

EINFLUSS UNTERSCHIEDLICHER REINZUCHTHEFEN AUF DIE SENSORISCHEN PARAMETER VON APFELWEIN

MARTINA STAPLES, GEORG PÖCHLINGER und MANFRED GÖSSINGER

Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau
A-3400 Klosterneuburg, Wiener Straße 74
E-Mail: Martina.Staples@weinobst.at

In dieser Arbeit wurde untersucht, inwieweit die sensorischen Parameter von Apfelwein durch den Einsatz verschiedener auf dem Markt erhältlicher Reinzuchthefen beeinflusst werden. Jeweils zehn Hefen wurden bei den Sorten 'Jonagold' und 'Braeburn' verwendet. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf die von den Herstellern beschriebenen Eigenschaften der Hefen hinsichtlich ihrer Aromausprägung gelegt. Es wurde dabei versucht die Empfehlungen der Hersteller hinsichtlich der Rehydrierung, Nährstoffversorgung und Gärtemperatur umzusetzen. Von den Apfelweinen wurden wichtige chemische Kenngrößen bestimmt und essentielle sensorische Parameter beschrieben. Die Ergebnisse zeigen, dass die unterschiedliche Gärdauer sich nicht signifikant auf die sensorische Beurteilung auswirkte. Bei der Sorte 'Braeburn' wurden beim Parameter Aroma die Apfelweine der Hefen Oenoferm X-treme F3 und IOC Revelation Thiols signifikant besser beurteilt als die von Oenoferm Tipico F3, wo jedoch die Nährstoffzugabe nicht in dem vom Hersteller empfohlenen Ausmaß erfolgte. Bei 'Jonagold' gab es signifikante Unterschiede in den Parametern Sauberkeit, Aroma und Gesamturteil, wobei in Letzterem Zymaflore X16, Oenoferm Freddo und Actiflore RMS 2 besser bewertet wurden als Uvaferm WAM. Hefen mit einer fruchtigen Aromatik mit Grapefruit- und exotischen Tönen wurden bei der Sorte 'Braeburn' bevorzugt, während Hefen, die klare, frische Aromaprofile hervorbringen, bei Apfelweinen der Sorte 'Jonagold' besser beurteilt wurden. Weiters verdeutlichte sich, dass eine ausreichende Versorgung mit Nährstoffen vor allem bei Apfelmost für eine saubere Gärung notwendig ist.

Schlagwörter: Apfelwein, Hefe, Sorte, Apfel

Impact of different yeasts on organoleptic parameters of apple wine. The aim of this study was to determine the effect of ten yeasts available on the market on the organoleptic parameters of apple wine of the cultivars 'Jonagold' and 'Braeburn'. Particular attention was turned to the aroma profile influencing properties of the yeasts as described by the producers. Attempts were made to implement the producers' recommendations with regard to rehydrating, nutrition and fermenting temperature. The most important chemical parameters were determined and essential sensory parameters described. The results show that the duration of the fermentation process did not influence the sensory assessment in a significant way. For 'Braeburn' the yeasts Oenoferm X-treme F3 and IOC Revelation Thiols were rated significantly better than Oenoferm Tipico F3. For the latter, there was no addition of nutrients in the recommended extent. 'Jonagold' showed significant differences in the parameters purity, aroma and overall assessment. In the latter Zymaflore X16, Oenoferm Freddo and Actiflore RMS 2 were better rated than Uvaferm WAM. It became apparent that yeasts that bring in a fruity aroma with grapefruit- and exotic notes stood out with 'Braeburn'. Yeasts which generate clear, fresh aroma profiles stood out positively with 'Jonagold'. It also became clear, that a sufficient nutrient supply of the yeast is essential for a good fermentation especially for apple cider.

Keywords: apple wine, yeast, cultivar, apple

Weltweit beschäftigen sich Produzenten mit den Grundvoraussetzungen der Obstweinherstellung, den einzigartigen Charakteristiken ihrer Regionen und der Typizität der Sorten (BROWN und BRADSHAW, 2013).

In Österreich wurde mit der Obstweinverordnung 2014 ein neues Maß an die Qualität der Obstweine gelegt. Auch sortenreine Produkte erfreuen sich immer größerer Beliebtheit und sollten durch ihr spezifisches Aroma wiedererkennbar sein. Um ein qualitativ hochwertiges Produkt zu erzeugen, braucht es neben geeigneter Rohware – welche sich durch optimale Reife, einen Mindestgehalt an gelöster Trockensubstanz und Fehlerfreiheit sowie Sauberkeit der Früchte auszeichnet – einen optimalen Verlauf der alkoholischen Gärung. Um dies sowie einen raschen Gärbeginn zu gewährleisten, arbeitet die Mehrheit der Produzenten mit Reinzuchthefen, zu deren Rehydrierung spezielle Produkte empfohlen werden, um optimale Startbedingungen zu schaffen.

Das Aroma des Obstweines setzt sich aus den primären Aromastoffen der Frucht sowie aus den sekundären Aromastoffen, die während der Gärung gebildet werden, zusammen (WILLIAMS, 1974). Da der Apfel abhängig von Reife und Sorte meist nicht ausreichend hefeverfügbaren Stickstoff enthält, um als Saft vollständig zu vergären (ELEUTÉRIO DOS SANTOS et al., 2015), ist eine Gewährleistung der optimalen Nährstoffversorgung essentiell, um qualitativ hochwertige Apfelweine zu erhalten. Während der Gärung werden von der Hefe viele Sekundärprodukte produziert, welche das Endprodukt stark beeinflussen. Die wichtigsten aus organoleptischer Sicht sind dabei organische Säuren, höhere Alkohole und Ester sowie Aldehyde und Ketone (LAMBRECHTS und PRETORIUS, 2000). Doch neben der „Weinhefe“ *Saccharomyces cerevisiae* können verschiedenste Hefen verwendet werden, die alle unterschiedliche Mengen an Sekundärmetaboliten produzieren, wobei unterschiedliche Aromaprofile entstehen. Aber auch Hefestämme der Art *S. cerevisiae* unterscheiden sich in ihrer Sekundärmetabolitenproduktion (LAMBRECHTS und PRETORIUS, 2000). So wird das Aroma durch eine Vielzahl an Komponenten und deren Wechselwirkung beeinflusst (FLEET, 2003). Moderne Apfelsorten, die vorwiegend als Tafelobst gedacht sind, bringen oft wenig Aroma mit sich, was auch vom Witterungsverlauf einer Saison stark beeinflusst wird. Zusätzlich ist es in Großbetrieben auf Grund der großen Verarbeitungsmengen üblich, den

Rohsaft zu pasteurisieren und dadurch Aroma zu reduzieren. Aus diesen Gründen wächst der Wunsch, mehr sekundäre Aromen in die Apfelweine einbringen oder primäre Aromen intensivieren zu können.

Ziel diese Arbeit war es, den Einfluss verschiedener Reinzuchthefen bei gleichen Gärbedingungen auf deren Potenzial zu testen wie auch die Güte und die Aromausprägung von Apfelweinen zu verbessern. Weiters wurde der Fragestellung nachgegangen, ob die Unterschiede zwischen den Produkten der Hefen so groß sind, dass sie sensorisch feststellbar sind. Ein weiterer Aspekt war, ob Apfelweine mittels Mikrovinifikation reproduzierbar hergestellt werden können.

MATERIAL UND METHODEN

Zur Herstellung der Apfelweine standen Äpfel vom Versuchsgut Haschhof der HBLA und BA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg zur Verfügung. Die Zerkleinerung von jeweils 2400 kg Äpfeln der Sorten 'Jonagold' und 'Braeburn' erfolgte mittels Schleuderfräse (Fa. Voran, Pichl, Österreich) und die Pressung mittels Bandpresse (Fa. Stossier, Pörschach, Österreich). Der so gewonnene Rohsaft wurde nach Firmenvorgabe enzymiert (Fa. Lallemand: 10 ml/hl Maischeenzym; Fa. Laffort und Fa. Erbslöh: 10 ml/hl Trenolin Fast Flow DF) und mit 10 g/hl Kaliumpyrosulfit (Fa. Sulfometa, Krems, Österreich) geschwefelt. Zur Schönung wurden nach 3 h bei 20 °C 2 g/l Bentonit (NaCalit®Pore-Tec; Fa. Erbslöh, Geisenheim, Deutschland) beigemischt. Nach 15 h wurden der geschönte Saft abgezogen und die Trübung mittels Photometer in NTU (LTPS; Dr. Lange, Düsseldorf, Deutschland), der Säuregehalt mittels Titration 0,1 M NaOH auf pH 8,1 (Fa. WTW, Weilheim, Deutschland) (ALVA, 1979) berechnet als Weinsäure und die Dichte (°Oechsle) mittels Handrefraktometer (Fa. Seitz, Wien, Österreich) bestimmt. Weiters wurde der NOPA-N-Wert mittels FT-IR-(Fourier-Transform-Infrarot)-Spektroskopie bestimmt (OIV, 2010), welcher den Gehalt an hefeverfügbarem Stickstoff aus Aminosäuren angibt, wobei Arginin nur mit 25 % erfasst wird. Der geschönte Saft der Sorte 'Jonagold' wies einen Trockensubstanzgehalt von 54 °Oechsle, einen Säuregehalt von 6,3 g/l berechnet als Weinsäure, einen Trübungswert von 6,6

NTU und 60 mg/l NOPA-N auf. Die Sorte 'Braeburn' wies einen Trockensubstanzgehalt von 55 °Oechsle, einen Säuregehalt von 7,8 g/l berechnet als Weinsäure, einen Trübungswert von 7,1 NTU und 82 mg/l NOPA-N auf.

Nach Rehydrierung der einzelnen Hefen erfolgte deren Zugabe zu jeweils 150 l enzymierten Saft, welcher auf vier 34 l-Ballons aufgeteilt und bei vorgegebener Temperatur vergoren wurde. Zur besseren Absicherung der Ergebnisse wurden pro Variante vier Wiederholungen ausgebaut.

Tabellen 1 und 2 zeigen die verwendeten Hefen und die Herstellerempfehlungen der Dosierung, Gärtemperaturen sowie Zeitpunkt, Produkt und Menge der Rehydrierung und Nährstoffzugaben. Zu beachten ist, dass die Hefe Flavia der Firma Lallemand laut Angabe nach 48 h mit IOC 18 2007 nachbeimpft wurde („Flavia + IOC 18 2007“). Tabelle 3 zeigt die Produkteigenschaften der Hefen für Wein laut Herstellerinformation. Es wurden Hefen ausgewählt, die entweder die typischen Apfeleromen hervorheben sollten (Typ „A“), Hefen, die Aroma produzieren sollten (Typ „B“), und solche, die laut Firmen für die Mostproduktion am besten geeignet sind (Typ „C“). Mittels VinPilot® Compact (Fa. WFT, Klosterneuburg, Österreich) wurden die einzelnen Bal-

lons auf die gewünschte Gärtemperatur gebracht. Der Gärverlauf wurde durch Messung der Dichte in Grad Oechsle mittels Handrefraktometer (Fa. Seitz, Wien, Österreich) dokumentiert.

Nach Abschluss der Gärung, bestätigt durch einen Clini-Test (Fa. Bayer Health Care LLC, Berlin, Deutschland), wurden die Obstweine abgezogen, mit Hilfe eines Cross-Flow-Filters (0,2 µm Porengröße, RF1/Lab 4; Fa. Romfil, Wolfsheim, Deutschland) filtriert, mit 15 g/hl Kaliumpyrosulfid aufgeschwefelt und in Glasballons spundvoll gelagert.

Die chemischen Analysen wurden mittels FT-IR-Spektroskopie durchgeführt (Oiv, 2010). Die sensorische Beurteilung erfolgte durch ein geschultes Kosterpanel (mindestens fünf Koster) mittels unstrukturierter Skala. Die vier Wiederholungen wurden randomisiert verkostet, um festzustellen, ob Unterschiede in den Parametern Sauberkeit, Aroma, Mundgefühl und Gesamturteil wahrnehmbar sind. Die am positivsten beurteilte Probe pro Hefe wurde an Hand der vier Parameter charakterisiert. Bei 'Jonagold' wurden zusätzlich die Parameter Aromatypizität und Aromaintensität beurteilt. Jede Probe wurde dreimal zur Verkostung gereicht.

Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS (Version 19, IBM, Wien, Österreich).

Tab. 1: Verwendete Hefen und Dosierung pro Firma; Gärtemperaturen sowie Zeitpunkt, Produkt und Dosierung der Mobilisatoren und Nährstoffzugaben bei der Sorte 'Jonagold'

Hefe	Erbslöh			Laffort			Lallemand			
	Oenoferm Freddo	Oenoferm X-treme F3	Oenoferm Tipico F3	Zymaflore VL1	Zymaflore X16	Actiflore RMS 2	Flavia + IOC 18 2007 (48h)	IOC Revelation Thiols	Filtraferm C Fresh	Uvaferm WAM
Menge (g/hl)	25	25	25	20	20	20	25	25	25	25
Gärtemp. (°C)	17	15	19	18	15	14	16	16	16	16
Mobilisator			Vitadrive F3	Superstart	Superstart	Superstart	GoFerm	GoFerm	GoFerm	GoFerm
Menge (g/hl)			10	30	30	30	30	30	30	30
Nährstoff Tag 0	VitaFerm Ultra F3	VitaFerm Ultra F3	VitaFerm Ultra F3				Acitivit	Acitivit	Acitivit	Acitivit
Menge (g/hl)	30	30	30				20	20	20	20
Nährstoff Tag 3	Vitamom Combi	Litto Thiomol P	Vitamom Combi	Nutristart				Fermaid A	Fermaid A	
Menge (g/hl)	20	30	20	22,5				30	30	
Nährstoff Tag 4		VitaFerm Ultra F3								Fermaid A
Menge (g/hl)		30								30
Nährstoff Tag 5				Nutristart		Nutristart				
Menge (g/hl)				22,5		22,5				
Nährstoff Tag 7					Nutristart	Nutristart	Fermaid A			
Menge (g/hl)					22,5	22,5	30			
Nährstoff Tag 8					Nutristart					
Menge (g/hl)					22,5					

Tab. 2: Verwendete Hefen und Dosierung pro Firma; Gärtemperaturen sowie Zeitpunkt, Produkt und Dosierung der Mobilisatoren und Nährstoffzugaben bei der Sorte 'Braeburn'

Hefe	Erbslöh			Laffort			Lallemand			
	Oenoferm Freddo	Oenoferm X-treme F3	Oenoferm Typico F3	Zymaflore VL1	Zymaflore X16	Actiflore RMS 2	Flavia + IOC 18 2007 (48h)	IOC Revelation Thiols	Filtraferm C Fresh	Uvaferm WAM
Menge (g/hl)	25	25	25	20	20	20	25	25	25	25
Gärtemp. (°C)	17	15	19	18	15	14	16	16	16	16
Mobilisator			Vitadrive F3	Superstart	Superstart	Superstart	GoFerm	GoFerm	GoFerm	GoFerm
Menge (g/hl)			10	30	30	30	30	30	30	30
Nährstoff Tag 0	VitaFerm Ultra F3	VitaFerm Ultra F3	VitaFerm Ultra F3				Acitivit	Acitivit	Acitivit	Acitivit
Menge (g/hl)	30	30	30				20	20	20	20
Nährstoff Tag 3	Vitamom Combi	Litto Thiomol P		Nutristart				Fermaid A	Fermaid A	
Menge (g/hl)	20	30		22,5				30	30	
Nährstoff Tag 4					Nutristart					
Menge (g/hl)					22,5					30
Nährstoff Tag 5					Nutristart	Nutristart				
Menge (g/hl)					22,5	22,5				

Tab. 3: Produkteigenschaften der verwendeten Hefen für Wein laut Herstellerinformation und Typisierung (A = typische Aromen, B = charakteristische Eigenaromen der Hefe, C = besonders geeignet) (ERBSLÖH, 2013; LAFFORT, 2013; LALLEMAND, 2014)

IOC Revelation Thiols <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Maximale Freisetzung von Thiolen, die für exotische und reife Aromen verantwortlich sind, mittlerer Stickstoffbedarf	Typ B
Filtraferm C Fresh <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Für harmonische Weine mit prägnanter Fruchtaromatik und Sortentypizität, hoher Stickstoffbedarf	Typ A
Flavia <i>Metschnikowia pulcherrima</i>	Erhöhung sortentypischer sowie Terpen- und Thiolaromen	Typ C
IOC 18-2007 <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Für fruchtig-frische Weine empfohlen, Respekt vor Sorten- und Gebietscharakteren, geringer Stickstoffbedarf	Typ C
Uvaferm WAM <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Betont fruchtige, frische Aromatik und Volumen sowie Abrundung von Äpfelsäure, mittlerer Stickstoffbedarf	Typ A
Oenoferm Freddo <i>Saccharomyces cerevisiae var. bayanus</i>	Herausziehen von Citrus- und Grapefruitnoten und aromatische Töne von Apfel, Pfirsich und Rosenduft sowie für Weine mit ausgewogener Aromatik und schöner Frische mit besonderem Spiel, hemmend auf BSA, geringer Stickstoffbedarf	Typ C
Oenoferm Typico F3 <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Unterstützt sortentypische reife Aromen exotischer Früchte und Marillen, bildet verstärkt Primär- und Sekundäraromen, für cremige nuancenreiche Weine, mittlerer Stickstoffbedarf	Typ B
Oenoferm X-treme F3 <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Sehr intensiver Duft mit Anlehnung an würzig-frische Noten, für moderne Weine mit mineralischem Anklang empfohlen, hemmend auf BSA, säurestabilisierend, geringer Stickstoffbedarf	Typ A
Zymaflore VL1 <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Für Weine mit großer Finesse und ausgeprägter Klarheit sowie zur Entfaltung von floralen Terpenen, hoher Stickstoffbedarf	Typ B

ERGEBNISSE

SENSORISCHE ANALYSE DER APFELWEINE DER SORTE 'BRAEBURN'

Zwischen den einzelnen Wiederholungen der Hefen konnten keine Unterschiede festgestellt werden. Dies bestätigt, dass auch bei der Mikrovinifikation repräsentativ gearbeitet werden kann. Beim Vergleich der einzelnen Hefen untereinander waren in den Parametern Sauberkeit, Mundgefühl und Gesamturteil keine Unterschiede erkennbar. Nur im Parameter Aroma zeigten sich signifikante Unterschiede, wobei die Hefen Oenoferm X-treme F3 und IOC Revelation Thiols besser beurteilt wurden als Oenoferm Typico F3. Die restlichen Hefen unterschieden sich nicht signifikant (Tab. 4).

Sowohl eine Hefe des Typ A als auch eine des Typ B, das heißt sowohl typische als auch durch die Hefe produzierte Aromen, wurden hier positiv bewertet. Oenoferm Typico F3 zählt ebenfalls zu den Hefen, die charakteristische Eigenaromen einbringen. Hier konnte jedoch auf Grund der kurzen Gärdauer (Abb. 1) nicht die empfohlene Menge an Nährsalzen hinzugefügt werden, was die Ursache für den geringen Aromagehalt sowie die schlechte Bewertung sein könnte. Jedoch konnten auch bei den Hefen Oenoferm Freddo, Oenoferm X-treme F3, Zymaflore VL1, Actiflore RMS 2 Flavia + IOC 18 2007 und Uvaferm WAM nicht die empfohlenen Nährstoffmengen zugesetzt werden. Hier war aber kein nachweislicher Einfluss merkbar. Weiters ist kein Einfluss des Hefetyps auf die sensorischen Parameter zu erkennen.

Tab. 4: Mittelwerte und Standardabweichungen der sensorischen Analyse einzelner Hefen bei Braeburn-Äpfelweinen; unterschiedliche Buchstaben einer Spalte zeigen signifikante Unterschiede, N = Anzahl der Bewertungen

Hefe	N	Sauberkeit	Aroma	Mundgefühl	Gesamturteil
IOC Revelation Thiols	15	59,9 ± 18,7 a	62,3 ± 22,2 a	50,5 ± 27,1 a	56,4 ± 24,5 a
Filtraferm C Fresh	15	56,9 ± 22,1 a	56,7 ± 21,6 a, b	46,9 ± 26,8 a	54,1 ± 23,0 a
Flavia + IOC 18 2007 (48h)	15	48,8 ± 30,4 a	52,7 ± 26,7 a, b	46,9 ± 25,2 a	50,2 ± 25,6 a
Uvaferm WAM	15	51,9 ± 20,7 a	47,5 ± 16,1 a, b	44,0 ± 22,5 a	47,0 ± 16,7 a
Oenoferm Freddo	15	62,3 ± 24,5 a	55,4 ± 22,2 a, b	52,7 ± 24,7 a	57,0 ± 25,7 a
Oenoferm Typico F3	15	34,5 ± 31,1 a	33,7 ± 27,5 b	37,9 ± 27,6 a	36,9 ± 27,6 a
Oenoferm X-treme F3	15	62,2 ± 17,9 a	63,3 ± 20,5 a	56,7 ± 24,2 a	61,5 ± 16,7 a
Zymaflore VL1	15	55,8 ± 21,1 a	52,5 ± 18,7 a, b	54,5 ± 19,5 a	57,0 ± 19,8 a
Zymaflore X16	15	48,3 ± 23,7 a	50,8 ± 22,4 a, b	44,6 ± 23,8 a	49,6 ± 22,5 a
Actiflore RMS 2	15	50,0 ± 26,8 a	45,8 ± 23,5 a, b	41,9 ± 21,3 a	45,7 ± 25,2 a

Tab. 5: Mittelwerte analytischer Daten der Braeburn-Äpfelweine

Hefe	Rel. Dichte	%vol.	Red. Substanzen (g/l)	Titrierbare Säuren (g/l)	Äpfelsäure (g/l)	Milchsäure (g/l)	Flüchtige Säuren (g/l)
IOC Revelation Thiols	0,9986	7,30	n.n.	6,63	5,70	0,10	n.n.
Filtraferm C Fresh	0,9989	7,30	n.n.	6,80	5,83	0,10	0,10
Flavia + IOC 18 2007 (48 h)	0,9993	7,20	n.n.	6,90	6,00	0,10	0,10
Uvaferm WAM	0,9985	7,30	n.n.	6,35	5,33	0,10	n.n.
Oenoferm Freddo	0,9987	7,25	n.n.	6,65	5,68	0,10	n.n.
Oenoferm Typico F3	0,9990	7,20	n.n.	6,83	5,83	0,10	n.n.
Oenoferm X-treme F3	0,9992	7,20	n.n.	7,33	6,00	0,10	0,03
Zymaflore VL1	0,9991	7,20	n.n.	7,20	5,63	0,10	0,10
Zymaflore X16	0,9989	7,23	n.n.	6,88	5,55	0,10	n.n.
Actiflore RMS 2	0,9988	7,28	n.n.	6,98	5,58	0,10	0,05

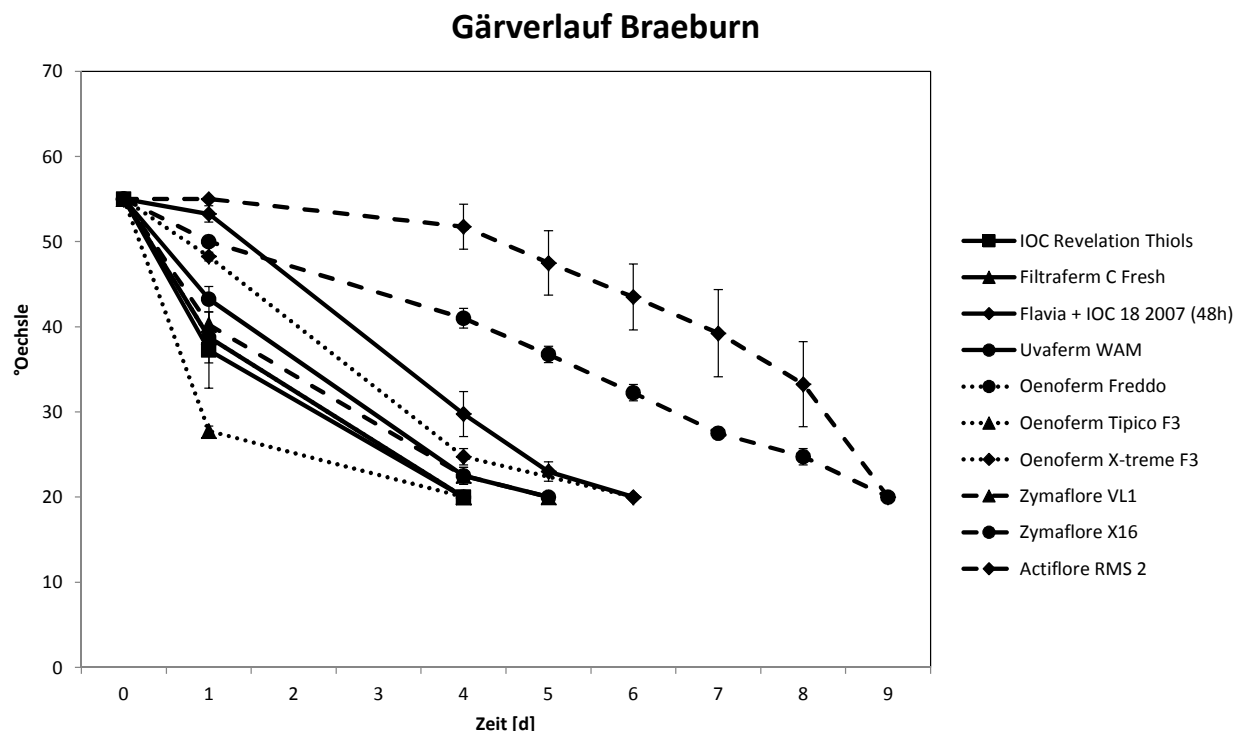


Abb. 1: Gemittelter Gärverlauf und Standardabweichungen aller verwendeten Hefen bei 'Braeburn'

In Abbildung 1 ist der gemittelte Gärverlauf der einzelnen Hefen zu erkennen, wobei die Hefen Zymaflore X16 und Actiflore RMS 2 die längste Gärdauer (10 Tage) und Oenoferm Freddo, Oenoferm Tipico F3, IOC Revelation Thiols und Filtraferm C Fresh die kürzeste Gärdauer (4 Tage) aufwiesen. Es ist kein Einfluss der Gärdauer auf die Beurteilung zu erkennen.

Die Ergebnisse bei der Sorte 'Braeburn' zeigten, dass die Qualität der Apfelweine nicht von der Gärdauer abhing. Zum Beispiel lagen Actiflore RMS2 und Zymaflore X16 trotz einer Gärdauer von neun Tagen im Mittelfeld der Bewertungen, Zymaflore VL1 wurde bei einer Gärdauer von fünf Tagen nur etwas besser beurteilt. IOC Revelation Thiols und Oenoferm Freddo wurden bei kurzer Gärdauer sehr positiv beurteilt. Uvaferm WAM lag bei fünf Gärtagen im unteren Bereich.

Die Apfelweine, welche mit Hefen speziell für die Apfelweinproduktion vergoren wurden, lagen bei der sensorischen Bewertung im Mittelfeld.

Die analytischen Daten (Tab. 5) heben hervor, dass die in der Gesamtheit der vier Parameter am besten beur-

teilten Apfelweine von Oenoferm X-treme F3 als auch Zymaflore VL1 auch die höchsten Säurewerte aufwiesen. Oenoferm Freddo mit ähnlich hoher Bewertung hat jedoch wieder geringere Säurewerte. Uvaferm WAM hat den niedrigsten Säuregehalt. Entsprechend den Produktbeschreibungen lässt sich bei Oenoferm X-treme F3 anhand der Werte eine Säurestabilisierung feststellen, die sich sehr positiv auf die sensorischen Ergebnisse auswirkte. Bei Oenoferm Freddo wurde im Vergleich etwas Säure abgebaut, was jedoch keinen Einfluss auf die sensorische Bewertung hatte. Bei Uvaferm WAM rief die beschriebene Abrundung von Äpfelsäure eine negative Bewertung hervor. Die schlechte sensorische Beurteilung bei Oenoferm Tipico F3 resultiert vermutlich aus der im Vergleich zu den anderen Hefen höheren Gärtemperatur und dem deutlich schnelleren Gärverlauf. Weiters könnten der höhere Nährstoffbedarf dieser Hefe und die geringere Nährstoffzugabe als empfohlen zur erhöhten Produktion von höheren Alkoholen geführt haben (RÜDIGER und FRICKEL, 2013), was sich ebenfalls negativ auf das Bouquet von Apfelwein auswirkt und somit auch auf die Beurteilung.

SENSORISCHE ANALYSE DER SORTE 'JONAGOLD'

Zwischen den einzelnen Wiederholungen der Hefen konnten bis auf eine Ausnahme keine Unterschiede festgestellt werden. Eine Wiederholung bei Oenoferm Freddo wurde im Parameter Sauberkeit signifikant schlechter beurteilt. Dies resultierte vermutlich daraus, dass diese Wiederholung nach Abschluss der Gärung nicht wie die anderen auf 15 °C abgekühlt wurde.

Bei Vergleich der einzelnen Hefen untereinander wurden beim Parameter Mundgefühl keine Unterschiede festgestellt (Tab. 6). Im Parameter Sauberkeit wurden Zymaflore X16, Actiflore RMS 2 und Oenoferm Freddo als sauber und Filtraferm C Fresh, Flavia + IOC 18 2007 und Uvaferm WAM als unsauber bewertet. Im Aroma wurden Zymaflore X 16 und Actiflore RMS 2 besser beurteilt als Filtraferm C fresh, Uvaferm WAM und Falvia

+ IOC 18 2007. Es wird vermutet, dass die säureabbauende Eigenschaft von Uvaferm WAM zu einem negativen Effekt auf die sensorischen Parameter führte. Weder der Säuregehalt noch die Gärdauer zeigten hier einen erkennbaren Einfluss auf die sensorischen Ergebnisse.

Actiflore RMS 2 wurde in allen Aroma-bezogenen Parametern im Gegensatz zu Filtraferm C Fresh und Flavia + IOC 18 2007 signifikant als "typisch" bewertet. Actiflore RMS 2 wurde auch als "intensiv" empfunden, Uvaferm WAM, Flavia + IOC 18 2007 und Filtraferm C Fresh als "weniger intensiv". Im Gesamturteil schnitten Zymaflore X 16, Actiflore RMS 2 und Oenoferm Freddo am besten und Filtraferm C Fresh, Uvaferm WAM und Flavia + IOC 18 2007 am schlechtesten ab (Tab. 6 und 7).

Bei Oenoferm Freddo, Oenoferm X-treme F3 und Oenoferm Tipico konnte hier nicht die empfohlene Menge an Nährstoffen zudosiert werden. Die möglichen Auswirkungen sind aber nicht nachweisbar.

Tab. 6: Mittelwerte und Standardabweichungen der sensorischen Analyse einzelner Hefen bei Jonagold-Apfelweinen; unterschiedliche Buchstaben einer Spalte zeigen signifikante Unterschiede, N = Anzahl der Bewertungen

Hefe	N	Sauberkeit	Aroma	Aromatypizität
IOC Revelation Thiols	36	70,1 ± 23,1 a,b	56,9 ± 20,3 a,b,c	59,8 ± 21,6 a,b,c
Filtraferm C Fresh	36	42,6 ± 27,0 c	38,7 ± 19,9 d	37,9 ± 21,1 c
Flavia + IOC 18 2007 (48 h)	36	56,6 ± 26,7 b,c	46,8 ± 21,5 b,c,d	46,8 ± 23,0 b,c
Uvaferm WAM	36	58,3 ± 24,6 b,c	45,0 ± 18,8 c,d	48,5 ± 21,4 a,b,c
Oenoferm Freddo	36	76,1 ± 16,4 a	61,1 ± 16,5 a,b	62,7 ± 15,7 a,b
Oenoferm Tipico F3	36	72,4 ± 22,7 a,b	54,9 ± 21,8 a,b,c	56,6 ± 23,9 a,b
Oenoferm X-treme F3	36	70,0 ± 23,0 a,b	60,9 ± 20,4 a,b	59,3 ± 19,2 a,b,c
Zymaflore VL1	36	67,9 ± 20,1 a,b	57,8 ± 16,3 a,b,c	58,3 ± 13,8 a,b,c
Zymaflore X16	36	78,6 ± 15,5 a	61,5 ± 17,7 a	59,6 ± 19,9 a,b,c
Actiflore RMS 2	36	79,8 ± 14,5 a	66,4 ± 16,7 a	67,1 ± 15,7 a

Tab. 7: Mittelwerte und Standardabweichungen (auf unstrukturierter Skala, in mm) der sensorischen Analyse einzelner Hefen bei Jonagold-Apfelweinen; unterschiedliche Buchstaben einer Spalte zeigen signifikante Unterschiede, N = Anzahl der Bewertungen

Hefe	N	Aromaintensität	Mundgefühl	Gesamturteil
IOC Revelation Thiols	36	62,3 ± 17,4 a,b,c	59,0 ± 18,5 a	55,8 ± 20,0 a,b
Filtraferm C Fresh	36	54,9 ± 21,9 b,c	51,4 ± 20,3 a	32,4 ± 19,2 d
Flavia + IOC 18 2007 (48 h)	36	60,0 ± 17,9 b,c	53,5 ± 17,0 a	41,5 ± 21,5 c,d
Uvaferm WAM	36	55,0 ± 20,3 c	55,6 ± 16,8 a	45,4 ± 20,2 b,c,d
Oenoferm Freddo	36	60,4 ± 16,2 a,b,c	53,2 ± 14,6 a	62,1 ± 13,9 a
Oenoferm Tipico F3	36	57,0 ± 21,1 a,b,c	50,9 ± 20,2 a	56,3 ± 24,8 a,b
Oenoferm X-treme F3	36	64,8 ± 17,2 a,b,c	58,4 ± 18,3 a	55,2 ± 19,8 a,b,c
Zymaflore VL1	36	58,5 ± 12,7 a,b,c	52,4 ± 18,3 a	52,8 ± 13,5 a,b,c
Zymaflore X16	36	65,7 ± 13,4 a,b	62,1 ± 17,8 a	65,3 ± 17,7 a
Actiflore RMS 2	36	68,0 ± 15,3 a	53,8 ± 17,8 a	63,5 ± 14,9 a

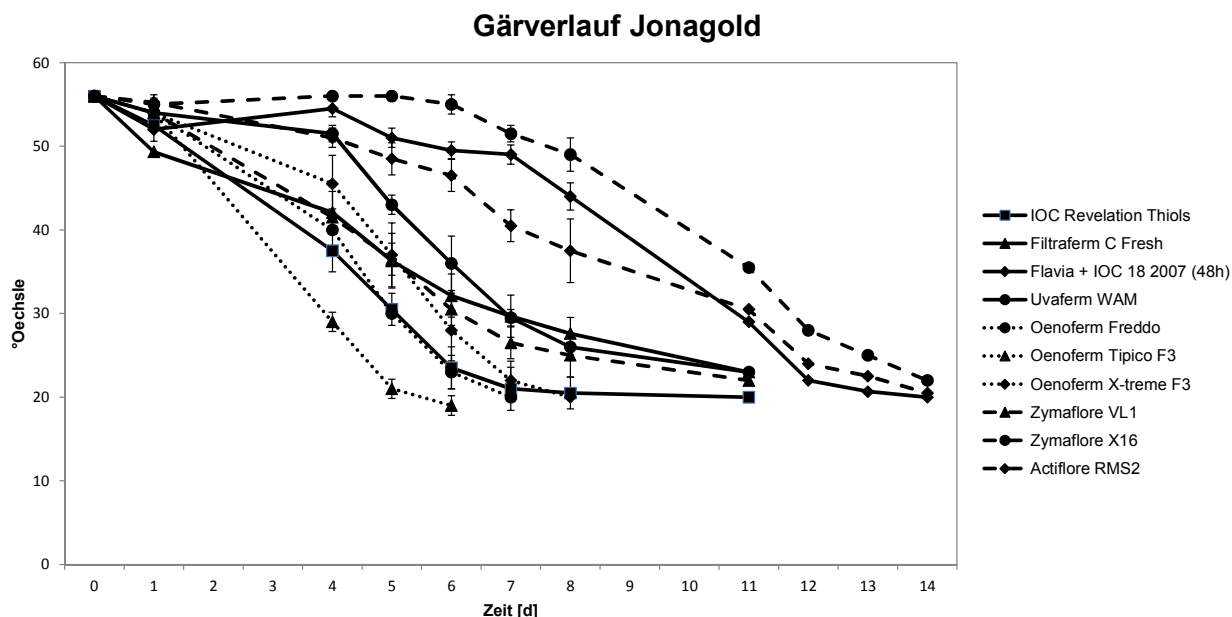


Abb. 2: Gemittelter Gärverlauf und Standardabweichungen aller verwendeten Hefen bei 'Jonagold'

Tab. 8: Mittelwerte analytischer Daten der Jonagold-Apfelweine

Hefe	Rel. Dichte	%vol.	Red. Substanzen (g/l)	Titrierbare Säuren (g/l)	Äpfelsäure (g/l)	Milchsäure (g/l)	Flüchtige Säuren (g/l)
IOC Revelation Thiols	0,9981	8,00	n.n.	6,00	4,80	0,10	n.n.
Filtraferm C Fresh	0,9982	7,90	n.n.	6,30	4,85	0,10	0,10
Flavia + IOC 18 2007 (48 h)	0,9985	7,90	n.n.	6,45	5,25	0,10	0,10
Uvaferm WAM	0,9984	7,90	n.n.	5,90	4,40	0,10	n.n.
Oenoferm Freddo	0,9984	7,90	0,23	6,30	4,80	0,10	0,08
Oenoferm Typico F3	0,9982	7,90	0,05	6,20	5,10	0,10	n.n.
Oenoferm X-treme F3	0,9984	7,90	0,08	6,75	5,20	0,10	n.n.
Zymaflore VL1	0,9984	7,90	n.n.	6,95	4,80	0,10	0,10
Zymaflore X16	0,9980	8,00	n.n.	6,55	4,80	0,10	0,10
Actiflore RMS 2	0,9980	8,00	n.n.	6,10	4,60	0,10	n.n.

In Abbildung 2 ist der gemittelte Gärverlauf der Wiederholungen der einzelnen Hefen zu erkennen, wobei die Hefen Zymaflore X16, Actiflore RMS 2 und Flavia + IOC 18 2007 die längste Gärdauer (14 Tage) aufwiesen und Oenoferm Typico F3 (6 Tage) und Oenoferm Freddo (7 Tage) die kürzeste.

Bei 'Jonagold' fällt noch deutlicher auf als bei 'Braeburn', dass die Gärdauer keinen Einfluss auf die Qualität eines Apfelweines hat. Die in allen Parametern am besten beurteilten Hefen Zymaflore X16 und Actiflore RMS2 wiesen eine Gärdauer von 14 Tagen auf. Flavia + IOC 18 2007, mit gleicher Gärdauer, lag am unteren Ende der

Bewertungen. Oenoferm Freddo wurde sehr gut beurteilt, im Gegensatz zu Oenoferm Typico F3, die bei beinahe gleicher Gärdauer im Mittelfeld lag.

Die analytischen Daten (Tab. 7) lassen erkennen, dass die Apfelweine der Hefen Zymaflore VL1 und Oenoferm X-treme F3 die höchsten Säurewerte aufweisen. Der Apfelwein der Hefe Uvaferm WAM wies am wenigsten Säure auf. Der Säuregehalt hatte aber keinen direkten Einfluss auf das Ergebnis der sensorischen Analyse. Sowohl Hefen des Typs A als auch des Typs C wurden am besten beurteilt. Die Hefen des Typs B lagen jedoch im oberen Mittelfeld.

DISKUSSION

In der hier vorliegenden Arbeit konnte der Einfluss unterschiedlicher Hefen auf die Qualität von Apfelwein aufgezeigt werden. Die Tatsache, dass die durchschnittliche Gärdauer aller Hefen bei 'Braeburn' deutlich unter jener von 'Jonagold' lag, könnte durch den geringfügig höheren Gehalt an hefeverfügbarem Stickstoff erklärt werden, der eine höhere Gäraktivität und somit einen schnelleren Gärstart ermöglichte (KÖHLER et al., 2008). Dies könnte auch Einfluss auf die merkbaren, aber statistisch nicht signifikant nachweisbaren Unterschiede zwischen den einzelnen Apfelweinen gehabt haben. Hier stellt sich heraus, dass sowohl typische Apfelaromen als auch von Hefen produzierte Aromakomponenten erwünscht sind.

'Braeburn' ist ein saftiger, aromatischer Apfel mit mittlerer Säure (SZALATNAY et al., 2011), und die Beschreibung der Apfelweine bestätigt, dass Hefen, die schwere, aromatische Noten hervorbringen, vorteilhaft sein könnten. Zu beachten ist die ausreichende Nährstoffversorgung, da bei Mangelernährung Hefen zur Produktion von Aromen neigen (zum Beispiel höhere Alkohole in großem Ausmaß (RÜDIGER und FRICKEL, 2013)), die im Apfelwein nicht erwünscht sind. Da Hefen des Typs B in dieser Untersuchung erhöhten Nährstoffbedarf aufwiesen, ist hierbei besonders darauf zu achten.

Bei 'Jonagold' war beim Parameter Sauberkeit zu beobachten, dass dumpfe, schwere Töne als unsauber empfunden wurden. Jene Hefen, die frische, klare und saubere Aromaprofile versprechen, also Hefen des Typs A und des Typs C, wurden hier besser beurteilt. Aufdringliche Fruchtaromatik, Terpene und Thiolaromen sowie das Einbringen charakteristischer Hefearomen sind hier weniger erwünscht.

'Jonagold' ist ein saftiger Apfel mit feinem Aroma und einem ausgewogenen Zucker/Säure-Verhältnis (SZALATNAY et al., 2011), und die Charakterisierung der Apfelweine bestätigt, dass Hefen zur Produktion von Apfelweinen aus 'Jonagold' zu bevorzugen sind, die wenig Nährstoffbedarf haben, und jene, die das Apfelaroma wahren.

Die Gärtemperatur bei Gärende spielte eine wesentliche Rolle, was eine Wiederholung der Hefe Oenoferm Freddo bei 'Jonagold' beweist. Diese wurde nach Ab-

schluss der Gärung nicht gekühlt und wurde vermutlich dadurch im Parameter Sauberkeit signifikant schlechter beurteilt.

Sowohl anhand der analytischen Daten als auch der sensorischen Bewertung wurden die Wiederholungen als solche bestätigt. Dies zeigt, dass Obstweine standardisiert ausgebaut werden können und reproduzierbar sind. In Apfelweinen sind die Hauptkomponenten für den Geschmack (Mundgefühl) Zucker, Säuren und Phenole (WILLIAMS, 1974), wobei diese wiederum – abhängig von Sorte, Kulturführung, Reife, Lageratmosphäre, Estersynthese, Substratverfügbarkeit und speziellen Enzymen – unterschiedliche Konzentrationen und Zusammensetzungen erreichen können (FELLMAN et al., 2000). Flüchtige Anteile bestimmen hauptsächlich das Aroma. JOSHI et al. (2002) konnten verdeutlichen, dass Apfelweine, die mit unterschiedlichen Hefen fermentiert wurden, prägnante Unterschiede im Aromaprofil aufwiesen. Unterschiedliche Hefestämme können verschiedene Effekte auf das Aroma von Wein haben, speziell durch die Produktion unterschiedlicher Sekundärmetaboliten (HENSCHKE, 1997; FLEET, 2003; ROMANO et al., 2003), was sich wiederum im Geschmack äußert. Die unterschiedliche Zusammensetzung vor allem von Estern und Alkoholen stellt die wichtigste Komponente in der Bestimmung der Geschmacks- und Aromakomplexität dar (SHUYING et al., 2014). Viele Faktoren interagieren für eine komplexe Sinnesempfindung wie den Geschmack. Es zeigt sich aber die Tendenz, dass Hefen mit wenig Nährstoffanspruch geeigneter erscheinen, um typische Apfelaromen zu erhalten und saubere, klar strukturierte Apfelweine zu produzieren. Durch ihre Genügsamkeit verringert sich die Möglichkeit einer stockenden Gärung, was vorteilhaft für die Produktion ist. Hefen, die den Eintrag hefeeigener charakteristischer Aromen versprechen, sind ebenso geeignet, jedoch müssen sie ausreichend versorgt werden.

Hier geht positive sensorische Bewertung eines Apfelweines mit der Aromaintensität einher. Bei den sensorischen Beurteilungen zeigte sich, dass bei 'Braeburn' Unterschiede zwischen den Hefen feststellbar waren, was sich jedoch nicht auf eine signifikante Bevorzugung auswirkte. Da keine Hefe bei beiden Apfelsorten besonders hervorstach, wäre eine Empfehlung einer speziellen Hefe für die Apfelweinproduktion nicht haltbar. Jedoch

sollten Hefen, die Äpfelsäure abbauen, gemieden werden. Es konnte auch verdeutlicht werden, dass Hefen je nach Apfelsorte unterschiedliche Auswirkungen haben. Die gesamte Zugabe der empfohlenen Nährstoffe könnte durchaus Auswirkungen auf die Aromakomposition bzw. Beurteilung im Parameter Sauberkeit haben, da

eine geringe Stickstoffversorgung die Produktion von z. B. Glycerol, flüchtiger Säure oder Fuselalkoholen verändern kann (MARTÍNEZ-MORENO et al., 2014). Jedoch sollte die stufenweise Nährstoffzugabe überdacht werden, da diese auf Grund des häufig schnellen Gärverlaufs in der Praxis oft schwierig ist.

LITERATUR

- ALVA 1979: Methodenbuch für Weinanalysen in Österreich. – Wien: Arbeitsgemeinschaft Landwirtschaftlicher Versuchsanstalten in Österreich, 1979
- BROWN, P. AND BRADSHAW, B. 2013: World's best ciders: Taste, tradition and terroir, p. 256. New York: Sterling Publ., 2013
- ELEUTÉRIO DOS SANTOS, C.M., MAURA PIETROWSKI, G.A., BRAGA, C.M., ROSSI, M.J., NINOW, J., MACHADO DOS SANTOS, T.P., WOSIACKI, G., MATOS JORGE, R.M. AND NOGUEIRA, A. 2015: Apple aminoacid profile and yeast strains in the formation of fusel alcohols and esters in cider production. *J. Food Sci.* 80: 1170-1177
- ERBSLÖH 2013: <http://www.erbsloeh.com/de/produkte/wein> (6. 2. 2015)
- FELLMAN, J.K., MILLER, T.W. AND MATTISON, D.S. 2000: Factors that influence biosynthesis of volatile flavor compounds in apple fruits. *HortScience* 35(6): 1026-1033
- FLEET, G.H. 2003: Yeast interactions and wine flavour. *Int. J. Food Microbiol.* 86: 11-22
- HENSCHKE, P. 1997: Wine yeast. In: Zimmermann, F.K. and Entian, K.D. (eds.): *Yeast sugar metabolism, biochemistry, genetics, biotechnology and applications*, pp. 527-560. – Lancaster, UK: Technomic Publ. 1997
- JOSHI, V.K., SANDHU, D.K., THAKUR, N.S. AND WALIA, R.K. 2002: Effect of different sources of fermentation on flavour profile of apple wines by descriptive analysis. *Acta Alimentaria* 31 (3): 211-226
- KÖHLER, H.J., GESSNER, M. UND HERRMANN, J. 2008: Bedeutung der Hefeernährung für den Wein. *Dt. Weinmagazin* (18): 24-28
- LAFFORT 2013: <http://www.laffort.com/de/produkte> (6. 2. 2015)
- LALLEMAND 2014: <http://www.weintechnologie.at/html/obst.php> (6. 2. 2015)
- LAMBRECHTS, M.G. AND PRETORIUS, I.S. 2000: Yeast and its importance to wine aroma – a review. *S.A. J. Enol. Vitic.* 21: 97-129
- MARTÍNEZ-MORENO, R., QUIRÓS, M., MORALES, P. AND GONZALEZ, R. 2014: New insights into the advantages of ammonium as a winemaking nutrient. *Int. J. Food Microbiol.* 177: 124-135
- OIV 2010: Guidelines on infrared analysers in oenology (Resolution Oiv/Oeno 390/2010). Certified in conformity. Tbilisi, 2010
- ROMANO, P., FIORE, C., PARAGGIO, M., CARUSO, M. AND CAPECE, A. 2003: Function of yeast species and strains in wine flavour. *Int. J. Food Microbiol.* 86: 169-180
- RÜDIGER, J. UND FRICKEL, A. 2013: Einfluss der Versorgung mit hefeverwertbarem Stickstoff auf das Aroma des Weines. – München: Grin Verl., 2013
- SHUYING, L., NIE, Y, DING, Y, ZHAO, J. AND TANG, X. 2015: Effects of pure and mixed Koji cultures with *Saccharomyces cerevisiae* on apple homogenate cider fermentation. *J. Food Process. Preserv.* 39: 2421-2430
- SZALATNAY, D., KELLERHALS, M., FREI, M. UND MÜLLER, U. 2011: Früchte, Beeren, Nüsse. Die Vielfalt der Sorten – 800 Porträts. Bern Haupt Verl., 2011
- WILLIAMS, A.A. 1974: Flavour research and the cider industry. *J. Inst. Brewing* 80: 455-470

Eingelangt am 25. September 2015