

# Qualità di trasformati di fragole ottenuti da diverse varietà

Quality of processed strawberries derived from different varieties

Qualität verarbeiteter Erdbeeren aus verschiedenen Sorten

---

Flavia Bianchi<sup>1</sup>, Giuseppe Romano<sup>1</sup>, Sebastian Soppelsa<sup>1</sup>, Massimo Zago<sup>1</sup>, Elena Venir<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro di Sperimentazione Laimburg, Ora (BZ), Italia

---

## ABSTRACT

The fruit varieties used for the fresh market are often not suitable for processing. In order to exploit the potential of certain varieties to obtain quality derivatives, the characteristics of four varieties of strawberries suitable for cultivation in South Tyrol have been evaluated in order to identify the most suitable for processing into preserves. Based on literature and agronomic evidence, the varieties *Elsanta*, *Senga Sengana*, *Korona* and *LBA* (the latter a Laimburg selection) were chosen and grown under controlled conditions in Val Martello for two years. The strawberries were processed into purees and preserves. Some analytical parameters and their evolution after processing and storage were measured. The results regarding color, rheology and taste of the purees and preserves are discussed. The most suitable varieties for processing are *Senga Sengana* and *Korona*.

## KEYWORDS

Strawberry, strawberry preserve, processing, color, quality

## CITE ARTICLE AS

Bianchi Flavia, Romano Giuseppe, Soppelsa Sebastian et.al. (2021). Quality of processed strawberries derived from different varieties. Laimburg Journal 03/2021  
[DOI: 10.23796/LJ/2021.004](https://doi.org/10.23796/LJ/2021.004)

## CORRESPONDING AUTHOR

Elena Venir  
Laimburg 6, Vadena, 39040 Ora  
(BZ), Italia  
elena.venir@laimburg.it  
+390471969621

## INTRODUZIONE

In Alto Adige una moltitudine di piccole aziende trasforma i prodotti primari in alimenti destinati alla vendita diretta. Si tratta di circa 3000 aziende agricole (UaB, venditori diretti, agriturismi), distribuite a diverse altitudini, da 280 a 2000 m s.l.m. e circa 1600 agriturismi a marchio Gallo Rosso, un marchio assegnato alle aziende agrituristiche altoatesine che garantisce una qualità elevata grazie alla definizione di severi criteri di giudizio e controllo relativi alle attività di vacanza al maso, osterie contadine, prodotti di qualità dal maso ed artigianato contadino. Tali aziende operano prevalentemente una trasformazione domestica dei prodotti agricoli, che vengono poi proposti ai clienti degli agriturismi e venduti presso diversi negozi e mercati contadini. Normalmente i piccoli produttori utilizzano gli eccessi aziendali per l'ottenimento dei derivati e, in genere, le varietà di fragole utilizzate sono quelle selezionate per il mercato del fresco. I frutti rispondenti a criteri di qualità richiesti per il prodotto fresco (colore, consistenza, forma e dimensione, durezza, resistenza alle ammaccature, ecc), potrebbero, tuttavia, non essere i più vocati alla trasformazione. Per i prodotti trasformati è infatti necessario considerare altri criteri nella valutazione della qualità, tra i quali ad esempio la tendenza all'imbrunimento, l'intensità e la persistenza di aroma di fragola nel derivato, ecc. Si pone quindi la questione della materia prima, coltivabile in Alto Adige, più adatta alla trasformazione, nel caso specifico all'ottenimento di composte. Per rispondere al quesito è necessario considerare diversi aspetti della filiera di produzione, che riguardano sia valutazioni di carattere agronomico, sia tecnologico relative ai parametri di trasformazione ed alla qualità dei derivati. In letteratura scientifica sono riportate diverse varietà di fragole che sono state testate per le caratteristiche qualitative tecnologiche e salutistiche/nutrizionali dei loro derivati. Nella tabella 1 sono riportate alcune informazioni relative a derivati ottenuti mediante trasformazione di fragole da varietà utilizzate nell'industria alimentare.

Sulla base di indicazioni di carattere agronomico, che tengono anche in considerazione delle condizioni pedo-climatiche dell'Alto Adige, sono state individuate quattro varietà di fragola, i cui frutti sono stati raccolti per due stagioni produttive consecutive (2019 e 2020).

Le fragole delle varietà scelte sono state sottoposte allo stesso processo di lavorazione per la produzione di composte. Le valutazioni della qualità del prodotto fresco e dei derivati hanno riguardato diversi parametri, tra i quali: acidità, contenuto zuccherino, colore, proprietà reologiche dei trasformati, consistenza del prodotto fresco e gradimento delle composte. L'obiettivo dello studio è stato quello di definire l'effetto della trasformazione e del tempo di stoccaggio sulla qualità dei derivati con lo scopo di individuare la/le varietà maggiormente indicata/e per la produzione di composte.

## MATERIALI

### TECNICA DI COLTIVAZIONE E CAMPIONAMENTO DELLE FRAGOLE

La prova è stata condotta presso il campo sperimentale del Centro di Sperimentazione Laimburg, situato a Martello, Alto Adige (46°33'09.7"N; 10°46'54.3"E; 1361 m s.l.m.). Dopo che nella primavera 2019 era stata eseguita la baulatura del suolo, su ciascun baule è stato disposto un film in polietilene bianco avente effetto pacciamante. Si è preferito adottare una coltivazione a fila binata, ottenendo così una densità di piantagione pari a 60 000 piante/ha, utilizzando piante frigoconservate. Non è stata prevista copertura con tunnel. La protezione delle piante è avvenuta adottando una strategia di difesa integrata. A seguito di un'attenta analisi della letteratura, sono state individuate le seguenti varietà/selezioni: cv. *Elsanta*, cv. *Senga Sengana*, cv. *Korona* e sel. *LBA*. Trattasi quest'ultima di una selezione avanzata derivante dal progetto di miglioramento genetico "La fragola saporita dell'Alto Adige". I frutti sono stati raccolti settimanalmente da fine luglio a inizio settembre 2019 e da inizio a fine luglio 2020, per un totale di circa 10 stacchi per ciascuna varietà nel 2019 e 3 stacchi per varietà nel 2020. Le fragole sono state raccolte in modo randomizzato lungo le file, private manualmente del calice e, ove necessario, lavate con acqua corrente, immediatamente asciugate con carta assorbente e riposte in congelatore alla temperatura di -25 °C. Le fragole congelate provenienti dai diversi stacchi sono state mescolate prima della lavorazione al fine di limitare la disomogeneità in alcuni parametri (grado zuccherino, acidità, etc.), in quanto soggetti a variazioni durante il ciclo produttivo.

## PREPARAZIONE DELLA PUREA

Il giorno precedente alla preparazione dei trasformati, le fragole sono state scongelate. Per ottenere una purea priva di semi è stata utilizzata una turbopassatrice (*Multi-pass 250*, Vemia S.r.l., Parma, Italia) impostando la velocità a 1500 giri al minuto e utilizzando un setaccio con cut-off di 0,5 mm. È stato verificato che la temperatura della purea in uscita dalla passatrice non superasse i 15 °C. Un'aliquota della purea è stata trasferita in vasetti di vetro da 90 g destinati alla degustazione, chiusi con tappo a vite e sottoposti a pastorizzazione a 85 °C per 3 minuti al cuore del prodotto in un forno a getto di vapore surriscaldato (*CM61*, Rational, Landsberg am Lech, Germania). I campioni sono stati conservati a temperatura di refrigerazione (4 °C) fino al momento della degustazione.

## PREPARAZIONE DELLA COMPOSTA

Parte della purea è stata trasformata in composta utilizzando la seguente procedura: sono stati misurati i °Brix delle puree ottenute da ciascuna varietà al fine di poter calcolare la quantità di zucchero (saccarosio) da aggiungere (tab. 2) per raggiungere una concentrazione nel prodotto finito pari a 30%, come richiesto espressamente dal Gallo Rosso ed in rappresentanza della prassi delle aziende a loro associate. Nel dettaglio: 1000 g di purea sono stati trasferiti in una casseruola d'acciaio posta su una piastra riscaldata e mantenuti in agitazione continuamente utilizzando una frusta in acciaio. Durante tutta la preparazione, con l'ausilio di un termometro a termistore a tenuta stagna (*HI 93510*, Hanna Instruments, Ronchi di Villafranca Padovana, Italia), è stata monitorata la temperatura del preparato. Una volta raggiunti i 40 °C, è stata aggiunta parte dello zucchero alla purea, come da tabella 2, mantenendo in agitazione la miscela. Quando il prodotto ha raggiunto i 65 °C, è stata aggiunta lentamente, ed agitando vigorosamente, la pectina (*Herbstreith & Fox KG pectin factories*, Neuenbürg, Germania) - miscelata con la restante parte di zucchero - in quantità pari all' 1,5% del peso totale. Una volta raggiunta la temperatura di 90 °C, il prodotto ottenuto è stato immediatamente trasferito a caldo all'interno di vasetti di vetro da 90 g. I campioni sono stati sottoposti a pastorizzazione ad 85 °C per 3 minuti al cuore del prodotto. Le composte destinate alla degustazione sono state conservate in condizioni refrigerate (4 °C) fino al momento dell'assaggio,

mentre le restanti composte sono state conservate a temperatura ambiente al buio per almeno due mesi.

Nel 2019 le composte, ad eccezione della *LBA*, sono state preparate utilizzando due diverse pectine, la CF e la AF, descritte in tabella 3. La motivazione per l'utilizzo di due diverse pectine era legata all'intenzione di non acidificare la purea, per evitare di modificare le caratteristiche sensoriali della materia prima. Si è a tal proposito ritenuto di utilizzare, oltre ad una pectina di mela (AF), generalmente idonea a gelificare in condizioni piuttosto acide (nell'intorno di pH =3) e con un contenuto zuccherino maggiore del 40%, anche una pectina citrica amidata (CF) in grado di gelificare fino a pH 4. Tuttavia, tale pectina ha dato in tutti i casi un risultato meno apprezzato della classica pectina di mela. Per questo motivo, sommato al fatto di non essere ammessa nelle produzioni biologiche, la pectina CF è stata esclusa dalla sperimentazione del 2020, nel corso della quale si è preferito invece valutare le differenze tra composte prive di semi e con semi. In questo secondo caso, la purea è stata ottenuta mediante triturazione delle fragole con l'ausilio di un frullatore domestico ad immersione (*Moulinex*) e le composte sono state destinate alla sola degustazione.

## METODI

### COLORE

I parametri  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  dello spazio di colore CieLab sono stati misurati mediante un colorimetro portatile (*Chroma Meter CR-400*, Konica Minolta, Tokyo, Giappone) sui frutti freschi, sulle puree e sulle composte. Sulle fragole fresche le analisi di colore sono state effettuate sia sulla superficie esterna, che nella polpa. Le misure di colore sulla superficie esterna sono state condotte in campo immediatamente dopo la raccolta su 7-10 fragole per ciascuno stacco, misurando ai due poli opposti di ciascuna fragola e nella porzione centrale del frutto. Queste fragole sono state successivamente trasportate in condizioni refrigerate in laboratorio e tagliate in due parti, su ciascuna delle quali sono state fatte due misure di colore della polpa nella porzione centrale del frutto. La determinazione del colore delle puree è stata effettuata immergendo per qualche mm la testa del colorimetro nella purea prelevata a circa metà vasetto dopo averne rimescolato il contenuto. Le misure sono state fatte in triplo su almeno due vasetti. La

misura del colore delle composte è stata effettuata immergendo per qualche mm la testa del colorimetro nella composta prelevata a circa metà vasetto. L'evoluzione del colore delle composte nel tempo è stata monitorata collezionando misure di colore ogni 10 giorni circa dalla data di produzione delle composte. Le misure sono state fatte in triplo su almeno due vasetti di ciascuna varietà.

### SOLIDI SOLUBILI

I solidi disciolti, espressi in °Brix, sono stati misurati tramite un rifrattometro (*PAL-BX/RI*, Atago, Tokyo, Giappone) sia nei frutti freschi, che nelle puree. Per quanto concerne le fragole fresche, le misure sono state effettuate in laboratorio ricavando il succo da circa dieci fragole per ciascuno stacco in seguito a spremitura manuale dei frutti ed analizzando almeno in triplo il campione ottenuto. La purea è stata analizzata immediatamente dopo la produzione e le misure sono state fatte in triplo.

### ACIDITÀ (PH)

Le misure di pH sono state fatte a temperatura ambiente con un pHmetro portatile (*Orion Star A221*, Thermo Fisher Scientific, Waltham, Massachusetts, Stati Uniti) accessorato con un elettrodo a punta arrotondata per liquidi. Le misure di pH delle fragole fresche sono state effettuate in laboratorio ricavando il succo in seguito a spremitura manuale di circa dieci frutti per ciascuno stacco. Il pH delle puree è stato misurato immediatamente dopo la produzione. I dati sono stati rilevati in triplo.

### DUREZZA

La durezza delle fragole è stata misurata (limitatamente agli stacchi raccolti nel 2019) mediante dinamometro (*Z1.0*, Zwick Roell, Ulma, Germania) sui frutti opportunamente tagliati a metà, su ciascuna delle quali è stata fatta una misurazione con test di penetrazione con sonda da 6 mm per una profondità di 6 mm dalla superficie [11] ad una velocità di 50 mm/min. Alcuni stacchi sono stati esclusi per le misure di durezza in quanto, causa condizioni meteorologiche di pioggia intensa, le misure avrebbero fornito valori non attendibili.

### ANALISI REOLOGICHE

Le analisi reologiche sono state condotte su puree (non pastorizzate) e composte a 20 °C mediante un reometro rotazionale (*MCR*

*102*, Anton Paar, Graz, Austria) usando una testa di misura piatto/piatto (PP50, diametro del piatto 50 mm) e altezza tra i piatti pari a 1 mm. Le curve di flusso sono state determinate in regime stazionario in un intervallo di velocità di taglio (shear rate) compreso tra 0,1 e 20 s<sup>-1</sup>. I dati di viscosità riportati sono quelli rilevati ad una shear rate di 1,05 s<sup>-1</sup>. L'intervallo di viscoelasticità lineare (LVR) di ciascun campione è stato determinato mediante test oscillatorio alla frequenza di 1 Hz applicando sforzi di taglio crescenti in un intervallo compreso tra 0,1 e 60 Pa per le puree e tra 0,1 e 200 Pa per le composte. La determinazione dei parametri viscoelastici: modulo complesso ( $G^*$ ), modulo elastico ( $G'$ ), modulo viscoso ( $G''$ ), viscosità complessa ( $\mu^*$ ) e angolo di sfasamento, è stata effettuata per i vari campioni nei rispettivi LVR in un intervallo di frequenza da 10 a 0,1 Hz. I valori riportati sono quelli rilevati a 0,1, 1 e 10 Hz. Le analisi sono state condotte in triplo su ciascuno di 3 vasetti di purea o composta per ciascuna varietà.

### DEGUSTAZIONE

Le composte e le puree sono state sottoposte a degustazione sia da parte di un focus group interno, sia da parte del panel di degustazione ufficiale del Gallo Rosso (questi ultimi solo per le composte ottenute con le fragole raccolte nel 2019) per la valutazione delle caratteristiche di colore, profumo, consistenza, acidità, dolcezza, aroma di fragola e gradimento generale. Le varietà sono state contrassegnate da un codice identificativo a tre cifre ed è stato chiesto ai partecipanti di esprimere un giudizio di gradimento per ciascuno dei parametri sovra elencati in una scala di valori da 1 a 5. Nel 2019 il panel interno di Laimburg era costituito da un totale di 11 partecipanti e nel 2020 da 13 partecipanti. Nel 2019 è stato chiesto di fornire un giudizio sulle puree delle quattro varietà selezionate e sulle composte delle stesse preparate utilizzando la pectina CF e delle composte ottenute dalle varietà *Elsanta*, *Senga Sengana* e *Korona* preparate utilizzando la pectina AF. Nel 2020, i campioni sottoposti a giudizio sono stati: puree delle quattro varietà e composte senza semi e con semi delle quattro varietà di fragole gelificate con pectina AF. Ai partecipanti è stato chiesto il giudizio sulle quattro varietà di puree e di composte con semi e senza semi. In aggiunta, si è chiesto di esprimere una preferenza e di dare un'indicazione di maggiore o minore tipicità per ciascuna varietà o selezione, con-

frontando la composta senza semi con la corrispondente con i semi.

## ANALISI STATISTICHE

Per valutare se ci fosse una differenza significativa a livello di viscosità tra le puree e le composte derivate dalle quattro varietà, è stata condotta un'analisi della varianza (one-way ANOVA) utilizzando il test post-hoc Tukey HSD per il confronto a coppie. Le analisi statistiche sono state condotte utilizzando il software SPSS (IBM SPSS Statistics, Versione 24).

## RISULTATI E DISCUSSIONE

### CARATTERISTICHE DEL FRUTTO FRESCO

In collaborazione con il gruppo di lavoro "Piccoli Frutti e Drupacee" del Centro di Sperimentazione Laimburg, si è operata una scelta di quattro varietà tra le numerose riportate in letteratura e disponibili sul mercato, tenendo in considerazione non solo gli aspetti qualitativi dei derivati riportati in letteratura scientifica, ma anche dell'adattabilità varietale al territorio altoatesino. Sulla base di queste considerazioni sono state selezionate: *Elsanta*, *Korona*, *Senga Sengana* e *LBA*, una selezione, quest'ultima, che si caratterizza per l'intenso aroma di fragolina di bosco, mai utilizzata prima di questo studio nella trasformazione. La varietà *Elsanta* rappresenta, ad oggi, la principale varietà di fragola coltivata in Alto Adige ed è già utilizzata da alcuni produttori di composte. La varietà *Senga Sengana* viene utilizzata da alcune aziende locali per produrre composte e confetture. La tabella 4 riporta, in sintesi, i pregi ed i difetti di ciascuna varietà ai fini della commercializzazione.

I valori medi dei parametri di pH, °Brix e durezza (riportata in termini di Fmax e W a Fmax) nei due anni 2019-2020 per ciascuna varietà sono riportati nella tabella 5. Come anticipato, per evitare che le differenze compositive dovute ai diversi stacchi potessero interferire con le differenze varietali, tutti gli stacchi sono stati miscelati ed il grado zuccherino medio della miscela è riportato in tabella 5. Si è osservata una certa variabilità all'interno di ogni gruppo, con differenze non sempre trascurabili. Diversamente, il pH rimane pressoché invariato lungo tutta la stagione di raccolta (dati non riportati) in entrambi gli anni e anche le differenze varietali sono meno rilevanti (tab. 5). I valori medi di durezza indicano che

la varietà *LBA* risulta più consistente rispetto alle altre 3.

È noto che il tenore zuccherino tende a crescere con l'evolvere della stagione di raccolta [12] e, dai dati relativi ai °Brix dei frutti raccolti nel 2019, si è osservato un aumento di concentrazione zuccherina con il procedere degli stacchi in tutte le varietà considerate (fig. 1). Un simile andamento è stato riscontrato anche nell'anno successivo, sebbene su un numero di misurazioni inferiore (tab. 6).

Tale andamento è dovuto all'aumento del rapporto tra la superficie fogliare (fotosintetizzante) e il carico di frutti [13] ed è di interesse per quanto riguarda la standardizzazione della materia prima dedicata alla trasformazione. Proprio per questo livello crescente di zuccheri è stato deciso di rimescolare le fragole dei diversi stacchi, di fatto eterogenee per composizione, al fine di ottenere una partita quanto più omogenea possibile per composizione e rappresentativa dell'intera stagione di raccolta.

Le misurazioni colorimetriche sono state effettuate nello spazio CIELab, all'interno del quale il colore è espresso dalla combinazione di tre coordinate, che indicano la luminosità ( $L^*$ ), la variazione dal rosso al verde ( $a^*$ ) e la variazione dal giallo al blu ( $b^*$ ). La prima coordinata cromatica ( $a^*$ ) è risultato essere il parametro maggiormente interessato alle variazioni di colore delle fragole. In figura 2 sono riportati i valori medi di tutti gli stacchi per il parametro  $a^*$  misurato sia sulla parte interna (polpa), che sulla superficie delle fragole di ciascuna varietà per il 2019 e per il 2020. Una ampia variabilità ha caratterizzato i dati di colore, tuttavia dal grafico emerge che ci sono delle leggere differenze tra i due anni di raccolta, più marcate a livello della polpa nelle varietà *LBA* e *Korona*. È altresì evidente che la varietà *LBA* è caratterizzata dalla maggiore differenza tra il colore della polpa (meno rossa) rispetto a quello della superficie (più rossa).

### EFFETTO DELLA TRASFORMAZIONE SUL COLORE DELLE COMPOSTE

Il colore è uno dei più importanti parametri qualitativi per le confetture [14]. I processi di lavorazione possono causare, in misura anche rilevante, delle modifiche a carico di diversi aspetti qualitativi dei prodotti [15]. Nel caso specifico, le modifiche più evidenti riguardano senz'altro il colore. La tabella 7 mostra i valori dei parametri  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  delle

composte, ad un giorno dalla produzione, ottenute nei due anni di sperimentazione.

Si è osservato che il colore delle composte in termini di valori assoluti  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  non ha presentato particolari differenze tra il 2019 e il 2020 (tabella 7), indicando, a una prima analisi, che la trasformazione porta a risultati riproducibili.

Per valutare l'effetto dei processi di trasformazione (in particolare dei trattamenti termici di cottura e pastorizzazione) sulla qualità del prodotto finito, è stata determinata la differenza di colore tra purea e composta. Ai fini di questa valutazione è stato calcolato il  $\Delta E$ , un parametro che combina i tre valori delle coordinate  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  in un'unica formula e restituisce un dato corrispondente alla differenza tra due colori. Più è alto il valore  $\Delta E$ , maggiore sarà la differenza tra i due colori a confronto. In figura 3 sono riportati i valori di  $\Delta E$  tra purea e composta per ciascuna varietà per ognuno dei due anni in esame.

Si osserva come i valori più alti si siano riscontrati nella varietà *Korona*, indicando una maggiore influenza del processo di trasformazione sulla colorazione della composta derivante da purea di questa varietà. Si nota anche che il  $\Delta E$  tra i due anni segue un andamento simile per *Korona* ed *Elsanta*, che mostrano i valori più alti, mentre è minore per *LBA* e *Senga Sengana*, le quali presentano maggiori differenze tra le due annate. In particolare, *Senga Sengana* è caratterizzata dalle maggiori differenze tra i due anni, indicando una variabilità dovuta probabilmente alla stagionalità. Un  $\Delta E$  compreso tra 2 e 3 è indice di una variazione di colore appena percepibile dall'occhio umano [16], pertanto la variabilità stagionale, in questo caso, non appare rilevante ai fini della standardizzazione del colore durante la produzione di derivati.

### CARATTERISTICHE REOLOGICHE DELLE COMPOSTE

La consistenza gioca un ruolo fondamentale per l'accettabilità di un prodotto da parte del consumatore [14] [17] [18], la quale dipende, per le puree, dalle caratteristiche compositive della materia prima, quali solidi solubili, solidi insolubili e pectine, presenza di ioni calcio ecc. [19] [20] [21]. Inoltre, studi riportano come differenti varietà di fragola presentino diverse sensibilità alla salinità del terreno, che si riflettono in alterazioni più o meno evidenti della consistenza del frutto, a

seguito di solubilizzazione o stabilizzazione delle pectine presenti nella parete cellulare [22]. Per le composte, oltre che dalla composizione, la consistenza dipende anche e soprattutto dalla formulazione (concentrazione e tipo di pectine, quantità di zuccheri aggiunti, ecc.) [23] [24] [25] [26] e dal processo di trasformazione (temperature e tempi di cottura e pastorizzazione).

Le composte sono tipicamente sistemi viscoelastici [27], in cui la consistenza si compone di: a) aspetti legati al comportamento al flusso, cioè la viscosità del materiale sottoposto a scorrimento e quindi misurata in seguito a grosse deformazioni; e b) aspetti legati al comportamento solido del sistema – associato cioè alle piccole deformazioni, entro le quali non si ha scorrimento, più o meno reversibili a causa della presenza di un reticolo che conferisce una struttura di tipo gel. Tale struttura può essere modulata in funzione degli ingredienti e dei parametri di processo; quindi, queste caratteristiche sono standardizzabili anche partendo da materia eterogenea. Nella presente sperimentazione si è, tuttavia, ritenuto di interesse valutare se vi fossero delle differenze significative rispetto al comportamento reologico delle diverse varietà e pertanto sia le puree sia le composte prodotte negli anni 2019 e 2020 sono state sottoposte ad analisi reologica per la misura della consistenza. Dato che dai risultati delle analisi reologiche del 2019, insieme a quelli della degustazione, era emerso che la pectina AF fosse più indicata rispetto alla CF al fine di ottenere una composta dalla consistenza gradevole, per brevità sono di seguito riportati solo i dati relativi al 2020. La viscosità (indice della resistenza al flusso di un materiale) è risultata simile e non significativamente diversa ( $p < 0,05$ ) tra le puree ottenute dalle quattro varietà (fig. 4). Come atteso, l'aggiunta di pectina ha aumentato tale parametro di circa un fattore 10. I valori finali di viscosità nelle composte ottenute dalle quattro varietà sono risultati significativamente diversi tra loro ( $p < 0,05$ ) con, in ordine decrescente, *Elsanta*, *LBA*, *Korona* e *Senga Sengana*. Questo indica che la composizione della materia prima, pur non influenzando il comportamento al flusso delle puree, influisce sulla capacità viscosante e gelificante delle pectine usate determinando differenze sostanziali nella consistenza delle composte.

Dai risultati delle analisi in regime oscillatorio (tab. 8) - cioè in condizioni di piccole deformazioni - si è riscontrato che sia le puree, sia le composte mostravano un compor-

tamento di tipo gel, dove il modulo elastico prevale sul modulo viscoso ( $G' > G''$ ).

L'ordine di grandezza dei valori del modulo elastico ( $G'$ ), del modulo viscoso ( $G''$ ) e del modulo complesso ( $G^*$ ) nei due anni (dati del 2019 non riportati per brevità) per le composte è lo stesso. Si osserva in tabella 8 che la *Elsanta* presenta la consistenza più alta, questo anche in accordo con gli andamenti della viscosità di figura 4. Le altre varietà non presentano valori dei moduli sostanzialmente diversi.

## RISULTATO DELLE DEGUSTAZIONI

Sia le puree, che le composte sono state sottoposte a degustazione entrambi gli anni da parte di un gruppo (focus group) di assaggiatori non esperti ai quali è stato chiesto di esprimere un giudizio rispetto al gradimento relativo ad alcuni descrittori e rispetto al gradimento globale. La figura 5 mostra i risultati del giudizio sul gradimento globale.

Per quanto riguarda le puree, si è osservato che la selezione *LBA* non ha mai incontrato il parere positivo dei giudici, non risultando mai come preferita tra le quattro. Questo dato non deve sorprendere in quanto *LBA* deriva dal programma di selezione varietale (Laimburg-CREA) avente come obiettivo l'individuazione di nuove varietà dalle elevate caratteristiche qualitative dei frutti e principalmente destinate al mercato del fresco e non tanto a quello della trasformazione. Si è comunque voluto testare una possibile versatilità di questa selezione anche per la trasformazione data la sua spiccata fragranza di fragolina di bosco. Nel 2019 la purea da varietà *Korona* è risultata essere quella maggiormente apprezzata (45,5% di preferenze), seguita a pari merito da *Senga Sengana* ed *Elsanta* (27,3%). Nel 2020 le puree da varietà *Senga Sengana* e *Korona* sono state quelle maggiormente apprezzate (43,8%), seguite da *Elsanta* (12,5%).

Nel confronto tra composte (fig. 5 B), similmente a quanto osservato per le puree, la varietà *LBA* non ha ricevuto preferenze. Si nota che nel 2019 le varietà più apprezzate sono state la *Elsanta* e *Senga Sengana* (36,4%), seguite da *Korona* (27,3%). Nel 2020 le varietà che hanno fornito le composte a maggiore gradimento globale sono state *Senga Sengana* (61,1%) seguita da *Korona* (38,9%). Diversamente dal 2019, la varietà *Elsanta* non ha ricevuto preferenze. Il giudizio non positivo nel 2020 potrebbe essere in parte dovuto al fatto che la colorazione della composta ottenuta da *Elsanta*

risultasse già decolorata al momento dell'assaggio, nonostante la conservazione in condizioni refrigerate. Nella scelta della varietà più adatta alla trasformazione questa marcata variabilità rende la varietà *Elsanta* poco adatta in quanto non è possibile (secondo i dati della presente sperimentazione) garantire una riproducibilità del livello di gradimento nei diversi anni di produzione.

Per le degustazioni da parte del panel ufficiale del Gallo Rosso (svoltosi a giugno 2020) sono state appositamente prodotte le composte in maggio 2020 usando le fragole raccolte nel 2019 e conservate a  $-25$  °C fino al momento della lavorazione. I membri del Gallo Rosso hanno espresso una netta preferenza (75%) per la *Senga Sengana*, seguita dalla *Elsanta*. I risultati sono in linea con quanto rilevato dal focus group (fig. 5 B) e collocano la *Senga Sengana* al primo posto. Alla varietà *Elsanta* è stato assegnato il secondo posto da parte del Gallo Rosso e questo concorda con le degustazioni del focus group, che attribuiva il massimo gradimento a questa varietà nel 2019, insieme alla *Senga Sengana*. Tuttavia, i risultati supportano l'ipotesi di una ampia variabilità delle sue caratteristiche di gradimento, che ne pregiudicano l'applicazione per l'ottenimento dei derivati.

Infine, un'ultima valutazione ha riguardato la presenza di semi nelle composte preparate nel 2020 e messe a confronto con le composte prive di semi. La scelta di preparare anche composte con semi è stata dettata dalle valutazioni espresse durante la degustazione del focus group dell'anno 2019, dalle quali era emerso che l'assenza di semi potesse influire sul giudizio del prodotto finito. La presenza di semi nelle composte ha determinato, per la quasi totalità dei panelisti, una maggiore tipicità del prodotto rispetto alle corrispondenti senza semi, nonché un miglior giudizio di gradimento totale per una buona parte dei giudici. Nel dettaglio, le composte con semi di *Senga Sengana*, *Elsanta*, *Korona* ed *LBA* sono state considerate più tipiche rispetto alle corrispondenti senza semi dal 93,3%, 83,3%, 69,2%, 100% dei giudici, rispettivamente, nonché preferite rispettivamente dal 69,2%, 66,7%, 57,1%, 90% dei giudici.

## EFFETTO DEL TEMPO DI CONSERVAZIONE SUL COLORE DELLE COMPOSTE

Le composte delle varietà risultate idonee alla trasformazione sono state sottoposte ad

una valutazione dell'evoluzione del colore durante il tempo di stoccaggio. A tal proposito, sono stati misurati i parametri  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  sulle composte conservate al buio a temperatura ambiente per almeno due mesi. Nella figura 6 sono riportati i valori di  $\Delta E$  (a diversi tempi di stoccaggio rispetto alla composta a un giorno) in funzione del tempo delle varietà che hanno incontrato il giudizio positivo dei panelisti durante gli assaggi, escludendo quindi la *LBA*.

Dalle curve riferite ad entrambi i periodi (2019 e 2020), si osservano diversi andamenti per le tre varietà, con la tendenza - comune a tutte - a raggiungere un plateau tra i 40 e i 60 giorni di conservazione. Dato che il plateau era stato raggiunto entro i 60 giorni di shelf-life, nel 2020 sono riportate le curve per le tre varietà conservate solo per due mesi. La velocità di variazione di colore, calcolata come pendenza del tratto lineare della curva, è riportata in tabella 9.

Le velocità iniziali di imbrunimento sono soggette ad una certa variabilità dovuta all'annata di produzione, tuttavia sia nell'anno 2019, che nell'anno 2020, *Senga Sengana* ha mostrato la maggiore velocità di imbrunimento, mentre la variazione più bassa (minore pendenza) si osserva per la varietà *Korona*. Questo risultato appare una conseguenza dell'impatto della trasformazione (misurato come  $\Delta E$  tra puree e composte) che vedeva un  $\Delta E$  massimo per la varietà *Korona* e minimo per la *Senga Sengana* (fig. 3). La varietà *Korona*, che maggiormente aveva risentito dell'effetto della trasformazione sul colore della composta, subendo quindi il maggiore imbrunimento iniziale, ha poi mostrato nel tempo una minore velocità di imbrunimento e, in generale, un valore di  $\Delta E$  finale (circa 10) (fig. 6) minore rispetto alla *Senga Sengana*. Quest'ultima, viceversa, ha subito modifiche di colore meno importanti immediatamente dopo la lavorazione, ma ha mostrato una velocità di imbrunimento più alta durante la conservazione ed il raggiungimento di un  $\Delta E$  finale (al plateau) di circa 17 (nel 2020) e 20 (nel 2019). A proposito della discrepanza di  $\Delta E$  negli anni 2019 e 2020, si consideri che l'occhio umano è in grado di distinguere differenze di colore corrispondenti ad un  $\Delta E$  non inferiore a circa 3 [16].

Riassumendo, si è osservata una minore modifica del colore durante la conservazione per la varietà che aveva subito un maggiore impatto sul colore del prodotto finito in seguito alla lavorazione (*Korona*), in quanto un

cambiamento sostanziale si era già verificato prima della fase di conservazione. Al contrario, per la *Senga Sengana* il cambiamento di colore nel tempo di stoccaggio è più intenso, non avendo subito un impatto così importante in fase di processamento. Le foto delle composte del 2020 dopo 30 giorni e 60 giorni di conservazione sono riportate in figura 6 per dare una idea dell'aspetto visivo dei tre prodotti.

Per la *Senga Sengana* a un minore imbrunimento iniziale nel 2019 (fig. 3) corrispondeva un maggiore imbrunimento nel tempo (fig. 6) e viceversa nel 2020. Riferendo la variazione di colore a fasi precedenti alla lavorazione e calcolando le differenze di colore

## ZUSAMMENFASSUNG

Erdbeersorten, die für den Frischmarkt angebaut werden, eignen sich oft nicht für die Verarbeitung. Im Rahmen dieses Projekts wurden die Eigenschaften von vier, für den Anbau in Südtirol geeigneten Erdbeersorten bestimmt, um ihr Potential zur Gewinnung von Qualitätsderivaten zu bewerten. Es sollten diejenigen Sorten gefunden werden, welche sich am besten für die Verarbeitung zu Fruchtaufstrichen oder Pürees eignen. Auf der Grundlage von Literatur und agronomischen Erkenntnissen wurden die Sorten *Elsanta*, *Senga Sengana*, *Korona* und *LBA* (Selektion der Laimburg) ausgewählt und zwei Jahre lang unter kontrollierten Bedingungen im Marteltal angebaut. Die Erdbeeren wurden zu Pürees und Fruchtaufstrichen verarbeitet, an denen bestimmte analytische Parameter bestimmt wurden. Zudem wurde die Entwicklung dieser Parameter nach der Verarbeitung und während der Lagerzeit beobachtet. Die Ergebnisse bezüglich Farbe, Rheologie und Geschmack der Pürees und Fruchtaufstrichen werden hier diskutiert. Die für die Verarbeitung am besten geeigneten Sorten aus diesem Versuch sind *Senga Sengana* und *Korona*.

## RIASSUNTO

Le varietà di frutta coltivate per il mercato del fresco spesso si prestano poco alla trasformazione. Per sfruttare le potenzialità intrinseche di talune varietà nell'ottenimento di derivati di qualità, sono state valutate le caratteristiche di quattro varietà di fragole idonee alla coltivazione in Alto Adige, al fine di definire quelle più adatte alla trasformazione in composte. Sulla base di dati di letteratura e di evidenze agronomiche, sono state selezionate le varietà *Elsanta*, *Senga Sengana*, *Korona* e *LBA* (quest'ultima una selezione di Laimburg) e coltivate in condizioni controllate presso il sito della Val Martello per due anni. Le fragole sono state trasformate in puree e composte, sulle quali sono stati determinati alcuni indici analitici e la loro evoluzione in seguito ai trattamenti di trasformazione ed al tempo di stoccaggio; vengono qui discussi i risultati relativi al colore, alla reologia e al gradimento delle puree e delle composte. Le varietà maggiormente adatte alla trasformazione sono la *Senga Sengana* e la *Korona*.

tra puree e composte a 60 giorni di stoccaggio per gli anni 2019 e 2020 si ottiene in entrambi i casi un valore di  $\Delta E$  di circa 24, ad indicare che sommando gli effetti di trasformazione più tempo di stoccaggio il prodotto tende ad assumere la stessa colorazione. La tempistica con cui avviene l'imbrunimento indicherebbe una reazione di tipo chimico più che enzimatico. Su questo tema le discussioni e le ipotesi si spendono da molti decenni e vi è una ampia letteratura a riguardo [3] [5] [6] [7] [9] [28] [29] [30] [31] [32] [33] [34] [35], senza che si sia raggiunta una chiara spiegazione del fenomeno (almeno a conoscenza degli autori). In base ad alcuni studi, la maggiore attività antiossidante delle composte associata ad alcune varietà

di fragole, inclusa la *Korona*, sembra essere correlata con una migliore colorazione nel tempo [6]. Altre ricerche riportano che l'imbrunimento possa essere dovuto a reazioni di Maillard, fenomeni di natura enzimatica, degradazione dell'acido ascorbico e polimerizzazione degli antociani con altri composti fenolici [7] [31] [34]. È dimostrato inoltre che il tipo di antociani presenti sono fondamentali per la stabilità del colore [6] [7] [9] [28] [31] [32] [33] [34] [35] [36] [37]. Nello specifico, la pelargonidina 3-glucoside, riportata come il principale antociano presente nel succo di 39 diversi genotipi di fragola [33], sembra stabilizzare il colore di succhi e concentrati di fragola nel tempo [37].

## CONCLUSIONI

La sperimentazione è tesa alla valorizzazione dei derivati di fragole prodotte in Alto

Adige mediante la scelta di varietà in grado di fornire le migliori caratteristiche qualitative. Per massimizzare le differenze dovute alle caratteristiche varietali si è ritenuto opportuno limitare gli ingredienti a quelli strettamente necessari e le composte sono state prodotte senza l'aggiunta di acidificanti ed antiossidanti. Il parametro maggiormente influenzato dai processi di lavorazione e dallo stoccaggio è risultato il colore. I casi che hanno mostrato maggiore imbrunimento in seguito alla trasformazione (*Korona*) hanno poi mostrato minori variazioni in fase di stoccaggio e viceversa (*Senga Sengana*). L'imbrunimento aumentava in modo pressoché lineare nei primi 30 giorni per poi raggiungere un plateau entro 40-60 giorni di stoccaggio. Dai dati della presente sperimentazione è possibile concludere che, delle varietà considerate, *Korona* e *Senga Sengana* sono risultate ai test di gradimento

quelle a migliore vocazione per la trasformazione in composte. La varietà *Elsanta* ha fornito risultati di gradimento totalmente discordanti nei due anni di sperimentazione e questa variabilità ne pregiudica l'uso per la trasformazione.

## RINGRAZIAMENTI

Quest'attività di ricerca si inserisce nel Piano d'Azione per la ricerca e la formazione nei settori dell'agricoltura montana e delle scienze alimentari finanziato dalla Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Skrede A. (1982). Quality characterisation of strawberries for industrial jam production. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 33 (1), 48-54, DOI: [10.1002/jsfa.2740330110](https://doi.org/10.1002/jsfa.2740330110).
- [2] Aguiló-Aguayo I., Oms-Oliu G., Soliva-Fortuny R. et al. (2009). Changes in quality attributes throughout storage of strawberry juice processed by high-intensity pulsed electric fields or heat treatments. *LWT - Food Science and Technology* 42 (4), 813-818, DOI: [10.1016/j.lwt.2008.11.008](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.11.008).
- [3] Rodrigo D., van Loey A., Hendrickx M. (2007). Combined thermal and high pressure colour degradation of tomato puree and strawberry juice. *Journal of Food Engineering* 79 (2), 553-560, DOI: [10.1016/j.jfoodeng.2006.02.015](https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.02.015).
- [4] Main G.L., Morris J.R., Wehunt E.J. (1986). Effect of preprocessing on the firmness and quality characteristics of whole and sliced strawberries after freezing and thermal processing. *Journal of Food Science* 51 (2), 391-394, DOI: [10.1111/j.1365-2621.1986.tb11138.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1986.tb11138.x).
- [5] Wang Z., Zhang M., Wu Q. (2015). Effects of temperature, pH, and sunlight exposure on the color stability of strawberry juice during processing and storage. *LWT - Food Science and Technology* 60 (2), 1174-1178, DOI: [10.1016/j.lwt.2014.09.015](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.09.015).
- [6] Wicklund T., Rosenfeld H.J., Martinsen B.K. et al. (2005). Antioxidant capacity and colour of strawberry jam as influenced by cultivar and storage conditions. *LWT - Food Science and Technology* 38 (4), 387-391, DOI: [10.1016/j.lwt.2004.06.017](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2004.06.017).
- [7] Wrolstad R.E., Lee D.D., Poei M.S. (1980). Effect of microwave blanching on the color and composition of strawberry concentrate. *Journal of Food Science* 45 (6), 1573-1577, DOI: [10.1111/j.1365-2621.1980.tb07566.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1980.tb07566.x).
- [8] Skrede G. (1980). Strawberry varieties for industrial jam production. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 31 (7), 670-676, DOI: [10.1002/jsfa.2740310710](https://doi.org/10.1002/jsfa.2740310710).
- [9] Bakker J., Bridle P., Koopman A. (1992). Strawberry juice colour: The effect of some processing variables on the stability of anthocyanins. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 60 (4), 471-476, DOI: [10.1002/jsfa.2740600411](https://doi.org/10.1002/jsfa.2740600411).
- [10] Laugale V., Bite A. (2006). Fresh and processing quality of different strawberry cultivars for Latvia. *Acta Horticulturae* 708 (708), 333-336, DOI: [10.17660/ActaHortic.2006.708.57](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.708.57).
- [11] Hietaranta T., Linna M. (1999). Penetrometric Measurement of Strawberry Fruit Firmness: Device Testing. *HortTechnology* 9, 103-105, DOI: [10.21273/HORTTECH.9.1.103](https://doi.org/10.21273/HORTTECH.9.1.103).
- [12] Montero T.M., Mollá E.M., Esteban R.M. et al. (1996). Quality attributes of strawberry during ripening. *Scientia Horticulturae* 65 (4), 239-250, DOI: [10.1016/0304-4238\(96\)00892-8](https://doi.org/10.1016/0304-4238(96)00892-8).
- [13] Carlen C., Potel A.M., Ançay A. (2007). Influence of leaf/fruit ratio of strawberry plants on the sensory quality of their fruits. *Acta Horticulturae* 761, 121-126, DOI: [10.17660/ActaHortic.2007.761.14](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.761.14).
- [14] Banaś A., Korus A., Korus J. (2018). Texture, Color, and Sensory Features of Low-Sugar Gooseberry Jams Enriched with Plant Ingredients with Prohealth Properties. *Journal of Food Quality* 2018:1646894, DOI: [10.1155/2018/1646894](https://doi.org/10.1155/2018/1646894).
- [15] Saguy I., Karel M. (1980). Modeling of quality deterioration during food processing and storage. *Food Technology (USA)* 34 (2), 78-85.
- [16] Riva, M. (1998). Approfondimenti. Il colore degli alimenti e la sua misurazione. DISTAM, Università di Milano, Milano, Italia.
- [17] Stokes J.R., Boehm M.W., Baier S.K. (2013). Oral processing, texture and mouthfeel. From rheology to tribology and beyond. *Current Opinion in Colloid & Interface Science* 18 (4), 349-359, DOI: [10.1016/j.cocis.2013.04.010](https://doi.org/10.1016/j.cocis.2013.04.010).

- [18] Raphaelides S.N., Ambatzidou A., Petridis D. (1996). Sugar composition effects on textural parameters of peach jam. *Journal of Food Science* 61 (5), 942-946, DOI: [10.1111/j.1365-2621.1996.tb10907.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1996.tb10907.x).
- [19] Ramos A.M., Ibarz A. (1998). Density of Juice and Fruit Puree as a Function of Soluble Solids Content and Temperature. *Journal of Food Engineering* 35 (1), 57-63, DOI: [10.1016/S0260-8774\(98\)00004-1](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(98)00004-1).
- [20] Gundurao A., Ramaswamy H.S., Ahmed J. (2011). Effect of soluble solids concentration and temperature on thermo-physical and rheological properties of mango puree. *International Journal of Food Properties* 14 (5), 1018-1036, DOI: [10.1080/10942910903580876](https://doi.org/10.1080/10942910903580876).
- [21] Glenn G.M., Poovaiah B.W. (2019). Calcium-mediated Postharvest Changes in Texture and Cell Wall Structure and Composition in 'Golden Delicious' Apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 115 (6), 962-968, DOI: [10.21273/jashs.115.6.962](https://doi.org/10.21273/jashs.115.6.962).
- [22] Keutgen A.J., Pawelzik E. (2007). Cultivar-dependent cell wall modification of strawberry fruit under NaCl salinity stress. *Journal of agricultural and food chemistry* 55 (18), 7580-7585, DOI: [10.1021/jf071216o](https://doi.org/10.1021/jf071216o).
- [23] Basu S., Shivhare U.S., Singh T.V. (2013). Effect of substitution of stevioside and sucralose on rheological, spectral, color and microstructural characteristics of mango jam. *Journal of Food Engineering* 114 (4), 465-476, DOI: [10.1016/j.jfoodeng.2012.08.035](https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.08.035).
- [24] Basu S., Shivhare U.S. (2010). Rheological, textural, micro-structural and sensory properties of mango jam. *Journal of Food Engineering* 100 (2), 357-365, DOI: [10.1016/j.jfoodeng.2010.04.022](https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.04.022).
- [25] Dervisi P., Lamb J., Zabetakis I. (2001). High pressure processing in jam manufacture. Effects on textural and colour properties. *Food Chemistry* 73 (1), 85-91, DOI: [10.1016/S0308-8146\(00\)00289-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00289-2).
- [26] Kopjar M., Piližota V., Tiban N.N. et al. (2009). Strawberry jams: Influence of different pectins on colour and textural properties. *Czech Journal of Food Sciences* 27 (1), 20-28, DOI: [10.17221/95/2008-cjfs](https://doi.org/10.17221/95/2008-cjfs).
- [27] Saha D., Bhattacharya S. (2010). Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: A critical review. *Journal of Food Science and Technology* 47 (6), 587-597, DOI: [10.1007/s13197-010-0162-6](https://doi.org/10.1007/s13197-010-0162-6).
- [28] Howard L.R., Brownmiller C., Prior R.L. (2014). Improved color and anthocyanin retention in strawberry puree by oxygen exclusion. *Journal of Berry Research* 4 (2), 107-116, DOI: [10.3233/JBR-140072](https://doi.org/10.3233/JBR-140072).
- [29] Nebesky E.A., Esselen W.B. Jr., McConnell J.E.W. et al. (1949). Stability of color in fruit juices. *Food Research* 14 (3), 261-274, DOI: [10.1111/j.1365-2621.1949.tb16232.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1949.tb16232.x).
- [30] Speers R.A., Tung M.A., Jackman R.L. (1987). Prediction of Colour Deterioration in Strawberry Juice. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal* 20 (1), 15-18, DOI: [10.1016/S0315-5463\(87\)70663-4](https://doi.org/10.1016/S0315-5463(87)70663-4).
- [31] Abers J.E., Wrolstad R.E. (1979). Causative factors of color deterioration in strawberry preserves during processing and storage. *Journal of Food Science* 44 (1), 75-81, DOI: [10.1111/j.1365-2621.1979.tb10008.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1979.tb10008.x).
- [32] Alper N., Bahçeci K.S., Acar J. (2005). Influence of processing and pasteurization on color values and total phenolic compounds of pomegranate juice. *Journal of Food Processing and Preservation* 29 (5-6), 357-368, DOI: [10.1111/j.1745-4549.2005.00033.x](https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2005.00033.x).
- [33] Bakker J., Bridle P., Bellworthy S.J. (1994). Strawberry juice colour: A study of the quantitative and qualitative pigment composition of juices from 39 genotypes. *Journal of the science of food and agriculture* 64 (1), 31-37, DOI: [10.1002/jsfa.2740640106](https://doi.org/10.1002/jsfa.2740640106).
- [34] García-Viguera C., Zafrilla P., Romero F. (1999). Color stability of strawberry jam as affected by cultivar and storage temperature. *Journal of Food Science* 64 (2), 243-247, DOI: [10.1111/j.1365-2621.1999.tb15874.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1999.tb15874.x).
- [35] Gössinger M., Moritz S., Hermes M. et al. (2009). Effects of processing parameters on colour stability of strawberry nectar from puree. *Journal of Food Engineering* 90 (2), 171-178, DOI: [10.1016/j.jfoodeng.2008.06.018](https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.06.018).
- [36] Lopes-da-Silva M.F., Escribano-Bailón M.T., Santos-Buelga C. (2007). Stability of Pelargonidin 3-glucoside in Model Solutions in the Presence and Absence of Flavanols. *American Journal of Food Technology* 2 (7), 602-617, DOI: [10.3923/ajft.2007.602.617](https://doi.org/10.3923/ajft.2007.602.617).
- [37] Garzón G.A., Wrolstad R.E. (2002). Comparison of the stability of pelargonidin-based Anthocyanins in strawberry juice and concentrate. *Journal of Food Science* 67 (4), 1288-1299, DOI: [10.1111/j.1365-2621.2002.tb10277.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb10277.x).

## APPENDICE 1: FIGURE

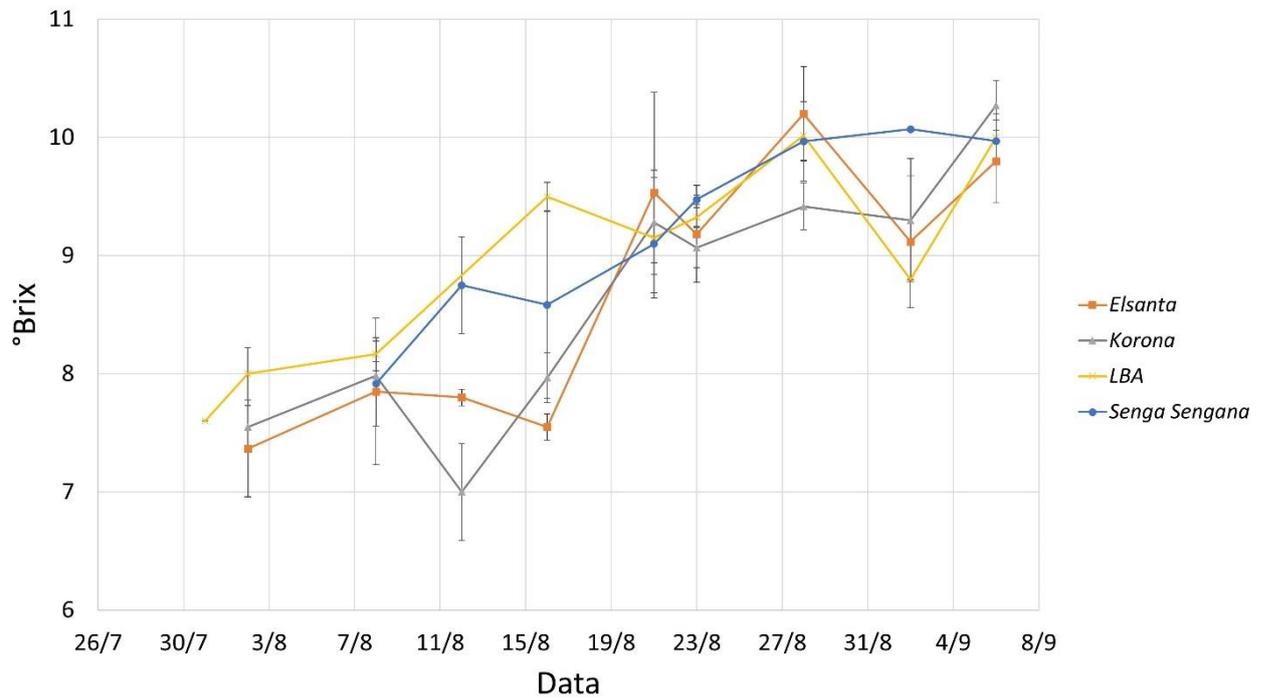


Fig. 1: Evoluzione del °Brix nelle fragole durante successivi stacchi nell'arco della stagione 2019. // Trend of the °Brix in strawberries during subsequent collections during the harvesting period 2019.

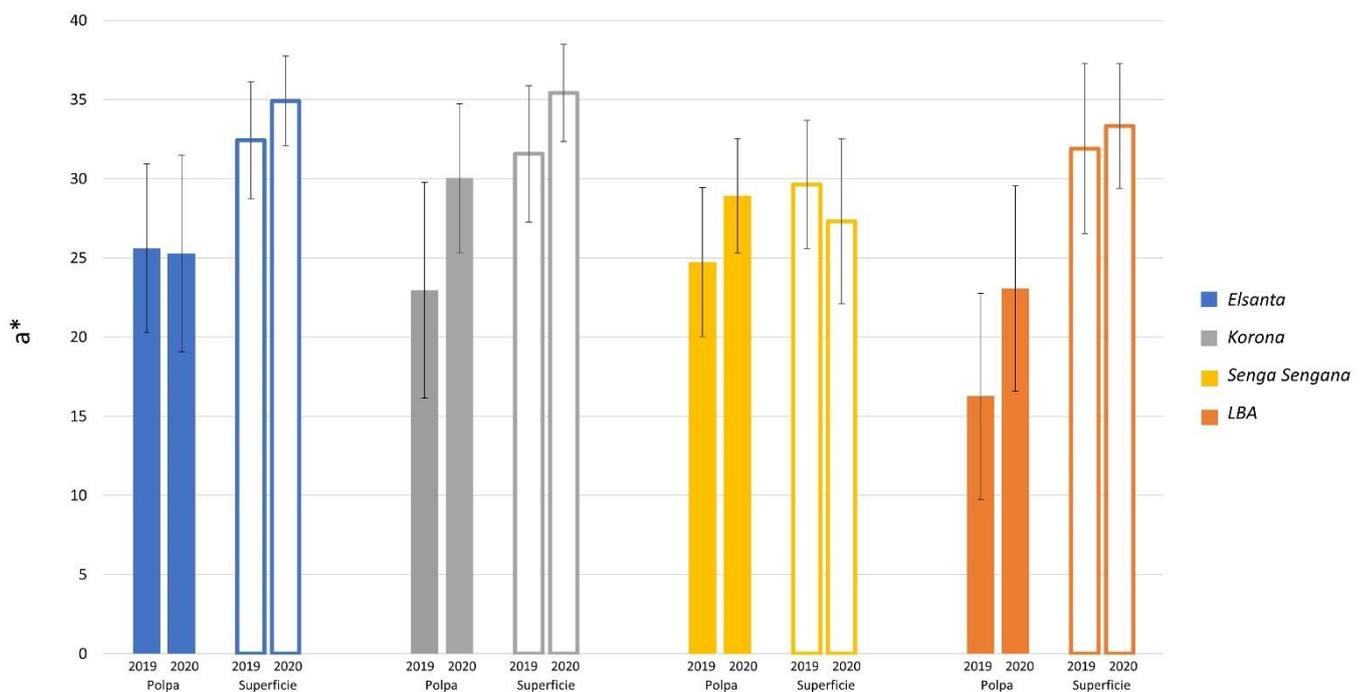


Fig. 2: Valori di  $a^*$  (media  $\pm$  deviazione standard) della polpa e della superficie per ciascuna varietà/selezione delle fragole raccolte nei due anni (2019-2020). // Values of  $a^*$  (mean  $\pm$  standard deviation) of flesh and surface for each variety/selection of strawberries harvested over the two years (2019-2020).

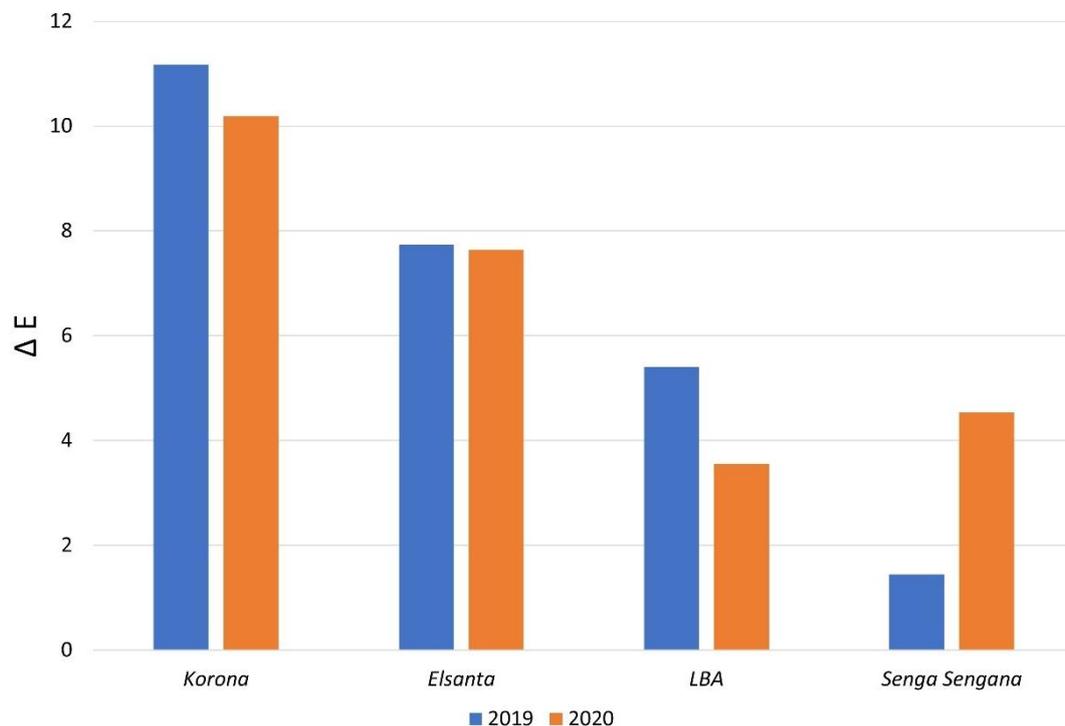


Fig. 3: Valori di  $\Delta E$  tra purea e composta per ciascuna delle varietà/selezioni analizzate nel 2019 e nel 2020. Per la LBA del 2019 è stata considerata la composta ottenuta usando la pectina CF. // Values of  $\Delta E$  between puree and strawberry preserve calculated for each of the varieties/selections analyzed in 2019 and 2020. For LBA of 2019 values concerning the strawberry preserve prepared using the pectin CF are reported.

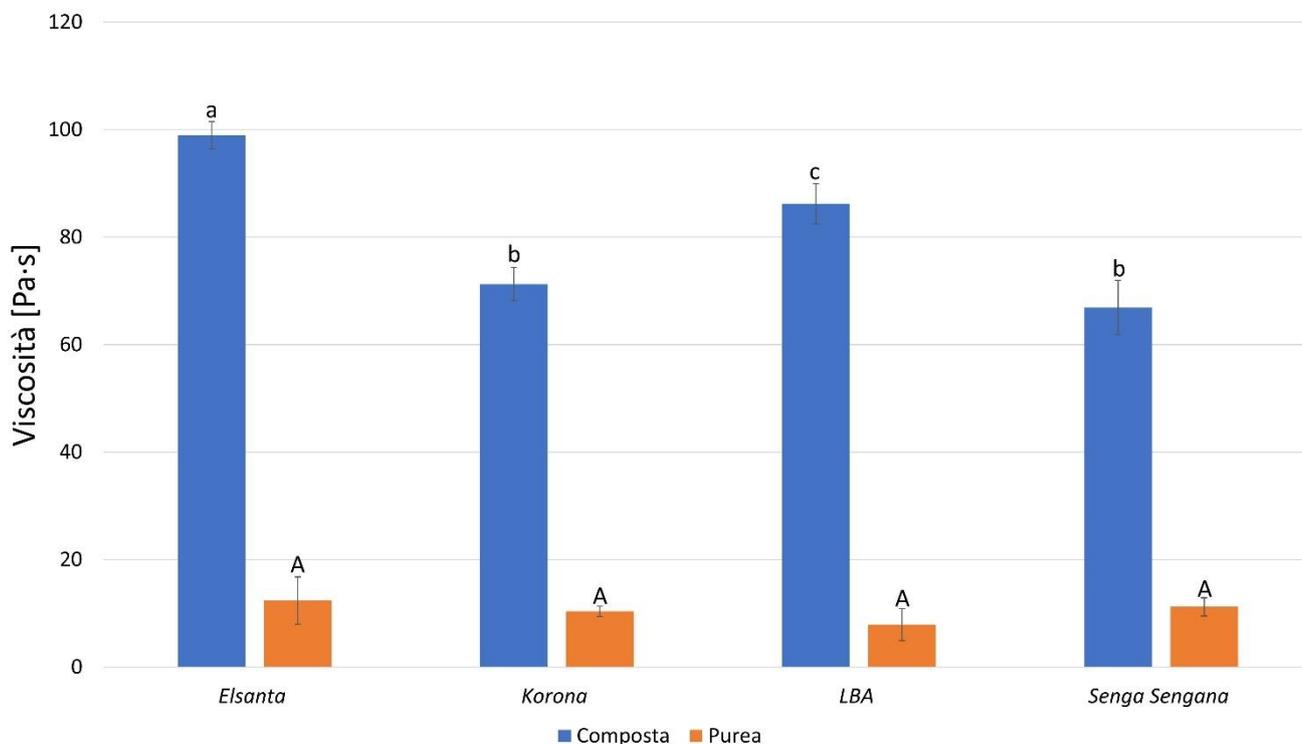


Fig. 4: Valori di viscosità (shear rate = 1,05) delle composte (senza semi) e delle puree del 2020. Varietà statisticamente differenti ( $p < 0,05$ ) sono indicate utilizzando lettere diverse (minuscole per le composte e maiuscole per le puree). // Values of viscosity (shear rate = 1,05) of strawberry preserves (without seeds) and puree from 2020. Statistically different varieties ( $p < 0,05$ ) are indicated using different letters (lowercase for preserves and uppercase for puree)

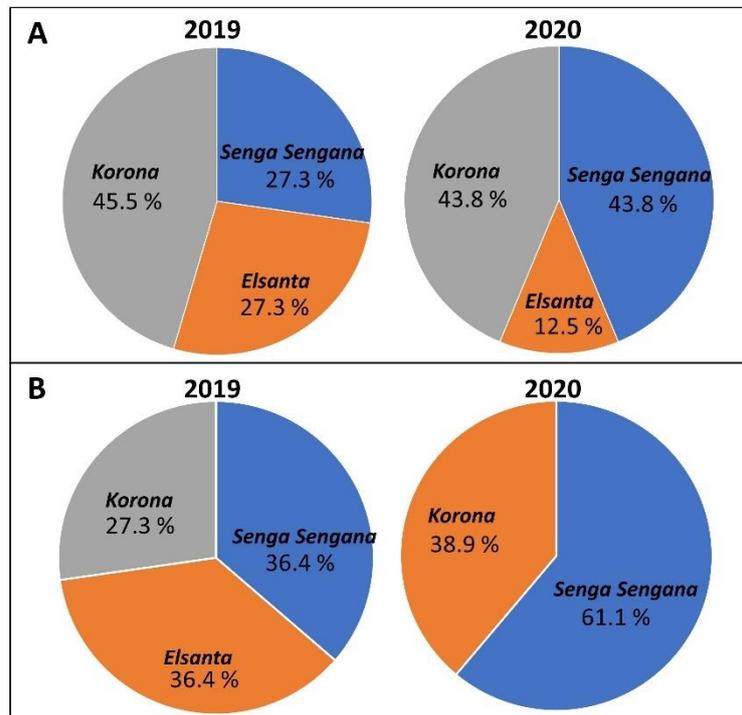


Fig. 5: Preferenze espresse dai panelisti nel 2019 e nel 2020 per le puree (A) e per le composte (B). // Preferences expressed by panelists in 2019 and in 2020 for puree (A) and strawberry preserves (B).

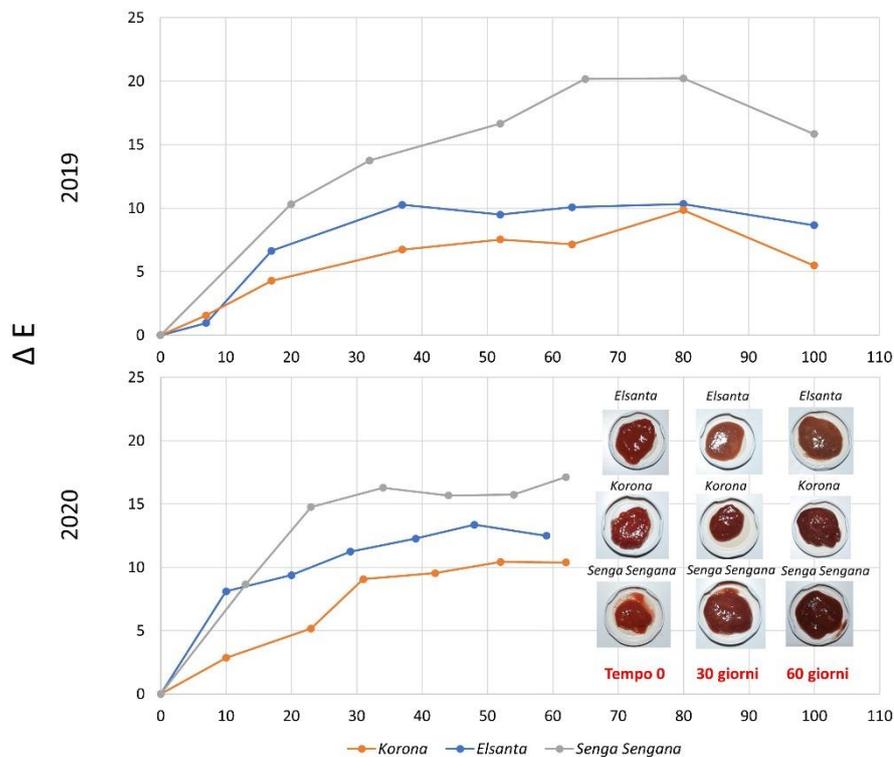


Fig. 6: Valori di  $\Delta E$  delle composte, risultate positive al giudizio di gradimento, durante la conservazione. Dati relativi ai due anni di sperimentazione. // Values of  $\Delta E$  in strawberry preserves, appreciated by panelists, during their storage. Data referred to the two years of study.

### APPENDICE 3: TABELLE

Tab. 1: Lista di varietà di fragola oggetto di studi relativi alla trasformazione. Le caratteristiche qualitative relative ai derivati sono riportate in riferimento ai lavori scientifici citati. // *List of strawberry varieties under investigation for processing studies. The qualitative characteristics of the derivatives are reported together with the references to related scientific works.*

| Varietà<br><i>Variety</i> | Caratteristiche e/o principale utilizzo<br><i>Features and/or main use</i>  |
|---------------------------|---|
| <i>Bounty</i>             | Mediamente indicata per la produzione di confettura, ma meno adatta di <i>Johnson</i> e <i>Senga Sengana</i> [1].   |
| <i>Camarosa</i>           | Utilizzata per la produzione di succo [2] [3].  |
| <i>Cardinal</i>           | Utilizzata per studi volti alla valutazione qualitativa delle fragole sottoposte a trattamenti di pre-lavorazione [4].  |
| <i>Elsanta</i>            | Le sue caratteristiche qualitative la rendono particolarmente indicata per il mercato del fresco.   |
| <i>Fengxiang</i>          | Utilizzata per studi relativi alla qualità (stabilità del colore) del succo da essa derivato [5].   |
| <i>Honeoye</i>            | Studi riportano che le confetture derivate da questa varietà risultano avere un colore migliore ed una maggiore capacità antiossidante rispetto alla varietà <i>Senga Sengana</i> [6].  |
| <i>Hood Benton</i>        | Utilizzata per studi relativi alla qualità del concentrato [7].   |
| <i>Jonsok</i>             | Fra sei varietà è risultata assieme a <i>Johnson</i> e <i>Senga Sengana</i> la migliore per produrre confettura [1] [8].  |
| <i>Korona</i>             | Studi dimostrano che le confetture di questa varietà hanno un colore migliore ed una maggiore capacità antiossidante rispetto alla varietà <i>Senga Sengana</i> [6].  |
| <i>Polka</i>              | Le confetture di questa varietà hanno un colore migliore ed una maggiore capacità antiossidante rispetto a <i>Senga Sengana</i> [6].  |
| <i>Senga Sengana</i>      | Utilizzata per la produzione di succo [9]. Rappresenta la varietà migliore e maggiormente utilizzata in Europa per la produzione di composte e confetture [10]. In un confronto tra sei varietà è stata riportata come la migliore insieme alla varietà <i>Johnson</i> per la produzione di confettura [1]. |
| <i>Tenira</i>             | Riportata per la sua media attitudine a produrre confettura, ma meno adatta rispetto a <i>Johnson</i> e <i>Senga Sengana</i> [1].   |
| <i>Totem</i>              | Equivalente alla varietà <i>Senga Sengana</i> per la qualità della confettura ottenuta [8].   |

Tab. 2: Quantità di zucchero e pectina aggiunti ad 1 kg di purea in fase di preparazione della composta per ottenere il 30% di zucchero sul totale (valore calcolato in base ai °Brix iniziali) e una quantità di pectina (CF o AF) pari all' 1,5% del totale. // Amount of sugar and pectin added to 1 kg of puree during the preparation of the strawberry preserve. The sugar corresponded to 30% of the total weight and the added amount was calculated based on the °Brix of the puree. The pectin (CF or AF) added corresponded to 1,5% of the total weight.

| Varietà/Selezione<br>Variety/Selection | Anno<br>Year | Zucchero (g) su 1 kg di purea<br>Sugar (g) per 1 kg puree | Pectina (g) su 1 Kg di purea<br>Pectin (g) per 1 kg puree |
|--|--------------|---|---|
| Elsanta                                | 2019         | 280,0   | 19,2  |
| Korona                                 | 2019         | 295,7   | 19,4  |
| LBA                                    | 2019         | 285,7   | 19,3  |
| Senga Sengana                          | 2019         | 290,0   | 19,4  |
| Elsanta                                | 2020         | 295,7   | 19,4  |
| Korona                                 | 2020         | 310,0   | 19,7  |
| LBA                                    | 2020         | 298,6   | 19,5  |
| Senga Sengana                          | 2020         | 285,7   | 19,3  |

Tab. 3: Caratteristiche delle pectine utilizzate. // Characteristics of the pectins used.

| Pectina<br>Pectin | Origine<br>Origin | Caratteristiche sensoriali<br>Sensory qualities | Intervallo pH<br>pH range | Intervallo °Brix<br>°Brix range | Peculiarità<br>Peculiarities                                       |
|-------------------|-------------------|---|---------------------------|---------------------------------|--|
| AF                | Mela              | Polvere beige chiaro, odore neutro              | 3,0-3,4                   | ≤ 50                            | Alta sensibilità al calcio; idonea alle produzioni biologiche      |
| CF                | Pectina citrica   | Polvere beige chiaro, odore neutro              | 3,0-3,5                   | 30-55                           | Media sensibilità al calcio; non idonea alle produzioni biologiche |

Tab. 4: Pregi e difetti delle varietà prese in considerazione. // Pros and cons of the cultivars taken into consideration.

| Nome<br>Name  | Pregi<br>Pros  | Difetti<br>Cons  |
|---------------|--|--|
| Elsanta       | Qualora le piante siano coltivate su terreni freschi/vergini, si ottiene elevata resa e ottima qualità dei frutti. Adatta sia alla vendita diretta che all'ingrosso. | Risente della stanchezza del suolo (necessario ricorrere alla rotazione colturale), sensibilità verso alte temperature (con conseguenza di frutti piccoli), elevatissima suscettibilità all'oidio. |
| Korona        | Ottimo gusto, adatta alla vendita diretta, buona tolleranza all'oidio.   | Frutti piccoli, poco consistenti, delicati e sensibili a Botrytis. Inadatta alla vendita all'ingrosso.   |
| Senga Sengana | Buon sapore, buona tolleranza all'oidio.   | Scarsa resa, modesta pezzatura dei frutti, sensibile a botrite. Non adatta alla vendita all'ingrosso.  |
| LBA           | Buono sviluppo della pianta, buona resa, aroma simile a quello della fragolina di bosco, buona tolleranza all'oidio, leggera rifoienza della pianta.                 | Instabilità della componente aromatica, frutti di media pezzatura.   |

Tab. 5: Parametri monitorati (pH, °Brix Fmax, W a Fmax) sui frutti freschi raccolti nei due anni 2019 e 2020. I dati riportati sono la media ( $\pm$  deviazione standard) dei valori misurati su tutti gli stacchi della stagione. Nel 2020 i parametri Fmax e W a Fmax sui frutti freschi non sono stati analizzati (n.a.) // Monitored parameters (pH, °Brix Fmax, W to Fmax) on fresh fruits harvested over the two years 2019 and 2020. The data reported are the average ( $\pm$  standard deviation) of the measured values over the whole season. In 2020 the parameters Fmax and W to Fmax had not been analyzed (n.a.).

| Varietà/Selezione<br>Variety/Selection | Anno<br>Year | °Brix            | pH              | Fmax<br>[N]     | W a Fmax<br>[N mm] |
|--|--------------|------------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| <i>Elsanta</i>                         | 2019         | 8,53 $\pm$ 1,16  | 3,64 $\pm$ 0,06 | 2,20 $\pm$ 0,36 | 2,24 $\pm$ 0,36    |
| <i>Korona</i>                          | 2019         | 8,32 $\pm$ 0,91  | 3,62 $\pm$ 0,07 | 1,75 $\pm$ 0,20 | 2,37 $\pm$ 0,25    |
| <i>LBA</i>                             | 2019         | 8,89 $\pm$ 0,84  | 3,74 $\pm$ 0,16 | 3,10 $\pm$ 0,39 | 3,73 $\pm$ 0,63    |
| <i>Senga Sengana</i>                   | 2019         | 8,94 $\pm$ 0,79  | 3,72 $\pm$ 0,04 | 1,38 $\pm$ 0,11 | 1,87 $\pm$ 0,32    |
| <i>Elsanta</i>                         | 2020         | 10,09 $\pm$ 0,31 | 3,69 $\pm$ 0,07 | n.a.            | n.a.               |
| <i>Korona</i>                          | 2020         | 8,58 $\pm$ 0,25  | 3,63 $\pm$ 0,10 | n.a.            | n.a.               |
| <i>LBA</i>                             | 2020         | 10,19 $\pm$ 0,85 | 3,93 $\pm$ 0,16 | n.a.            | n.a.               |
| <i>Senga Sengana</i>                   | 2020         | 9,73 $\pm$ 0,88  | 3,68 $\pm$ 0,05 | n.a.            | n.a.               |

Tab. 6: Evoluzione del °Brix nelle fragole durante successivi stacchi nell'arco della stagione 2020 (media  $\pm$  deviazione standard; i valori di deviazione standard sono stati omissi quando pari a zero). // Trend of the °Brix in strawberries during subsequent collections during the harvesting period 2020 (mean  $\pm$  standard deviation; values of standard deviation equal to zero were omitted).

| Varietà/Selezione<br>Variety/Selection | Data<br>Date | °Brix            |
|--|--------------|------------------|
| <i>Elsanta</i>                         | 08. Jul      | 9,73 $\pm$ 0,06  |
| <i>Elsanta</i>                         | 14. Jul      | 10,10            |
| <i>Elsanta</i>                         | 21. Jul      | 10,43 $\pm$ 0,06 |
| <i>Korona</i>                          | 08. Jul      | 8,57 $\pm$ 0,06  |
| <i>Korona</i>                          | 14. Jul      | 8,30             |
| <i>Korona</i>                          | 21. Jul      | 8,87 $\pm$ 0,06  |
| <i>LBA</i>                             | 08. Jul      | 9,30             |
| <i>LBA</i>                             | 14. Jul      | 10,47 $\pm$ 0,50 |
| <i>LBA</i>                             | 21. Jul      | 11,10 $\pm$ 0,57 |
| <i>Senga Sengana</i>                   | 08. Jul      | 8,83 $\pm$ 0,06  |
| <i>Senga Sengana</i>                   | 14. Jul      | 9,53 $\pm$ 0,06  |
| <i>Senga Sengana</i>                   | 21. Jul      | 10,83 $\pm$ 0,06 |

Tab. 7: Parametri di colore ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) misurati nel 2019 e nel 2020 nelle composte di fragola. // Color parameters ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) measured in 2019 and in 2020 in strawberry preserves.

| Varietà/Selezione<br>Variety/Selection | Anno<br>Year | $L^*$        | $a^*$        | $b^*$        |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Elsanta                                | 2019         | 33,20 ± 2,21 | 20,50 ± 1,58 | 13,20 ± 1,78 |
| Korona                                 | 2019         | 30,68 ± 0,99 | 19,94 ± 1,30 | 11,62 ± 1,15 |
| LBA                                    | 2019         | 39,92 ± 0,77 | 22,57 ± 0,28 | 14,15 ± 0,25 |
| Senga Sengana                          | 2019         | 38,02 ± 0,89 | 29,08 ± 1,53 | 20,12 ± 1,80 |
| Elsanta                                | 2020         | 35,49 ± 0,66 | 22,47 ± 1,07 | 15,49 ± 0,83 |
| Korona                                 | 2020         | 28,88 ± 1,04 | 22,75 ± 1,46 | 13,40 ± 1,30 |
| LBA                                    | 2020         | 36,80 ± 0,96 | 23,33 ± 1,03 | 16,08 ± 0,96 |
| Senga Sengana                          | 2020         | 35,41 ± 0,64 | 27,29 ± 1,16 | 19,03 ± 1,19 |

Tab. 8: Valori dei parametri reologici misurati nelle composte senza semi del 2020. // Values of the rheological parameters measured in the strawberry preserves without seeds from 2020.

| Varietà/Selezione<br>Variety/Selection | Anno<br>Year | $G'$ [Pa]      | $G''$ [Pa]     | $G^*$ [Pa]     | Phase Shift Angle [°] |
|--|--------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------|
| Elsanta                                | 2020         | 657,81 ± 31,21 | 241,17 ± 8,31  | 700,66 ± 31,44 | 20,15 ± 0,60          |
| Korona                                 | 2020         | 490,87 ± 26,03 | 200,55 ± 4,38  | 530,30 ± 25,36 | 22,25 ± 0,79          |
| LBA                                    | 2020         | 500,47 ± 31,69 | 211,71 ± 9,61  | 543,44 ± 32,48 | 22,95 ± 0,69          |
| Senga Sengana                          | 2020         | 432,01 ± 40,71 | 185,68 ± 12,08 | 470,24 ± 42,12 | 23,30 ± 0,63          |

Tab. 9: velocità di imbrunimento delle composte - ottenute dalle 3 varietà - calcolato come pendenza del tratto lineare della curva di  $\Delta E$  in funzione del tempo. // Browning rate of strawberry preserves - obtained from the 3 varieties - calculated as slope of the initial linear part of  $\Delta E$  vs. time curve.

| Varietà/Selezione<br>Variety/Selection | Pendenza DE · gg <sup>-1</sup><br>Slope DE · gg <sup>-1</sup> |                             |
|--|---|-----------------------------|
|  | 2019  | 2020                        |
| Korona                                 | 0,19 (R <sup>2</sup> 0,954)                                   | 0,23 (R <sup>2</sup> 0,976) |
| Elsanta                                | 0,29 (R <sup>2</sup> 0,939)                                   | 0,44 (R <sup>2</sup> 0,779) |
| Senga Sengana                          | 0,45 (R <sup>2</sup> 0,979)                                   | 0,65 (R <sup>2</sup> 0,999) |



Dieses Werk ist lizenziert unter einer [Creative Commons Namensnennung-Nicht kommerziell 4.0 International Lizenz](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).  
 Quest'opera è distribuita con [Licenza Creative Commons Attribuzione - Non commerciale 4.0 Internazionale](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).  
 This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Für alle Abbildungen und Tabellen ohne Nennung des Urhebers gilt: © Versuchszentrum Laimburg.  
 Per tutte le immagini e tabelle senza menzione dell'artefice vale: © Centro di Sperimentazione Laimburg.  
 For all figures and tables without mention of the originator applies: © Laimburg Research Centre.