



**TIPO DI OPERAZIONE**

**16.1.01 - Gruppi operativi del partenariato europeo per la produttività e la sostenibilità dell'agricoltura**

**DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE N. 1098 DEL 01/07/2019**

**FOCUS AREA  2A  4B**

**RELAZIONE TECNICA  FINALE**

**DOMANDA DI SOSTEGNO N. 5149094**

**DOMANDA DI PAGAMENTO N. 5528610**

Titolo Piano	Strategie per la riduzione del contenuto di acrilammide in prodotti a base di frumento tenero
Ragione sociale del proponente (soggetto mandatario)	CONSORZIO NAZIONALE SEMENTI SOCIETA' COOPERATIVA AGRICOLA
Partner del GO	SALUTE
	Università di Bologna – Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie (DISTAL) PROGEO SOCIETA' COOPERATIVA AGRICOLA AGRITES S.R.L. DINAMICA Soc. Cons a r.l. Molino di Burano Az. Agr. di Leuratti Giorgio Az. Agr. Triglia Michele Az. Agr. Borghi Ivano Società Agricola Rivi Domenico e Giuliano S.S. Cooperativa Sociale Anima Società Cooperativa sociale

Durata originariamente prevista del progetto (in mesi)	31 Agosto 2022
Data inizio attività	1 Febbraio 2020
Data termine attività (incluse eventuali proroghe già concesse)	31 Gennaio 2023

Relazione relativa al periodo di attività dal	1 Febbraio 2020	31 Gennaio 2023
Data rilascio relazione	22 Febbraio 2023	

Autore della relazione	Dr.ssa Carla Corticelli		
telefono		email	corticellic2@gmail.com
pec	corticellic@legalmail.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 .....	4
2.1 Azione A1 .....	4
2.2 Azione B1 .....	7
2.3 Azione B2 .....	9
2.4 Azione B3 .....	14
2.5 Azione B4 .....	20
2.6 Azione B5 .....	22
2.7 Azione B6 .....	33
2.8 Azione B7 .....	36
2.9 Azione B8 .....	38
3 - CRITICITÀ INCONTRATE DURANTE LA REALIZZAZIONE DELL'ATTIVITÀ .....	39
4 - ALTRE INFORMAZIONI .....	40
5 - CONSIDERAZIONI FINALI .....	40
6 - RELAZIONE TECNICA .....	40

## 1 - DESCRIZIONE DELLO STATO DI AVANZAMENTO DEL PIANO

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

Il progetto è stato realizzato attenendosi a quanto indicato nel Piano progettuale.

L'attività, al 31 Gennaio 2023, è conclusa.

È stata costituita l'Associazione Temporanea di Scopo l'8 Giugno 2020.

Per tutto il periodo dal 1 Febbraio 2020 al 31 Gennaio 2023 è stata realizzata l'attività di gestione del Gruppo Operativo (Azione A1) e l'organizzazione dell'attività, anche attraverso la realizzazione dei contatti e delle riunioni previste dal progetto.

Lo studio di fattibilità si è concluso a fine del 2022.

Sono stati realizzati i rilievi e i controlli previsti dal progetto per le Azioni B2 e B3 in tutte le località e le aziende agricole partecipanti al progetto.

L'Azione B2 è stata condotta attraverso prove in pieno campo per la valutazione delle performance dei genotipi nei confronti dell'acrilammide, nella coltivazione del frumento tenero.

Anche l'Azione B3 è stata realizzata con l'obiettivo di individuare le tecniche agronomiche più efficaci, in particolare sulla concimazione, idoneo a garantire un contenuto di acrilammide inferiore ai valori riportati nel Reg. UE 2017/2158.

Sono state realizzate le prove di produzione di biscotti previste dall'Azione B4, la elaborazione di tutti i dati (Azione B5) e la stesura dei modelli dei contratti di coltivazione (Azione B6).

Il 10 Giugno 2021 è stata organizzata la visita guidata da remoto, con la realizzazione di un video a causa dell'emergenza COVID-19.

Il 10 Gennaio 2023 è stato organizzato l'incontro tecnico finale in presenza.

Le attività formative si sono realizzate dal 11 Novembre 2021 al 29 Novembre 2021.

Sono state inviate PEC di richiesta di modifica agli organi Regionali su alcune attività del progetto a causa della modifica di attività con la Cooperativa Sociale (26 Marzo 2021) a causa dell'emergenza COVID-19, e sulla modifica (1 Ottobre 2021) delle prove di panificazione con prove sulla produzione di biscotti, più utili per i risultati finali del progetto.

È stata inviata la PEC di richiesta proroga (7 giugno 2022), accettata con Determina Num. 13872 del 18/07/2022. Era stata effettuata in precedenza una richiesta di proroga (22 aprile 2022), poi aggiornata con quella definitiva.

### 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
<b>A1</b>	CO.NA.SE. SOC. COOP. AGR.	Attività di coordinamento, gestione del Gruppo Operativo e organizzazione riunioni	1	1	31	36
<b>B1</b>	CO.NA.SE. SOC. COOP. AGR.	Studio di fattibilità relativo all'analisi del contesto e dei temi oggetto della proposta progettuale	1	1	12	24
<b>B2</b>	CO.NA.SE. SOC. COOP. AGR.	Screening varietale	1	1	22	34
<b>B3</b>	CO.NA.SE. SOC. COOP. AGR.	Prove di concimazione	1	1	22	34
<b>B4</b>	CO.NA.SE. SOC. COOP. AGR.	Determinazione del contenuto in acrilammide	20	25	24	32
<b>B5</b>	CO.NA.SE. SOC. COOP. AGR.	Elaborazione dei dati e definizione del modello di best practices	9	9	25	35

<b>B6</b>	CO.NA.SE. SOC. COOP. AGR.	Realizzazione di modelli di contratti di coltivazione sulla base del modello di best practices individuate	24	15	26	35
<b>B7</b>	CO.NA.SE. SOC. COOP. AGR.	Divulgazione in ambito PEI e Piano di divulgazione	13	13	31	36
<b>B8.1</b>	DINAMICA Soc. Cons a r.l.	Formazione	13	22	25	22

## 2 - DESCRIZIONE PER SINGOLA AZIONE

### 2.1 Azione A1

Azione A1	Attività di coordinamento, gestione del Gruppo Operativo e organizzazione riunioni
Unità aziendale responsabile	CO.NA.SE. SOC. COOP. AGR.
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>Gli obiettivi e le attività sono stati realizzati secondo quanto indicato dalla proposta progettuale. Di seguito sono indicate nel dettaglio:</p> <p>È stata costituita l'Associazione Temporanea di Scopo l'8 Giugno 2020. È stata realizzata la riunione – il 18 Giugno 2020 - sull'organizzazione delle attività da realizzare da parte del coordinatore e dei partner del progetto in modalità ZOOM.</p> <p>È stato realizzato il verbale della riunione e le relative presentazioni (Dr.ssa Corticelli e Prof. Dinelli).</p> <p>Il coordinatore ha predisposto materiale informativo relativo all'attività dei Gruppi Operativi o altri progetti e news relativi ad attività simili a quelle della presente proposta sulla base di informazioni ottenute dal sito dell'Unione Europea relativo al PEI.</p> <p>Sono stati realizzati ogni sei mesi i seguenti report: a) Agosto 2020: Report semestrale comprendente il periodo da Febbraio 2020 a Luglio 2020; (primo semestre); b) Febbraio 2021: Report semestrale comprendente il periodo da Agosto 2020 a Gennaio 2021; (secondo semestre); c) Agosto 2021: Report semestrale comprendente il periodo da Febbraio 2021 a Luglio 2021; (terzo semestre); d) Febbraio 2022: Report semestrale comprendente il periodo da Agosto 2021 a Gennaio 2022; (quarto semestre); e) Agosto 2022: Report semestrale comprendente il periodo da Febbraio 2022 a Luglio 2022; (quinto semestre);</p> <p>Il coordinatore ha tenuto contatti almeno settimanali o quindicinali con i partner del progetto, assicurando il monitoraggio interno della realizzazione delle diverse azioni.</p> <p>Sono stati realizzati i seguenti verbali che comprendono anche la stesura di <u>una scheda di Project management</u>, condivisi con i partner del Gruppo Operativo:</p> <p>a) Verbale attivazione: Marzo 2020; b) Rapporto intermedio primo anno: Luglio 2020; c) Verifica risultati 1 anno: Gennaio 2021; d) Rapporto intermedio secondo anno: (con sopralluogo) Aprile 2021; e) Rapporto intermedio secondo anno: Luglio 2021; f) Verifica risultati 2 anno: Gennaio 2022; g) Rapporto intermedio al 15 Ottobre 2022; h) Rapporto conclusivo: Gennaio 2023.</p>

	<p>Convocazione dei Comitati (con i relativi verbali):  15 Ottobre 2020 – Riunioni Comitati Scientifico e Gestionale;  1 Aprile 2021 - Riunioni Comitati Scientifico e Gestionale;  17 Febbraio 2022 - Riunioni Comitati Scientifico e Gestionale;  6 Dicembre 2022 - Riunioni Comitati Scientifico e Gestionale.</p> <p>Il monitoraggio dell'attività, e il materiale informativo relativo all'attività dei Gruppi Operativi è stato realizzato dal coordinatore, le altre attività sono state realizzate sempre dal coordinatore con la collaborazione degli altri partner.</p> <p>Il risultato di questa Azione è stato quello di realizzare una migliore gestione e organizzazione delle attività progettuali.</p>
<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate</p>	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività.</i></p> <p>Gli obiettivi sono stati pienamente raggiunti.  Non sono state rilevate particolari criticità.</p>

## 2.1.1 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	Costo orario	Ore	Costo totale
	Referente Tecnico - scientifico	Collaborazione nella redazione dei verbali, sulla organizzazione delle riunioni e sulla predisposizione delle relazioni	43	6	258,00
	Responsabile scientifico	Collaborazione nella redazione dei verbali, sulla organizzazione delle riunioni e sulla predisposizione delle relazioni	73	8	584,00
	Assistenza coordinamento e ricerca	Collaborazione nella redazione dei verbali, sulla organizzazione delle riunioni e sulla predisposizione delle relazioni	31	10	310
	Responsabile tecnico	Collaborazione nella redazione dei verbali, sulla organizzazione delle riunioni e sulla predisposizione delle relazioni	43	6	258,00
	Tecnico	Collaborazione nella redazione dei verbali, sulla organizzazione delle riunioni e sulla predisposizione delle relazioni	27	4	108,00
<b>Totale:</b>					<b>1.432,00</b>

## 2.1.2 COLLABORAZIONI, CONSULENZE, ALTRI SERVIZI

### CONSULENZE - PERSONE FISICHE

Nominativo consulente	del	importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
		26.000,00	Funzionamento e gestione del GO, coordinamento e gestione di tutte le azioni e del Piano, autocontrollo e monitoraggio, verbali, presentazioni, schede, report semestrale attività GOI in ambito PEI	26.000,00
		2.500,00	Spese relative all'animazione, a riunioni ed incontri	2.500,00
<b>Totale:</b>				<b>28.500,00</b>

## 2.2 Azione B1

Azione B1	Studio di fattibilità relativo all'analisi del contesto e dei temi oggetto della proposta progettuale
Unità aziendale responsabile	CO.NA.SE. SOC. COOP. AGR.
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>Gli obiettivi e le attività sono stati realizzati secondo quanto indicato dalla proposta progettuale. L'obiettivo è stato quello di realizzare alcune attività di supporto sia tecnico e che organizzativo, che potessero valorizzare e completare la proposta progettuale.</p> <p>L'Università di Bologna e il capofila, con la collaborazione degli altri partner, ha realizzato le seguenti attività:</p> <p>a1) Analisi delle strutture coinvolte, che si prefigge il risultato di ottimizzare e pianificare l'attività organizzativa e logistica connessa alla realizzazione del progetto. Sono stati individuati, in modo dettagliato, i tecnici e le strutture che hanno collaborato al progetto e, insieme a loro, è stata impostata la gestione comune delle attività: su questi aspetti è stata organizzata una riunione il 18 Giugno 2020, sulla quale è stato realizzato il relativo verbale;</p> <p>Il verbale realizzato relativamente all'attività a1) ha permesso di impostare correttamente i ruoli e l'organizzazione delle attività. Il report realizzato nel primo anno (un report unico comprendente le attività a2, a3, a4) ha fornito i presupposti conoscitivi per migliorare l'efficacia del progetto nella fase di avvio.</p> <p>a2) Contesto normativo e progettuale: sono state analizzate le nuove normative e i progetti soprattutto in ambito EU sul tema.</p> <p>Questo tipo di analisi ha permesso di approfondire i temi che erano stati esposti in fase progettuale, al fine di aggiornare e condividere, tra tutti i partner del progetto, i temi trattati.</p> <p>In particolare, L'EFSA si è detta concorde con la valutazione dei rischi da acrilammide condotta dal Comitato misto FAO/OMS sugli additivi alimentari (JECFA) secondo cui i livelli di esposizione alimentare all'acrilammide possono destare preoccupazioni per la salute umana e che, pertanto, occorre assumere misure opportune per ridurre l'esposizione a questa sostanza (<a href="http://www.efsa.europa.eu">www.efsa.europa.eu</a>, 2020).</p> <p>L'EFSA ha inoltre dichiarato che i livelli di acrilammide non sono diminuiti in modo consistente negli ultimi anni e che gli alimenti che destano maggiore preoccupazione sono i prodotti a base di patate, i prodotti a base di cereali e il caffè (e surrogati del caffè), ossia le materie prime che contengono entrambi i precursori dell'acrilammide, ovvero l'amminoacido asparagina e gli zuccheri riducenti quali glucosio e fruttosio (<a href="http://ec.europa.eu">ec.europa.eu</a>, 2020).</p> <p>Sulla base delle normative analizzate, i livelli di riferimento si basano sull'esperienza e sull'occorrenza del contaminante in grandi categorie di alimenti, tenendo conto dei dati di occorrenza più recenti della banca dati dell'Autorità. Essi dovrebbero essere fissati al livello più basso ragionevolmente raggiungibile con l'applicazione di tutte le misure di attenuazione pertinenti. Questi livelli dovrebbero essere periodicamente riesaminati dalla Commissione al fine di stabilire livelli più bassi, a riprova della continua riduzione della presenza di acrilammide negli alimenti.</p> <p>Sono stati valutati - attraverso l'analisi dei più recenti studi - i fattori agronomici e di trasformazione che influenzano la formazione di acrilammide nelle patate, nel caffè, e soprattutto nei prodotti a base di frumento: si è rilevato che, per questi ultimi, sono disponibili dati limitati sui prodotti meno contaminati come i prodotti a base di cereali, i quali però, a causa della loro rilevanza nella dieta, potrebbero essere una fonte alimentare significativa di acrilammide nonostante le basse concentrazioni assolute (Roszko et al., 2020).</p> <p>a3) Contesto di mercato: aggiornamento sulle richieste del mercato per una migliore definizione delle prove sperimentali;</p> <p>Da questa attività è emerso che recentemente, diverse aziende dedicate a servizi per la sicurezza e la qualità alimentare hanno inserito tra le analisi da eseguire la determinazione dell'acrilammide (ad esempio Merieux nutrisciences; Eurofins Technologies; CPS analitica; Cadir Lab; AGQ Labs Italia; Savilab; Eurolab; ...).</p>

	<p>Tali aggiornamenti sono in larga parte riferibili all'entrata in vigore del Regolamento UE 2017/2158. Va comunque ricordato che nel Regolamento UE 2017/2158 viene messa in evidenza - per le aziende del settore alimentare - la necessità di realizzare misure preventive per limitare la formazione di acrilammide, rimarcando un approccio di tipo HACCP, ovvero individuando punti critici e controllo degli stessi per evitare la formazione del contaminante.</p> <p>Tra le misure preventive rientra senz'altro la scelta delle materie prime, ovvero delle varietà potenzialmente a minor rischio. A tale riguardo la ricerca scientifica ha fornito informazioni sulle varietà di patata maggiormente adatte per la riduzione del rischio di formazione di acrilammide. per quanto riguarda il frumento, invece, non esistono al momento indicazioni utili relative alle varietà maggiormente diffuse nel territorio nazionale.</p> <p>a4) Contatti e/o interviste a operatori agricoli e altri operatori del settore per valutare le conoscenze sul tema dell'acrilammide.</p> <p>Al fine di realizzare questa attività in maniera efficace, nel corso dell'attività di formazione sono state fornite agli operatori agricoli e/o altri operatori del settore partecipanti tutte le informazioni disponibili in merito al tema dell'acrilammide, non solo in relazione ai prodotti a base di frumento, ma anche in relazione alle principali colture alimentari possibilmente esposte alla formazione di tale composto (patate, caffè).</p> <p>In particolare, è stato loro illustrato quale strumento decisionale utile, i dati riportati ne "Acrylamide tool box 2019" che raccoglie più di 15 anni di cooperazione tra le industrie alimentari e le autorità nazionali dell'Unione Europea in relazione ai potenziali interventi agronomici, alla scelta delle ricette per la preparazione, alle attività di trasformazione e di preparazione per ridurre la formazione dell'acrilammide.</p> <p>In sintesi, l'intero studio di fattibilità, ha raggiunto il risultato di ottenere strumenti conoscitivi in grado di migliorare l'applicabilità della proposta progettuale attraverso la pianificazione dell'attività organizzativa e logistica, di realizzare un aggiornamento delle tematiche oggetto della presente proposta, e aumentare l'applicabilità e l'efficacia di trasferimento delle innovazioni progettuali.</p>
<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate</p>	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>Gli obiettivi sono stati pienamente raggiunti. Non sono state rilevate particolari criticità.</p>

## 2.2.1 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	Costo orario	Ore	Costo totale
	Referente Tecnico scientifico	Realizzazione studio di fattibilità	43	30	1.290,00
	Responsabile scientifico	Supervisione studio di fattibilità	73	45	3.285,00
	Assistenza coordinamento e ricerca	Realizzazione studio di fattibilità	31	407	12.617,00
	Responsabile tecnico	Collaborazione allo studio di fattibilità	43	11	473,00
	Tecnico	Collaborazione allo studio di fattibilità	27	16	432,00
<b>Totale:</b>					<b>18.097,00</b>

## 2.3 Azione B2

Azione B2	Screening varietale																																												
Unità aziendale responsabile	CO.NA.SE. SOC. COOP. AGR.																																												
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i> L'obiettivo dell'azione è stato quello di individuare i genotipi più idonei in relazione al contenuto dei precursori dell'acrilammide (asparagina e zuccheri riducenti).</p> <p>Le prove di campo sono state condotte dal CONASE presso i campi sperimentali in località Conselice (RA). Le analisi sulla granella e la preparazione delle farine sono state preparate dal CONASE. Le analisi sulle farine relative ai precursori della reazione di Maillard sono state condotte da UNIBO.</p> <p><b>Prima fase:</b> <b>01/02/2020 – 30/09/2020:</b> È stata realizzata l'attività sperimentale sulla prima annata agraria, sui campi seminati alla fine del 2019, i rilievi e le relative analisi. In particolare, applicando uno schema a blocchi randomizzati, sono state realizzate prove parcellari replicate (2 repliche), con parcelle di 8,5 metri quadri, utilizzando protocolli di coltivazione a bassi input con densità di semina di 250 semi/mq e apporto azotato di 30 unità di N come unica somministrazione. Di seguito si riporta lo schema di campo adottato: <u>SALUTE B2 - Conselice 2019-20 - schema di campo</u></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td rowspan="4" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Bordo</td> <td>8</td><td>14</td><td>20</td><td>12</td><td>2</td><td>19</td><td>18</td><td>5</td><td>3</td><td>15</td> <td rowspan="4" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Bordo</td> <td rowspan="2" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">rep II</td> </tr> <tr> <td>13</td><td>6</td><td>9</td><td>7</td><td>11</td><td>10</td><td>1</td><td>17</td><td>16</td><td>4</td> </tr> <tr> <td>20</td><td>19</td><td>18</td><td>17</td><td>16</td><td>15</td><td>14</td><td>13</td><td>12</td><td>11</td> <td rowspan="2" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">rep I</td> </tr> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td> </tr> </table> <p>Complessivamente, sono state messe a confronto 20 accessioni, ovvero 10 varietà moderne e 10 varietà di antica costituzione, quali:</p>	Bordo	8	14	20	12	2	19	18	5	3	15	Bordo	rep II	13	6	9	7	11	10	1	17	16	4	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	rep I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bordo	8		14	20	12	2	19	18	5	3	15	Bordo			rep II																														
	13		6	9	7	11	10	1	17	16	4																																		
	20		19	18	17	16	15	14	13	12	11			rep I																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																			

- Varietà moderne: Rebelde, Solehio, Metropolis, Terramare, Teorema, Ginger, Bologna, Soana, Aleppo, Aquilante

- Varietà antiche: San Pastore; Verna; Falcone; Funone; Funo; Frassineto, Inallettabile, Villa Glori, Terminillo e Gentil Rosso.

Per ogni parcella sono stati rilevati i seguenti parametri: resa produttiva (t/ha), Umidità della granella alla raccolta (%), peso ettolitrico (kg/hl), contenuto proteico della granella (% s.s.), data di spigatura (giorni dal 1° aprile), altezza della pianta (cm), allettamento alla raccolta (punteggio 0-9), peso 1000 semi (g). Non sono stati rilevati sintomi di patologia.

Nella tabella di seguito si riportano i valori rilevati.

**SALUTE B2 - Conselice 2019-20 - 2 repliche**

Tesi	Replica	Nome tesi	Produzione tq (kg/parc)	Produzione (t/ha) 13%U	Umidità raccolta (%)	Peso Ettolitrico (kg/hl)	IM9500 Proteine s.s. (%)	Data spigatura (gg 1/4)	Altezza pianta (cm)	Allettamento a raccolta (0-9)	Peso 1000 semi (g)
1	1	S. Pastore	4.04	5.77	11.0	80.4	10.4	21	95	0	43.1
2	1	Verna	3.77	5.37	11.2	79.9	10.0	37	133	1	47.9
3	1	Falcone	3.82	5.45	11.0	79.0	9.0	21	111	0	44.2
4	1	Funo	4.12	5.89	10.9	77.4	9.2	30	90	0	45.7
5	1	Funone	3.79	5.42	10.8	80.2	9.9	23	96	0	39.7
6	1	Frassineto	4.12	5.87	11.1	82.5	10.3	32	146	3	58.8
7	1	Inallettabile	3.68	5.24	11.2	81.7	9.9	32	131	1	45.8
8	1	Villa Glori	4.19	5.97	11.1	83.7	10.8	31	152	9	47.4
9	1	Terminillo	3.29	4.68	11.3	81.7	9.8	34	160	9	51.2
10	1	Gentil Rosso	3.66	5.22	11.0	81.9	9.6	34	160	9	48.8
11	1	Rebelde	4.92	7.05	10.7	84.0	9.6	30	84	0	35.4
12	1	Solehio	5.88	8.41	10.8	80.8	8.5	32	86	0	52.6
13	1	Metropolis	5.12	7.30	11.1	84.0	10.3	28	89	0	39.8
14	1	Terramare	4.90	6.99	11.0	80.3	8.9	25	85	0	46.8
15	1	Teorema	4.72	6.74	11.0	83.4	9.9	29	74	0	45.2
16	1	Ginger	5.27	7.49	11.4	79.4	7.5	32	71	0	39.3
17	1	Bologna	4.83	6.89	11.0	81.5	8.8	31	84	0	36.1
18	1	Soana	4.80	6.85	11.0	78.7	9.1	28	85	0	37.1
19	1	Aleppo	4.73	6.75	11.0	81.7	8.6	27	81	0	31.0
20	1	Aquilante	5.05	7.22	10.9	84.5	9.8	28	75	0	41.3
1	2	S. Pastore	3.67	5.23	11.2	80.8	10.7	23	95	0	43.6
2	2	Verna	3.80	5.41	11.2	80.1	10.0	37	135	1	46.4
3	2	Falcone	3.95	5.64	11.0	80.5	10.9	22	106	0	45.5
4	2	Funo	4.54	6.48	11.0	77.8	9.2	30	94	0	46.9
5	2	Funone	4.00	5.70	11.2	82.5	13.4	23	99	0	42.5
6	2	Frassineto	4.17	5.92	11.5	82.0	10.3	32	145	2	59.8
7	2	Inallettabile	4.05	5.77	11.2	82.4	10.2	32	135	2	48.5
8	2	Villa Glori	3.95	5.62	11.3	82.5	9.7	31	146	6	46.0
9	2	Terminillo	3.05	4.34	11.3	81.5	10.0	35	160	9	51.1
10	2	Gentil Rosso	3.78	5.41	10.8	81.9	9.7	34	157	9	51.5
11	2	Rebelde	4.29	6.10	11.3	83.9	9.9	30	80	0	35.7
12	2	Solehio	5.25	7.49	11.0	81.2	8.6	31	85	0	52.0
13	2	Metropolis	4.34	6.19	11.1	83.5	9.4	28	86	0	38.0
14	2	Terramare	4.04	5.77	10.9	80.2	8.7	27	79	0	49.6
15	2	Teorema	4.38	6.26	10.9	83.9	10.7	28	72	0	47.2
16	2	Ginger	5.57	7.95	11.0	80.7	8.8	32	73	0	40.9
17	2	Bologna	5.74	8.21	10.8	84.8	13.6	29	84	0	39.2
18	2	Soana	4.52	6.44	11.2	78.9	9.4	27	85	0	33.9
19	2	Aleppo	4.63	6.60	11.1	81.9	8.5	26	82	0	29.6
20	2	Aquilante	4.39	6.25	11.2	84.7	9.7	28	75	0	41.9

Inoltre, ogni campione è stato macinato e le farine integrali prodotte sono state analizzate, per il contenuto nei due principali precursori responsabili della reazione di Maillard, ovvero asparagina e zuccheri riducenti (glucosio, saccarosio, fruttosio) secondo la metodica riportata da Nielsen et al. (2006).

Il contenuto dell'aminoacido asparagina è stato valutato sulla farina cruda. La metodica seguita è stata: ad un'aliquota di 1 g di farina cruda sono stati aggiunti 10 mL di etanolo 45%; i tubi sono stati posti in un bagnetto a ultrasuoni per 10 minuti; il campione è stato poi centrifugato a 5000 rpm per 10 minuti a 5°C; il surnatante è stato prelevato; sul pellet residuo è stato eseguito un altro passaggio di estrazione. I surnatanti sono stati uniti, è stato poi fatto il clean-up dell'estratto attraverso colonnine SPE C18 e utilizzati per la quantificazione dell'asparagina tramite kit di analisi per L-asparagina della ditta Megazyme. Il contenuto di zuccheri riducenti nei campioni di farina è stato determinato tramite kit di analisi per maltosio, saccarosio e D-glucosio della ditta Megazyme.

Per valutare il potenziale di formazione di acrilammide, un campione di farina 2,5 g è stato pesato in un beker da 100 mL e posto in stufa, preriscaldata a 180°C, per 20 minuti (Claus et al., 2006; Hamlet et al., 2008; Curtis et al., 2009). Il contenuto di acrilammide nei campioni di farina cotta è

stato poi determinato tramite cromatografia liquida con strumento HPLC-ESI-MS Waters e2695 equipaggiato con detector Acquity QDa. L' acquisizione è avvenuta tramite ionizzazione positiva, con temperatura del probe di 600°C, sia come acquisizione totale (TIC) che su canale SIR a massa (m/z) 71.90 Da, corrispondente ad acrilammide protonata (MW+1).

Nella tabella seguente si riportano i valori osservati nel primo anno di sperimentazione:

Varieta'	ASPARAGINA (mg/100g)	GLUCOSIO (g/100g)	SACCAROSIO (g/100g)	FRUTTOSIO (g/100g)	ACRILAMIDE (ug/Kg)
Aleppo	12,12	0,098	1,270	0,081	1288,99
Aquilante	15,84	0,105	1,244	0,089	1438,63
Bologna	11,63	0,087	0,947	0,046	1176,24
Falcone	12,10	0,185	1,181	0,102	1200,47
Frassineto	9,40	0,123	1,218	0,096	1520,86
Funo	10,89	0,111	1,123	0,087	1096,23
Funone	16,82	0,084	0,939	0,094	1756,50
Gentil Rosso	9,15	0,122	0,936	0,036	1564,82
Ginger	12,87	0,044	0,991	0,025	1141,92
Inalettabile	6,68	0,205	0,894	0,080	1298,50
Metropolis	11,13	0,123	0,826	0,098	1109,68
Rebelde	7,67	0,097	1,052	0,042	1560,02
San Pastore	17,57	0,109	1,168	0,091	1431,94
Soana	12,37	0,087	1,165	0,073	1216,26
Solehio	8,17	0,152	1,741	0,103	1198,71
Teorema	12,62	0,057	1,123	0,027	1207,37
Terminillo	12,12	0,198	0,991	0,100	1528,83
Terramare	10,39	0,116	1,299	0,130	1156,42
Verna	11,63	0,149	1,076	0,094	1140,52
Villa Glori	15,84	0,173	1,089	0,128	1909,04

**Seconda fase 01/10/2020 – 30/11/2022:** La prova è stata realizzata per due annate agrarie consecutive. Nella seconda annualità sono stati realizzati gli stessi rilievi e le stesse analisi.

Di seguito si riporta lo schema di campo

**SALUTE B2 - Conselice 2020-21 - schema di campo**

Bordo	12	7	13	20	2	18	10	16	4	14	Bordo	rep II
	3	9	6	11	8	19	1	17	15	5		
Bordo	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	Bordo	rep I
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		

Nella tabella seguente si riportano i singoli valori rilevati per ogni parcella in campo.

**SALUTE B2 - Conselice 2020-21 - 2 repliche**

Tesi	Replica	Nome tesi	Produzione tq (kg/parc)	Produzione (t/ha) 13%U	Umidità raccolta (%)	Peso Ettolitrico (kg/hl)	Data spigatura (gg 1/4)	Altezza pianta (cm)	IM9500 Proteine s.s. (%)	Peso 1000 semi (g)
1	1	S. Pastore	4.22	6.04	10.7	83.6	36	100	13.0	38.6
2	1	Verna	4.04	5.79	11.0	80.6	46	134	14.7	46.0
3	1	Falcone	4.09	5.86	10.6	82.3	38	106	12.4	36.7
4	1	Funò	4.70	6.75	10.8	82.0	40	95	11.3	46.3
5	1	Funone	4.05	5.83	10.8	84.5	34	96	11.4	37.7
6	1	Frassineto	4.28	6.12	10.4	83.9	41	142	13.1	55.0
7	1	Inalettabile	4.25	6.09	10.6	83.1	42	140	14.1	47.7
8	1	Villa Glori	3.64	5.23	10.4	82.7	42	150	16.0	42.4
9	1	Terminillo	3.72	5.33	10.5	80.8	45	155	16.6	44.9
10	1	Gentil Rosso	4.23	6.08	10.5	81.8	44	149	16.4	42.3
11	1	Rebelde	5.24	7.55	10.4	84.4	40	81	14.8	32.4
12	1	Solehio	6.07	8.70	10.6	81.9	42	84	12.5	46.8
13	1	Metropolis	5.05	7.21	10.6	82.8	39	84	14.3	34.2
14	1	Terramare	5.44	7.78	10.3	81.4	38	83	12.9	39.4
15	1	Teorema	4.63	6.64	10.3	83.2	41	71	14.2	36.5
16	1	Ginger	4.81	6.90	10.8	81.2	42	70	11.4	37.2
17	1	Bologna	5.23	7.46	10.5	83.7	40	80	12.3	34.1
18	1	Soana	4.89	7.02	10.6	81.9	40	81	13.0	33.9
19	1	Aleppo	4.91	7.02	10.4	84.0	39	79	12.1	29.5
20	1	Aquilante	5.40	7.76	10.8	87.7	37	79	11.3	37.1
1	2	S. Pastore	4.87	7.00	10.7	83.1	35	100	13.6	39.1
2	2	Verna	4.41	6.31	10.8	81.3	46	141	14.9	43.7
3	2	Falcone	4.28	6.14	10.8	82.3	35	110	11.2	38.5
4	2	Funò	5.66	8.11	10.4	82.4	41	100	13.6	44.5
5	2	Funone	5.73	8.21	10.7	84.8	34	100	13.4	39.9
6	2	Frassineto	4.60	6.62	10.7	84.1	40	149	14.2	54.4
7	2	Inalettabile	4.72	6.75	10.7	83.0	45	131	13.4	48.7
8	2	Villa Glori	4.36	6.25	11.0	83.6	40	146	14.4	42.1
9	2	Terminillo	3.88	5.55	11.1	83.2	43	150	12.3	49.5
10	2	Gentil Rosso	4.76	6.84	10.6	82.9	44	155	15.0	47.6
11	2	Rebelde	4.46	6.39	10.5	83.9	40	81	14.2	30.9
12	2	Solehio	6.36	9.14	10.9	82.3	40	90	10.6	47.9
13	2	Metropolis	5.24	7.51	10.6	84.0	39	85	12.7	33.3
14	2	Terramare	6.51	9.31	10.4	82.4	36	86	12.8	39.4
15	2	Teorema	5.51	7.91	10.4	83.8	41	76	14.2	37.4
16	2	Ginger	5.32	7.64	10.4	80.1	43	75	12.6	31.8
17	2	Bologna	4.94	7.10	10.2	82.2	40	82	13.4	31.4
18	2	Soana	4.58	6.57	10.2	80.9	39	81	14.3	32.5
19	2	Aleppo	4.59	6.60	10.5	83.2	39	81	12.7	31.6
20	2	Aquilante	5.06	7.22	10.6	86.9	37	80	12.2	35.2

Nella tabella seguente si riportano i singoli valori rilevati per ogni varietà:

Varieta'	ASPARAGINA (mg/100g)	GLUCOSIO (g/100g)	SACCAROSIO (g/100g)	FRUTTOSIO (g/100g)	ACRILAMIDE (ug/Kg)
Aleppo	13,11	0,112	1,268	0,045	1615,19
Aquilante	18,31	0,174	1,262	0,021	2047,50
Bologna	17,07	0,073	0,965	0,046	1459,21
Falcone	13,86	0,151	1,086	0,085	1376,00
Frassineto	8,41	0,111	1,115	0,085	1624,16
Funò	17,81	0,112	1,065	0,084	1726,40
Funone	27,96	0,097	0,955	0,075	2124,37
Gentil Rosso	19,79	0,094	0,939	0,042	2985,60
Ginger	16,33	0,087	1,026	0,036	1616,18
Inalettabile	12,62	0,179	0,826	0,054	1766,03
Metropolis	15,84	0,102	0,844	0,074	1482,84
Rebelde	14,60	0,072	1,033	0,031	1990,45
San Pastore	19,05	0,101	1,136	0,067	1709,39
Soana	17,57	0,078	0,949	0,061	2504,94
Solehio	14,23	0,136	1,407	0,078	1905,81

	Teorema	17,32	0,072	1,115	0,043	1765,56
	Terminillo	19,05	0,116	0,952	0,081	2577,50
	Terramare	13,11	0,104	1,197	0,130	1512,57
	Verna	17,32	0,141	1,104	0,064	1536,56
	Villa Glori	20,29	0,148	0,994	0,100	2626,42
	<p>È stata realizzata una relazione ad uso dei tecnici con la descrizione delle performance dei genotipi oggetto dell'attività di sperimentazione con i seguenti risultati: individuare i genotipi più idonei che, unitamente ai risultati ottenuti dalla sperimentazione on farm su diversi areali nell'Azione B3, hanno costituito una prima importante base informativa per l'impostazione del modello di best practices.</p> <p>Il risultato dell'Azione è stato quello di avere individuato i genotipi più idonei che, unitamente ai risultati ottenuti dalla sperimentazione on farm su diversi areali nell'Azione B3 e le prove di panificazione realizzate nell'Azione B4, hanno costituito una prima importante base informativa per l'impostazione del modello di best practices.</p> <p>In particolare, tra i genotipi antichi, Gentil Rosso, Villa Glori, Funone, e Terminillo hanno mostrato la maggiore variabilità tra anni nel contenuto in asparagina e acrilammide e/o i valori più elevati di asparagina e acrilammide. Viceversa, Falcone, Frassineto e Inallettabile e hanno mostrato i valori più bassi e/o la minore variabilità tra anni, garantendo in linea complessiva, un'ottima stabilità in relazione ai principali fattori di rischio.</p> <p>Tra le varietà moderne, invece, i valori più elevati in asparagina e acrilammide si sono osservati complessivamente per le varietà Aquilante, Soana e Teorema, mentre i valori più bassi si sono ottenuti per le varietà Bologna, Metropolis e Terramare (migliore stabilità in relazione ai principali fattori di rischio).</p>					
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>Gli obiettivi sono stati pienamente raggiunti. Non sono state rilevate particolari criticità.</p>					

## 2.3.1 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	Costo orario	Ore	Costo totale
	Referente tecnico-scientifico	Impostazione e realizzazione dell'attività di sperimentazione (anche rilievi e raccolta dati)	43	222	9.632,00
	Sperimentatore	Collaborazione alla realizzazione dell'attività di sperimentazione (anche rilievi e raccolta dati)	27	419	11.313,00
	Sperimentatore	Collaborazione alla realizzazione dell'attività di sperimentazione (anche rilievi e raccolta dati)	27	404	10.908,00
	Tecnico ricerca	Collaborazione alla realizzazione dell'attività di sperimentazione (anche rilievi e raccolta dati)	27	402	10.854,00
	Assistenza coordinamento e ricerca	Supervisione dell'attività	31	20	620,00
	Tecnico	Collaborazione alla realizzazione dell'attività di sperimentazione (anche rilievi e raccolta dati)	27	157	4.239,00
	Sperimentatore junior	Collaborazione alla realizzazione dell'attività di sperimentazione (rilievi e raccolta dati)	13,84	1074	14.864,16
<b>Totale:</b>					<b>62.430,16</b>

## 2.3.2 MATERIALE CONSUMABILE

Fornitore	Descrizione materiale	Costo
Merck Life Science S.r.l.	Acquisto di reagenti per analisi in LC/MS, kit analitici, Colonne per HPLC, vetreria e plastiche per la preparazione dei campioni	912,56
PHENOMENEX	Acquisto di reagenti per analisi in LC/MS, kit analitici, Colonne per HPLC, vetreria e plastiche per la preparazione dei campioni	445,85
<b>Totale:</b>		<b>1.358,41</b>

## 2.4 Azione B3

Azione B3	Prova di concimazione
Unità aziendale responsabile	CO.NA.SE. SOC. COOP. AGR.
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>L'obiettivo dell'azione è stato quello di individuare un protocollo di produzione idoneo a garantire un contenuto di acrilammide inferiore ai valori riportati nel Reg. UE 2017/2158, per questo sono stati presi in esame diversi livelli di concimazioni, così come diverse tipologie di concime.</p> <p>Le prove di campo sono state condotte presso i campi sperimentali del CONASE in località Conselice (RA) e presso le aziende agricole. AGRITES e UNIBO si sono occupati della realizzazione dei rilievi presso le aziende agricole coinvolte nella sperimentazione.</p> <p>L'Università di Bologna ha pianificato le analisi dei campioni ottenuti nelle prove di campo. UNIBO, CONASE e AGRITES hanno identificato ed elaborato le "best practices" di gestione agronomica.</p> <p>La Coop. Sociale Anima, coinvolta inizialmente in questa azione per collaborare alla realizzazione dei rilievi, a causa delle problematiche legate all'emergenza COVID-19, è stata coinvolta solo nella prima impostazione dei contratti di coltivazione nell'ambito dell'Azione B6.</p>

Questa variazione ha portato cambiamenti solo nella tipologia, ma non ha modificato le finalità generali dell'attività né il relativo tempo dedicato.  
La variazione è stata comunicata con PEC il 26 Marzo 2021.

**Prima fase:**

**01/02/2020 – 30/09/2020:** È stata realizzata l'attività sperimentale sulla prima annata agraria, sui campi seminati alla fine del 2019, i rilievi e le relative analisi.

In particolare, l'azione è stata realizzata utilizzando 2 varietà di frumento tenero, quali S. Pastore (antica costituzione) e Terramare (moderna).

E' stata realizzata una prova parcellare replicata (2 repliche), con parcelle di 8,5 metri quadri, con densità di semina di 250 semi/mq. Di seguito si riporta lo schema di campo adottato

**SALUTE B3 - Conselice 2019-20 - schema di campo**



Nello specifico sono state prese in considerazione le seguenti tesi:

- controllo non concimato (N0);
- 30 unità di N in un'unica somministrazione ad inizio levata con nitrato ammonico;
- 90 unità di N in 2 somministrazioni (30 U ad inizio accestimento, 60 U in levata) con nitrato ammonico;
- 140 unità di N in 3 somministrazioni (30 U ad inizio accestimento, 80 U in levata, 30 U fine levata/inizio botticella) con nitrato ammonico.
- 90 unità di N in 2 somministrazioni (30 U ad inizio accestimento, 60 U in levata); con concime arricchito di zolfo (urea YARA Amidas – N 40%, SO3 14%)
- 4q/ha di concime Azocor 8 (Fomet) ammesso in coltivazione biologica somministrato all'emergenza. Al termine dell'annata, per ogni parcella sono stati rilevati i seguenti parametri: resa produttiva (t/ha), umidità della granella alla raccolta (%), peso ettolitrico (kg/hl), contenuto proteico della granella (% s.s.), data di spigatura (giorni dal 1° aprile), altezza della pianta (cm), allettamento alla raccolta (punteggio 0-9), peso 1000 semi (g). Non sono stati rilevati sintomi di patologia mentre sono stati rilevati ingiallimenti fogliari.

Nella tabella di seguito si riportano i valori rilevati. Per la determinazione dell'asparagina, dei zuccheri semplici e dell'acrilammide è stata seguita la metodica descritta nell'azione B2.

<b>SALUTE B3 - Conselice 2019-20 - 2 repliche</b>											
Tesi	Repli ca	Nome tesi	Produzi one tq (kg/parc)	Produzi one (t/ha) 13%U	Umidità raccolta (%)	Peso Ettlritri co (kg/ha)	IM9500 Protein e s.s. (%)	Data spigatu ra (gg 1/4)	Altezza pianta (cm)	Ingialli menti fogliari 21/4 (0-9)	Peso 1000 semi (g)
1	1	S. Pastore Controllo non concimato (N0)	4.00	5.64	12.1	80.7	9.2	22	90	6	41.6
2	1	S. Pastore 30 unità di N in un'unica somministrazione	3.93	5.54	12.1	80.8	9.6	23	94	6	39.7
3	1	S. Pastore 90 unità di N in 2 somministrazioni	5.20	7.37	11.6	82.6	11.0	25	99	3	42.1
4	1	S. Pastore 140 unità di N in 3 somministrazioni	5.51	7.81	11.6	83.6	12.6	24	96	2	45.5
5	1	S. Pastore 90 unità di N in 2 somministrazioni con concime arricchito di zolfo	5.13	7.24	12.0	82.4	11.2	24	96	2	43.2
6	1	S. Pastore 4q/ha di concime Azocor 8 (Fomet) ammesso in coltivazione biologica	3.89	5.48	12.1	80.7	9.5	23	93	5	40.5
7	1	Terramare Controllo non concimato (N0)	4.86	6.83	12.3	79.2	8.4	27	81	4	46.7
8	1	Terramare 30 unità di N in un'unica somministrazione	5.33	7.51	12.1	79.9	8.5	26	84	3	46.5
9	1	Terramare 90 unità di N in 2 somministrazioni	6.07	8.57	12.0	81.2	9.9	26	84	1	46.3
10	1	Terramare 140 unità di N in 3 somministrazioni	6.78	9.57	12.0	82.5	10.9	26	85	1	45.7
11	1	Terramare 90 unità di N in 2 somministrazioni con concime arricchito di zolfo	6.58	9.26	12.2	81.3	10.0	26	85	2	47.1
12	1	Terramare 4q/ha di concime Azocor 8 (Fomet) ammesso in coltivazione biologica	4.84	6.82	12.1	79.8	8.5	26	85	4	47.2
1	2	S. Pastore Controllo non concimato (N0)	4.18	5.90	12.0	80.8	9.8	24	93	5	37.8
2	2	S. Pastore 30 unità di N in un'unica somministrazione	4.30	6.06	12.1	81.2	9.7	24	96	5	44.4
3	2	S. Pastore 90 unità di N in 2 somministrazioni	5.17	7.30	12.0	82.8	11.0	24	101	3	44.4
4	2	S. Pastore 140 unità di N in 3 somministrazioni	5.43	7.68	11.8	83.7	12.4	24	99	2	44.3
5	2	S. Pastore 90 unità di N in 2 somministrazioni con concime arricchito di zolfo	5.59	7.90	11.9	83.2	11.1	25	100	2	44.8
6	2	S. Pastore 4q/ha di concime Azocor 8 (Fomet) ammesso in coltivazione biologica	4.21	5.93	12.2	81.1	9.5	23	101	5	44.0
7	2	Terramare Controllo non concimato (N0)	4.66	6.57	12.1	79.7	8.5	27	81	4	48.1
8	2	Terramare 30 unità di N in un'unica somministrazione	4.34	6.12	12.1	79.9	8.6	26	80	4	47.0
9	2	Terramare 90 unità di N in 2 somministrazioni	6.17	8.71	12.0	81.6	10.3	27	85	1	48.5
10	2	Terramare 140 unità di N in 3 somministrazioni	6.55	9.21	12.3	82.3	11.0	27	86	1	48.8
11	2	Terramare 90 unità di N in 2 somministrazioni con concime arricchito di zolfo	5.83	8.23	12.0	81.2	10.1	26	87	1	46.7
12	2	Terramare 4q/ha di concime Azocor 8 (Fomet) ammesso in coltivazione biologica	5.44	7.65	12.3	79.4	8.7	27	86	2	47.0

	ASPARAGINA (mg/100g)	GLUCOSIO (g/100g)	SACCAROSIO (g/100g)	FRUTTOSIO (g/100g)	ACRILAMIDE (ug/Kg)
<b>Varietà</b>	ns	ns	ns	ns	***
San Pastore	10,8	0,114	1,195	0,093	1553,5 (a)
Terramare	9,4	0,128	1,182	0,087	1108,9 (b)
<b>Trattamento</b>	***	ns	ns	ns	***
N0	5,1 (d)	0,122	1,168	0,100	1157,1 (c)
N30	10,6 (bc)	0,113	1,250	0,077	1087,1 (c)
N90	11,5 (b)	0,131	1,176	0,094	1366,2 (b)
N140	14,6 (a)	0,129	1,166	0,077	1664,9 (a)
N90+S	10,4 (bc)	0,112	1,214	0,097	1507,6 (ab)
N BIO	8,5 (c)	0,117	1,158	0,092	1204,3 (c)
<b>V*T</b>	**	ns	ns	ns	ns

**Seconda fase 01/10/2020 – 30/11/2022:** La prova è stata realizzata per due annate agrarie consecutive, e nella seconda annualità sono stati realizzati gli stessi rilievi e le stesse analisi. Di seguito si riporta lo schema di campo adottato.

**SALUTE B3 - Conselice 2020-21 - schema di campo**

Bordo	7	12	10	8	2	9	4	1	6	11	3	5	Bordo	rep II
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
														rep I

Nella tabella seguente si riportano i singoli valori rilevati per ogni parcella in campo.

<b>SALUTE B3 - Conselice 2020-21 - 2 repliche</b>										
Tesi	Repl ca	Nome tesi	Produzi one tq (kg/par c)	Produzi one (t/ha) 13%U	Umidità raccolta (%)	Peso Ettoltri co (kg/hl)	Data spigatu ra (gg 1/4)	Altezza pianta (cm)	IM9500 Protein e s.s. (%)	Peso 1000 semi (g)
1	1	S. Pastore Controllo non concimato (N0)	3.67	5.26	10.7	83.8	37	95	12.8	39.7
2	1	S. Pastore 30 unità di N in un'unica somministrazione	4.08	5.86	10.5	84.0	35	95	13.0	40.6
3	1	S. Pastore 90 unità di N in 2 somministrazioni	4.15	5.95	10.6	83.7	35	98	14.3	39.8
4	1	S. Pastore 140 unità di N in 3 somministrazioni	4.59	6.59	10.4	84.2	34	99	14.5	39.1
5	1	S. Pastore 90 unità di N in 2 somministrazioni con concime arricchito di zolfo	4.58	6.60	10.2	84.8	35	98	13.7	40.2
6	1	S. Pastore 4q/ha di concime Azocor 8 (Fomet) ammesso in coltivazione biologica	4.61	6.63	10.3	85.2	35	99	11.9	40.7
7	1	Terramare Controllo non concimato (N0)	6.51	9.36	10.3	82.4	37	86	11.4	40.0
8	1	Terramare 30 unità di N in un'unica somministrazione	6.29	9.04	10.4	83.3	38	86	11.9	41.6
9	1	Terramare 90 unità di N in 2 somministrazioni	6.49	9.35	10.2	82.9	36	86	12.9	41.9
10	1	Terramare 140 unità di N in 3 somministrazioni	6.45	9.26	10.5	83.1	36	85	13.2	41.1
11	1	Terramare 90 unità di N in 2 somministrazioni con concime arricchito di zolfo	6.07	8.71	10.5	83.1	36	86	12.7	43.3
12	1	Terramare 4q/ha di concime Azocor 8 (Fomet) ammesso in coltivazione biologica	6.06	8.70	10.5	82.4	35	86	10.7	43.5
1	2	S. Pastore Controllo non concimato (N0)	4.89	7.03	10.3	85.1	35	101	13.1	38.0
2	2	S. Pastore 30 unità di N in un'unica somministrazione	4.74	6.83	10.2	84.8	34	100	12.7	41.2
3	2	S. Pastore 90 unità di N in 2 somministrazioni	4.58	6.57	10.5	84.3	35	101	15.1	40.5
4	2	S. Pastore 140 unità di N in 3 somministrazioni	4.76	6.85	10.3	84.3	35	99	15.0	40.6
5	2	S. Pastore 90 unità di N in 2 somministrazioni con concime arricchito di zolfo	5.15	7.38	10.6	84.8	34	101	14.4	39.7
6	2	S. Pastore 4q/ha di concime Azocor 8 (Fomet) ammesso in coltivazione biologica	5.1	7.34	10.2	84.8	36	101	13.9	40.5
7	2	Terramare Controllo non concimato (N0)	5.5	7.89	10.5	82.0	36	82	11.5	42.0
8	2	Terramare 30 unità di N in un'unica somministrazione	6.04	8.66	10.6	82.5	35	85	11.1	43.4
9	2	Terramare 90 unità di N in 2 somministrazioni	5.83	8.40	10.1	82.4	36	85	12.5	40.2
10	2	Terramare 140 unità di N in 3 somministrazioni	5.67	8.14	10.5	82.5	37	84	13.3	40.7
11	2	Terramare 90 unità di N in 2 somministrazioni con concime arricchito di zolfo	6.41	9.21	10.4	82.6	38	89	13.4	39.4
12	2	Terramare 4q/ha di concime Azocor 8 (Fomet) ammesso in coltivazione biologica	5.18	7.43	10.6	82.3	37	80	11.6	42.1

	<b>ASPARAGINA (mg/100g)</b>	<b>GLUCOSIO (g/100g)</b>	<b>SACCAROSIO (g/100g)</b>	<b>FRUTTOSIO (g/100g)</b>	<b>ACRILAMIDE (ug/Kg)</b>
<b>Varietà</b>	***	**	***	ns	***
San Pastore	19,5 (a)	0,098 (b)	0,937 (b)	0,085	1762,4 (a)
Terramare	16,2 (b)	0,113 (a)	1,154 (a)	0,100	1573,3 (b)
<b>Trattament o</b>	***	ns	ns	ns	***
N0	10,4 (e)	0,097	1,043 (ab)	0,076	1359,0 (e)
N30	17,9 (c)	0,109	1,025 (b)	0,080	1562,5 (d)
N90	21,4 (b)	0,110 (	1,033 (b)	0,098	1844,5 (b)
N140	27,7 (a)	0,096	1,006 (b)	0,103	1998,0 (a)
N90+S	14,5 (d)	0,108	1,065 (ab)	0,093	1706,0 (c)
N BIO	17,2 (cd)	0,116	1,102 (a)	0,106	1547,2 (d)
<b>V*T</b>	***	ns	**	ns	**

Inoltre, nelle aziende agricole coinvolte nella sperimentazione, sempre per 2 annate agrarie e su parcelloni di 1 ha, è stato realizzato un confronto tra due tipologie di concimazione organica, al fine di valutare l'impatto di tale procedura agronomica sull'accumulo dei principali precursori dell'acrilammide.

I campioni derivanti dalle prove agronomiche condotte presso il CONASE e presso le 4 aziende agricole sono stati macinati e analizzati, come indicato nella precedente Azione B2.

I dati così ottenuti, sulla base anche delle informazioni ottenute nell'ambito dell'azione B1 e B4 e dell'attività sperimentale realizzata nell'ambito dell'azione B2, hanno costituito la base per elaborare ed identificare gli indicatori di risultato e le "best practices" nell'ambito dell'azione B5

	<b>Contenuto proteico (g/100g)</b>	<b>Asparagina (mg/100g)</b>	<b>Zuccheri riducenti (g/100g)</b>	<b>Acrilammide (ug/kg)</b>
<b>Anno</b>	ns	ns	ns	ns
2019/20	10,8	7,43	1,09	1587,21
2020/21	11,9	9,32	1,23	1782,64
<b>Trattamento</b>	ns	ns	ns	ns
0 N	11,6	8,41	1,10	1603,52
25 bio N	11,2	8,32	1,22	1766,33

	<p>E' stata realizzata una relazione ad uso delle aziende con la descrizione del modello di best practices ipotizzato con i seguenti risultati: individuazione delle tecniche agronomiche più efficaci che, unitamente ai risultati ottenuti dalla valutazione dei genotipi nell'Azione B2, hanno costituito la base informativa per l'impostazione del modello di best practices, che è stato messo a punto attraverso le successive Azioni B4 e B5.</p> <p>Il risultato dell'Azione è stato quello di individuare le tecniche agronomiche più efficaci che, unitamente ai risultati ottenuti dalla valutazione delle varietà nell'Azione B2, hanno costituito la base informativa per l'impostazione del modello di best practices, che è stata messa a punto attraverso le successive Azioni B4 e soprattutto B5.</p> <p>Complessivamente, le indicazioni che possono essere tratte dalla sperimentazione sono le seguenti:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) la scelta del genotipo è fondamentale per ridurre i rischi di formazione di acrilammide durante la trasformazione (vedi Report Azione B2);</li> <li>2) esaminando i dati relativi alle <b>varietà antiche</b>, le 90 unità di azoto somministrate ad inizio accestimento (30U) e ad inizio levata (60U) con concime arricchito di zolfo (90U+S), permettono di ottenere produzioni del tutto simile a quanto osservato per le 140U di azoto, ma valori significativamente inferiori nel contenuto di asparagina e nel contenuto di acrilammide. Il contenuto proteico risente del minore apporto azotato, ma garantisce comunque valori superiori al 12,0% (categoria n°2 "speciali");</li> <li>3) esaminando i dati relativi alle <b>varietà moderne</b>, le 90 unità di azoto somministrate ad inizio accestimento (30U) e ad inizio levata (60U) con e senza concime arricchito di zolfo (90U+S e 90U), permettono di ottenere produzioni del tutto simile a quanto osservato per le 140U di azoto. Le tesi 90U e 90U+S, garantiscono un contenuto in asparagina e in acrilammide decisamente inferiore rispetto alla tesi 140U. In particolare in questo caso l'aggiunta di zolfo, risulta molto efficace nel ridurre il contenuto di asparagina. In questo caso, il minore apporto azotato determina un contenuto proteico inferiore collocando il prodotto dalla categoria n°2 alla categoria n°3 (categoria n°2 "fino").</li> <li>4) le tesi non concimate (0U), con concimi BIO o a basso input (30U), determinano rese produttive e contenuti proteici inferiori rispetto alle tesi con dosi azotate più elevate, ma garantiscono sempre valori più bassi di asparagina e di acrilammide.</li> </ol>
<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate</p>	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>Gli obiettivi sono stati pienamente raggiunti. Non sono state rilevate particolari criticità.</p>

## 2.4.1 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	Costo orario	Ore	Costo totale
	Referente tecnico-scientifico	Realizzazione dell'attività di sperimentazione (anche rilievi e raccolta dati)	43	149	6.407,00
	Sperimentatore	Collaborazione alla realizzazione dell'attività di sperimentazione (anche rilievi e raccolta dati)	27	255	6.885,00
	Sperimentatore	Collaborazione alla realizzazione dell'attività di sperimentazione (anche rilievi e raccolta dati)	27	250	6.750,00
	Tecnico ricerca	Collaborazione alla realizzazione dell'attività di sperimentazione (anche rilievi e raccolta dati)	27	253	6.831,00
	Assistenza coordinamento e ricerca	Supervisione dell'attività	31	88	2.728,00
	Tecnico	Collaborazione alla realizzazione dell'attività di sperimentazione (anche rilievi e raccolta dati)	27	217	5.859,00
	Sperimentatore junior	Collaborazione alla realizzazione dell'attività di sperimentazione (rilievi e raccolta dati)	13,84	1578	21.839,52
	Operaio agricolo	Gestione delle prove in campo e collaborazione nell'attività di sperimentazione	19,50	67	1.306,50
	Operaio agricolo	Gestione delle prove in campo e collaborazione nell'attività di sperimentazione	19,50	68	1.326,00
<b>Totale:</b>					<b>59.932,02</b>

## 2.4.2 TRASFERTE

Cognome e nome	Descrizione	Costo
Unibo	Presentazione risultati -Fiera di Verona	129,71
<b>Totale:</b>		<b>129,71</b>

## 2.4.3 MATERIALE CONSUMABILE

Fornitore	Descrizione materiale	Costo
AGRII SRL	Acquisto di mezzi tecnici (semente, fertilizzante)	1.760,00
ASTORI TECNICA SRL	Acquisto di reagenti per analisi in LC/MS, kit analitici, Colonne per HPLC, vetreria e plastiche per la preparazione dei campioni	3.830,80
<b>Totale:</b>		<b>5.590,80</b>

## 2.4.4 COLLABORAZIONI, CONSULENZE, ALTRI SERVIZI

### CONSULENZE – SOCIETÀ

Ragione sociale della società di consulenza	Referente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
Casini Adeodato e Licio Snc		10,521,00	Realizzazione delle lavorazioni c/o aziende coinvolte nel progetto	7.150,00
<b>Totale:</b>				<b>7.150,00</b>

## 2.5 Azione B4

Azione B4	Determinazione del contenuto in acrilammide
Unità aziendale responsabile	PROGEO S.C.A.
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>L'obiettivo dell'azione è stato quello di realizzare delle prove alla fine dell'ultima annata agraria, per valutare il contenuto di acrilammide sui prodotti finiti. Tale attività ha permesso nello specifico di valutare il comportamento delle diverse varietà in funzione di diverse tipologie di impasti.</p> <p>Le prove di panificazione sono state realizzate così come previsto dal progetto ma con la sostituzione nella preparazione dei biscotti al posto del pane.</p> <p>Prima della decisione di richiedere la variazione, Progeo ha realizzato un lavoro di approfondimento, confronto e valutazione con gli utilizzatori finali per valutare se il pane fosse ancora il prodotto finito più interessante oppure se fossero emerse altre problematiche su altri prodotti.</p> <p>Da parte di Progeo è stato anche realizzato un aggiornamento su altre esperienze realizzate da altri operatori su questa problematica rispetto ad altri prodotti trasformati.</p> <p>Questo ha portato alla decisione di modificare questa azione per ottimizzare i risultati.</p> <p>La sostituzione si è resa necessaria, quindi, a seguito di un maggiore interesse emerso – nel corso della realizzazione del progetto - da parte degli utilizzatori finali per i biscotti a causa del loro maggiore rischio di contaminazione da parte dell'acrilammide rispetto al pane questo deriverebbe dal fatto che i biscotti hanno un volume di esposizione al calore maggiore e generalmente hanno anche minori dimensioni rispetto al pane.</p> <p>Inoltre, proprio per questi motivi, le tecniche – individuate dal progetto - che risulterebbero ottimali per ridurre il contenuto di acrilammide nei biscotti lo sono anche per il pane, mentre quelle testate solo sul pane, non è detto che possano essere efficaci anche sui biscotti, per il maggiore rischio associato a questo tipo di produzioni.</p> <p>L'intera attività svolta nell'Azione in oggetto è rimasta invariata in tutti gli aspetti sia tecnici che economici, sia per lo svolgimento dell'attività che sui risultati finali.</p> <p>Questa variazione è stata comunicata con PEC del 1 Ottobre 2021.</p> <p>A questa azione ha partecipato il responsabile scientifico che si è occupato, con lo staff di PROGEO, della organizzazione e del processo di produzione dei biscotti. Il CONASE ha preparato le farine integrali da utilizzare per la preparazione dei biscotti; UNIBO ha realizzato le analisi sul contenuto in acrilammide.</p> <p><b>Prima fase:</b>  <b>01/02/2022 – 30/09/2022:</b> Sono state realizzate le prove sulla produzione di biscotti, utilizzando la granella ottenute dalle prove parcellari delle azioni B2 e B3, dopo macinazione integrale  Nello specifico, sono stati eseguiti i seguenti confronti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biscotti ottenuti utilizzando un'unica ricetta di impasto, ma variando la farina utilizzata, ovvero utilizzando la farina di 14 accessioni differenti, identificate tra quelle a maggiore e minore contenuto di asparagina dalle azioni B2 e B3;</li> <li>• Biscotti ottenuti con due tipologie di farina (San Pastore e Terramare) e 3 diverse ricette di impasto (ovvero con burro oppure olio oppure margarina);</li> </ul>

	Varietà	ACRILAMIDE (µg/kg)
	Bologna	37,73 (d)
	Metropolis	85,04 (cd)
	Terramare	110,11 (bcd)
	Aleppo	121,77 (bc)
	Villa Glori	124,37 (bc)
	Solehio	154,19 (bc)
	Ginger	157,65 (bc)
	S. Pastore	159,92 (bc)
	Teorema	162,88 (bc)
	Rebelde	167,71 (b)
	Aquilante	172,55 (ab)
	Funone	174,94 (ab)
	Terminillo	177,31 (ab)
	Gentil Rosso	248,66 (a)
	<p>I biscotti ottenuti sono stati analizzati per determinare il contenuto in acrilammide sul prodotto finito. Tutti i dati raccolti sono stati elaborati e, sulla base dei risultati conseguiti, sono state individuate le varietà con le migliori performance.</p> <p>Il confronto eseguito considerando una sola tipologia di impasto e diverse tipologie di farina derivanti da 14 genotipi presenti nell'azione B2, ha mostrato valori di acrilammide sui biscotti finiti inferiori ai limiti riportati nel Regolamento EU (350 µg/kg, per i prodotti da forno). Va evidenziato che la varietà Gentil Rosso, come osservato anche nel corso della sperimentazione B2, mostra il valore più elevato di acrilammide nel prodotto finito (248,66 µg/kg); viceversa la <b>varietà Bologna</b> mostra valori significativamente inferiori (37,73 µg/kg) rispetto a tutte le altre varietà esaminate.</p> <p>Sulle due varietà utilizzate per la prova di concimazione (San Pastore e Terramare) sono inoltre state valutate 3 diverse tipologie di impasto, ovvero la componente grassa utilizzata (burro, olio, margarina). Complessivamente la varietà San Pastore, come osservato anche nella prova di concimazione, mostra contenuti in acrilammide superiori rispetto alla varietà Terramare (222,0 µg/kg vs 158,17 µg/kg). Tra le diverse tipologie di impasto, invece, l'impasto con il burro determina il contenuto in acrilammide significativamente più basso (135,0 µg/kg) rispetto alla margarina (199,32 µg/kg) e all'olio (235,92 µg/kg).</p> <p>E' stato realizzato un report con le tecniche e i seguenti risultati: individuare come la tipologia di impasto influisce sull'accumulo di acrilammide nelle diverse tipologie di farina (ad alto e basso contenuto in precursori dell'acrilammide). Il risultato dell'Azione è stato quello di individuare le varietà e i metodi di realizzazione dei biscotti che presentano il più basso contenuto di acrilammide. Considerando i risultati ottenuti, per la preparazione dei biscotti, possono essere consigliate le varietà Bologna, Metropolis e Terramare che hanno mostrato valori significativamente inferiori rispetto agli altri genotipi.</p>	
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>Gli obiettivi dell'Azione sono stati raggiunti, modificando il prodotto finale preso in esame (biscotti invece che pane).</p>	

Varietà	ACRILAMIDE (µg/kg)
<b>Genotipo</b>	*
San Pastore	222,00 (a)
Terramare	158,17 (b)
<b>Tipo di biscotto</b>	*
Olio	235,92 (a)
Margarina	199,32 (ab)
Burro	135,00 (b)
<b>Impasto * Genotipo</b>	ns

## 2.5.1 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	Costo orario	Ore	Costo totale
	Referente tecnico-scientifico	Impostazione e realizzazione dell'attività	43	16	688,00
	Assistenza coordinamento e ricerca	Supervisione dell'attività	31	20	620
	Responsabile tecnico	Realizzazione dell'attività	43	268	11.524,00
<b>Totale:</b>					<b>12.832,00</b>

## 2.6 Azione B5

Azione B5	Elaborazione dei dati e definizione del modello di best practices
Unità aziendale responsabile	CO.NA.SE. SOC. COOP. AGR.
Descrizione delle attività	<p>Tutti i risultati ottenuti dalle Azioni B2 e B3 sono stati elaborati congiuntamente, prendendo in considerazione anche alcuni aspetti scaturiti dall'Azione B4 e da alcuni aspetti scaturiti dallo studio di fattibilità dell'intervento progettuale realizzato nell'Azione B1.</p> <p>Sulla base dei risultati ottenuti nel corso della prima e della seconda annata agraria, è stato messo a punto un modello di best practices volto ad ottenere prodotti a basso contenuto in precursori di acrilammide, unitamente agli aspetti tecnici ed economici.</p> <p>In particolare, nell'azioni relative al confronto varietale (azione B2) e nell'azione relativa alla prova di concimazione (azione B3), è stata utilizzata l'analisi della varianza a una (disegno sperimentale randomizzato) o due vie (disegno a blocchi randomizzati) in funzione del disegno sperimentale scelto in campo.</p> <p>I requisiti per soddisfare l'ANOVA (omogeneità delle varianze e normalità dati) sono stati verificati mediante opportuni test.</p> <p>L'elaborazione dei dati ha permesso di valutare anche gli indicatori agronomici ed economici di efficienza ed efficacia, compresi quelle sui costi di produzione (parte economica) e sulle specifiche caratteristiche qualitative del prodotto, soprattutto in riferimento ai risultati delle azioni B2 e B3, indicati al capitolo "Implementazione di attività finalizzate alla sostenibilità ambientale" e al capitolo "Indicatori di risultato".</p> <p>A questa azione ha partecipato il responsabile scientifico che si è occupato, con lo staff di UNIBO, direttamente della elaborazione dei dati e della interpretazione dei risultati.</p> <p>Gli altri partner hanno collaborato alla fornitura dei dati.</p> <p><b>Prima fase</b>  <b>01/10/2020 – 18/05/2021</b> = Prima analisi dei dati ed elaborazione            E' stata realizzata una prima elaborazione dei dati ottenuti dall'attività di sperimentazione delle precedenti azioni.            Nelle tabelle di seguito si riportano per la prima e la seconda annualità di prove i valori medi ottenuti per le diverse azioni con i parametri statistici.</p>

**SALUTE B2 - Conselice 2019-20 - 2 repliche**

Tesi	Nomi tesi	Aristata Mutica	Produzione % sulla media	Produzione (t/ha) 13%U	Umidità raccolta (%)	Peso Ettolitrico (kg/hl)	Data spigatura (gg da 1/4)	Altezza pianta (cm)	Allettamento a raccolta (0-9)	Contenuto Proteico (% s.s.)	Peso 1000 semi (g)
1	S. Pastore	A	88	5.38	11.1	80.6	22	95	0.0	10.6	43.3
2	Verna	M	87	5.28	11.2	80.0	37	134	1.0	10.0	47.2
3	Falcone	M	89	5.42	11.0	79.8	22	109	0.0	9.9	44.8
4	Funò	A	99	6.04	10.9	77.6	30	92	0.0	9.2	46.3
5	Funone	A	89	5.43	11.0	81.3	23	98	0.0	11.6	41.1
6	Frassineto	M	95	5.78	11.3	82.3	32	146	2.5	10.3	59.3
7	Inalettabile	A	88	5.39	11.2	82.0	32	133	1.5	10.1	47.2
8	Villa Glori	A	93	5.68	11.2	83.1	31	149	7.5	10.3	46.7
9	Terminillo	A	73	4.42	11.3	81.6	35	160	9.0	9.9	51.2
10	Gentil Rosso	A	85	5.19	10.9	81.9	34	159	9.0	9.7	50.2
11	Rebelde	A	105	6.42	11.0	83.9	30	82	0.0	9.8	35.5
12	Solehio	A	127	7.76	10.9	81.0	32	86	0.0	8.6	52.3
13	Metropolis	A	108	6.60	11.1	83.8	28	88	0.0	9.9	38.9
14	Terramare	A	102	6.24	10.9	80.3	26	82	0.0	8.8	48.2
15	Teorema	A	104	6.35	10.9	83.7	29	73	0.0	10.3	46.2
16	Ginger	A	124	7.56	11.2	80.1	32	72	0.0	8.1	40.1
17	Bologna	A	121	7.37	10.9	83.2	30	84	0.0	11.2	37.6
18	Soana	A	107	6.50	11.1	78.8	28	85	0.0	9.3	35.5
19	Aleppo	A	107	6.53	11.1	81.8	27	82	0.0	8.6	30.3
20	Aquilante	A	108	6.58	11.1	84.6	28	75	0.0	9.8	41.6
<b>Replica n° 1</b>			-	6.19	11.0	81.3	29	104	1.6	9.5	43.9
<b>Replica n° 2</b>			-	6.01	11.1	81.8	29	104	1.5	10.1	44.5
<b>Media</b>			-	6.10	11.1	81.6	29	104	1.5	9.8	44.2
<b>L.S.D. 5%</b>			-	0.95	0.35	1.50	1.44	4.50	1.10	2.07	2.70
<b>L.S.D. 1%</b>			-	1.30	0.48	2.05	1.97	6.15	1.51	2.83	3.69
<b>C.V. %</b>			-	7.43	1.51	0.88	2.35	2.07	34.6	10.10	2.92
<b>F-test ts</b>			-	***	N.S.	***	***	***	***	N.S.	***
<b>F-test rep</b>			-	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

**SALUTE B3 - Conselice 2019-20 - 2 repliche**

Tesi		Produzione % sulla media	Produzione (t/ha) 13%U	Umidità raccolta (%)	Peso Ettlitrino (kg/ha)	Data spigatura (gg 1/4)	Altezza pianta (cm)	Ingiallimenti fogliari 21/4 (0-9)	Contenuto Proteico (% s.s.)	Peso 1000 semi (g)
1	S. Pastore Controllo non concimato (N0)	79	5.77	12.1	80.8	23	92	5.5	9.5	39.7
2	S. Pastore 30 unità di N in un'unica somministrazione	80	5.80	12.1	81.0	24	95	5.5	9.7	42.0
3	S. Pastore 90 unità di N in 2 somministrazioni	101	7.33	11.8	82.7	25	100	3.0	11.0	43.3
4	S. Pastore 140 unità di N in 3 somministrazioni	106	7.75	11.7	83.7	24	98	2.0	12.5	44.9
5	S. Pastore 90 unità di N in 2 somministrazioni con concime arricchito di zolfo	104	7.57	11.9	82.8	25	98	2.0	11.1	44.0
6	S. Pastore 4q/ha di concime Azocor 8 (Fomet) ammesso in coltivazione biologica	78	5.71	12.2	80.9	23	97	5.0	9.5	42.3
7	Terramare Controllo non concimato (N0)	92	6.70	12.2	79.4	27	81	4.0	8.4	47.4
8	Terramare 30 unità di N in un'unica somministrazione	94	6.82	12.1	79.9	26	82	3.5	8.6	46.8
9	Terramare 90 unità di N in 2 somministrazioni	119	8.64	12.0	81.4	27	85	1.0	10.1	47.4
10	Terramare 140 unità di N in 3 somministrazioni	129	9.39	12.1	82.4	27	86	1.0	10.9	47.3
11	Terramare 90 unità di N in 2 somministrazioni con concime arricchito di zolfo	120	8.75	12.1	81.3	26	86	1.5	10.1	46.9
12	Terramare 4q/ha di concime Azocor 8 (Fomet) ammesso in coltivazione biologica	99	7.24	12.2	79.6	27	86	3.0	8.6	47.1
<b>Replica n° 1</b>			7.30	12.0	81.2	25	89	3.3	9.9	44.3
<b>Replica n° 2</b>			7.27	12.1	81.4	25	91	2.9	10.1	45.5
<b>Media</b>			7.29	12.0	81.3	25	90	3.1	10.0	44.9
<b>L.S.D. 5%</b>			1.04	0.30	0.52	1.24	4.32	1.21	0.33	3.61
<b>L.S.D. 1%</b>			1.47	0.42	0.74	1.75	6.10	1.71	0.47	5.10
<b>C.V. %</b>			6.48	1.13	0.29	2.25	2.18	17.9	1.50	3.66
<b>F-test ts</b>			***	N.S.	***	***	***	***	***	**
<b>F-test rep</b>			N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	*	N.S.	N.S.	N.S.

### SALUTE B2 - Conselice 2020-21 - 2 repliche

Tesi	Nomi tesi	Indice 100 (sulla media)	Produzione (t/ha) 13%U	Umidità raccolta (%)	Peso Ettolitrico (kg/hl)	Data spigatura (gg 1/4)	Altezza pianta (cm)	IM9500 Protein e s.s. (%)	Peso 1000 semi (g)
1	S. Pastore	94	6.52	10.7	83.3	36	100	13.3	38.8
2	Verna	88	6.05	10.9	80.9	46	138	14.8	44.8
3	Falcone	87	6.00	10.7	82.3	37	108	11.8	37.6
4	Funò	108	7.43	10.6	82.2	41	98	12.4	45.4
5	Funone	102	7.02	10.8	84.7	34	98	12.4	38.8
6	Frassineto	92	6.37	10.6	84.0	41	146	13.7	54.7
7	Inalettabile	93	6.42	10.7	83.1	44	136	13.8	48.2
8	Villa Glori	83	5.74	10.7	83.2	41	148	15.2	42.3
9	Terminillo	79	5.44	10.8	82.0	44	153	14.4	47.2
10	Gentil Rosso	93	6.46	10.6	82.3	44	152	15.7	45.0
11	Rebelde	101	6.97	10.4	84.2	40	81	14.5	31.7
12	Solehio	129	8.92	10.8	82.1	41	87	11.6	47.3
13	Metropolis	107	7.36	10.6	83.4	39	85	13.5	33.8
14	Terramare	124	8.55	10.4	81.9	37	85	12.8	39.4
15	Teorema	105	7.27	10.4	83.5	41	74	14.2	37.0
16	Ginger	105	7.27	10.6	80.7	43	73	12.0	34.5
17	Bologna	105	7.28	10.4	82.9	40	81	12.9	32.8
18	Soana	98	6.80	10.4	81.4	40	81	13.6	33.2
19	Aleppo	99	6.81	10.4	83.6	39	80	12.4	30.5
20	Aquilante	108	7.49	10.7	87.3	37	80	11.8	36.1
<b>Replica n° 1</b>			6.66	10.6	82.9	40	103	13.4	39.9
<b>Replica n° 2</b>			7.16	10.6	83.0	40	105	13.3	40.0
<b>Media</b>			6.91	10.6	82.9	40	104	13.3	40.0
<b>L.S.D. 5%</b>			1.23	0.44	1.41	2.01	6.24	2.34	3.70
<b>L.S.D. 1%</b>			1.68	0.59	1.93	2.74	8.53	3.20	5.06
<b>C.V. %</b>			8.48	1.96	0.81	2.39	2.87	8.4	4.43
<b>F-test ts</b>			**	N.S.	***	***	***	*	***
<b>F-test rep</b>			*	N.S.	N.S.	N.S.	*	N.S.	N.S.

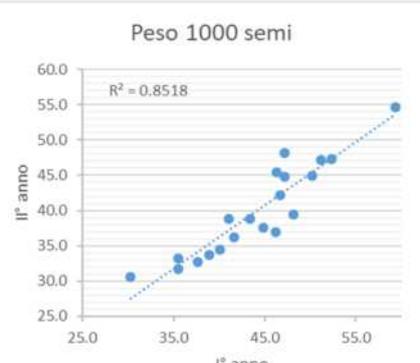
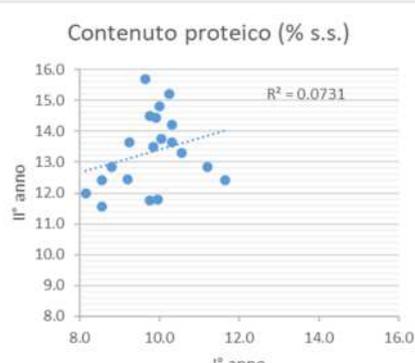
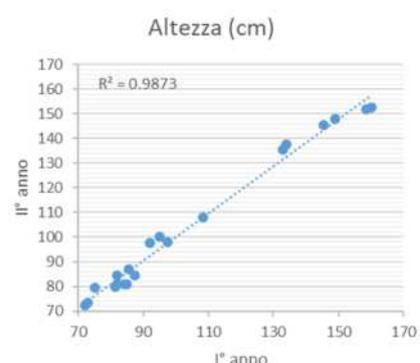
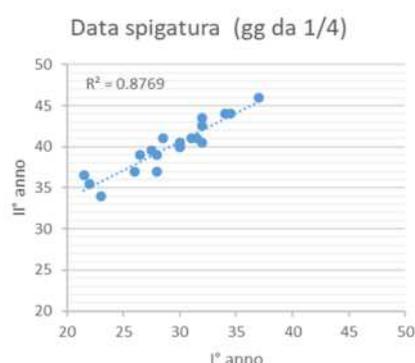
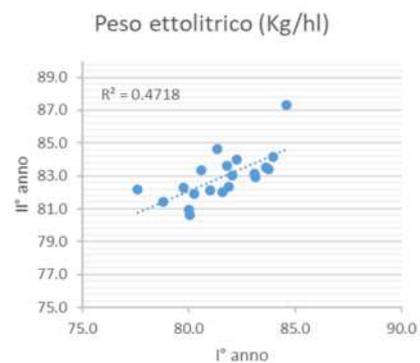
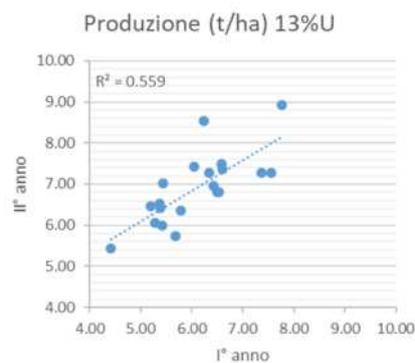
**SALUTE B3 - Conselice 2020-21 - 2 repliche**

Tesi		Indice 100 (sulla media)	Produzione (t/ha) 13%U	Umidità raccolta (%)	Peso Ertolitrico (kg/ha)	Data spigatura (gg 1/4)	Altezza pianta (cm)	IM9500 Proteine s.s. (%)	Peso 1000 semi (g)
1	S. Pastore Controllo non concimato (N0)	81	6.14	10.5	84.5	36	98	12.9	38.8
2	S. Pastore 30 unità di N in un'unica somministrazione	83	6.34	10.4	84.4	35	98	12.9	40.9
3	S. Pastore 90 unità di N in 2 somministrazioni	82	6.26	10.6	84.0	35	100	14.7	40.2
4	S. Pastore 140 unità di N in 3 somministrazioni	88	6.72	10.3	84.3	35	99	14.8	39.8
5	S. Pastore 90 unità di N in 2 somministrazioni con concime arricchito di zolfo	92	6.99	10.4	84.8	35	100	14.1	40.0
6	S. Pastore 4q/ha di concime Azocor 8 (Fomet) ammesso in coltivazione biologica	92	6.99	10.3	85.0	36	100	12.9	40.6
7	Tenramare Controllo non concimato (N0)	113	8.63	10.4	82.2	37	84	11.4	41.0
8	Tenramare 30 unità di N in un'unica somministrazione	116	8.85	10.5	82.9	37	86	11.5	42.5
9	Tenramare 90 unità di N in 2 somministrazioni	116	8.88	10.1	82.7	36	86	12.7	41.0
10	Tenramare 140 unità di N in 3 somministrazioni	114	8.70	10.5	82.8	37	85	13.3	40.9
11	Tenramare 90 unità di N in 2 somministrazioni con concime arricchito di zolfo	117	8.96	10.4	82.8	37	88	13.1	41.3
12	Tenramare 4q/ha di concime Azocor 8 (Fomet) ammesso in coltivazione biologica	106	8.06	10.6	82.3	36	83	11.1	42.8
<b>Replica n° 1</b>		-	7.61	10.4	83.6	36	92	12.8	41.0
<b>Replica n° 2</b>		-	7.64	10.4	83.5	36	92	13.1	40.7
<b>Media</b>		-	7.63	10.4	83.6	36	92	12.9	40.8
<b>L.S.D. 5%</b>		-	1.62	0.35	1.00	2.43	5.56	1.14	2.69
<b>L.S.D. 1%</b>		-	2.29	0.49	1.41	3.44	7.84	1.61	3.80
<b>C.V. %</b>		-	9.68	1.51	0.54	3.10	2.75	4.0	2.99
<b>F-test ts</b>		-	**	N.S.	**	N.S.	***	**	N.S.
<b>F-test rep</b>		-	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

**Medie I° e II° anno**

Di seguito si riportano i grafici di regressione lineare e gli indici di determinazione ( $R^2$ ) fra i valori medi del primo anno e quelli del secondo anno di prova per i diversi caratteri.

Si può notare che vi è notevole correlazione per tutti parametri tranne per il contenuto proteico, carattere notoriamente a ridotta ereditabilità, notevolmente influenzato dall'ambiente.

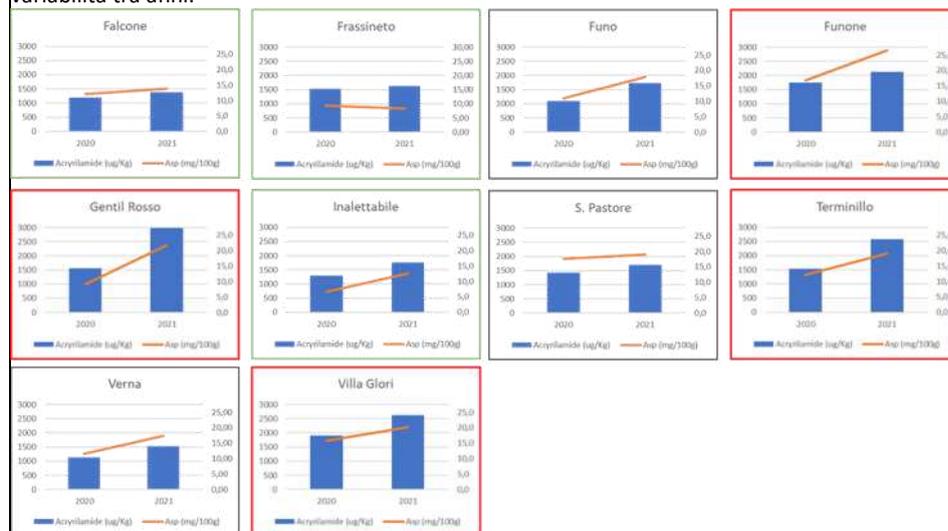


Nella tabella di seguito, si riportano i valori medi dei due anni di prova con i dati medi delle varietà antiche e moderne. Le varietà moderne sono risultate nettamente più produttive con una produzione media di 7.13 t/ha contro le 5.87 t/ha delle antiche. Non vi sono differenze rilevanti nel peso ettolitrico e nella precocità di spigatura. Notevole è la differenza di taglia con un'altezza media di 127 cm per le varietà antiche contro gli 81 cm delle moderne. La media del contenuto proteico è quasi un punto percentuale più elevato nelle varietà antiche (12.0% contro 11.2%). Abbastanza sorprendente la media del peso dei 1000 semi che è nettamente più elevata nelle varietà antiche 46.0 g contro 38.1. Poiché la resa è nettamente più elevata nelle moderne, possiamo dedurre che queste varietà basano la produzione maggiormente sul n° di spighe/m<sup>2</sup> e sul numero di semi per spiga.

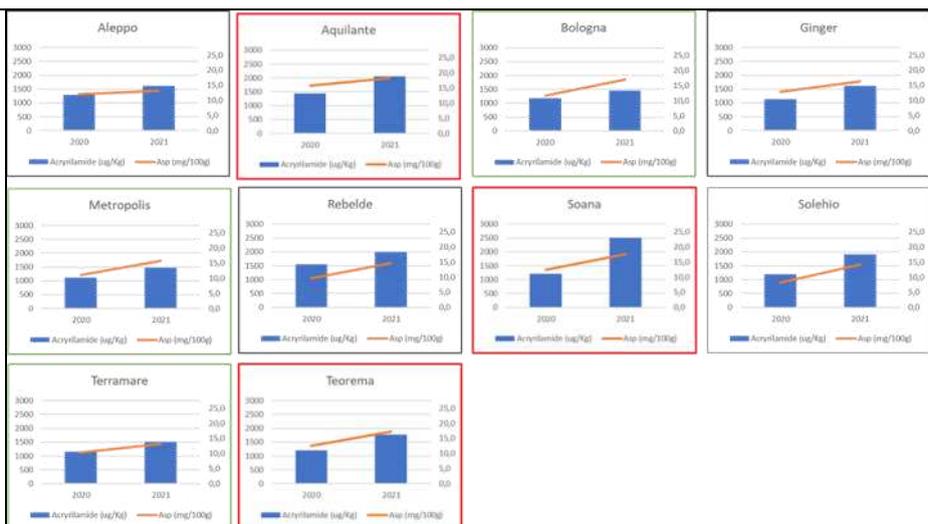
Valori medi 2019-20 2020-21

Tesi	Nomi tesi	Indice 100 (sulla media)	Produzione (t/ha) 13%U	Umidità raccolta (%)	Peso Ettolitrico (kg/hl)	Data spigatura (gg 1/4)	Altezza pianta (cm)	Contenuto Proteico (% s.s.)	Peso 1000 semi (g)
1	S. Pastore	91	5.95	10.9	82.0	29	98	11.9	41.1
2	Verna	87	5.66	11.0	80.5	42	136	12.4	46.0
3	Falcone	88	5.71	10.9	81.0	29	108	10.9	41.2
4	Funo	103	6.74	10.8	79.9	35	95	10.8	45.9
5	Funone	95	6.23	10.9	83.0	29	98	12.0	39.9
6	Frassineto	94	6.07	10.9	83.1	36	146	12.0	57.0
7	Inalettabile	91	5.91	10.9	82.5	38	134	11.9	47.7
8	Villa Glori	88	5.71	10.9	83.1	36	149	12.7	44.5
9	Terminillo	76	4.93	11.1	81.8	39	156	12.2	49.2
10	Gentil Rosso	89	5.82	10.7	82.1	39	155	12.7	47.6
11	Rebelde	103	6.70	10.7	84.0	35	82	12.1	33.6
12	Solehio	128	8.34	10.8	81.6	36	86	10.1	49.8
13	Metropolis	107	6.98	10.9	83.6	34	86	11.7	36.3
14	Tenamare	113	7.39	10.6	81.1	32	83	10.8	43.8
15	Teorema	105	6.81	10.6	83.6	35	73	12.3	41.6
16	Ginger	115	7.42	10.9	80.4	37	72	10.1	37.3
17	Bologna	113	7.32	10.6	83.1	35	83	12.0	35.2
18	Soana	103	6.65	10.8	80.1	34	83	11.5	34.4
19	Aleppo	103	6.67	10.8	82.7	33	81	10.5	30.4
20	Aquilante	108	7.04	10.9	85.9	33	77	10.8	38.9
<b>Media</b>			6.50	10.8	82.3	35	104	11.6	42.1
<b>Media antiche</b>		90.2	5.87	10.9	81.9	35.1	127	12.0	46.0
<b>Media moderne</b>		109.8	7.13	10.8	82.6	34.2	81	11.2	38.1

Complessivamente, l'analisi dei due anni di prova mostra un andamento simile sia per le varietà antiche che per le varietà moderne: una correlazione significativa tra il contenuto in proteine e acrilammide e tra il contenuto in asparagina e acrilammide. In particolare, tra i genotipi antichi, Terminillo, Funone, Gentil Rosso e Villa Glori hanno mostrato la maggiore variabilità tra anni nel contenuto in asparagina e acrilammide e/o i valori più elevati di asparagina e acrilammide. Viceversa, Frassineto, Inalettabile e Falcone hanno mostrato i valori più bassi e/o la minore variabilità tra anni.



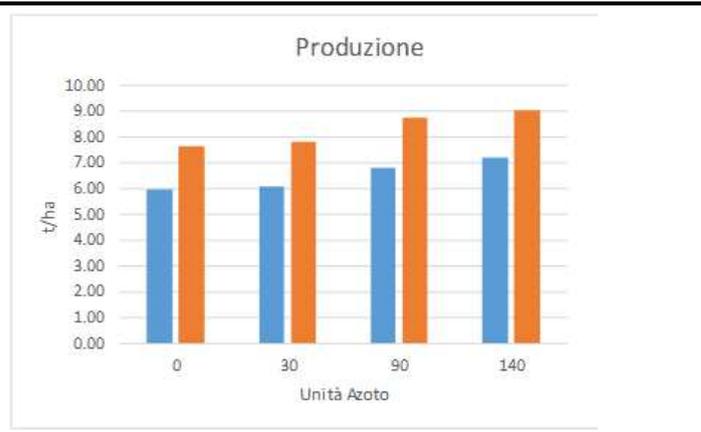
Tra le varietà moderne, invece, i valori più elevati in asparagina e acrilammide si sono osservati complessivamente per le varietà Aquilante, Soana e Teorema, mentre i valori più bassi per le varietà Bologna, Metropolis e Terramare.



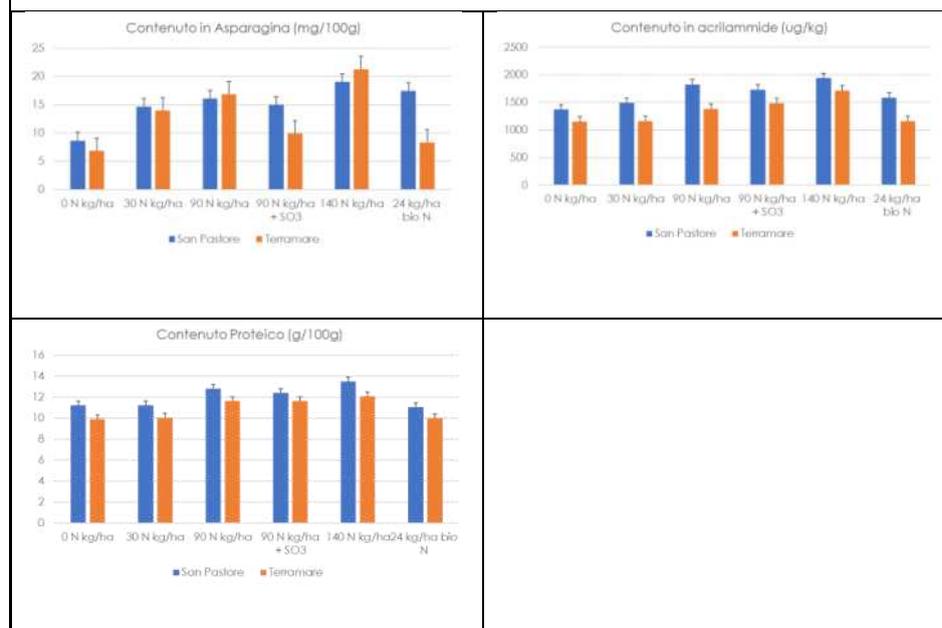
### Medie I° II° anno

Nella tabella di seguito, si riportano i valori medi dei due anni di prova.

Tesi	Nomi tesi		Produzione % sulla media	Produzione (t/ha) 13%U	Umidità raccolta (%)
1	S. Pastore	Controllo non concimato (N0);	80	5.96	11.3
2	S. Pastore	30 unità di N in un'unica somministrazione ad inizio levata con nitrato ammonico;	81	6.07	11.2
3	S. Pastore	90 unità di N in 2 somministrazioni (30 U ad inizio accestimento, 60 U in levata) con nitrato ammonico;	91	6.80	11.2
4	S. Pastore	140 unità di N in 3 somministrazioni (30 U ad inizio accestimento, 80 U in levata, 30 U fine levata/inizio botticella)	97	7.23	11.0
5	S. Pastore	90 unità di N in 2 somministrazioni (30 U ad inizio accestimento, 60 U in levata); con concime arricchito di zolfo (urea YARA Amidas – N 40%, SO3 14%)	98	7.28	11.2
6	S. Pastore	4q/ha di concime Azocor 8 (Fomet) ammesso in coltivazione biologica somministrato all'emergenza	85	6.35	11.2
7	Terramare	Controllo non concimato (N0);	103	7.67	11.3
8	Terramare	30 unità di N in un'unica somministrazione ad inizio levata con nitrato ammonico;	105	7.83	11.3
9	Terramare	90 unità di N in 2 somministrazioni (30 U ad inizio accestimento, 60 U in levata) con nitrato ammonico;	117	8.76	11.1
10	Terramare	140 unità di N in 3 somministrazioni (30 U ad inizio accestimento, 80 U in levata, 30 U fine levata/inizio botticella)	121	9.04	11.3
11	Terramare	90 unità di N in 2 somministrazioni (30 U ad inizio accestimento, 60 U in levata); con concime arricchito di zolfo (urea YARA Amidas – N 40%, SO3 14%)	119	8.85	11.3
12	Terramare	4q/ha di concime Azocor 8 (Fomet) ammesso in coltivazione biologica somministrato all'emergenza	103	7.65	11.4
<b>Media</b>				7.46	11.2



Dai dati in tabella risulta un incremento della produzione e del contenuto proteico all'aumentare dell'azoto somministrato per entrambe le varietà (tesi da 1 a 4 e tesi da 7 a 10). Per quanto riguarda gli altri parametri non vi sono differenze significative. Il confronto fra concime azotato semplice e arricchito di zolfo (tesi 3 e 5, tesi 9 e 11) non mette in evidenza differenze importanti se non nella produzione di S. Pastore. Il concime Azocor 8 ammesso in agricoltura biologica alle dosi normalmente in uso (4q/ha) ha determinato un incremento produttivo rispetto alla tesi non concimata nella varietà S. Pastore ma non in Terramare. A livello di contenuto proteico l'apporto non ha determinato variazioni. I grafici a barre mettono in evidenza le variazioni di produzione e contenuto proteico all'aumentare della dose di concime apportato.



Lo studio eseguito conferma un effetto significativo della concimazione azotata, che determina – come atteso - un maggiore contenuto proteico, di asparagina e di acrilammide. Tale effetto è rilevabile sia per la varietà Terramare che per San Pastore. Non si osservano invece effetti derivanti dalla concimazione con zolfo sul contenuto in acrilammide; l'unico effetto rilevabile è sul contenuto in asparagina.

Considerando che un elevato contenuto proteico è un prerequisito per una buona qualità tecnologica, è fondamentale ottimizzare la scelta dei genotipi e la dose azotata da adottare.

Nell'autunno del 2019 le aziende hanno seminato il grano in un appezzamento uniforme suddiviso in due metà, in una non è stata effettuata nessuna concimazione, nell'altra si è apportato un concime azotato autorizzato in agricoltura biologica con titolo di azoto dell'8% (Azocor N8) alla dose di 400 Kg/Ha per un totale di 32 UF azotate.

I rilievi effettuati nel corso della stagione hanno messo in evidenza un buono sviluppo fino alla fase di raccolta, dove entrambe le tesi si presentavano ben sviluppate e con ridottissima presenza di infestanti.

Alla trebbiatura si è provveduto a prelevare 2 campioni per tesi, rappresentativi della zona di prelievo (metà tesi), per un totale di 4 campioni per azienda, 16 totali sulle 4 aziende che sono stati consegnati all'Università di Bologna per le analisi.

Questi i dati produttivi relativi alla prima annata di coltivazione:

azienda	trattamento	prod. T/ha	p.specifico	proteine	umidità
Rivi Domenico	non concimato	4,8	82,9	11,4	11,9
Rivi Domenico	concimato	5	83,9	12,5	11,5
Borghi Ivano	non concimato	5,2	75,3	8,3	12,0
Borghi Ivano	concimato	5,5	74,2	8,9	12,2
Triglia Michele	non concimato	4,8	79,6	12,0	12,3
Triglia Michele	concimato	5	77,9	11,7	13,0
Leuratti	non concimato	4,9	77,1	9,7	11,4
Leuratti	concimato	5	80,3	11,9	11,4

Per la seconda annata di sperimentazione, nell'autunno del 2020 le aziende hanno seminato il grano tenero e la prova è stata impostata nello stesso modo del primo anno, con i primi rilievi, relativi ad emergenza e densità d'impianto, che hanno dato riscontri positivi sullo stato della coltura mentre le infestanti sono state controllate efficacemente dalle lavorazioni pre semina.

Si è proceduto alla distribuzione del fertilizzante ammesso in agricoltura biologica nella parte di ciascuna azienda riservata a questa tesi, il prodotto utilizzato è stato il Fertil N ( 12,5 % N) alla dose di 400 kg/Ha.

I dati produttivi relativi alla seconda annata di coltivazione:

azienda	trattamento	prod. T/ha	p.specifico	proteine	umidità
Rivi Domenico	non concimato	4,1	84,3	11,7	10,7
Rivi Domenico	concimato	4,3	83,3	11,9	10,8
Borghi Ivano	non concimato	4,1	82,2	10,8	12,0
Borghi Ivano	concimato	4,2	82,5	10,8	11,9
Triglia Michele	non concimato	4,2	84,2	12,8	11,6
Triglia Michele	concimato	4,4	84,5	12,6	11,6
Leuratti	non concimato	3,7	79,6	12,7	12,8
Leuratti	concimato	3,9	79,3	12,5	12,8

In entrambe le annate i risultati ottenuti provano che la concimazione ha influito solo leggermente sulle rese produttive e in maniera più spiccata sul fronte della qualità. In particolare, il tenore proteico è aumentato mentre il dato sul Peso ettolitrico è risultato variabile.

L'analisi eseguita per la determinazione del contenuto in precursori (acrilammide e zuccheri riducenti) non ha mostrato differenze significative né tra annate agrarie diverse né tra dosi azotate differenti.

Stesso andamento si è osservato anche per il contenuto in acrilammide.

#### Seconda fase

**01/06/2021 – 15/12/2022** = Analisi dei dati ed elaborazione finale dell'attività

È stata realizzata la messa a punto degli indicatori agronomici ed economici di efficienza ed efficacia e la elaborazione finale dei dati ottenuti dall'attività di sperimentazione delle precedenti azioni, che consente di definire compiutamente il modello di best practices.

Con i dati così ottenuti è stato possibile effettuare una correlazione anche dal punto di vista economico, in particolare confrontando i risultati medi, sia per le varietà moderne che per quelle antiche, delle due annate produttive.

I risultati riportati in tabella mostrano come la differenza qualitativa tra varietà antiche e moderne in termini di proteine (12 % var antiche rispetto alle 11,2 delle varietà moderne), determini una maggior quotazione delle varietà antiche (216,5 E/ton rispetto ai 206,9 E/ton)

Tuttavia, le varietà moderne ottengono una maggior PLV lorda, imputabile alla maggior produzione per ettaro ottenuta da quest'ultime.

AZIONE B2: INDICATORE ECONOMICO DI EFFICIENZA ED EFFICACIA					
CONFRONTO VARIETALE	Produz. Media Ton/ha	Proteine % s.s.	Peso ettolitrico Kg/hl	Quotazione €/Ton (Medie 19-20/20-21)*	PLV lorda €/HA
VAR ANTICA (N°2 speciale)	5,87	12	81,9	216,5	1270,86
VAR MODERNA (N°3 fino)	7,13	11,2	82,6	206,9	1475,20

\*Fonte Ager Borsa Merci Bologna

I risultati sono stati elaborati e confrontati anche dal punto di vista economico, assegnando ad ogni categoria merceologica riscontrata una corrispettiva quotazione, basata sulle medie realizzate dalla Borsa Merci di Bologna (AGER) nel periodo in cui è stato condotto il Progetto.

I dati ottenuti sono riassunti nella tabella sottostante, che ha permesso di elaborare un indicatore economico di efficienza ed efficacia relativamente alle prestazioni quantitative e qualitative delle due diverse tipologie di frumenti, tra varietà antiche e varietà moderne.

Il principale fattore caratteristico che ha determinato l'attribuzione nella corrispettiva categoria merceologica, per ogni tipologia di granella è stato il valore proteico (% s.s.), determinato, come già descritto, come conseguenza dei diversi livelli di concimazione, mentre il peso ettolitrico è risultato un fattore qualitativo non determinante nella determinazione del valore della granella, risultando sempre superiore ad 80 (kg/hl).

La PLV lorda è stata ottenuta come risultato tra la moltiplicazione della quotazione di riferimento e la produzione media dei 2 anni, mentre è stata definita e calcolata una PLV netta come differenza tra la PLV lorda e il costo per ettaro delle diverse concimazioni.

Altri costi relativi alla coltivazione del frumento (per esempio costo seme grano ed altri mezzi tecnici) non sono stati considerati nel calcolo complessivo, poiché essendo uguali ed uniformi tra le varie tesi non avrebbero portato a differenze significative.

Per quel che riguarda le varietà antiche la tesi con 90 unità di azoto permettono di ottenere un risultato economico pressoché uguale rispetto alla tesi con 140 unità.

Nelle varietà moderne il miglior risultato a livello di PLV netta si ottiene nelle tesi in cui sono state somministrate le 140 unità di azoto, con un incremento di circa il 5% in più rispetto alla concimazione con 90 unità di azoto e azoto + zolfo. Ciò è dovuto principalmente al maggior contenuto proteico della tesi 140 U che ha permesso di collocare la granella nella classe merceologica n°2 speciali, realizzando una miglior quotazione, che si è riflessa poi sulla PLV finale. Per quel che riguarda le tesi coltivate in biologico, in entrambe le tipologie di frumento, si può riscontrare come la somministrazione di azoto organico ammesso in agricoltura biologica abbia permesso di ottenere produzioni buone, con livelli qualitativi accettabili ed una conseguente PLV netta di buon livello.

#### AZIONE B3: INDICATORE ECONOMICO DI EFFICIENZA ED EFFICACIA

CONFRONTO SULLA CONCIMAZIONE AZOTATA	Resa Ton/ ha	Proteine % s.s.	Peso ettolitrico Kg/hl	Quotazione e €/Ton (Medie 19-20/20- 21)*	Costo concimazione azotata (€/Ha)	PLV lorda €/Ha	PLV netta €/Ha
VAR ANT. 0 N	5,96	11,2	82,6	206,9	0	1233,1	1233,1
VAR ANT. 30 N	6,07	11,3	82,7	206,9	28	1255,9	1227,9
VAR ANT. 90 N	6,8	12,8	83,3	216,5	83,5	1472,2	1388,7
VAR ANT. 140 N	7,23	13,6	84	216,5	129,6	1565,3	1435,7
VAR ANT. 90 N+S	7,28	12,6	83,8	216,5	90	1576,1	1486,1
VAR ANT. N BIO	6,35	11,2	83	289,36	166	1837,4	1671,4
VAR MOD. 0 N	7,67	9,9	80,8	197,8	0	1517,1	1517,1
VAR MOD. 30 N	7,83	10	81,4	197,8	28	1548,8	1520,8
VAR MOD. 90 N	8,76	11,4	82	206,9	83,5	1812,4	1728,9
VAR MOD. 140 N	9,04	12,1	82,6	216,5	129,6	1957,2	1827,6
VAR MOD. 90 N+S	8,85	11,6	82	206,9	90	1831,1	1741,1
VAR MOD. N BIO	7,65	9,9	81	289,36	166	2213,6	2047,6

\*Fonte Ager Borsa  
Merci Bologna

Sono stati realizzati due report: uno intermedio e uno finale che hanno illustrato come risultato la realizzazione del modello di best practices caratterizzato da tecniche a basso impatto ambientale, che assicurano le caratteristiche qualitative migliori per la produzione di prodotti trasformati a basso contenuto in acrilammide.

	Il principale risultato ottenuto è stato quello della messa a punto del modello di best practices, volto ad ottenere prodotti a basso contenuto in precursori di acrilammide, unitamente agli aspetti tecnici ed economici.
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>Gli obiettivi dell'Azione sono stati raggiunti. Non sono emerse criticità.</p>

## 2.6.1 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	Costo orario	Ore	Costo totale
	Referente tecnico scientifico	Collaborazione nella elaborazione dei dati e nella interpretazione dei risultati	43	16	688,00
	Assistenza coordinamento e ricerca	Supervisione dell'attività, elaborazione dei dati e interpretazione dei risultati	31	30	930,00
Totale:					1.618,00

## 2.7 Azione B6

Azione B6	Realizzazione di modelli di contratti di coltivazione sulla base del modello di best practices individuato
Unità aziendale responsabile	PROGEO S.C.A.
Descrizione delle attività	<p>L'obiettivo dell'azione è stato quello di valorizzare le innovazioni individuate inserendo premialità legate ad alcune caratteristiche qualitative e ad alcune tecniche agronomiche individuate.</p> <p>A questa azione hanno partecipato il responsabile scientifico e il coordinatore che si sono occupati, con lo staff di PROGEO, direttamente della impostazione, discussione e definizione dei contratti di coltivazione con la collaborazione dei partner.</p> <p>La Coop. Sociale Anima, coinvolta inizialmente nell'azione B3 per collaborare alla realizzazione dei rilievi, a causa delle problematiche legate all'emergenza COVID-19, è stata coinvolta nella prima impostazione dei contratti di coltivazione nell'ambito di questa Azione. Questa modifica riguarda la tipologia di attività, ma non ha cambiato né le finalità generali dell'attività né il relativo tempo dedicato, ma è stata anticipata al 1 Aprile 2021, invece di iniziare il 1 Gennaio 2022, come indicato nella proposta progettuale.</p> <p>Questa variazione è stata comunicata con PEC il 26 Marzo 2021.</p> <p><b>Prima fase:</b> <b>01/04/2021 – 15/12/2022:</b> Con la supervisione del responsabile scientifico sono stati realizzati dei modelli di contratti di coltivazione innovativi, che sono stati valutati insieme alle aziende agricole.</p> <p>A seguito della PEC di variazione inviata, l'attività è iniziata il 1 Aprile 2021 con l'organizzazione di una riunione preliminare con la Cooperativa Anima, una riunione propedeutica e aggiuntiva riguardante una prima impostazione dei contratti di coltivazione, dove sono state illustrate alcune considerazioni preliminari sui contratti le relative premialità e dove sono state presentate alcune prime ipotesi relative all'inserimento di premialità legate a varietà con un basso contenuto di asparagina, o a determinate tecniche agronomiche sia in coltivazione biologica che integrata (es. fertilizzazione) che ne riducono il contenuto, o anche premialità legate all'effettivo contenuto di</p>

	<p>asparagina risultante dall'analisi del frumento nel centro di stoccaggio, realizzato attraverso test rapidi.</p> <p>Questa attività aggiuntiva ha migliorato la fase preliminare dell'Azione, dando un maggiore tempo ai partner per impostare il lavoro, soprattutto per quanto riguarda i diversi aspetti da prendere in considerazione per formulare diverse ipotesi inerenti i contratti di coltivazione e le relative premialità, e che le premialità inserite non sarebbero obbligatorie, si tratta di una ipotesi su uno strumento in più a disposizione di Progeo e degli operatori del settore per la valorizzazione del prodotto, e che queste premialità potrebbero aumentare in modo significativo la remunerazione dei produttori agricoli.</p> <p>Nella riunione successiva, sulla base delle prime ipotesi formulate, sono state discusse caratteristiche qualitative, le tecniche agronomiche e le relative premialità che potrebbero essere inserite nei contratti di coltivazione, e individuate una serie di ipotesi e di modelli che sono stati successivamente inviati per mail a tutti i partner del progetto, dove sono stati meglio definiti diversi aspetti, legati soprattutto alla applicabilità pratica delle analisi e verifiche necessarie per il riconoscimento delle premialità ai produttori agricoli.</p> <p>Nell'ultima riunione, anche alla luce delle ultime analisi realizzate, sono state perfezionate e stabilite in modo definitivo le varietà e le premialità più idonee, e anche alcune specifiche raccomandazioni sulle tecniche di coltivazione per il loro inserimento nei contratti di coltivazione.</p> <p>Sono stati quindi realizzati i modelli dei contratti di coltivazione innovativi per la produzione di frumento tenero a basso contenuto di precursori di acrilammide, realizzati attraverso gli elementi scaturiti dal modello di best practices, con il risultato di valorizzare le produzioni ottenute con i metodi innovativi individuati dal presente progetto.</p> <p>Il lavoro svolto ha posto basi concrete per poter spendere contratti di coltivazione dedicati a prodotti che possano determinare un valore aggiunto per tutta la filiera ed in particolar modo per i produttori agricoli.</p> <p>A partire dai prezzi di mercato individuati dai mercuriali della borsa merci di Bologna, presa a riferimento, i contratti predisposti sono in grado di dare valore aggiunto specificatamente in relazione al livello di proteina raggiunto (specificatamente per le varietà di forza), per il livello igienico sanitario raggiunto (livello di DON), ma soprattutto in relazione a determinate varietà che presentano caratteristiche migliorative rispetto agli standard relativamente al contenuto di asparagina. Il produttore che ambisce ad ottenere questa valorizzazione si impegna quindi a rispettare lo specifico disciplinare di produzione predisposto.</p> <p>I contratti sono in grado, inoltre, di accrescere il valore alla produzione anche attraverso l'utilizzo degli ammassi volontari e dell'ottimizzazione logistica accrescendo così anche la sostenibilità economica ed ambientale di tutta la filiera</p> <p>Il risultato dell'Azione è stato, di conseguenza, quello di realizzare modelli innovativi di contratti di coltivazione per valorizzare le produzioni ottenute con i metodi innovativi individuati dal presente progetto.</p>
<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate</p>	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>Gli obiettivi dell'Azione sono stati raggiunti. Non sono emerse criticità.</p>

## 2.7.1 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.*

<b>Cognome e nome</b>	<b>Mansione/ qualifica</b>	<b>Attività svolta nell'azione</b>	<b>Costo orario</b>	<b>Ore</b>	<b>Costo totale</b>
	Referente tecnico scientifico	Realizzazione dell'attività	43	16	688,00
	Assistenza coordinamento e ricerca	Supervisione dell'attività	31	8	248,00
	Responsabile tecnico	Realizzazione dell'attività	43	15	645,00
<b>Totale:</b>					<b>1.581,00</b>

## 2.8 Azione B7

Azione B7	Divulgazione in ambito PEI e Piano di divulgazione
Unità aziendale responsabile	CO.NA.SE. SOC. COOP. AGR.
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>Gli obiettivi e le attività sono stati realizzati secondo quanto indicato dalla proposta progettuale. Sono state realizzate le seguenti attività:</p> <p>L'azione, realizzata dal coordinatore con la collaborazione dei partner, ha realizzato la scheda PEI relativamente alla prima annata agraria e in sede di saldo, che consiste in una relazione sintetica (abstract) con i risultati conseguiti, anche in lingua inglese e, esclusivamente in sede di saldo, come richiesto dal bando, il Common Format PEI secondo il format EU, sempre in italiano e inglese.</p> <p>E' stato anche realizzato un Piano di divulgazione attraverso la rete PEI oltre all'abstract, comprendente:</p> <p>a) <u>Organizzazione di una visita guidata e di un incontro tecnico</u></p> <p>Il coordinatore ha organizzato durante la seconda annata agraria, presso l'Azienda Agricola Borghi Ivano, una visita guidata da remoto, dove è stato illustrato il progetto e i primi risultati conseguiti, senza la presenza dei partecipanti, ma solo dei relatori e degli organizzatori poichè a causa dell'emergenza COVID-19, non si è riusciti a organizzare tutti gli eventi in presenza. Il video della visita guidata realizzata il 10 Giugno 2021 è stato inserito a questo link: <a href="https://www.conase.it/progetto-salute/">https://www.conase.it/progetto-salute/</a></p> <p>Al termine dell'attività di sperimentazione, il 10 Gennaio 2023 è stato organizzato dal coordinatore un incontro tecnico finale per illustrare l'attività del biennio e i risultati finali ottenuti. Sono stati inviati gli inviti e predisposte le relative presentazioni. Il convegno è stato organizzato in presenza e ha avuto una partecipazione molto alta (circa 80 persone).</p> <p>b) <u>Realizzazione di un opuscolo</u></p> <p>E' stato anche realizzato, sempre nell'ultimo anno, da parte del coordinatore, un opuscolo sui risultati del progetto fruibile per gli operatori agricoli.</p> <p>c) <u>Realizzazione di un video</u></p> <p>I contenuti del progetto e una parte della visita guidata sono stati inseriti in un video, realizzato dalla Ditta informatica incaricata dal capofila, oltre alla versione in formato standard, anche in una ulteriore versione per non udenti. Tutti e 2 i video sono stati inseriti nel sito Web del capofila, al seguente link: <a href="https://www.conase.it/progetto-salute/">https://www.conase.it/progetto-salute/</a></p> <p>La versione per non udenti è stata realizzata per diffondere le innovazioni ad un pubblico sempre più vasto e, contemporaneamente aumentare l'inclusività a livello sociale degli utenti.</p> <p>L'Unità Unibo, attraverso il responsabile scientifico ha realizzato la supervisione delle attività, il capofila ha operato sia attraverso il consulente project manager che ha realizzato direttamente i punti a) e b), le schede PEI e il Common Format PEI, sia con il consulente informatico per la realizzazione del punto c), sia anche tramite il personale dipendente nella collaborazione sulla realizzazione di tutte le attività;</p> <p>Gli altri partner hanno collaborato alla realizzazione di tutte le attività.</p> <p>La Coop. Sociale Anima ha collaborato nella organizzazione del convegno finale, attraverso la collaborazione nella diffusione dell'iniziativa.</p> <p>In data 02/03/2022, all'interno del corner speech della Rete Rurale Nazionale, in occasione di Fieragricola a Verona, la dott.ssa Sara Bosi ha presentato le attività del progetto SALUTE. (<a href="https://distal.unibo.it/it/notizie/verso-la-terra-del-futuro-l-intervento-di-sara-bosi">https://distal.unibo.it/it/notizie/verso-la-terra-del-futuro-l-intervento-di-sara-bosi</a>)</p>



In data 16/09/2022, nel corso del 51° Convegno Nazionale della Società Italiana di Agronomia "Agriculture and food availability in 2050" svoltosi a Padova dal 19 al 21 Settembre 2022, la dott.ssa Sara Bosi ha illustrato i risultati del progetto SALUTE, durante relazione orale dal titolo: Strategies To Reduce Acrylamide Content In Wheat Products: Possible Effects Of Genotype And Fertilization.

E' stata inoltre realizzata la scheda PEI sulla prima annata agraria e la visita guidata alla fine della seconda annata agraria (prima fase: 01/02/2021 – 31/12/2021).

Nel 2022, in relazione ai risultati finali del progetto, è stata realizzata la seconda Scheda PEI, il Common Format PEI, l'incontro tecnico sui risultati finali delle attività del Piano il 10 Gennaio 2023, il video in formato standard, quello in versione per non udenti e l'opuscolo (seconda fase: 1/04/2022 – 31 Gennaio 2023).

Questa azione ha raggiunto il risultato di valorizzare e diffondere i risultati del progetto, sia verso i consumatori, sia verso una utenza più tecnica (agricoltori e operatori).

In particolare, sono stati raggiunti, per quanto riguarda l'utenza specializzata (agricoltori e altri operatori del settore), diverse migliaia di utenti attraverso tutti gli strumenti di divulgazione e anche diverse migliaia di utenti generici, soprattutto attraverso i video.

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

*descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività*

Gli obiettivi sono stati pienamente raggiunti.  
Non sono state rilevate particolari criticità.

## 2.8.1 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	Costo orario	Ore	Costo totale
	Referente tecnico scientifico	Collaborazione nelle attività di divulgazione	43	20	860,00
	Responsabile scientifico	Supervisione nella realizzazione dell'abstract e di altre attività divulgative	73	70	5.110,00
	Assistenza coordinamento e ricerca	Collaborazione alla supervisione nella realizzazione dell'abstract e di altre attività divulgative	31	72	2.232,00
	Responsabile tecnico	Collaborazione nelle attività di divulgazione	43	17	731,00
	Tecnico	Collaborazione nelle attività di divulgazione	27	16	432,00
<b>Totale:</b>					<b>9.365,00</b>

## 2.8.2 SPESE PER ATTIVITÀ DI DIVULGAZIONE E DISSEMINAZIONE

Fornitore	Descrizione	Costo
	Realizzazione dell'abstract per la rete PEI, del Common Format PEI, realizzazione di un Piano di divulgazione attraverso la rete PEI oltre all'abstract comprendente: collaborazione alla realizzazione di 2 video, di un opuscolo, organizzazione di un incontro e di una visita guidata.	11.500,00
Sinergia Advertising srl	Realizzazione di un video inerenti i contenuti del progetto e un altro video, con contenuti simili, per non udenti	3.000,00
Totale:		14.500,00

## 2.9 Azione B8

Azione B8	Formazione
Unità aziendale responsabile	Dinamica Soc. Cons. a.r.l.
Descrizione delle attività	<p>"SCELTE VARIETALI E TECNICHE AGRONOMICHE NEI CEREALI IN RELAZIONE AL CONTENUTO DI ACRILAMMIDE E AD ALTRI ASPETTI SALUTISTICI" - Domanda di Sostegno n. 5369950</p> <p>Periodo di Svolgimento: dal 11/11/2021 al 29/11/2021 Durata: 24 ore</p> <p>In linea con gli obiettivi del GOI l'attività formativa ha inteso fornire le conoscenze utili a ridurre il contenuto di acrilammide nei prodotti trasformati derivanti da frumento tenero ottenibile attraverso corrette scelte varietali ed agronomiche delle produzioni cerealicole ma anche attraverso corrette tecniche di impasto e cottura durante la trasformazione o panificazione.</p> <p>L'attività ha inteso inoltre sensibilizzare gli agricoltori sulle ripercussioni a livello di mercato cerealicolo, connesse al recente abbassamento dei livelli massimi di acrilammide, nei prodotti alimentari a base di cereali.</p> <p>Al termine dell'attività i partecipanti hanno avuto competenze utili a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- effettuare le corrette scelte varietali e applicare le corrette scelte agronomiche in materia di coltivazione di cereali valutando il loro impatto sul contenuto di acrilammide nel prodotto finito;</li> <li>- applicare le pratiche agronomiche atte alla produzione di cereali di qualità con particolare riferimento alla tematica dell'acrilamide.</li> </ul>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p>L'attività di formazione "SCELTE VARIETALI E TECNICHE AGRONOMICHE NEI CEREALI IN RELAZIONE AL CONTENUTO DI ACRILAMMIDE E AD ALTRI ASPETTI SALUTISTICI" - Domanda di Sostegno n. 5369950 si è svolta nel periodo dal dal 11/11/2021 al 29/11/2021 e sono state realizzate le 24 ore previste in fase di proposta progettuale approvata dalla Regione Emilia-Romagna.</p> <p>Il corso ha visto la partecipazione di 20 utenti, tutti regolarmente frequentanti l'attività formativa, al termine della quale hanno raggiunto gli obiettivi preposti in termini di apprendimento e l'acquisizione degli obiettivi formativi preposti nelle verifiche finali somministrate attraverso questionario.</p> <p>3 utenti tuttavia non hanno sostenuto le verifiche finali di apprendimento causa assenza alla giornata conclusiva dell'attività.</p>

## 2.9.1 SPESE PER ATTIVITÀ DI FORMAZIONE E CONSULENZA

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

Corso

“SCELTE VARIETALI E TECNICHE AGRONOMICHE NEI CEREALI IN RELAZIONE AL CONTENUTO DI ACRILAMMIDE E AD ALTRI ASPETTI SALUTISTICI” - Domanda di Sostegno n. 5369950 ha visto la partecipazione di 20 utenti.

Hanno partecipato i seguenti utenti:

Il Partner DINAMICA procederà all'avvio e rendicontazione nei modi di cui all'allegato B) alla deliberazione n. 1201/2018 e s.m.i., parimenti al termine delle attività sarà inserita a SIAG una domanda di “RENDICONTO FORMAZIONE\_CONSULENZA GOI” propedeutica alla domanda di pagamento vera e propria che sarà invece presentata con le regole e gli schemi propri del tipo operazione 16.1.01.

Spesa 11,884.80 € Importo contributo richiesto 10.375,51 €

Contributo Unitario: 534,82 € Costo Pro Capite: 594,24 €

## 2 - CRITICITÀ INCONTRATE DURANTE LA REALIZZAZIONE DELL'ATTIVITÀ

Lunghezza max 1 pagina

<b>Criticità tecnico scientifiche</b>	Non si segnalano particolari criticità.
<b>Criticità gestionali</b> (ad es. difficoltà con i fornitori, nel reperimento delle risorse umane, ecc.)	La principale difficoltà da sottolineare è la notevole “burocrazia” che abbiamo incontrato, sia in sede di presentazione del progetto, sia nella sua rendicontazione. Abbiamo constatato però che, rispetto ai primi bandi, ci sono stati <u>consistenti miglioramenti</u> . Anche per le attività di divulgazione, potrebbe essere utile ricorrere ad un costo orario standard, senza ricorrere, per tutte le attività, al ricorso alla ricerca di mercato con la richiesta di preventivi.

<b>Criticità finanziarie</b>	Non si segnalano particolari criticità.
------------------------------	---

### 3 - ALTRE INFORMAZIONI

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

Il progetto conferma pienamente la validità dei risultati relativi alla identificazione dei genotipi e delle tecniche agronomiche che possono determinare un basso contenuto in asparagina e zuccheri riducenti, principali precursori della sintesi di acrilammide. Tale selezione, fornirà ai trasformatori indicazioni concrete sulle farine da utilizzare per ottenere prodotti con contenuti ridotti di acrilammide.

### 4 - 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*

Consigliamo di rafforzare l'utilizzo delle FAQ, che possono essere molto utili.

### 5 - 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*

Sono descritte, qui di seguito, le attività complessivamente effettuate:

- Azione A1 - Attività di coordinamento, gestione del Gruppo Operativo e organizzazione riunioni;
- Azione B1 - Studio di fattibilità relativo all'analisi del contesto e dei temi oggetto della proposta progettuale;
- Azione B2 - Screening varietale;
- Azione B3 - Prova di concimazione;
- Azione B4 - Determinazione del contenuto in acrilammide;
- Azione B5 - Elaborazione dei dati e definizione del modello di best practices
- Azione B6 - Realizzazione di modelli di contratti di coltivazione sulla base del modello di best practices individuato;
- Azione B5 - Divulgazione in ambito PEI e Piano di divulgazione
- Azione B8 - Attività di formazione

Il progetto – come richiesto dalla Focus Area 2A, ha realizzato una attività di sperimentazione finalizzata a identificare varietà a basso tenore di precursori dell'acrilammide e la creazione di un manuale di buone pratiche agricole al fine di evitare tenori elevati di asparagine nei cereali. Questo è in linea con gli obiettivi della Focus Area 2A: *“Migliorare le prestazioni economiche di tutte le aziende agricole e incoraggiare la ristrutturazione e l'ammodernamento delle aziende agricole, in particolare per aumentare la quota di mercato e l'orientamento al mercato nonché la diversificazione delle attività”*.

In particolare, gli obiettivi del progetto sono risultati pienamente aderenti agli ambiti di intervento illustrati nella tabella 16.1 “Ambiti di intervento specifici per l'innovazione” del PSR 2014-2020:

- 1) Sviluppo di nuove varietà e tipologie di prodotto, verifica dell'adattabilità varietale, schemi di miglioramento genetico per produzioni di qualità, valorizzazione dell'agro-biodiversità: sono state prese in esame varietà antiche e moderne di frumento tenero, al fine di identificare fra esse, i genotipi con il più basso contenuto

in precursori dell'acrilammide. Tali risultati, potrebbero poi essere presi in considerazione in futuri programmi di miglioramento genetico.

In particolare, tra i genotipi antichi, Gentil Rosso, Villa Glori, Funone, e Terminillo hanno mostrato la maggiore variabilità tra anni nel contenuto in asparagina e acrilammide e/o i valori più elevati di asparagina e acrilammide. Viceversa, Falcone, Frassineto e Inallettabile e hanno mostrato i valori più bassi e/o la minore variabilità tra anni, garantendo in linea complessiva, un'ottima stabilità in relazione ai principali fattori di rischio. Tra le varietà moderne, invece, i valori più elevati in asparagina e acrilammide si sono osservati complessivamente per le varietà Aquilante, Soana e Teorema, mentre i valori più bassi si sono ottenuti per le varietà Bologna, Metropolis e Terramare (migliore stabilità in relazione ai principali fattori di rischio).

- 2) Caratterizzazione oggettiva dei prodotti agricoli: il progetto ha realizzato la caratterizzazione dei principali composti nutrizionali delle diverse varietà oggetto di studio, delineandone le principali differenze in funzione dei diversi genotipi. In particolare, è stato monitorato il contenuto proteico per tutte le varietà in prova e il contenuto in composti precursori dell'acrilammide,
- 3) Sviluppo di prodotti dietetici e salutistici: il progetto ha identificato tra le varietà di frumento tenero oggetto di indagine, i genotipi a basso contenuto in asparagina e zuccheri riducenti, principali precursori della sintesi di acrilammide. Tale selezione, fornirà ai trasformatori indicazioni concrete sulle farine da utilizzare per ottenere prodotti con contenuti ridotti di acrilammide. Inoltre, le prove realizzate relative alla preparazione dei biscotti, ha permesso di fornire ulteriori dettagli utili per la produzione di prodotti a basso contenuto in acrilammide.
- 4) Pratiche agricole pre e post raccolta per la sicurezza (safety) delle produzioni agricole: Il Piano ha valutato tecniche agronomiche differenti, per identificare i percorsi produttivi in grado di garantire prodotti a basso contenuto in precursori dell'acrilammide. L'azione relativa alle prove di concimazione insieme ai dati relativi alle prove varietali, ha fornito risultati interessanti per evitare valori di acrilammide superiore ai limiti previsti dal Regolamento EU.

I risultati attesi, sotto elencati, hanno riguardato diversi aspetti:

Sviluppare sulla base di questo testo (2 pagine)

Complessivamente il progetto ha valutato numerosi aspetti relativi all'accumulo di acrilammide in frumento tenero.

In particolare:

- È stata effettuata la caratterizzazione di varietà di frumento tenero ampiamente diffuse in Emilia-Romagna e in Italia centro-settentrionale, e di varietà antiche, per il contenuto in asparagina e zuccheri riducenti, quali principali precursori della sintesi di acrilammide;
- Sono stati valutati gli effetti ambientali e della gestione agronomica sull'accumulo di asparagina e zuccheri riducenti, quali principali precursori della sintesi di acrilammide;
- Sono state individuate le migliori agrotecniche e dei genotipi che, mantenendo elevate caratteristiche produttive e qualitative, forniscano farine a basso contenuto di asparagina, zuccheri riducenti e prodotti trasformati con contenuti di acrilammide inferiori ai valori stabiliti nel Reg. UE 2017/2158;
- Sono stati individuati gli ingredienti ottimali per la preparazione di prodotti da forno a basso contenuto in acrilammide.

I risultati attesi potranno concretamente indirizzare e supportare le scelte operative di tutta la filiera coinvolta, partendo dal soggetto Capofila, che potrà operare scelte più mirate in fase di attività di breeding, fino ad arrivare agli agricoltori e ai trasformatori, suggerendo l'adozione di manuali di buone pratiche sia in campo che in fase di lavorazione del prodotto.

I modelli di best practices ottengono i seguenti risultati tangibili:

- a. Miglioramento delle prestazioni economiche delle aziende agricole in relazione al miglioramento delle rese e delle caratteristiche qualitative delle produzioni;
- b. Valorizzazione delle produzioni attraverso modelli innovativi di contratti di coltivazione con premialità legate ad alcune specifiche caratteristiche qualitative del prodotto e all'utilizzo di alcuni aspetti relativi ai modelli di best-practices messi a punto con il presente Piano progettuale.
- c. Aumento dell'orientamento delle produzioni al mercato e migliore salvaguardia dell'ambiente, che richiede produzioni maggiormente sostenibili, ottenute con un minore impiego di mezzi tecnici e di risorse

idriche;

d. Miglioramento delle competenze agronomiche e digitali dei produttori agricoli coinvolti nelle attività di sperimentazione, formazione, consulenza e divulgazione.

I prodotti sono i seguenti, distinti per Azione:

#### **Azione A1**

Verbali e report (8); Scheda sul Project Management (8); Verbali riunioni dei comitati scientifico (4) e gestionale (4); Presentazione sulle attività del Piano; Report semestrale sulle attività dei Gruppi Operativi (5).

#### **Azione B1**

Verbale riunione per la pianificazione dell'attività organizzativa e logistica (a1);

Report sulle analisi del contesto e sulle conoscenze degli operatori sul tema dell'acrilammide (punti a2, a3 e a4);

#### **Azione B2**

Relazione ad uso dei tecnici con la descrizione delle performance dei genotipi oggetto dell'attività di sperimentazione con i seguenti risultati: individuare i genotipi più idonei che, unitamente ai risultati ottenuti dalla sperimentazione on farm su diversi areali nell'Azione B3, costituiscono una prima importante base informativa per l'impostazione del modello di best practices.

#### **Azione B3**

Relazione ad uso delle aziende con la descrizione del modello di best practices ipotizzato con i seguenti risultati: individuazione delle tecniche agronomiche più efficaci che, unitamente ai risultati ottenuti dalla valutazione dei genotipi nell'Azione B2, costituiranno la base informativa per l'impostazione del modello di best practices, che è stato messo a punto attraverso le successive Azioni B4 e B5.

#### **Azione B4**

Report con le tecniche e i seguenti risultati: individuare come la tipologia di impasto influisce sull'accumulo di acrilammide nelle diverse tipologie di farina (ad alto e basso contenuto in precursori dell'acrilammide).

#### **Azione B5**

Report intermedio e finale che hanno illustrato come risultato la realizzazione del modello di best practices caratterizzato da tecniche a basso impatto ambientale, che assicurano le caratteristiche qualitative migliori per la produzione di prodotti trasformati a basso contenuto in acrilammide.

#### **Azione B6**

Modelli dei contratti di coltivazione innovativi per la produzione di frumento tenero a basso contenuto di precursori di acrilammide, realizzati attraverso gli elementi scaturiti dal modello di best practices, con il risultato di valorizzare le produzioni ottenute con i metodi innovativi individuati dal presente progetto.

#### **Azione B7**

Scheda PEI realizzata alla fine della prima annata a agraria e alla fine del progetto e Common Format PEI alla fine del progetto; Una visita guidata con illustrazione del progetto e i primi risultati; Incontro tecnico sui risultati finali delle attività del Piano; Video in formato standard; Video in versione per non udenti (LIS); Realizzazione di un opuscolo.

#### **Azione B8**

Il materiale didattico è consistito in slides, presentazioni e video messi a disposizione dai docenti e condivisi con i partecipanti attraverso un percorso drive. Si tratta dello stesso materiale mostrato durante le lezioni e utile ai corsisti per riprendere anche successivamente le tematiche approfondite, anche dal punto di vista pratico.

### Potenziali ricadute in ambito produttivo e territoriale:

Le ricadute consistono in un evidente e quantificabile miglioramento **produttivo** in termini di salubrità del prodotto. Le attività realizzate hanno permesso di identificare delle pratiche agronomiche in grado di garantire prodotti trasformati con contenuti di acrilammide inferiori ai valori stabiliti nel Reg. UE 2017/2158. Questo permette di valorizzare la produzione di frumento tenero, valorizzando il prodotto attraverso la realizzazione di contratti di coltivazione focalizzati su questa tematica.

Questo permette un migliore posizionamento delle aziende nei confronti delle richieste di mercato, come indicato nella presente Focus Area (2A), permettendo di cogliere le esigenze aziendali di redditività, competitività nel rispetto degli aspetti ambientali.

Tale richiesta è inoltre allineata con la crescente domanda da parte dei consumatori di disporre di prodotti salubri e salutistici.

Il progetto, realizzato in aziende localizzate prevalentemente nelle aree interne ha una ricaduta anche in termini sociali perché contribuisce indirettamente, attraverso le migliori opportunità anche economiche individuate, alla permanenza delle aziende agricole in queste aree, coltivando in modo sostenibile, senza danneggiare l'ambiente e il paesaggio, oltre al coinvolgimento specifico della Coop. Sociale Anima nelle attività e la realizzazione del video per non udenti.

Anche i produttori agricoli non aderenti al Gruppo Operativo, ma che partecipano alle attività formative e di consulenza, ricevono le stesse ricadute e gli stessi benefici dei produttori agricoli aderenti.

La capacità del progetto di incidere sul tessuto produttivo e la trasferibilità sono molto elevate, poiché sono legate all'importanza del ruolo che svolge PROGEO nel panorama regionale di questo settore, al quale sono collegati i partner AGRITES e il capofila CO.NA.SE.: questo consente un impatto significativo nella trasferibilità dei risultati relativi alle innovazioni proposte.

La trasferibilità è particolarmente efficace anche perché è associata ad uno studio di fattibilità sul territorio (Azione B1) che contribuisce anche a individuare modalità più efficaci di applicazione dei risultati della sperimentazione del progetto.

Per quanto riguarda gli effetti che l'innovazione potrà verosimilmente apportare, le best practices individuate possono permettere di identificare varietà e tecniche agronomiche ideali per un contenimento del valore di acrilammide, adeguato ai valori proposti dal nuovo Regolamento EU.

Tale aspetto garantirà un aumento della remunerazione del prodotto, attraverso le premialità inserite nei contratti di coltivazione nell'ambito di queste aziende, comprese tra 2 a 35 €/t (vedi successiva Tabella N. 1).

Le innovazioni proposte contribuiscono anche ad aumentare l'offerta sul mercato di prodotti "Made in Italy" biologici o coltivati con metodi a basso impatto, così importanti per il territorio e in linea con le richieste sempre maggiori del mercato (Nel 2022 le vendite alimentari bio nel mercato nazionale hanno raggiunto 5 miliardi di euro e rappresentano il 3,5% delle vendite al dettaglio biologiche mondiali).

La ricaduta positiva deriva anche dall'ampliamento e dalla diversificazione dei canali di divulgazione che comunicano le tecniche relative al pacchetto di best practices poiché permetterà un aumento, in prospettiva, della consapevolezza dell'importanza della salubrità dei prodotti, della salvaguardia dell'ambiente e della risorsa suolo, con benefici sul consumatore finale, che considera sempre più gli alimenti come un valore, le cui caratteristiche qualitative si coniugano con la sostenibilità ambientale e la salvaguardia del territorio.

Nella tabella N. 1 sono elencati alcuni indicatori di risultato del progetto, in relazione all'applicazione delle innovazioni:

Tabella N. 1 – Indicatori di risultato (sistemare tutte le %)

Tipologia di indicatori Coltivazione del frumento.....	Coltivazione frumento tenero in integrato senza le innovazioni e le premierità della proposta progettuale	Coltivazione frumento tenero in biologico senza le innovazioni e le premierità della proposta progettuale	Coltivazione frumento tenero in integrato con le innovazioni e le premierità della proposta progettuale	Coltivazione frumento tenero in biologico con le innovazioni e le premierità della proposta progettuale
Resa (t/ha)	7,5	5,5	7,5	5,5
Quotazione prodotto (€/T)	193	290	193	290
Premialità aggiuntive da contr. colt. (€/T)	5	2	25	35
PVL (€)	1.485	1.606	1.635	1.787
Totale costi di produzione (€/T)	1.138	930	1.138	930
Ricavo medio (€/T)	347	676	492	857

Fonte: Unibo, AGRITES

22 Febbraio 2023

IL LEGALE RAPPRESENTANTE

## **AZIONE B1–STUDI NECESSARI ALLA REALIZZAZIONE DEL PIANO (DI MERCATO, DI FATTIBILITÀ, PIANI AZIENDALI, ECC.)**

**Titolo Azione: Studio di fattibilità relativo all'analisi del contesto e dei temi oggetto della proposta progettuale**

### **Azione a1)**

L'azione ha avuto come obiettivo quello di pianificare le attività, i compiti organizzativi di ciascun partner e di impostare un piano operativo di coordinamento. Ciascun partner sarà responsabile di attuare le attività che lo competono.

Questo è stato realizzato in occasione della riunione che si è tenuta il 18 giugno 2020 in modalità ZOOM, su questa è stato realizzato un verbale del quale riportiamo una sintesi e che contiene, per ulteriori approfondimenti, ulteriori dettagli.

Il responsabile scientifico

si rapporterà, per la supervisione, la stesura delle relazioni e il monitoraggio delle diverse attività progettuali con il coordinatore e con i propri collaboratori e ricercatori soprattutto relativamente alle attività in campo, con CO.NA.SE., PROGEO e AGRITES per le Azioni B2, B3, B4, B5 e B6, e con Dinamica per le attività formative.

Il referente del progetto per il CO.NA.SE.

che, con gli altri tecnici sperimentatori, collaborerà al coordinamento e alla pianificazione di tutte le attività, in particolare alla realizzazione delle prove in campo e delle analisi per l'Azione B2 e B3, alla collaborazione nelle Azioni B4, B5 e B6 e alle azioni comuni (A1, B1 e B7).

Il referente del progetto per AGRITES

seguirà le attività relative alla realizzazione delle attività in campo, relativamente alle Azioni B2 e B3, e si rapporterà con il coordinatore per il monitoraggio delle attività e con il responsabile scientifico e gli altri ricercatori per le attività in campo.

Il referente del progetto per Progeo S.C.A.

seguirà le attività relative alle prove di pianificazione e ai contratti di coltivazione, relativamente alle Azioni B4 e B6, e si rapporterà con il coordinatore per il monitoraggio delle attività e con il responsabile scientifico e gli altri ricercatori per le attività in campo.

Il responsabile scientifico, il coordinatore e il referente di AGRITES si rapportheranno con i referenti delle aziende agricole partecipanti all'attività di sperimentazione per le attività in campo e per le attività di formazione e divulgazione.

Il responsabile scientifico, il coordinatore e il referente di AGRITES si rapportheranno con i referenti delle aziende agricole partecipanti all'attività di sperimentazione per le attività in campo e per le attività di formazione e divulgazione.

Le aziende agricole sono responsabili delle attività in campo realizzate nella propria azienda.

L'azione B2 sarà realizzata presso i campi del CONASE;

L'Azione B3 sarà realizzata presso i campi del CONASE e presso le aziende agricole:

Az. Agr. Leuratti Giorgio (Casina, RE)

Az. Agr. Triglia Michele (Castelnovo Né Monti, BO)

Az. Agr. Borghi Ivano (Baiso, RE)

Società Agr. Rivi Domenico e Giuliano S.S. (Carpineti, RE)

Le aziende agricole potranno partecipare alle azioni di formazione e verranno coinvolte nelle attività di

divulgazione. La Cooperativa Sociale Anima Società Cooperativa Sociale partecipa alla realizzazione dell'Azione B3 e alle attività di divulgazione.

Le attività di formazione sono realizzate da DINAMICA Soc. Cons a r.l.

Tutti i partner partecipano alle azioni comuni (A1: coordinamento, B1: studi di fattibilità e B7: divulgazione).

Qualsiasi modifica rispetto al Piano, verrà esaminata e coordinata con il Coordinatore e con il Responsabile scientifico.

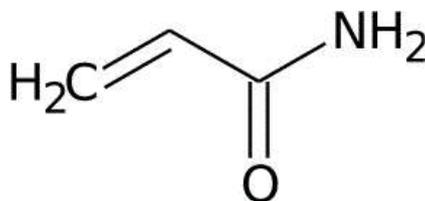
**Azione a2) Contesto normativo e progettuale: verranno analizzate le nuove normative e i progetti soprattutto in ambito EU sul tema;**

- **L'acrilammide: Che cos'è**

L'acrilammide è un composto organico a basso peso molecolare (71,08 g/mol) con formula chimica  $C_3H_5NO$  (fig. 1.1); a temperatura ambiente si presenta come solido cristallino incolore e inodore ed è altamente solubile in acqua, acetone ed etanolo; ha un'elevata mobilità nel suolo e nelle acque sotterranee ed è biodegradabile da parte di microrganismi edafici (Manson *et al.*, 2005).

L'acrilammide viene utilizzata a livello industriale dalla metà degli anni '50 per la formazione di polimeri impiegati nel settore tessile e della carta, come flocculanti nel trattamento delle acque reflue, nella lavorazione dei minerali e nella cosmesi; è contenuta anche nel fumo di tabacco. Viene utilizzata in ambito di ricerca scientifica negli studi sulla struttura e la funzione delle proteine; inoltre i gel di poliacrilammide vengono impiegati in biologia molecolare nelle tecniche di elettroforesi (Friedman, 2003; JECFA, 2005).

L'acrilammide potrebbe potenzialmente essere presente nell'ambiente, nelle acque potabili e nell'aria, a causa del rilascio di monomeri, derivanti dalle suddette applicazioni, che vanno incontro a processi di trasformazione di origine antropica o naturale (Manson *et al.*, 2005).



**Figura 1.1. Struttura molecolare dell'acrilammide.**

Le criticità legate a questa sostanza sono note dal 1994, quando è stata classificata come neurotossica e probabilmente cancerogena per l'uomo dall'Agenzia statunitense per la protezione dell'ambiente e dall'Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro (IARC) (Douny *et al.*, 2012).

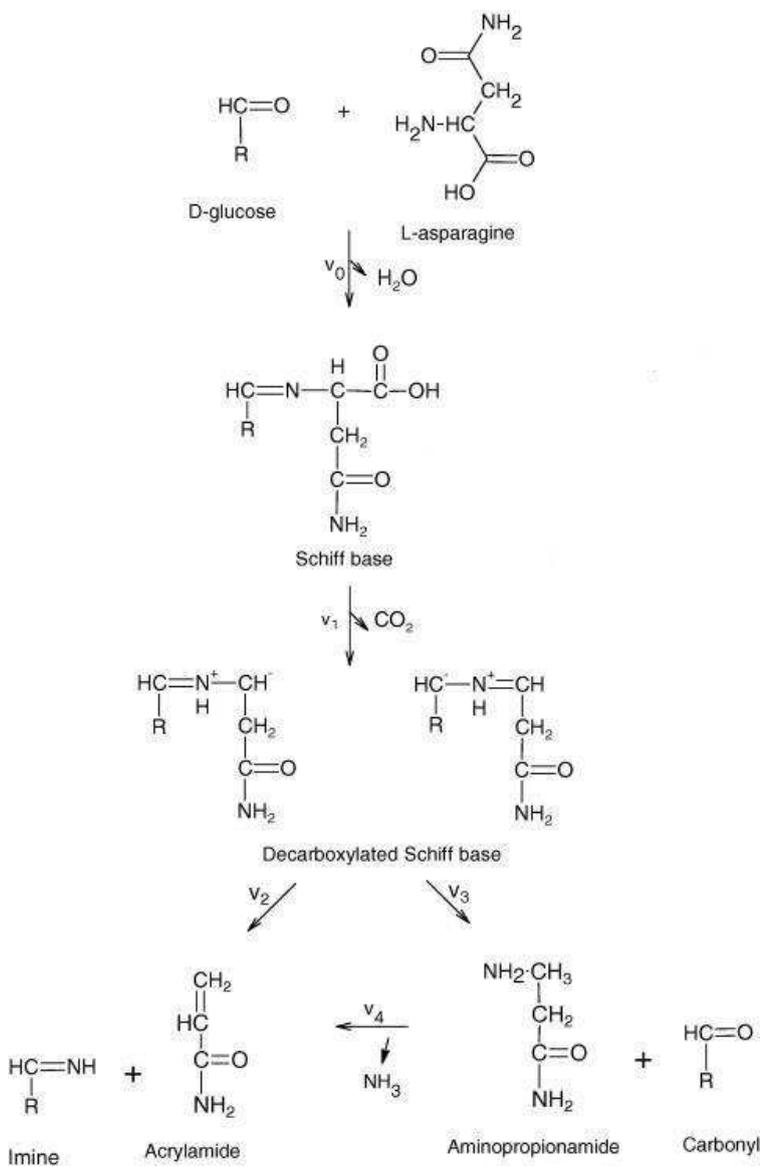
Nell'aprile 2002 è stata riscontrata per la prima volta la presenza di acrilammide negli alimenti, ma è probabile che sia stata presente nei cibi sin dall'invenzione della cottura.

Risale infatti al 2002 il primo studio di Tareke *et al.*, un'equipe di ricercatori dell'Università di Stoccolma, i cui risultati sono stati pubblicati dall'Amministrazione nazionale svedese dell'alimentazione, che ha riscontrato tassi elevati di acrilammide in alimenti ricchi di carboidrati derivanti da preparazioni come frittture e cotture in forno. Questo avvenimento ha causato preoccupazione nella comunità scientifica che era già consapevole della pericolosità di questa sostanza: è nata così una problematica legata alla sicurezza alimentare dell'acrilammide e le ricerche a questo proposito si sono intensificate.

- **L'acrilammide: Come si forma**

L'acrilammide si forma naturalmente negli alimenti ricchi di carboidrati quando vengono sottoposti ad alte temperature in condizioni di scarsa umidità: durante la cottura (frittura, cottura al forno e alla griglia) o altri trattamenti termici industriali a temperature di oltre 120°C (Castle e Eriksson, 2005).

La reazione chimica responsabile è chiamata "Reazione di Maillard" e coinvolge l'amminoacido asparagina in combinazione con uno zucchero riducente, come glucosio e fruttosio (Stadler *et al.*, 2002). I prodotti della reazione di Maillard sono i responsabili della colorazione e del tipico aroma generato durante la cottura e la tostatura, che caratterizza alimenti come pane appena sfornato o il caffè tostato, rendendoli più gustosi (Mottram *et al.*, 2002). Più in particolare la reazione di Maillard, reazione termica non enzimatica, prevede l'interazione del carbonio carbonilico di uno zucchero riducente, che può essere glucosio o fruttosio, con un gruppo amminico libero di un amminoacido, in particolar modo l'asparagina, con formazione di una base di Schiff (intermedio che si forma dall'eliminazione dell'acqua dal coniugato di glucosio e asparagina) (Hedegaard *et al.*, 2008). La base di Schiff subisce una decarbossilazione, seguita dalla scomposizione direttamente in acrilammide e un'immina, o seguita da idrolisi in aminopropionamide e composti carbonilici incluso il glucosio (Hedegaard *et al.*, 2008) (fig. 1.2). L'aminopropionamide viene convertita in



**Figura 1.2. Principale meccanismo di formazione dell'acrilammide (Tratta da: Hedegaard *et al.*, 2008).**

acrilammide tramite perdita di ammoniaca (deaminazione) (Granvogl e Schieberle, 2006). Anche i composti carbonilici reattivi derivati dalla Reazione di Maillard (dicarbonili, idrossicarbonili) possono reagire con l'asparagina e formare acrilammide (Parker *et al.*, 2012).

- **L'acrilammide: Aspetti tossicologici**

Per la popolazione le possibili vie di esposizione all'acrilammide sono l'ingestione, il contatto cutaneo e l'inalazione (Manson *et al.*, 2005).

L'acrilammide può essere presente nell'acqua potabile a causa dell'uso di flocculanti di poliacrilammide nel trattamento delle acque reflue. Attualmente sono pochi i dati disponibili a questo proposito, ma in Europa le concentrazioni di acrilammide nei campioni di acqua potabile sono inferiori ai limiti di rilevamento (Manson *et al.*, 2005).

Manson *et al.* (2005) riporta presenza di tracce di acrilammide anche in alcuni farmaci, a causa della presenza di residui di acrilammide nei polimeri utilizzati come filmogeni nelle capsule medicinali.

Nella stima dell'esposizione per via cutanea vengono presi in considerazione il contatto con prodotti di uso comune per la cosmesi, prodotti per il giardinaggio come ammendanti del suolo, prodotti di carta e cellulosa, rivestimenti e tessuti che contengono poliacrilammide; tuttavia esistono delle restrizioni che regolano la quantità massima di acrilammide libera che può essere presente nei polimeri che il più delle volte si stima in quantità <0,01% p/p; di conseguenza questa via di esposizione è considerata trascurabile (Manson *et al.*, 2005). È importante notare come la principale via di esposizione attraverso le vie respiratorie sia il fumo di sigaretta: più di uno studio parlano di un contenuto di acrilammide di circa 1-2 µg per sigaretta (Smith *et al.*, 2000; Manson *et al.*, 2005; Claus *et al.*, 2008). Inoltre, i livelli di acrilammide nel sangue dei fumatori sono da tre a cinque volte più elevati di quelli che si osservano nei non fumatori (AIRC, 2018).

È anche possibile entrare in contatto con l'acrilammide per motivi professionali: nei settori che impiegano poliacrilammide i lavoratori potrebbero essere esposti all'inalazione di polveri o vapori e/o al contatto cutaneo con monomeri o polimeri.

I settori più a rischio sono l'industria tessile, la lavorazione della carta e cellulosa, le fonderie, le costruzioni, l'industria cosmetica, la trivellazione petrolifera, la trasformazione alimentare.

Tuttavia, la quantità di acrilammide libera nei polimeri è limitata per legge allo 0,1% e questo riduce drasticamente i livelli esposizione in situazioni di rischio (Manson *et al.*, 2005).

La maggior parte dei dati sui rischi legati all'acrilammide riguardano l'esposizione alimentare, attraverso l'assunzione di cibi cotti ad alte temperature. Alimenti ricchi di amido, in particolare preparazioni a base di patate (fritte, grigliate o al forno), hanno le concentrazioni più elevate, che vanno da 10 a 12000 µg/kg; le concentrazioni in altri alimenti, come caffè e prodotti da forno a base di frumento, sono inferiori, tra <10 e 1925 µg/kg (Manson *et al.*, 2005).

Claus *et al.* (2008), riportano livelli di assunzioni giornaliere di acrilammide negli adulti comprese tra 0,3 e 0,6 µg/kg peso corporeo; Manson *et al.* e l'OMS riportano range più elevati, rispettivamente 0,3–1,1 µg/kg pc e 0,3–4,3 µg/kg pc. Questi valori nei bambini sono inevitabilmente superiori, fino a 4 µg/kg pc secondo l'OMS, a causa di un loro maggiore apporto calorico e maggior consumo di alcuni cibi particolarmente ricchi di acrilammide (Claus *et al.*, 2008).

- **L'acrilammide: Conseguenze dell'esposizione alimentare**

L'acrilammide è stata valutata nel 1994 dall'Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro (IARC) che l'ha inserita nel gruppo 2A classificandola come "probabilmente cancerogena per esseri umani", sulla base di prove inadeguate negli esseri umani da studi epidemiologici da esposizione professionale, e di prove sufficienti negli animali da esperimento (Manson *et al.*, 2005).

Prima della scoperta della presenza di acrilammide negli alimenti, si pensava che le principali vie di esposizioni fossero il fumo di sigaretta e l'esposizione professionale a causa dell'ampia diffusione a livello industriale.

Le indagini effettuate in diversi Paesi a partire dal 2002 hanno mostrato considerevoli livelli di acrilammide in prodotti alimentari consumati quotidianamente come pane, caffè; inoltre, l'acrilammide è presente negli

alimenti in quantità considerevolmente più elevate rispetto ad altri noti agenti cancerogeni alimentari (JECFA, 2005).

A causa delle preoccupazioni circa i possibili rischi per la salute pubblica associati all'esposizione alimentare all'acrilammide, si è tenuta una consultazione FAO / WHO nel giugno 2002 dalla quale sono derivati ulteriori studi sul metabolismo e sulla tossicologia di questa sostanza (JECFA, 2005).

Negli animali, l'acrilammide somministrata per via orale viene rapidamente assorbita dal tratto gastrointestinale e attraverso il flusso sanguigno viene ampiamente distribuita a tutti gli organi e tessuti, così come al feto.

L'acrilammide assorbita viene metabolizzata in un epossido chimicamente reattivo, la glicidammide, che è la più probabile causa di mutazioni genetiche e tumori su animali (EFSA, 2015). Sia l'acrilammide che la glicidammide si legano in modo covalente agli amminoacidi nell'emoglobina (JECFA, 2005).

- **L'acrilammide: Cancerogenicità**

Negli studi sulle colture cellulari, l'acrilammide ha indotto rotture cromosomiche e mutazioni puntiformi; durante gli esperimenti, linee cellulari umane e di topi trattate con acrilammide hanno mostrato un aumento del tasso della mutazione genetica (Claus *et al.*, 2008).

In uno studio di oncogenicità di Johnson *et al.*, risalente al 1986, ratti che avevano ricevuto fino a 2 mg di acrilammide per kg di peso corporeo hanno riportato aumenti significativi dei tumori a tiroide, testicoli, sistema nervoso centrale, utero e altri tessuti (Johnson *et al.*, 1986).

Questi risultati sono stati parzialmente confermati da Rice nel 2005 che negli esperimenti sui topi ha osservato comparsa di tumori nella ghiandola tiroidea, testicoli, ghiandola mammaria, polmone, ghiandola clitoridea e cervello.

Tuttavia, in tutti gli studi sugli animali, vengono somministrate dosi elevate di acrilammide per cui i risultati che ne derivano non possono essere facilmente comparabili con l'assunzione di acrilammide attraverso il cibo negli esseri umani (Claus *et al.*, 2008).

Infatti, sebbene i suddetti studi sugli animali abbiano dimostrato che l'esposizione all'acrilammide attraverso la dieta aumenta enormemente la probabilità di sviluppare mutazioni geniche e tumori in vari organi (EFSA, 2015), finora, gli studi condotti su esseri umani hanno fornito prove limitate e poco convincenti; di fatto non sono state trovate associazioni nell'uomo tra l'esposizione alimentare e un aumento del rischio di sviluppare tumori (Exon, 2006; EFSA, 2015).

Tuttavia, gli esperti dell'EFSA, sulla base di questi studi condotti sugli animali da laboratorio, hanno ribadito le valutazioni precedenti secondo cui la presenza di acrilammide negli alimenti può aumentare il rischio di cancro per i consumatori. Anche se ciò vale per tutti i consumatori, è l'infanzia la fascia d'età maggiormente esposta, a seconda del peso corporeo.

- **L'acrilammide: Altri rischi sanitari oltre al cancro**

Studi epidemiologici su esseri umani esposti accidentalmente e su lavoratori esposti professionalmente suggeriscono che il sistema nervoso è il principale sito bersaglio degli effetti di tossicità dell'acrilammide nell'uomo. Questo è stato confermato da numerosi studi su specie animali che hanno dimostrato che una determinata esposizione ripetuta all'acrilammide causa alterazioni degenerative dei nervi periferici (JECFA, 2005). Inoltre, alcuni studi sulla tossicità riproduttiva, hanno mostrato ridotta fertilità sui roditori maschi a cui era stata somministrata acrilammide (JECFA, 2005; Exon, 2006).

Anche gli esperti dell'EFSA hanno preso in esame, oltre al cancro, i possibili effetti nocivi dell'acrilammide sul sistema nervoso, sullo sviluppo prenatale e postnatale e sul sistema riproduttivo maschile. Tuttavia questi effetti, sulla base dei livelli di esposizione alimentare correnti, non sono stati ritenuti motivo di preoccupazione.

- **L'acrilammide: Quadro legislativo UE**

Nel 2002, dopo le scoperte di Tareke *et al.* relative alla presenza di acrilammide negli alimenti, il disciolto Comitato scientifico dell'alimentazione umana (SCF) ha pubblicato un parere scientifico, secondo cui le informazioni disponibili all'epoca non erano sufficienti a determinare il rischio reale derivante dall'esposizione all'acrilammide tramite gli alimenti.

L'EFSA nel 2005 ha dichiarato che la presenza di acrilammide negli alimenti rappresenta una potenziale preoccupazione sanitaria, data la sua cancerogenicità e genotossicità riscontrata negli animali da esperimento; inoltre l'EFSA si è detta concorde con la valutazione dei rischi da acrilammide condotta dal Comitato misto FAO/OMS sugli additivi alimentari (JECFA) secondo cui i livelli di esposizione alimentare all'acrilammide possono destare preoccupazioni per la salute umana e che, pertanto, occorre assumere misure opportune per ridurre l'esposizione a questa sostanza ([www.efsa.europa.eu](http://www.efsa.europa.eu), 2020).

Alimento	Livello di riferimento [µg/kg]
Patate fritte a bastoncino pronte per il consumo	500
Patatine (chips) a base di patate fresche e a base di pasta di patate	750
Cracker a base di patate	
Altri prodotti a base di pasta di patate	
Pane morbido	
a) Pane a base di frumento	50
b) Pane morbido diverso dal pane a base di frumento	100
Cerali per la prima colazione (escluso il porridge)	
— prodotti a base di crusca e cereali integrali, cereali soffiati	300
— prodotti a base di frumento e segale <sup>(1)</sup>	300
— prodotti a base di granturco, avena, spelta, orzo e riso <sup>(2)</sup>	150
Biscotti e cialde	350
Cracker esclusi i cracker a base di patate	400
Pane croccante	350
Pane con spezie (panpepato)	800
Prodotti simili agli altri prodotti di questa categoria	300
Caffè torrefatto	400
Caffè (solubile) istantaneo	850
Sucedanei del caffè	
a) succedanei del caffè contenenti esclusivamente cereali	500
b) succedanei del caffè costituiti da una miscela di cereali e cicoria	<sup>(2)</sup>
c) succedanei del caffè contenenti esclusivamente cicoria	4 000
Alimenti per la prima infanzia, alimenti trasformati a base di cereali destinati ai lattanti e ai bambini nella prima infanzia, esclusi biscotti e fette biscottate <sup>(3)</sup>	40
Biscotti e fette biscottate destinate ai lattanti e ai bambini nella prima infanzia <sup>(3)</sup>	150

<sup>(1)</sup> Cereali non integrali e/o non a base di crusca. Il cereale presente nella quantità maggiore determina la categoria.

<sup>(2)</sup> Il livello di riferimento da applicare ai succedanei del caffè costituiti da una miscela di cereali e cicoria prende in considerazione la proporzione relativa di questi ingredienti nel prodotto finale.

<sup>(3)</sup> Secondo la definizione del regolamento (UE) n. 609/2013.

**Fig. 1.3. Livelli di riferimento per la presenza di acrilammide nei prodotti alimentari stabili dall' Allegato IV del regolamento (UE) 2017/2158.**

Nel giugno 2015, l'EFSA ha pubblicato *Scientific Opinion on acrylamide in food*, ovvero un report relativo alla prima valutazione completa dei rischi derivanti dalla presenza di acrilammide negli alimenti. EFSA ha confermato la cancerogenicità di questa sostanza e ha affermato che i livelli di esposizione alimentare aumentano il rischio di sviluppare il cancro nei consumatori di tutte le fasce d'età. L'EFSA ha inoltre dichiarato che i livelli di acrilammide non sono diminuiti in modo consistente negli ultimi anni e che gli alimenti che destano maggiore preoccupazione sono i prodotti a base di patate, i prodotti a base di cereali e il caffè (e surrogati del caffè), ossia le materie prime che contengono entrambi i precursori dell'acrilammide, ovvero l'amminoacido asparagina e gli zuccheri riducenti quali glucosio e fruttosio ([ec.europa.eu](http://ec.europa.eu), 2020).

A fronte di quanto valutato da EFSA, nel novembre 2017 è stato adottato il regolamento (UE) 2017/2158 che stabilisce misure di mitigazione e livelli di riferimento per la riduzione della presenza di acrilammide negli alimenti. Il regolamento prevede l'applicazione obbligatoria da parte di tutti gli operatori del settore alimentare interessati di misure di mitigazione per ridurre la presenza di acrilammide negli alimenti e di sistemi di monitoraggio dell'efficacia di tali misure mediante campionamento e analisi della produzione, per dimostrare che i livelli di acrilammide rientrano nei livelli di riferimento fissati (ec.europa.eu, 2020).

La Raccomandazione dell'Unione Europea (UE) 2019/1888 del 7 novembre 2019 sul monitoraggio della presenza di acrilammide in determinati alimenti, raccomanda poi alle autorità competenti e agli operatori del settore alimentare di monitorare la presenza di acrilammide in tali alimenti in vista dell'adozione di possibili misure di gestione del rischio, che dovrebbero integrare quelle già previste dal Regolamento 2158/2017 (ec.europa.eu, 2020).

Il regolamento (UE) 2017/2158 ha annunciato la definizione dei livelli massimi di acrilammide in alcuni alimenti (fig. 1.3.), complementari alle altre misure previste.

I livelli di riferimento si basano sull'esperienza e sull'occorrenza del contaminante in grandi categorie di alimenti, tenendo conto dei dati di occorrenza più recenti della banca dati dell'Autorità. Essi dovrebbero essere fissati al livello più basso ragionevolmente raggiungibile con l'applicazione di tutte le misure di attenuazione pertinenti. Questi livelli dovrebbero essere periodicamente riesaminati dalla Commissione al fine di stabilire livelli più bassi, a riprova della continua riduzione della presenza di acrilammide negli alimenti.

- **Progetti Europei sul tema dell'acrilammide**

#### **Horizon 2020 Framework Programme (H2020) – 2014 – 2020**

--

#### **Progetti FP7 – 2007 – 2014**

- REFLAB 31588: Development of a new-generation biosensor for the measurement of reducing sugars in potatoes and assessment of acrylamide formation. All'interno di un determinato quadro di condizioni, l'apparentemente innocua patata, una volta cucinata, può contenere acrilammide. Ricercatori europei hanno sviluppato un biosensore per avvertire coltivatori e produttori della presenza di glucosio, un precursore di questa tossina.
- HEATOX 506820: Heat-generated food toxicants, identification, characterisation and risk minimization. Il progetto Heatox si è concentrato sul rischio per la salute della produzione di tossine mentre si cucina, ovvero delle condizioni di cottura (durata, temperatura, tempo) che maggiormente favoriscono la formazione di acrilammide nei prodotti finiti.
- MAPMILLING 500450: Measure and Control of mycotoxins, pesticides and acrylamide in grain milling sector. MAP-Milling si è concentrato solo sull'argomento molto particolare dell'asparagina nei prodotti cerealicoli. L'asparagina nei prodotti a base di cereali sulla loro influenza sulla formazione di acrilammide nei prodotti da forno.

#### **Bibliografia citata**

Bagdonaite K., Derler K., Murkovic M. (2008). Determination of Acrylamide during Roasting of Coffee. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56(15): 6081-6086.

Becalski A., Lau B.P.Y., Lewis D., Seaman S.W. (2003). Acrylamide in foods: Occurrence, sources, and modeling. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 51: 802-808.

Castle L., & Eriksson S. (2005). Analytical methods used to measure acrylamide concentrations in foods. *Journal of AOAC International* 88(1): 274-284.

Claus A., Carle R., Schieber A. (2008). Acrylamide in cereal products: A review. *Journal of Cereal Science* 47(2): 118-133.

Claus A., Mongili M., Weisz G., Schieber A., Carle R. (2007). Impact of formulation and technological factors on the acrylamide content of wheat bread and bread rolls. *Journal of Cereal Science*, in press.

Claus A., Schreiter P., Weber A., Graeff S., Herrmann W., Claupein W., Schieber A., Carle R. (2006). Influence of

Agronomic Factors and Extraction Rate on the Acrylamide Contents in Yeast-Leavened Breads. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54(23): 8968-8976.

Claus A., Weisz G. M., Kammerer D. R., Carle R., Schieber A. (2005). A method for the determination of acrylamide in bakery products using ion trap LC–ESI–MS/MS. *Molecular Nutrition and Food Research* 49: 918-925.

Curtis T. Y., Muttucumaru N., Shewry P. R., Parry M. A., Powers S. J., Elmore J. S., (2021). Acrylamide formation and antioxidant activity in coffee during roasting - A systematic study. *Food Chemistry* 343: 128514.

Douny C., Widart J., Maghuin-Rogister G., De Pauw E., Scippo M. L. (2012). Quantification of Acrylamide in Various Belgian Potato Products Using Solid Phase Extraction and Liquid. *Food and Public Health* 2(5): 137-141.

Exon J. H. (2006). A Review of the Toxicology of Acrylamide. *Journal of Toxicology and Environmental Health: Part B*, 9: 397-412.

Fredriksson H., Tallving J., Rose'n J., Aman P. (2004). Fermentation reduces free asparagine in dough and acrylamide content in bread. *Cereal Chemistry* 81: 650-653.

Granda C., Moreira R. G., Tichy S. E. (2004). Reduction of acrylamide formation in Potato chips by low-temperature vacuum frying. *Journal of food science* 69(8): E405-E411.

Granvogel M., Schieberle P. (2006). Thermally generated 3aminopropionamide as a transient intermediate in the formation of acrylamide. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54(16): 5933-5938.

Hedegaard R. V., Frandsen H., & Skibsted L. H. (2008). Kinetics of formation of acrylamide and Schiff base intermediates from asparagine and glucose. *Food chemistry* 108(3): 917-925.

Herman T.J., Shafii B., Love S.L., Dwelle R.B. (1995). Influence of crop management factors on chipping potato maturity and storage processing performance. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 68: 51-58.

Hoenicke K., Gaterman R. (2005). Studies on the Stability of Acrylamide in Food During Storage. *Journal of AOAC International* 88 :268-273.

Jung M. Y., Choi D. S., Ju J.W. (2003). A novel technique for limitation of acrylamide formation in fried and baked corn chips and french fries. *Journal of food science* 68: 1287-1290.

Kolek E., Simko P., Simon P. (2006). Inhibition of acrylamide formation in asparagine/D-glucose model systems by NaCl addition. *European Food Research and Technology* 224: 283-284.

Lantz I., Ternité R., Wilkens J., Hoenicke K., Guenther H., van der Stegen GH. (2006). Studies on acrylamide levels in roasting, storage and brewing of coffee. *Molecular Nutrition and Food Research* 50(11): 1039-1046.

Lea P. J., Sodek L., Parry M. A., Shewry P. R., Halford N. G. (2007). Asparagine in plants. *Annals of Applied Biology* 150: 1-26.

Manson J, Brabec MJ, Buelke-Sam J, Carlson GP, Chapin RE, Favor JB et al. (2005). NTP-CERHR expert panel report on the reproductive and developmental toxicity of acrylamide. *Birth Defects Research: Part B*, 74(1): 17-113.

Michalak J., Gujska E., Czarnowska M., Klepacka J., Nowak F. (2016). Effect of Storage on Acrylamide and 5-hydroxymethylfurfural Contents in Selected Processed Plant Products with Long Shelf-life. *Plant Foods for Human Nutrition* 71: 115-122.

Morales F., Capuano E., Fogliano V. (2008). Mitigation strategies to reduce acrylamide formation in fried potato products. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1126: 89-100.

Mottram D. S., Wedzicha B. L., Dodson A. T. (2002). Food chemistry: acrylamide is formed in the Maillard reaction. *Nature* 419(6906): 448.

Muttucumaru N., Halford N. G., Elmore J. S., Dodson A. T., Parry M. A. J., Shewry P. R. Norouzi E., Kamankesh M., Mohammadi A., Attaran A. (2018). Acrylamide in bread samples: Determining using ultrasonic-assisted extraction and microextraction method followed by gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Cereal Science* 79: 1-5.

Parker J. K., Balagiannis D. P., Higley J., Smith G., Wedzicha B. L., Mottram D.S. (2012). Kinetic model for the formation of acrylamide during the finish-frying of commercial French fries. *Journal of agricultural and food chemistry* 60(36): 9321-9331.

Pedreschi F., Kaack K., Granby K. (2004). Reduction of acrylamide formation in potato slices during frying. *Food Science and Technology* 37(6): 679-685.

Pedreschi F., Moyanob P., Granby K. (2005). Color changes and acrylamide formation in fried potato slices. *Food Research International* 38(1): 1-9.

Rice J. M. (2005). The carcinogenicity of acrylamide. *Mutation Research* 580: 3-20.

Roe M. A., Faulks R. M., Belsten J. L. (1990). Role of reducing sugars and amino acids in fry colour of chips from potatoes grown under different nitrogen regimes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 52: 207-214.

Rosen C., Sun N., Olsen N., Thornton M., Pavek M., Knowles L., Knowles N. R. (2018). Impact of Agronomic and Storage Practices on Acrylamide in Processed Potatoes. *American Journal of Potato Research* 95: 319-327.

Roszko M. L., Szczepańska M., Szymczyk K., Rzepkowska M. (2020). Dietary risk evaluation of acrylamide intake with bread in Poland, determined by two comparable cleanup procedures. *Food Additives & Contaminants: Part B*, 13(1): 1-9.

Rydberg P., Eriiksson S., Tanake E., Karlsson P., Ehrenberg L., Tornquist M. (2003). Investigations of factors that influence the acrylamide content of heated foodstuffs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 7012-7018.

Schouten M. A., Tappi S., Angeloni S., Cortese M., Caprioli G., Vittori S., Romani S. (2021). Acrylamide formation and antioxidant activity in coffee during roasting – A systematic study. *Food Chemistry* 343: 128514.

Shewry P. R., Zhao F. G., Gowa G. B., Hawkins N. D., Ward G. L., Beale M. H., Halford N. G., Parry M. A., Abécassis J. (2009). Sulphur nutrition differentially affects the distribution of asparagine in wheat grain. *Journal of Cereal Science* 50(3): 407-409.

Smith C. J., Perfetti T. A., Rumble M. A., Rodgman A., Doolittle D. J. (2000). "IARC group 2A carcinogens" reported in cigarette mainstream smoke. *Food and Chemical Toxicology* 38(4): 371-383.

Soares C. M. D., Alves R. C., Oliveira M. B. P.P (2015). Factors Affecting Acrylamide Levels in Coffee Beverages, in *Coffee in Health and Disease Prevention*. Victor R. Preedy, Academic Press, pp. 217-224.

Stadler R. H., Blank I., Varga N., Robert F., Hau J., Guy P. A., Robert M. C., Riediker S. (2002). Acrylamide from Maillard reaction products. *Nature* 419: 449-50.

Surdyk N., Rose´n, J., Andersson R., Aman P. (2004). Effects of asparagine, fructose and baking conditions on acrylamide content in yeast-leavened wheat bread. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52: 2047-2051.

Tareke E., Rydberg P., Karlsson P., Eriksson S., Tornqvist M. (2002) Analysis of Acrylamide, a carcinogen formed in heated foodstuffs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50: 4998-5006.

Viklund G., Olsson K. M., Sjöholm I. M., Skog K. I. (2008). Variety and storage conditions affect the precursor content and amount of acrylamide in potato crisps. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88(2): 305-312.

## SITOGRAFIA

[ec.europa.eu](http://ec.europa.eu)

[www.airc.it](http://www.airc.it)

[www.efsa.europa.eu](http://www.efsa.europa.eu)

## Azione a3) Contesto di mercato: aggiornamento sulle richieste del mercato per una migliore definizione delle prove sperimentali

### • L'acrilammide: In quali alimenti la troviamo

Una volta compreso il meccanismo chimico di formazione dell'acrilammide, risulta chiaro come gli alimenti potenzialmente interessati dalla formazione di questa sostanza siano quelli derivanti da materie prime che contengono i suoi precursori ossia zuccheri riducenti, come glucosio, fruttosio, maltosio e saccarosio, e l'aminoacido asparagina; inoltre è chiaro come la cottura dei cibi e in particolare i trattamenti ad alte temperature siano il presupposto associato alla sua formazione ([www.airc.it](http://www.airc.it)) (Zyzac et al., 2003). I cibi maggiormente a rischio sono quindi quelli a base di patate, di cereali e il caffè (e suoi surrogati).

### - Fattori agronomici e di trasformazione che influenzano la formazione di acrilammide: Prodotti a base di patate

La patata (*Solanum tuberosum*) è una delle principali colture agricole del mondo, viene coltivata nell'80% dei paesi e la produzione mondiale supera i 300 milioni di tonnellate/anno, cifra superata solo da grano, mais e riso. Le patate, e i prodotti derivati da queste, vengono consumate quotidianamente da milioni di persone provenienti da diversi paesi; le patatine fritte in particolare, sono state lo snack salato più popolare per 150 anni e le sue vendite al dettaglio negli Stati Uniti riguardano circa 6 miliardi di dollari ogni anno che rappresentano il 33% delle vendite totali su questo mercato (Pedreschi et al., 2005).

Tuttavia gli alimenti a base di patata ottenuti tramite processi di trasformazione ad alte temperature sono considerati quelli con il più alto contenuto di acrilammide; Douny *et al.* affermano che questi prodotti arrivano ad avere un contenuto pari a 2000 µg/kg, paragonati ai 25 µg/kg contenuti mediamente in caffè e pane.

**Fig.1.5. Prodotti a base di patate soggetti a formazione acrilammide.**



Proprio per questo triste primato, sui cibi a base di patata esistono numerosi e approfonditi studi sull'influenza che alcuni fattori come varietà, ambiente di coltivazione, condizioni di fertilizzazione e di conservazione, metodi e temperatura di cottura, hanno sulla formazione di acrilammide.

Alcuni studi hanno rivelato che la varietà può svolgere un ruolo importante nel ridurre la formazione di acrilammide nei prodotti a base di patate (Granda *et al.*, 2004).

Uno studio condotto in Svezia e conclusosi nel 2008 ha dimostrato che varietà diverse presentano grandi differenze nel potenziale di formazione di acrilammide e che questo potenziale è correlato principalmente al loro contenuto di precursori: asparagina e zuccheri riducenti. Pertanto, il contenuto di acrilammide nei prodotti a base di patate può essere sostanzialmente ridotto selezionando cultivar con basse concentrazioni sia di asparagina che di zuccheri riducenti (Viklund *et al.*, 2008);

Lo stesso studio ha affermato che anche lo stoccaggio delle patate influenza fortemente il contenuto di zuccheri riducenti; l'accumulo di glucosio e fruttosio è favorito da una conservazione prolungata ed in particolare da una conservazione eseguita a temperature inferiori a 8°C (Viklund *et al.*, 2008). Rosen *et al.* suggerisce infatti il ricondizionamento durante lo stoccaggio come strategia di gestione efficace per ridurre la formazione di acrilammide: l'aumento della temperatura di conservazione stimola la respirazione favorendo la riduzione dei livelli di zuccheri semplici (Rosen *et al.*, 2018).

Anche l'influenza delle fertilizzazioni in patata sui precursori dell'acrilammide è stata ampiamente studiata (Roe *et al.*, 1990; Herman *et al.*, 1995).

La somministrazione di azoto influisce sull'accumulo di zuccheri e asparagina in modi opposti: tende a ridurre le concentrazioni di glucidi nel tubero ma, al contrario, incrementa il contenuto di asparagina (Lea *et al.*, 2007). Questo fenomeno è causato dalla competizione tra le due vie biosintetiche (Morales *et al.*, 2008).

Per quanto riguarda i trattamenti pre-cottura, la sbollentatura delle patate prima della frittura riduce il contenuto di glucosio e di asparagina e di conseguenza la possibile formazione di acrilammide (Pedreschi *et al.*, 2004).

Un altro modo efficace, semplice e pratico per limitare la formazione di acrilammide nelle patate fritte è quello di immergerle in una soluzione con acido citrico prima della frittura (Jung *et al.*, 2003).

Sui parametri di frittura, studi del 2004 di Pedreschi *et al.* hanno dimostrato come la formazione di acrilammide aumenta drasticamente quando la temperatura di frittura cresce da 150°C a 190°C; tuttavia una temperatura molto elevata (200°C) combinata con un tempo di cottura prolungato produce livelli inferiori di acrilammide come risultato dei processi di eliminazione e degradazione di questa (Rydberg *et al.*, 2003).

Uno studio di Becalski *et al.* del 2003 ha poi rilevato che il tipo di olio da cucina utilizzato per la cottura potrebbe influenzare il livello di acrilammide; a tale riguardo l'olio d'oliva sembra sia quello che dà origine ai livelli più alti.

Infine, la frittura sottovuoto è stata studiata come valida alternativa alla tradizionale perché può ridurre la

formazione di acrilammide del 94% (Granda *et al.*, 2004).

#### **- Fattori agronomici e di trasformazione che influenzano la formazione di acrilammide: Prodotti a base di caffè**

Il caffè è una delle bevande più consumate a livello mondiale; durante il processo di tostatura i chicchi di caffè subiscono vari cambiamenti dovuti a diverse reazioni termiche, la maggior parte delle quali appartenenti alle reazioni di Maillard, che portano allo sviluppo delle apprezzate caratteristiche organolettiche tipiche del caffè tostato e delle bevande derivate, come sapore, profumo e colore (Bagdonaite *et al.*, 2008); tuttavia queste reazioni sono le responsabili della formazione di sostanze indesiderate come l'acrilammide (Schouten *et al.*, 2021).

**Fig. 1.6. Vari gradi di tostatura di chicchi di caffè.**



Il processo di tostatura è considerato il principale responsabile della formazione di acrilammide nel caffè; risultati di studi molto recenti confermano come i livelli più alti di acrilammide si raggiungono durante la prima fase di tostatura (Schouten *et al.*, 2021); un prolungamento del processo di tostatura ed una temperatura troppo elevata (> 220 ° C) portano a una graduale degradazione dell'acrilammide nel prodotto finale (Bagdonaite *et al.*, 2008).

A causa delle restrizioni legislative relative alla presenza di *acrilammide* negli alimenti e considerato l'elevato consumo globale di bevande a base di caffè, si è indagato molto anche su altri fattori della filiera di lavorazione del caffè, come le specie di caffè, la quantità di precursori nella materia prima e le condizioni di conservazione, che potrebbero essere coinvolti nella formazione di acrilammide (Schouten *et al.*, 2021).

Per quanto riguarda il fattore "Varietà", la specie di caffè Arabica è la più importante per l'industria di trasformazione seguita dalla varietà Robusta; a parità di condizioni di tostatura, la specie Robusta presenta livelli di acrilammide più elevati rispetto all'Arabica, a causa del suo contenuto più elevato di asparagina, il principale precursore (Schouten *et al.*, 2021); l'asparagina è quindi ancora una volta il fattore limitante per la formazione di acrilammide (Lantz *et al.*, 2006).

È stata invece osservata una correlazione piuttosto debole tra contenuto di zuccheri riducenti nel chicco verde e acrilammide nel caffè tostato (Bagdonaite *et al.*, 2008).

Anche i diversi metodi di preparazione dell'infuso portano a diverse quantità di acrilammide nella bevanda finale e, di conseguenza, a diverse esposizioni a questo composto (Soares *et al.*, 2015).

Lantz *et al.* hanno testato diverse tecniche di infusione: in tutti i procedimenti il contenuto di acrilammide della miscela iniziale si riversa interamente nella bevanda; solo nella preparazione dell'espresso l'estrazione di acrilammide risulta incompleta: questo potrebbe essere dovuto al maggior rapporto caffè/acqua combinato ad un tempo di estrazione più breve rispetto agli altri metodi di infusione.

Il caffè in polvere è una delle poche matrici alimentari sulla quale è stata trovata una correlazione tra la durata e la temperatura dello stoccaggio e il contenuto di acrilammide (Hoenicke e Gatermann, 2005): una conservazione prolungata ad una temperatura piuttosto elevata ne determina una significativa riduzione (Michalak *et al.*, 2016; Lantz *et al.*, 2006).

### **- Fattori agronomici e di trasformazione che influenzano la formazione di acrilammide: Prodotti a base di frumento**

La maggior parte degli studi sull'acrilammide si occupano di prodotti alimentari ad alto carico di acrilammide, come le chips di patate e le patatine fritte (EFSA, Autorità europea per la sicurezza alimentare 2015). Sono disponibili dati limitati sui prodotti meno contaminati come i prodotti a base di cereali, i quali però a causa della loro rilevanza nella dieta, potrebbero essere una fonte alimentare significativa di acrilammide nonostante le basse concentrazioni assolute (Roszko *et al.*, 2020).

Le strategie studiate per ridurre il contenuto di acrilammide negli alimenti a base di frumento coinvolgono tutte le fasi della filiera produttiva, dalla costituzione varietale, fino alla trasformazione alimentare; attualmente riguardano soprattutto la scelta della varietà, la quale può influire in modo determinante sul contenuto dei suoi precursori.

Ad esempio, in uno studio condotto da Claus *et al.* (2006), dal confronto di nuove varietà di frumento è emersa una stretta correlazione tra il contenuto di asparagina e quello di l'acrilammide.

Attualmente non esistono studi in letteratura che si siano occupati delle varietà di frumento tenero più diffuse ed utilizzate nei nostri areali, da qui lo scopo del nostro studio.

L'accumulo di asparagina libera, oltre che dipendere dal genotipo, può essere indotto in risposta alla disponibilità di alcuni nutrienti (Shewry *et al.*, 2009).

In generale, si è visto come una fertilizzazione a base di azoto può comportare un aumento nel contenuto di asparagina, con un conseguente aumento anche di acrilammide nei prodotti finali (Claus *et al.*, 2006). Carenze nutrizionali di potassio, zolfo, fosforo e magnesio possono invece causare un aumento dei livelli di asparagina (Lea *et al.*, 2007). Nel grano, la scarsità di zolfo in particolare si traduce in un accumulo di asparagina libera nel chicco e in condizioni di grave carenza l'asparagina può aumentare fino a 30 volte e rappresentare circa il 50% del pool totale di amminoacidi liberi (Curtis *et al.*, 2009; Muttucumaru *et al.*, 2006). Questo aumento dei livelli di asparagina libera nel grano provoca un potenziale aumento della formazione di acrilammide nei prodotti che ne derivano (Shewry *et al.*, 2009).

Oltre a questi fattori, anche la formulazione, e quindi gli ingredienti nei prodotti finali, possono influire sul contenuto di acrilammide.

Kolek *et al.* (2006) hanno dimostrato come l'aggiunta dell'1% del comune sale da cucina (NaCl) ad una miscela modello possa ad esempio portare ad una diminuzione anche del 40% nel contenuto di acrilammide. Claus *et al.* (2007) hanno confermato una diminuzione dell'acrilammide quando nell'impasto si addizionava fino al 2% di NaCl.

Anche per altri tipici ingredienti da forno sono stati osservati effetti significativi sul contenuto in acrilammide: ad esempio, mandorle, sesamo e semi di papavero mostrano una correlazione tra il contenuto di asparagina e di acrilammide; di conseguenza l'applicazione di questi ingredienti nei prodotti da forno e di pasticceria potrebbe aumentare in modo significativo il contenuto di acrilammide, soprattutto perché spesso vengono applicati direttamente sulla superficie (Weisshaar, 2004; Amrein *et al.*, 2005).

**Fig. 1.7. Prodotti a base di frumento tenero soggetti a formazione di acrilammide.**



È stato chiaramente dimostrato che la formazione di acrilammide aumenta linearmente con tempo e temperatura di cottura; inoltre, un basso contenuto di umidità durante la preparazione di cibi alimenta ulteriormente la reazione di Maillard (Claus *et al.*, 2007). Surdyk *et al.* (2004) e Claus *et al.* (2005) hanno dimostrato che l'acrilammide è generata prevalentemente nello strato di crosta esterna dove la si trova per più del 99%, mentre solo quantità in traccia sono rilevabili nella mollica. Infine, alcuni studi (Fredriksson *et al.*, 2004) hanno rivelato che il tempo di lievitazione degli impasti ha un forte impatto sui livelli di acrilammide grazie alla capacità del lievito di metabolizzare elevate quantità di asparagina libera.

Recentemente diverse aziende dedicate a servizi per la sicurezza e la qualità alimentare hanno inserito tra le analisi da eseguire la determinazione dell'acrilammide (ad esempio Merieux nutrisciences; Eurofins Technologies; CPS analitica; Cadir Lab; AGQ Labs Italia; Savilab; Eurolab; ...). Tali aggiornamenti sono in larga parte riferibili all'entrata in vigore del Regolamento UE 2017/2158, che definisce un valore soglia da rispettare per la commercializzazione di prodotti a rischio, quali patate e i suoi derivati, cereali e i suoi trasformati e il caffè.

Va comunque ricordato che nel Regolamento UE 2017/2158 viene messa in evidenza - per le aziende del settore alimentare - la necessità di realizzare *misure preventive* per limitare la formazione di acrilammide, rimarcando un approccio di tipo HACCP, ovvero individuando punti critici e controllo degli stessi per evitare la formazione del contaminante.

Se, tra i vari progetti realizzati, sono stati chiariti alcuni dei trattamenti che maggiormente determinano la formazione di acrilammide nei prodotti ad uso alimentare, informazioni minori sono disponibili in merito all'effetto del genotipo (varietà coltivata), all'ambiente di coltivazione (E), all'interazione genotipo x ambiente (G\*E) e alla gestione agronomica scelta.

Tra le misure preventive attuabili, rientra senz'altro la scelta delle materie prime, ovvero delle varietà potenzialmente a minor rischio. A tale riguardo la ricerca scientifica ha fornito informazioni sulle varietà di patata maggiormente adatte per la riduzione del rischio di formazione di acrilammide. Per quanto riguarda il frumento, sono disponibili alcuni lavori che identificano cereali (come, ad esempio, segale e monococco) (Stockman *et al.*, 2018) come maggiormente a rischio, mentre, non esistono o sono limitate al momento indicazioni utili relative alle varietà di frumento tenero maggiormente diffuse sul territorio nazionale.

Questa attività si è completata con la condivisione dei dati e delle relative valutazioni tra Unibo e soprattutto Progeo.

## **Progetto «Strategie per la riduzione del contenuto di Acrilammide in prodotti a base di frumento TEnero» (Acronimo: SALUTE)**

### **Modello di Best Practices per la riduzione del contenuto dei precursori dell'acrilammide in varietà di frumento tenero.**

All'interno del progetto SALUTE sono state messe a confronto differenti varietà di frumento tenero, sia moderne (Aleppo, Aquilante, Bologna, Ginger, Metropolis, Rebelde, Soana, Solehio, Terramare e Terminillo) che "antiche" (Falcone, Frassineto, Funo, Funone, Inallettabile, Gentil Rosso, San Pastore, Terminillo, Verna, Villa Glori).

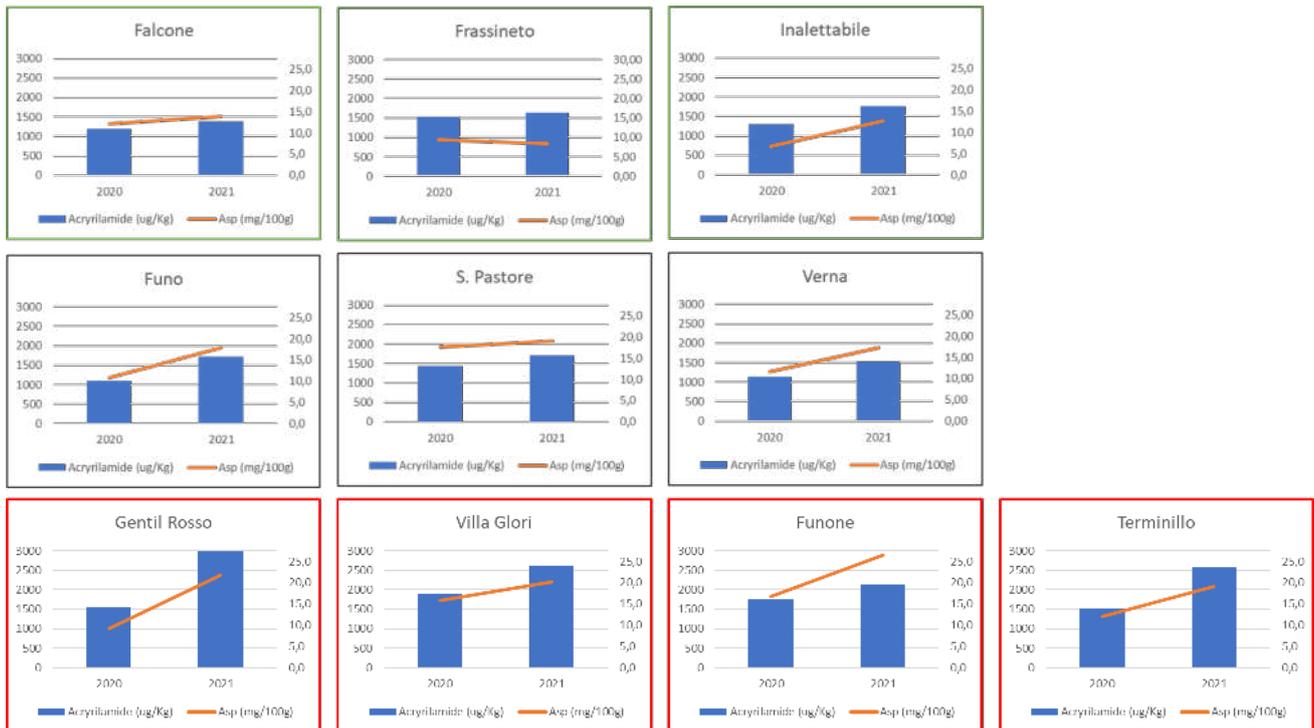
Le farine derivanti dai raccolti 2020 e 2021 sono state analizzate per determinare il contenuto in precursori dell'acrilammide (asparagina e zuccheri riducenti) e il contenuto in acrilammide (determinato sulle farine cotte in stufa a 180°, senza eseguire impasti).

Nell'annata agraria nella quale si sono verificate meno eventi critici (ovvero, bassa piovosità e alte temperature), il contenuto proteico medio osservato è risultato più elevato (9,77 g/100g nel 2019/20 vs 13.42 g/100g nel 2020/21).

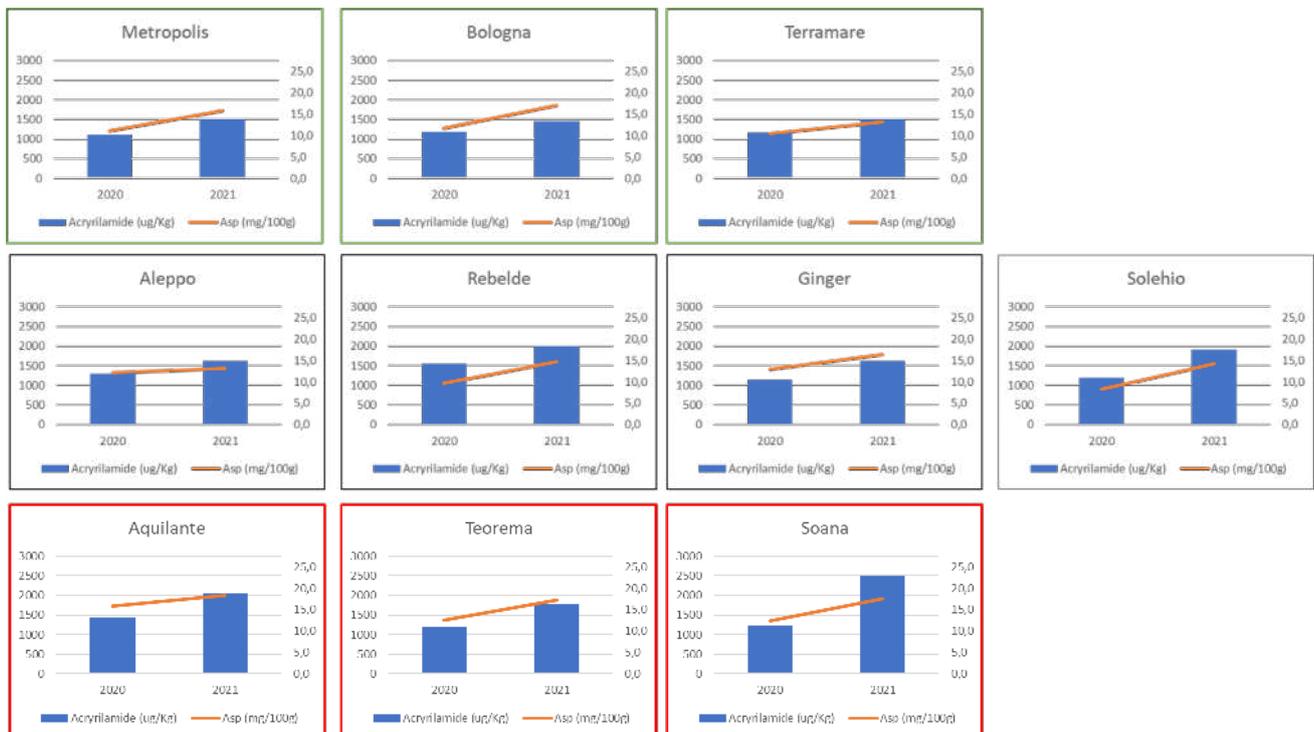
#### **INDICAZIONI EMERSE e STRATEGIE SUGGERITE:**

Complessivamente, l'analisi dei due anni di prova mostra un andamento simile sia per le varietà antiche che per le varietà moderne, ovvero una correlazione significativa tra il contenuto in proteine e acrilammide e tra il contenuto in asparagina e acrilammide.

- Le varietà che complessivamente hanno mostrato il contenuto in acrilammide più basso sono state **Bologna, Falcone e Metropolis**.
- Tra i genotipi antichi, **Gentil Rosso, Villa Glori, Funone, e Terminillo** hanno mostrato la **maggiore variabilità tra anni nel contenuto in asparagina e acrilammide e/o i valori più elevati di asparagina e acrilammide**.
- **Falcone, Frassineto e Inallettabile** e hanno mostrato **i valori più bassi e/o la minore variabilità tra anni**, garantendo in linea complessiva, un'ottima stabilità in relazione ai principali fattori di rischio.



- Tra le varietà moderne, **i valori più elevati in asparagina e acrilammide** si sono osservati complessivamente per le varietà **Aquilante, Soana e Teorema**.
- 
- **I valori più bassi** si sono ottenuti per le varietà **Bologna, Metropolis e Terramare** (migliore stabilità in relazione ai principali fattori di rischio).



Nel corso del progetto sono stati esaminati gli effetti della concimazione azotata sul contenuto in precursori dell'acrilammide (asparagina e zuccheri riducenti) e sul contenuto in acrilammide (determinato sulle farine cotte in stufa a 180°, senza eseguire impasti).

I livelli di concimazione testati sono stati:

- 1) Controllo non concimato
- 2) 30 unità di azoto ad inizio levata in un'unica somministrazione di nitrato ammonico
- 3) 90 unità di N in due somministrazioni, 30 U ad inizio accestimento e 60 U in levata di nitrato ammonico.
- 4) 140 unità di azoto in 3 somministrazioni ovvero 30 U ad inizio accestimento, 80 U in levata e 30 U a fine levata/inizio fase di botticella di nitrato ammonico.
- 5) 90 unità di azoto in 2 somministrazioni, 30 U ad inizio accestimento e 60 U in levata, di concime arricchito con zolfo (urea YARA amidas, N 40%, SO<sub>3</sub> 14%)
- 6) 4 quintali ad ettaro di Azocor (Fomet)

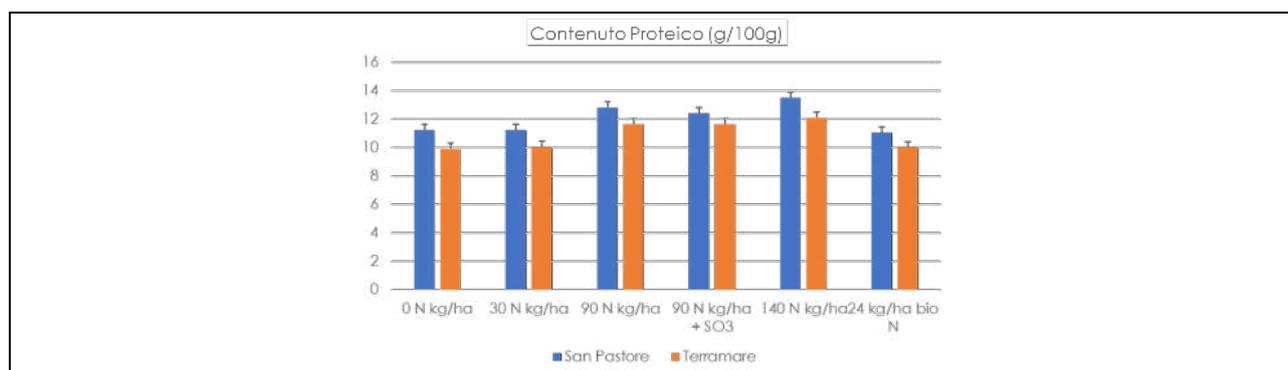
### INDICAZIONI EMERSE e STRATEGIE SUGGERITE:

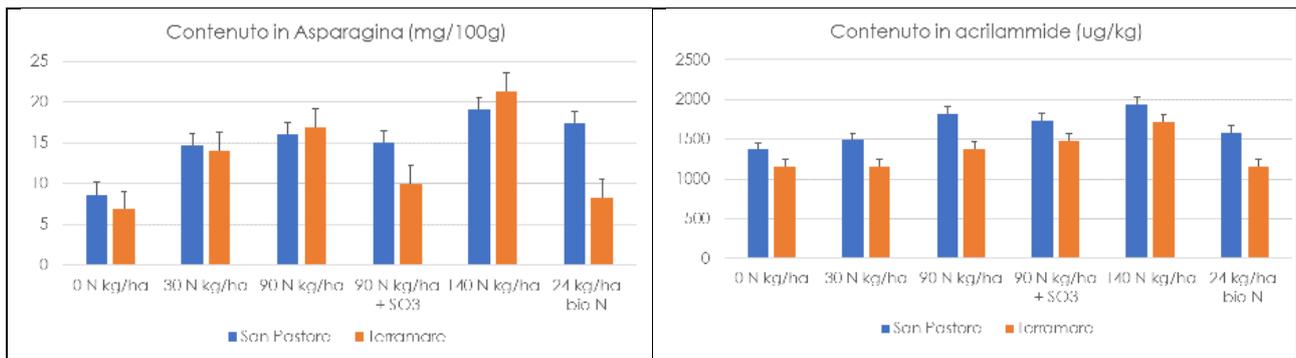
Dai dati emerge un incremento della produzione e del contenuto proteico all'aumentare dell'azoto somministrato per entrambe le varietà (Terramare e San Pastore).

Il confronto fra concime azotato semplice e arricchito di zolfo non mette in evidenza differenze importanti se non nella produzione di S. Pastore. Il concime Azocor 8 ammesso in agricoltura biologica alle dosi normalmente in uso (4q/ha) ha determinato un incremento produttivo rispetto alla tesi non concimata nella varietà S. Pastore ma non in Terramare. A livello di contenuto proteico l'apporto non ha determinato variazioni.

- **La concimazione azotata determina – come atteso - un maggiore contenuto proteico, di asparagina e di acrilammide.** Tale effetto è rilevabile sia per la varietà Terramare che per San Pastore. Non si osservano invece effetti derivanti dalla concimazione con zolfo sul contenuto in acrilammide; l'unico effetto rilevabile è sul contenuto in asparagina, ma solamente per la varietà moderna Terramare.

Considerando che un elevato contenuto proteico è un prerequisito per una buona qualità tecnologica, è fondamentale ottimizzare la scelta dei genotipi e la dose azotata da adottare.





Complessivamente, le indicazioni che possono essere tratte dalla sperimentazione sono le seguenti:

- esaminando i dati relativi alle varietà antiche, le 90 unità di azoto somministrate ad inizio accestimento (30U) e ad inizio levata (60U) con concime arricchito di zolfo (90U+S), permettono di ottenere produzioni del tutto simile a quanto osservato per le 140U di azoto, ma valori significativamente inferiori nel contenuto di asparagina e nel contenuto di acrilammide. Il contenuto proteico risente del minore apporto azotato, ma garantisce comunque valori superiori al 12,0% (categoria n°2 “speciali”);
- esaminando i dati relativi alle varietà moderne, le 90 unità di azoto somministrate ad inizio accestimento (30U) e ad inizio levata (60U) con e senza concime arricchito di zolfo (90U+S e 90U), permettono di ottenere produzioni del tutto simile a quanto osservato per le 140U di azoto. Le tesi 90U e 90U+S, garantiscono un contenuto in asparagina e in acrilammide decisamente inferiore rispetto alla tesi 140U. In particolare, in questo caso l’aggiunta di zolfo, risulta molto efficace nel ridurre il contenuto di asparagina. In questo caso, il minore apporto azotato determina un contenuto proteico inferiore collocando il prodotto dalla categoria n°2 alla categoria n°3 (categoria n°2 “fino”).
- le tesi non concimate (0U), con concimi BIO o a basso input (30U), determinano rese produttive e contenuti proteici inferiori rispetto alle tesi con dosi azotate più elevate, ma garantiscono sempre valori più bassi di asparagina e di acrilammide.

### In sintesi:

→ La scelta varietale risulta importante per ridurre i rischi;

→ Se si utilizzano le cosiddette varietà antiche, è opportuno non utilizzare dosi elevate di N;

→ Nella gestione agronomica delle varietà moderne, è opportuno non eccedere con la concimazione azotata; l’aggiunta di zolfo diminuisce il contenuto in asparagina.