fiorello	0.38 (a)	2.23	0.69 (bc)	1.34 (ab)	31.06 (a)	0.93 (a)	36.65 (a)
Virgilio	0.29 (b)	2.78	0.95 (ab)	1.26 (bc)	37.74 (a)	0.46 (cd)	43.49 (a)
Bologna	0.43 (a)	1.78	0.82 (abc)	1.67 (a)	31.44 (a)	0.67 (b)	36.83 (a)
Cappelli	0.20 (bcd)	1.26	1.01 (a)	0.88 (cd)	34.12 (a)	0.33 (de)	37.82 (a)
Odisseo	0.23 (bcd)	1.26	0.65 (bc)	1.23 (bc)	31.05 (a)	0.35 (de)	34.78 (a)
Miracolo	0.22 (bcd)	1.68	0.87 (ab)	0.88 (cd)	32.67 (a)	0.29 (de)	36.61 (a)
Benedetto	0.25 (bc)	2.57	0.57 (cd)	0.65 (d)	22.42 (b)	0.57 (b)	27.04 (b)
Norberto	0.13 (d)	2.60	0.36 (de)	1.15 (bc)	21.16 (b)	0.24 (de)	25.63 (b)
Garfagnana	0.16 (cd)	1.39	0.30 (e)	1.07 (bc)	17.13 (b)	0.15 (e)	20.22 (b)
Specie	***	***	***	*	**	**	**
Frumenti diploidi	0.13 (c)	2.59 (a)	0.36 (b)	1.14 (ab)	21.16 (b)	0.24 (b)	25.63 (c)
Frumenti tetraploidi	0.20 (b)	1.40 (b)	0.70 (a)	1.01 (b)	28.74 (a)	0.28 (b)	32.36 (b)
Frumenti esaploidi	0.36 (a)	2.33 (a)	0.79 (a)	1.27 (a)	31.07 (a)	0.69 (a)	36.52 (a)

Effetti preventivi dei polifenoli estratti dalle 10 varietà di frumento sull'infiammazione mediata da LPS in cellule Caco2 di epitelio intestinale e in fibroblasti dermici L929

Per verificare l'effetto dei polifenoli sulla loro capacità di prevenire l'infiammazione cellulare, i fibroblasti murini (L929) e le cellule intestinali (Caco2) sono state trattate con iso-concentrazione o con iso-volume dei polifenoli estratti dalle varietà in esame: Ardito, Fiorello, Virgilio, Bologna, Miracolo, Norberto, Rouquin, Senatore Cappelli, Garfagnana sia dell'anno 2019 che del 2020. Tutte le varietà sono state coltivate in due condizioni agronomiche: convenzionale e biologico.

L'acido gallico è stato utilizzato come controllo positivo, in grado di prevenire l'effetto tossico mediato dall'infiammazione indotta dall'LPS, l'LPS da solo è invece stato usato come controllo negativo. Le cellule intestinali Caco2 e i fibroblasti murini L929 sono state pretrattate con i polifenoli estratti dalle varietà di frumento analizzate e di acido gallico, usato come controllo positivo, in condizioni di iso-concentrazione o di iso-volume. Dopo 4 ore sono stati trattati con LPS (1mg/ml) e LPS da solo è stato utilizzato come controllo negativo. 24 ore dopo il trattamento è stato eseguito il saggio di MTT e i valori sono stati espressi come percentuale rispetto al controllo. I dati sono stati rielaborati in funzione delle specifiche varietà da cui sono stati ottenuti gli estratti, aggiunti alle cellule in condizioni di iso-concentrazione e di iso-volume. I risultati, espressi come percentuale rispetto al controllo non trattato, sono stati elaborati mediante analisi statistica ANOVA. I dati sono stati elaborati tenendo in considerazione i seguenti fattori: varietà (con 10 livelli), gestione agronomica (con 2 livelli), e anno di coltivazione (con 2 livelli).

Analisi della varianza per annata agraria e gestione agronomica

	CACO2 ISOCONCENTRAZIONE	CACO2 ISOVOLUME	L929 ISOCONCENTRAZIONE	L929 ISOVOLUME
ANNO	***	NS	***	NS
2019	82.0 (b)	90.5 (a)	82.6 (b)	90.6 (a)
2020	95.8 (a)	90.0 (a)	89.7 (a)	91.2 (a)
GESTIONE AGRONOMICA	NS	NS	NS	NS
BIOLOGICA	89.2 (a)	88.6 (a)	83.1 (a)	90.4 (a)
CONVENZIONALE	89.0 (a)	92.1 (a)	89.8 (a)	91.4 (a)
ANNO*GESTIONE	NS	NS	NS	NS

Per quanto riguarda gli effetti preventivi dall'infiammazione indotta da LPS, l'anno di coltivazione è risultato statisticamente significativo sia per le Caco2 che per le L929 quando l'estratto è stato applicato ad iso-concentrazione. In particolare, gli estratti dell'anno 2020 sono risultati avere una maggiore azione protettiva e preventiva rispetto agli estratti dell'anno 2019. All'opposto non sono state osservate differenze significative in funzione dell'anno di coltivazione sia per la Caco2 che per L929 quando l'estratto è stato applicato ad iso-volume. Per quanto riguarda la modalità di gestione, per nessuna delle variabili considerate è stata osservata una differenza significativa: la modalità di coltivazione in biologico o in convenzionale non pare pertanto avere indotto differenze significative sull'effetto protettivo degli estratti. Infine, l'interazione dei due fattori (anno di coltivazione x gestione agronomica) non ha mai dato valori statisticamente significativi.

Di seguito è riportata l'analisi della varianza relativa al fattore varietà, ovvero degli effetti dei polifenoli estratti dalle singole varietà sia sulle cellule intestinali Caco2 che sui fibroblasti dermici L929 in iso-concentrazione e iso-volume, dopo aver confuso l'anno di coltivazione e la gestione agronomica (biologico o convenzionale) dal momento che l'analisi della varianza non aveva evidenziato per questi ultimi due fattori differenze statisticamente significative. Il fattore varietà è risultato altamente significativo ($p < 0.01$) sia se i polifenoli sono stati utilizzati in iso-concentrazione che in iso-volume. Tra gli effetti indotti da tutti i polifenoli estratti, si nota come tutti siano in grado di prevenire in modo significativo l'effetto tossico indotto dal trattamento con l'LPS da solo e che l'acido gallico, quale controllo positivo, si pone sempre in mezzo o addirittura in fondo nell'ordine di efficacia indotta da tutti i polifenoli utilizzati, suggerendo come molti degli estratti abbiano un effetto addirittura migliore del controllo positivo. Tuttavia, tra le diverse varietà emergono in particolare il Miracolo, che risulta indurre il maggiore effetto preventivo sulle cellule intestinali, sia se utilizzato in condizione di iso-concentrazione che di iso-volume. Per quanto riguarda i fibroblasti dermici, emerge invece il Senatore Cappelli, in iso-concentrazione, e ancora il Miracolo, se applicato alle cellule in iso-volume.

Analisi della varianza relativa al fattore varietà

Caco2	ISOCONC.	Caco2	ISOVOL.	L929	ISOCONC.	L929	ISOVOL.
VARIETA'	***	VARIETA'	***	VARIETA'	***	VARIETA'	***
MIRACOLO	94.37 (a)	MIRACOLO	98.10 (a)	SEN.CAP.	90.38 (a)	MIRACOLO	95.41 (a)
ARDITO	92.09 (ab)	GARF	93.91 (ab)	ODISSEO	87.91 (ab)	SEN.CAP.	92.47 (ab)
ODISSEO	91.14 (ab)	BOLOGNA	92.71 (ab)	BENED.	87.74 (ab)	ARDITO	91.83 (ab)
BOLOGNA	90.21 (ab)	NORBERTO	91.43 (ab)	NORBERTO	87.72 (ab)	BENED.	91.75 (ab)
NORBERTO	89.47 (ab)	FIORIELLO	91.31 (ab)	BOLOGNA	87.41 (ab)	ODISSEO	91.34 (ab)
VIRGILO	88.04 (ab)	VIRGILO	89.40 (bc)	ARDITO	86.40 (ab)	NORBERTO	90.18 (b)
GAE	87.85 (ab)	SEN.CAP.	87.82 (bc)	GAE	85.34 (ab)	VIRGILO	90.00 (b)
GARF	87.83 (ab)	BENED.	87.63 (bc)	MIRACOLO	84.22 (ab)	BOLOGNA	89.91 (b)
BENED.	87.20 (ab)	GAE	86.97 (bc)	GARF	84.08 (ab)	FIORIELLO	89.20 (b)
SEN.CAP.	85.98 (b)	ODISSEO	85.89 (bc)	VIRGILO	84.03 (ab)	GAE	88.76 (b)
FIORIELLO	85.62 (b)	ARDITO	82.42 (c)	FIORIELLO	83.36 (b)	GARF	87.81 (b)
LPS	71.56 (c)	LPS	66.46 (d)	LPS	69.91 (c)	LPS	73.02 (c)

In aggiunta, i risultati di proliferazione cellulare ottenuti dall'MTT sono stati rielaborati in funzione dell'anno di costituzione delle varietà (moderne o antiche). L'analisi statistica ha mostrato come sia per i campioni raccolti nell'anno 2019, che per quelli del 2020 non si apprezzano differenze significative tra gli effetti mediati dai polifenoli estratti dalle varietà moderne e antiche, sia in condizioni di iso-concentrazione che di iso-volume: tutte hanno mostrato un effetto preventivo significativo rispetto al trattamento con l'LPS da solo e paragonabile all'effetto mediato dall'acido gallico, indipendentemente dalla linea cellulare analizzata.

Rielaborazione dei dati di proliferazione cellulare in funzione dell'anno di costituzione delle varietà (moderne o antiche)

2019	Caco2 ISOCONC.	Caco2 ISOVOL.	L929 ISOCONC.	L929 ISOVOL.
MODERNO	84.80 (a)	85.44 (a)	85.00 (a)	89.17 (a)
ANTICO	81.36 (a)	91.88 (a)	82.06 (a)	91.05 (a)
GAE	86.78 (a)	83.89 (a)	83.87 (a)	87.34 (a)
LPS	72.31 (b)	69.51 (b)	69.76 (b)	73.60 (b)

2020	Caco2 ISOCONC.	Caco2 ISOVOL.	L929 ISOCONC.	L929 ISOVOL.
MODERNO	96.55 (a)	91.88 (a)	90.32 (a)	92.09 (a)
ANTICO	95.62 (a)	89.56 (a)	89.65 (a)	91.06 (a)
GAE	88.92 (a)	87.52 (a)	86.81 (a)	90.19 (a)
LPS	70.81 (b)	64.42 (b)	70.05 (b)	72.44 (b)

CONCLUSIONI

Dall'analisi dei dati agronomici e sperimentali non si sono osservate differenze in funzione del fattore "anno" e del fattore "gestione agronomica". Per poter approfondire quest'aspetto risulta importante prendere in considerazione la teoria del "bilancio tra accrescimento e differenziazione" (Lorio P L, 1986; Forest Ecol Man 14:259-273; Herms D A and Mattson W J, 1992; Q Rev Biol 67:283-335), ovvero la teoria ad oggi più accreditata per spiegare il rapporto tra la disponibilità di nutrienti e l'andamento del metabolismo primario e secondario. Il concetto alla base di questa teoria è che le piante superiori, allevate in un qualsivoglia ambiente, percepiscono stimoli dall'esterno che consentono loro di stimare la complessiva disponibilità di risorse. In altri termini, la pianta in funzione della disponibilità dei diversi fattori ecologici indirizza e regola il proprio metabolismo verso l'accrescimento, nel caso in cui non vi siano fattori limitanti, mentre in condizioni di carenza di uno o più fattori, la pianta si orienta verso la differenziazione, ovvero accelerando i processi riproduttivi che portano alla formazione e maturazione del seme. Si ritiene che nelle fasi di accrescimento il carbonio assimilato sia prevalentemente indirizzato verso la formazione di prodotti del metabolismo primario, mentre nelle fasi di differenziazione una maggior quota di carbonio assimilato venga indirizzato verso la formazione e l'accumulo di prodotti del metabolismo secondario, che sovente svolgono una funzione protettiva in condizioni ambientali stressanti.

Dai dati di resa produttiva osservati, è ipotizzabile che in entrambe le annate agrarie e in entrambe le tipologie di gestione agronomica le piante appartenenti alle diverse accessioni abbiano indirizzato primariamente la loro attività verso la differenziazione piuttosto che verso l'accrescimento, ottenendo infatti rese produttive relativamente basse e sicuramente più assimilabili a rese produttive in sistemi agricoli a basso input e/o biologici.

Viceversa, considerando il solo fattore "varietà", le varietà Ardito e Fiorello hanno mostrato nella grande maggioranza dei casi un contenuto maggiore in polifenoli, flavonoidi ed attività antiossidante rispetto alle altre varietà. Tra le varietà con il contenuto staticamente più basso, va invece segnalato il farro della Garfagnana. Infine, Cappelli, Ardito e Fiorello mostrano il maggior contenuto rispettivamente in acido vanillico e in acido idrossi-benzoico. Tale dato risulta di particolare rilevanza in particolare per il fatto che tali composti determinano aroma e profumi nelle farine e nei prodotti trasformati, aspetto che può influenzare anche la scelta del consumatore finale.

L'analisi dei risultati ottenuti dal trattamento delle cellule con i polifenoli ha messo in evidenza come il modello cellulare utilizzato per analizzare un potere preventivo dell'infiammazione sia da considerarsi standardizzato e ripetibile. In ogni studio fatto, sia con le cellule L929 che con le cellule Caco2, lo stimolo infiammatorio LPS riduce la proliferazione cellulare in modo significativo, mentre il pre-trattamento con l'acido gallico ne riduce sempre in modo significativo l'effetto tossico. Tutti gli estratti di polifenoli analizzati hanno mostrato un effetto preventivo significativo, quasi sempre paragonabile all'acido gallico, sia in condizioni di iso-concentrazione che di iso-volume.

Presi nel complesso, i risultati mostrano come nel caso dei campioni analizzati né la specie di frumento, né il tipo né la gestione agronomica in questo caso abbiano influenzato gli effetti di questi diversi polifenoli sulla proliferazione cellulare. Si sono osservate, invece, differenze significative legate alla varietà prese in considerazione, con variabili effetti preventivi a seconda che i polifenoli venissero aggiunti in isoconcentrazione o isovolume e a seconda del tipo cellulare analizzato. Questi risultati suggeriscono come i polifenoli si possano differenziare sia dal punto di vista qualitativo (legato alle differenze relative ai trattamenti in iso-concentrazione) che da quello quantitativo (legato alle differenze relative ai trattamenti in iso-volume). Tutti i polifenoli estratti sono, tuttavia, risultati in grado di indurre un effetto preventivo dell'infiammazione indotta dall'LPS, talvolta anche maggiore dell'effetto mediato dal controllo positivo, acido gallico.

Tuttavia, da tutti i dati, emerge come la varietà del Miracolo risulti avere il maggiore effetto preventivo sia se utilizzato in iso-concentrazione che in iso-volume sulle cellule intestinali Caco2 e in iso-volume sui fibroblasti dermici L929. Il senatore Cappelli, invece, risulta avere particolare affetto preventivo significativo sui fibroblasti murini L929 se utilizzato in iso-concentrazione.

AZIONE 4 Caratterizzazione dei prodotti

I frumenti teneri si distinguono in 4 categorie, biscottiero, panificabile, panificabile superiore e di forza, in funzione di alcuni parametri che li caratterizzano e che sono il livello di proteine, il peso ettolitrico, l'indice P/L alveografico, ma soprattutto il valore di W alveografico, che indica la capacità della farina di resistere a lunghe lievitazioni.

I frumenti biscottieri hanno valori di W inferiori ai 140 J10⁻⁴ e sono adatti a produrre biscotti con impasto diretto. I frumenti panificabili hanno valori di W compresi tra 140 e 200 e sono adatti a produrre pane comune, pizze, focacce, grissini. I frumenti panificabili superiori hanno valori di W compresi tra 200 e 300 e sono adatti a produrre pane comune con impasto indiretto, baguette. I frumenti di forza hanno valori di W superiori ai 300 e sono adatti a produrre pane con biga a lunga lievitazione, panettone, pasticceria lievitata come croissant. Questo valore viene determinato impiegando uno strumento chiamato alveografo, che registra i dati raccolti durante il test in un grafico, l'alveogramma, da cui possiamo ricavare diversi parametri: W appunto, che indica la forza della farina e corrisponde all'area della curva, il valore di P/L, che corrisponde al rapporto tra la resistenza P e l'estensibilità L. Valori di P/L intorno a 0,5 indicano un glutine equilibrato, valori inferiori un glutine molto estensibile e valori superiori un glutine via via più rigido. Insieme all'alveografo, per mettere in luce le caratteristiche delle diverse farine, i mulini impiegano un altro strumento chiamato farinografo, che consente di misurare la consistenza di un impasto di acqua e farina mediante un diagramma sforzo-tempo detto *farinogramma*. Con il farinografo possiamo avere indicazioni importanti quali l'assorbimento dell'acqua e la stabilità della farina, utile a stabilire il tempo massimo di impastamento.

Le varietà di frumento tenero in prova sono state 9: ELETTA (ISEA Agroservice); CARUSO (SEMETICA); ILARIA (ISEA Agroservice); METROPOLIS (APSOV); POESIA (GZPK, SATIVA) *solo Parma; REBELDE (APSOV); ROSALIND (ISEA Agroservice); TEOREMA (CONASE); WIWA (GZPK, SATIVA). Le varietà sono state scelte perché varietà di forza o panificabili superiori, alcune sono varietà recenti, con l'obiettivo di verificare se queste caratteristiche si fossero mantenute anche in una gestione biologica, spesso caratterizzata da livelli proteici inferiori.

Per l'annata 2019 le varietà sono state coltivate in biologico in due località: Parma e Ravenna, su due precessioni per ogni località: pisello proteico (Parma e Ravenna) e pomodoro (Parma) / soia (Ravenna). I campi parcellari prevedevano 3 repliche biologiche per ogni varietà su ogni precessione.

Le 3 repliche biologiche sono state riunite a formare un unico campione. Per questo per ogni varietà sono stati ottenuti 4 campioni per le analisi qualitative. Le analisi sono state quindi effettuate dal laboratorio del Molino Grassi. Data la sua durata, il progetto prevedeva di analizzare tutte le varietà in campo nelle due località e diverse precessioni nell'annata culturale 2019, mentre per il 2020 prevedeva l'analisi di alcune varietà testimone su precessione pisello.

I risultati ottenuti sono stati sottoposti ad analisi della varianza (test dell'ANOVA) seguita dal test Duncan per le variabili significative dal punto di vista statistico.

Di seguito si riportano i dati dell'elaborazione statistica ottenuta considerando tutti i dati raccolti per ciascuna varietà, quindi mantenendo insieme le diverse località e precessioni.

I pesi ettolitrici sono tutti superiori ai 75 kg/hl.

I livelli proteici vanno da 10,7 al 13%, e non ci sono differenze statisticamente significative tra le varietà, questo è principalmente dovuto alla bassa numerosità dei dati per queste analisi e all'alta deviazione standard, mentre vediamo che i dati di proteine illustrati dalla dott.ssa Piazza per le stesse prove sono assolutamente in linea e significativi.

Anche per i valori di W non ci sono differenze significative ma possiamo notare per molte di queste varietà, ad eccezione di Ilaria e Teorema, valori inferiori ai valori attesi, per cui i frumenti di forza si classificano invece come panificabili superiori o panificabili.

I valori di P/L sono equilibrati, con eccezione di Rosalind e soprattutto Eletta che ha fatto registrare valori di P/L alti, tipici di un glutine rigido.

Frumenti teneri elaborazione statistica complessiva 2019

Varietà	Proteine (% s.s.) ns	Peso ettolitrico (kg/hl) ns	W (10 ⁻⁴ J) ns	P/L ***	Classificazione
ELETTA	11,4 ± 1,8	79 ± 6	254,8 ± 77,6	2,4 ± 1,3a	Panificabile superiore
METROPOLIS	12,1 ± 1,6	79,2 ± 4,5	166,3 ± 49,6	0,3 ± 0,1b	Panificabile
REBELDE	12,7 ± 2,1	79,2 ± 5,7	227 ± 83,3	0,5 ± 0,1b	Panificabile superiore
WIWA	12,9 ± 2	76,8 ± 6,5	244,3 ± 83,3	0,5 ± 0,1b	Panificabile superiore
ILARIA	10,7 ± 2	76,7 ± 4,8	169,5 ± 86	0,6 ± 0,2b	Panificabile
TEOREMA	13 ± 1,5	79 ± 5,5	210 ± 38,1	0,6 ± 0,1b	Panificabile superiore
ROSALIND	12,3 ± 1,3	77,3 ± 4,4	137,8 ± 46,2	1 ± 0,6b	Biscottiero
CARUSO	12,4 ± 1,8	77,4 ± 5,5	181,8 ± 66,5	0,4 ± 0,1b	Panificabile
POESIA PR	13 ± 0,5	82,8 ± 0,2	198,5 ± 44,5	0,7 ± 0b	Panificabile superiore

ANOVA, Duncan post-hoc test. Per ogni parametro, le lettere si riferiscono al confronto tra le medie dei diversi campioni.
p < 0,05. SPSS Statistical Software Version 26.0, IBM SPSS Inc., USA)

Analizzando i dati mantenendo separate le precessioni e mediando le località, notiamo che per le stesse varietà le proteine sono più alte in precessione pisello rispetto a pomodoro/soia. Così anche per i valori di W, che raggiungono o si avvicinano molto ai valori attesi per le diverse varietà (ad eccezione del Metropolis).

Frumenti teneri elaborazione statistica mantendo separate le precessioni 2019

Precessione	Varietà	Proteine (% s.s.) ***	Peso ettolitrico (kg/hl) ns	W (10 ⁻⁴ J) ***	P/L ***	Stabilità (min) ***	A (%) ***
Precessione pisello	ELETTA +	12,6 ± 0,1abcde	76,7 ± 6,1	305 ± 9a	1,6 ± 0,1b	5,5 ± 3,4cdefg	63,9 ± 2a
	METROPOLIS +	13,1 ± 0,4abcd	79,2 ± 4,1	193,5 ± 24,5cd	0,3 ± 0,1c	10,8 ± 0,7bc	53,1 ± 1,1cdef
	REBELDE +	14,2 ± 0,5a	78,3 ± 5,7	274,5 ± 18,5ab	0,5 ± 0,1c	16 ± 1,7a	58,1 ± 3,4b
	WIWA +	13,9 ± 0,9abc	76,5 ± 5,9	277,5 ± 21,5ab	0,5 ± 0,1c	7,9 ± 3,9bcdef	53,5 ± 1,5cde
	ILARIA +	12,3 ± 0,4bcde	77,6 ± 3,9	243 ± 12abc	0,5 ± 0c	8,4 ± 2,4bcde	55,6 ± 3bcd
	TEOREMA +	14 ± 0ab	78,7 ± 5	238 ± 6abc	0,5 ± 0,1c	10,1 ± 0,7bcd	56 ± 2,1bc
	ROSALIND +	13,2 ± 0,3abcd	77,4 ± 4,3	173 ± 26cde	0,7 ± 0,1c	5,6 ± 0,3cdefg	53,8 ± 0,8cde
CARUSO +	13,8 ± 0,3abc	77,5 ± 5	186 ± 71cd	0,3 ± 0c	12 ± 5,3ab	55,2 ± 0,6bcd	
Precessione soia/pomodoro	ELETTA -	10,1 ± 1,4fg	81,3 ± 2,6	204,5 ± 62,5bcd	3,2 ± 1,1a	4,1 ± 3,1efg	64,1 ± 1,4a
	METROPOLIS -	11,1 ± 1,3ef	79,3 ± 3,8	139 ± 40def	0,3 ± 0c	5,9 ± 3,8cdefg	51,5 ± 0,4ef
	REBELDE -	11,1 ± 1,4ef	80,1 ± 3,8	179,5 ± 74,5cde	0,5 ± 0c	5,8 ± 3,6cdefg	52,5 ± 1,9def
	WIWA -	12 ± 1,9cde	77,1 ± 5,4	211 ± 88bcd	0,6 ± 0c	4,8 ± 3,3defg	52,4 ± 2,4def
	ILARIA -	9,2 ± 1,1g	75,7 ± 4,2	96 ± 12f	0,6 ± 0,2c	1,7 ± 0,3g	49,9 ± 0,8f
	TEOREMA -	12 ± 1,3cde	79,4 ± 4,6	182 ± 24cd	0,6 ± 0,1c	5,2 ± 2,5cdefg	55,3 ± 1,1bcd
	ROSALIND -	11,4 ± 1,1def	77,3 ± 3,3	102,5 ± 6,5ef	1,3 ± 0,6b	2,4 ± 1,1fg	53 ± 0,4cdef
CARUSO -	11,1 ± 1,1ef	77,3 ± 4,7	177,5 ± 39,5cde	0,5 ± 0,1c	6,9 ± 4,2bcdefg	54,3 ± 1,4cde	

Mantenendo invece separate le località e mediando la precessione colturale, i pesi ettolitrici risultano significativamente superiori a Parma, così come i valori di W ad eccezione di Ilaria, Rosalind e Caruso.

Frumenti teneri elaborazione statistica mantendo separate le località 2019

Località	Varietà	Proteine (% s.s.)	Peso ettolitrico (kg/hl)	W (10-J)	P/L	Stabilità (min)	A (%)
		ns	***	**	***	*	***
Ravenna	ELETTA RA	10,7 ± 2	74,7 ± 4,1de	219 ± 77abcd	3,1 ± 1,3a	1,6 ± 0,6e	62,3 ± 0,4b
	METROPOLIS RA	11,3 ± 1,4	75,3 ± 0,2d	134 ± 35d	0,4 ± 0,1c	6,1 ± 4abcde	51,5 ± 0,5ef
	REBELDE RA	12,2 ± 2,5	74,5 ± 1,9de	199 ± 94bcd	0,5 ± 0c	9,9 ± 7,7abc	56 ± 55,4cd
	WIWA RA	11,6 ± 1,4	71,2 ± 0,6f	189,5 ± 66,5cd	0,5 ± 0,1c	2,8 ± 1,3de	51 ± 1f
	ILARIA RA	10,4 ± 2,3	72,6 ± 1,1ef	169,5 ± 85,5cd	0,6 ± 0,2c	6,1 ± 4,7abcde	50,9 ± 1,8f
	TEOREMA RA	12,4 ± 1,6	74,3 ± 0,5de	201 ± 43bcd	0,6 ± 0,1c	6,8 ± 4,1abcde	54,1 ± 0,2cdef
	ROSALIND RA	11,9 ± 1,5	73,5 ± 0,4de	154 ± 45cd	1,3 ± 0,5b	3,3 ± 2cde	52,8 ± 0,3def
	CARUSO RA	12,1 ± 2	72,6 ± 0ef	197,5 ± 59,5bcd	0,4 ± 0,1c	10 ± 7,3abc	53 ± 1,6def
Parma	ELETTA PR	12 ± 0,5	83,3 ± 0,5a	290,5 ± 23,5ab	1,8 ± 0,3b	8 ± 0,9abcde	65,6 ± 0,2a
	METROPOLIS PR	12,9 ± 0,6	83,2 ± 0,1ab	198,5 ± 19,5bcd	0,3 ± 0c	10,5 ± 0,9ab	53 ± 1,1def
	REBELDE PR	13,1 ± 0,6	83,9 ± 0a	255 ± 1abc	0,5 ± 0,1c	11,9 ± 2,4a	54,5 ± 0,2cde
	WIWA PR	14,3 ± 0,4	82,5 ± 0abc	299 ± 0a	0,6 ± 0,1c	9,9 ± 1,9abc	54,9 ± 0,1cde
	ILARIA PR	11,1 ± 0,8	80,7 ± 0,8c	169,5 ± 61,5cd	0,5 ± 0c	4 ± 2bcde	54,6 ± 4cde
	TEOREMA PR	13,6 ± 0,3	83,8 ± 0,1a	219 ± 13abcd	0,5 ± 0c	8,6 ± 0,9abcde	57,2 ± 0,9c
	ROSALIND PR	12,7 ± 0,2	81,1 ± 0,5bc	121,5 ± 25,5d	0,6 ± 0c	4,7 ± 1,3bcde	54 ± 0,6cdef
	CARUSO PR	12,8 ± 0,7	82,2 ± 0,3abc	166 ± 51cd	0,4 ± 0c	8,9 ± 2,2abcd	54,7 ± 1cde
POESIA PR	13 ± 0,5	82,8 ± 0,2abc	198,5 ± 44,5bcd	0,7 ± 0c	6,8 ± 1,7abcde	55,1 ± 0,8cd	

La qualità dei frumenti duri per la pastificazione dipende soprattutto dai livelli proteici e dalla qualità del glutine misurata mediante l'Indice di glutine. Un altro parametro considerato importante è l'intensità del colore giallo. Per la misura dell'Indice di glutine si utilizza lo strumento chiamato Glutomatic, che consente di misurare anche la quantità di glutine umido e secco. Nella camera di lavaggio a 10 g di semola viene aggiunta automaticamente una soluzione salina per la fase di miscelazione e lavaggio. Quindi il campione di glutine umido viene trasferito al setaccio speciale e centrifugato in apposita Centrifuga. Dopo la centrifugazione vi sarà una frazione di glutine debole che passa attraverso i setacci (questa viene raschiata con una spatola e pesata) ed una frazione che rimane all'interno del setaccio che rappresenta il glutine forte, anche questa viene raccolta ed aggiunta al resto. Così si ottiene il peso totale di glutine umido, che viene poi essiccato e pesato. La quantità di glutine residuo sul setaccio in centrifuga rispetto al peso totale del glutine umido è l'Indice di glutine.

Le varietà di frumento duro in prova sono state 8: ACHILLE (ISEA Agroservice), ANTALIS (CGS), BARONIO (CONASE), DAURUR (SEMETICA), EMILIO LEPIDO (SIS), MARAKAS (RGT ITALIA), MARCO AURELIO (SIS), PLATONE (CONASE). Le varietà sono state scelte perché di ottima qualità pastificatoria, alcune sono varietà recenti, con l'obiettivo di verificare se queste caratteristiche si fossero mantenute anche in una gestione biologica, spesso caratterizzata da livelli proteici inferiori.

Anche per i frumenti duri, per l'annata 2019, le varietà sono state coltivate in biologico in due località: Parma e Ravenna, su due precessioni per ogni località: pisello proteico (Parma e Ravenna) e pomodoro (Parma) / soia (Ravenna). I campi parcellari prevedevano 3 repliche biologiche per ogni varietà su ogni precessione. Le 3 repliche biologiche sono state riunite a formare un unico campione. Per questo per ogni varietà sono stati ottenuti 4 campioni per le analisi qualitative. Le analisi sono state effettuate presso il Molino Grassi. Tutte le varietà in campo sono state analizzate nelle due località e diverse precessioni nell'annata colturale 2019, mentre per il 2020 sono state analizzate solo alcune varietà testimone su precessione pisello.

Analogamente a quanto fatto per i teneri, riportiamo i dati dell'elaborazione statistica ottenuta considerando tutti i dati raccolti per ciascuna varietà, quindi mantenendo insieme le diverse località e precessioni. Non vi sono differenze statisticamente significative tra le varietà per i parametri proteine, peso ettolitrico ed indice di glutine. Per il colore, misurato con colorimetro Minolta, soltanto Achille ha fatto registrare valori bassi. I pesi ettolitrici sono buoni, le proteine vanno da 11,9 a 13,7% e gli indici di glutine sono ottimi.

Frumenti duri elaborazione statistica complessiva 2019

Varietà	Proteine (% s.s.)	Peso ettolitrico (kg/hl)	Indice di glutine (Gl)	Colore chicco (b*)
	ns	ns	ns	**
MARCO AURELIO	13,7 ± 1,9	76,9 ± 5,7	89,8 ± 13,9	22,8 ± 1,9a
BARONIO	13,1 ± 1,6	81 ± 4,1	88,8 ± 12,7	19,8 ± 0,5a
PLATONE	12,2 ± 1,2	81,5 ± 4,2	93 ± 2,6	21,8 ± 2,8a
ACHILLE	12,3 ± 1	81,2 ± 3,7	92,3 ± 5,5	15,8 ± 0,8b
ANTALIS	11,9 ± 0,8	80,4 ± 4,3	90,6 ± 4,9	20,6 ± 2a
MARAKAS	12,9 ± 1,2	80,2 ± 3,8	90,1 ± 4,1	20,4 ± 1,4a
EMILIO LEPIDO	12 ± 1,2	77,8 ± 4	96,1 ± 5,8	22,7 ± 1,3a
DAURUR	11,9 ± 1,2	78,9 ± 5,4	93,3 ± 2,8	21,9 ± 2,2a

ANOVA, Duncan post-hoc test. Per ogni parametro, le lettere si riferiscono al confronto tra le medie dei diversi campioni.
p < 0,05. SPSS Statistical Software Version 26.0., IBM SPSS Inc., USA)

Analizzando i dati mantenendo separate le precessioni e mediando le località, anche per i duri per le stesse varietà le proteine sono più alte in precessione pisello rispetto a pomodoro/soia. L'indice di glutine invece non segue questo andamento ma si osserva piuttosto una correlazione negativa tra la percentuale di proteine e Gluten Index, sottolineando che in presenza di basse quantità di glutine si osservano, tendenzialmente, valori più alti di Gluten Index, come già osservato in letteratura (D'Egidio et al., 2006). Gli indici di glutine sono tuttavia tutti ottimi.

Frumenti duri elaborazione statistica mantenendo separate le precessioni 2019

Precessione	Varietà	Proteine (% s.s.)	Peso ettolitrico (kg/hl)	Indice di glutine (GI)	Colore chicco (b*)
		***	ns	*	***
Precessione pisello	MARCO AURELIO +	15,4 ± 0,1a	75,6 ± 5,6	81 ± 11,5c	22,8 ± 2,4a
	BARONIO +	14,4 ± 0,3b	80 ± 4	81,4 ± 11,2c	19,6 ± 0b
	PLATONE +	13,2 ± 0,1cd	81,8 ± 3,4	92,6 ± 1,4ab	23,5 ± 1,8a
	ACHILLE +	13,1 ± 0,1d	81,3 ± 3,3		
	ANTALIS +	12,5 ± 0de	79,8 ± 3,9	89,6 ± 5,7abc	21,9 ± 1,1ab
	MARAKAS +	13,8 ± 0,4bc	80,3 ± 3,3	88 ± 1,4bc	
	EMILIO LEPIDO +	12,9 ± 0,6d	77,4 ± 3,8	94,4 ± 5ab	
Precessione soia/pomodoro	DAURUR +	12,7 ± 0,1de	79,1 ± 5,1	91,4 ± 1,8ab	22,8 ± 2a
	MARCO AURELIO -	12,1 ± 0,3ef	78,2 ± 3,8	98,6 ± 0,5a	22,8 ± 0,2a
	BARONIO -	11,7 ± 0,3fg	82 ± 2,8	96,2 ± 2,8ab	
	PLATONE -	11,2 ± 0,2g	81,1 ± 3,9	93,4 ± 2,7ab	20,1 ± 1,6b
	ACHILLE -	11,5 ± 0,5fg	81,2 ± 3,2	93,1 ± 5,3ab	15,3 ± 0,1c
	ANTALIS -	11,3 ± 0,5g	81,1 ± 3,5	91,7 ± 1,2ab	19,4 ± 1,3b
	MARAKAS -	11,9 ± 0,2efg	80,2 ± 3,3	92,1 ± 3,9ab	19,6 ± 0,2b
	EMILIO LEPIDO -	11,2 ± 0,6g	78,2 ± 3,1	95,1 ± 1,3ab	23,1 ± 1,1a
	DAURUR -	11,2 ± 1,1g	78,6 ± 4,1		20,9 ± 1,3ab

Nell'elaborazione statistica mantenendo separate le località e mediando la precessione culturale, ancora una volta, i pesi ettolitrici risultano significativamente più alti a Parma. Gli indici di glutine sono più alti a Ravenna, dove si registrano proteine più basse.

Frumenti duri elaborazione statistica mantenendo separate le località 2019

Località	Varietà	Proteine (% s.s.)	Peso ettolitrico (kg/hl)	Indice di glutine (GI)	Colore chicco (b*)
		ns	***	*	***
Ravenna	MARCO AURELIO RA	13,6 ± 1,9	72,2 ± 2,2f	95,8 ± 3,3ab	21,7 ± 1,3abc
	BARONIO RA	13 ± 1,6	77,6 ± 1,6d	95,8 ± 3,2ab	
	PLATONE RA	12,2 ± 1,2	77,8 ± 0,6d	95,1 ± 1,1ab	20,1 ± 1,6bc
	ACHILLE RA	12 ± 1	78 ± 0d		
	ANTALIS RA	11,6 ± 0,9	76,8 ± 0,8d	92,9 ± 2,3abc	19,4 ± 1,3c
	MARAKAS RA	12,6 ± 0,9	77 ± 0d	92,7 ± 3,3abc	
	EMILIO LEPIDO RA	11,4 ± 0,9	74,4 ± 0,8e		
Parma	DAURUR RA	11,3 ± 1,2	74,3 ± 0,3e	94,8 ± 1,6ab	20,2 ± 0,5bc
	MARCO AURELIO PR	13,8 ± 1,4	81,6 ± 0,4c	83,8 ± 14,3cd	23,9 ± 1,3a
	BARONIO PR	13,1 ± 1,1	84,3 ± 0,4ab	81,8 ± 11,6d	20 ± 0,4bc
	PLATONE PR	12,2 ± 0,8	85,1 ± 0,1a	90,9 ± 0,2abcd	23,5 ± 1,8a
	ACHILLE PR	12,5 ± 0,6	84,5 ± 0,1ab	89,3 ± 1,5abcd	16 ± 0,7d
	ANTALIS PR	12,2 ± 0,4	84,1 ± 0,4ab	88,4 ± 4,5bcd	21,9 ± 1,2ab
	MARAKAS PR	13,2 ± 1,1	83,5 ± 0b	87,4 ± 0,9bcd	20,7 ± 1,3bc
	EMILIO LEPIDO PR	12,6 ± 0,8	81,2 ± 0c	99,4 ± 0a	23,1 ± 1,2a
	DAURUR PR	12,6 ± 0,2	83,5 ± 0,8b	91,7 ± 2,1abcd	23,5 ± 1,3a

Per il 2020, come anticipato, sono state analizzate 3 varietà di frumento tenero e tre varietà di frumento duro, coltivate su precessione pisello nelle due località.

Per i teneri: Eletta nel 2019 aveva fatto registrare il valore di W più elevato, si conferma un grano di forza in biologico anche nel 2020. Metropolis, con alti pesi ettolitrici nel 2019, nel 2020 ha fatto meglio sia per proteine che per W. Rebelde, sempre una ottima varietà con buone proteine e pesi ettolitrici nel 2019, si è confermata nel 2020. Per i duri: Marco Aurelio con proteine alte nel 2019 si conferma nel 2020. Platone con valori di IG e alti pesi ettolitrici nel 2019, nel 2020 fa meglio. Emilio lepido con alti valori di IG si conferma nel 2020.

Frumenti teneri e duri 2020

Precessione	Varietà	Proteine (% s.s.)	Peso ettolitrico (kg/hl)	W (10 ⁻⁴ J)	P/L
		ns	ns	ns	***
Precessione pisello	ELETTA +	12,7 ± 0,9	82,3 ± 1,9	348,5 ± 89,5	1,5 ± 0,1a
	METROPOLIS +	13,5 ± 0,9	82,9 ± 1,1	299,5 ± 45,6	0,3 ± 0,7c
	REBELDE +	13,7 ± 0,5	82,4 ± 0,7	287 ± 34,4	0,6 ± 0,7b

Precessione	Varietà	Proteine (% s.s.)	Peso ettolitrico (kg/hl)	Indice di glutine	Colore chicco (b*)
		***	**	ns	ns
Precessione pisello	MARCO AURELIO +	14,5 ± 0,1a	83,3 ± 0,3b	84,2 ± 8,8	23,3 ± 1,2
	PLATONE +	14,1 ± 0b	85,9 ± 0,8a	87,7 ± 2,8	23,4 ± 0,2
	EMILIO LEPIDO +	13,6 ± 0c	83,6 ± 0,4b	96,7 ± 0,8	24,5 ± 0

Relativamente alle prove di difesa in parcelle di frumento tenero (var. Rebelde) e duro (var. Emilio Lepido) in biologico a Parma e Ravenna sono stati confrontati il non trattamento *Test*, il biostimolante *Crop Max*, i prodotti *Thiopron* (Zolfo 53,7%, 825 g/l) e *Poltiglia Disperss* (Solfato di rame 20%). Le tesi erano tre: la prima è stata trattata solo con *Crop Max*, la seconda con *Thiopron* e *Poltiglia Disperss* e l'ultima con una miscela di *Crop Max*, *Thiopron* e *Poltiglia Disperss*. I campi parcellari prevedevano 3 repliche biologiche. Queste sono state riunite in un unico campione per l'analisi, presso il Molino Grassi, di proteine (% s.s), peso ettolitrico (kg/hl), W e P/L alverografici per i teneri e proteine (% s.s), peso ettolitrico (kg/hl), Gluten Index e colore per i duri. Per i frumenti duri i parametri misurati sono risultati del tutto simili per i diversi trattamenti effettuati in campo mentre per i teneri le differenze rilevate per i parametri W e P/L nelle diverse tesi non si confermano nelle due località.

Analisi qualità relativamente alle prove di difesa 2019

LOCALITA'	GRANO	PRECESSIONE		VARIETA'	PROTEINE S.s	PESO ETTOLITRICO	W	P/L
Horta - RA	GT	PISELLO	T1 Test	REBELDE	14,95	83,5	208	0,34
Horta - RA	GT	PISELLO	T3 Crop Max	REBELDE	14,05	76,3	309	0,8
Horta - RA	GT	PISELLO	T4 Crop Max+Thiopron+Poltiglia Dispres	REBELDE	14	80	171	1,45
Horta - RA	GT	PISELLO	T5 Thiopron+Poltiglia Dispres	REBELDE	14,3	78	259	0,9
Stuard - PR	GT	PISELLO	T1 Test	REBELDE	14	82	209	0,6
Stuard - PR	GT	PISELLO	T3 Crop Max	REBELDE	15,1	82,9	223	0,33
Stuard - PR	GT	PISELLO	T4 Crop Max+Thiopron+Poltiglia Dispres	REBELDE	14,9	83,2	232	0,41
Stuard - PR	GT	PISELLO	T5 Thiopron+Poltiglia Dispres	REBELDE	15	83	242	0,57

LOCALITA'	GRANO	PRECESSIONE		VARIETA'	PESO ETTOLITRICO	PROTEINE S.s	Gluten Index	Glutine S/S	Glutine u/stq	Colore
Horta - RA	GD	PISELLO	T1 Test	E.L.	81,4	12,6	98	8,76	22,5	26,4
Horta - RA	GD	PISELLO	T3 Crop Max	E.L.	80,0	12,0	95	9,08	23,85	26,4
Horta - RA	GD	PISELLO	T4 Crop Max+Thiopron+Poltiglia Dispres	E.L.	81,8	12,1	98	8,08	21,65	25,2
Horta - RA	GD	PISELLO	T5 Thiopron+Poltiglia Dispres	E.L.	81,1	12,5	97	9,08	24,05	25,9
Stuard - PR	GD	PISELLO	T1 Test	E.L.	82,6	12,6	Non si è formata la maglia glutinica		22,8	
Stuard - PR	GD	PISELLO	T3 Crop Max	E.L.	81,6	12,6	95	5,68	13,95	23,0
Stuard - PR	GD	PISELLO	T4 Crop Max+Thiopron+Poltiglia Dispres	E.L.	81,5	12,7	98	4,83	12,1	22,9
Stuard - PR	GD	PISELLO	T5 Thiopron+Poltiglia Dispres	E.L.	80,1	12,9	95	6,27	15,85	22,9

Le varietà in sperimentazione nell'azione 3, coltivate in biologico ed in convenzionale sulle due annate agrarie, sono state analizzate, dopo aver riunito le repliche biologiche, mediante analisi cromatografiche per verificare la presenza di residui di fitofarmaci e loro derivati (tra cui Tebuconazole, Azoxystrobin, Pirimiphos Methyl, Deltametrina e Glyphosate, AMPA, Fosetyl e Acido fosforoso) e quantificare la *Fusarium-tossina* Deossinivalenolo (DON). Le analisi non hanno rilevato residui di fitofarmaci mentre il livello più alto di DON registrato è stato 390 ppb (grano miracolo), sempre abbondantemente sotto ai limiti di legge di 1250 ppb per i teneri e farri e 1750 ppb per i duri (Regolamento UE N. 1126-2007).

CONCLUSIONI

- La preceSSIONE colturale pisello si dimostra più favorevole alla qualità rispetto alle preceSSIONI colturali soia/pomodoro;
- Per i grani teneri a Parma il peso ettolitrico e il W sono maggiori;
- Per i grani duri a Parma il peso ettolitrico è maggiore;
- Tra i teneri Eletta, Wiwa e Rebelde si confermano grani di forza anche in biologico;
- Tra i duri IG generalmente molto buoni mentre per le proteine si distingue su tutti Marco Aurelio;
- Per le varietà antiche e moderne esaminate nell'azione 3 non sono stati rilevati contaminanti da fitofarmaci né in biologico né in convenzionale, mentre per la *Fusarium-tossina* DON i livelli erano sempre abbondantemente sotto ai limiti di legge (Regolamento UE N. 1126-2007).

Data, 05/03/2021