

# Veränderung der Titrationsacidität und der Gehalte an organischen Säuren während der alkoholischen Gärung

PLAMEN ATANASSOV und PRAVDA TRIPHONOVA

Institut für Reb- und Weinbau  
BG-5800 Pleven, Kala Tepe Str. 1  
Fax 00359/642 6470

*Im Rahmen von standardisierten Vergärungsversuchen mit synthetischen Medien bzw. Mosten aus Trauben der Sorte 'Cabernet Sauvignon' wurden die Veränderungen der Titrationsacidität in Abhängigkeit von verschiedenen Hefeherkünften untersucht. Während der aktiven Fermentationsphase stiegen die Gehalte an titrierbaren Säuren zunächst bis zu einem bestimmten Maximum an. Auch nach Gärungsende wiesen alle Varianten gegenüber den Ausgangsprodukten erhöhte Gehalte an titrierbaren Säuren auf. Die Hefeherkunft beeinflusste die Zunahme der Titrationsacidität und die Bildung der flüchtigen Säuren. Die Bildung von Fumarsäure, Bernsteinsäure und Zitronensäure konnte chromatographisch nachgewiesen werden.*

**Dynamics of titratable acidity and contents of organic acids during alcoholic fermentation.** *Dynamics of titratable acidity with respect to different yeast origins were investigated by means of standardized fermentation experiments with synthetic media and musts from grapes of the cultivar 'Cabernet Sauvignon'. During active fermentation the contents of titratable acids increased to a certain maximum. Also after fermentation all variants showed higher contents of titratable acids in comparison to the source material. The origin of yeasts influenced the increase of titratable acidity and the formation of volatile acids. Formation of fumaric acid, succinic acid and citric acid could be determined chromatographically.*

**La modification de l'acidité de titrage et de la teneur en acides organiques au cours de la fermentation alcoolique.** *Les modifications de l'acidité totale en fonction des différentes origines de levure ont été examinées dans le cadre d'essais de fermentation standardisés en utilisant des milieux synthétiques et/ou des moûts provenant de raisins du cépage 'Cabernet Sauvignon'. Au cours de la phase active de fermentation, les teneurs en acides titrables ont tout d'abord augmenté jusqu'à un maximum déterminé. Une fois la fermentation terminée, toutes les variantes présentaient également des teneurs plus élevées en acides titrables que les produits d'origine. L'origine de la levure a influencé l'augmentation de l'acidité de titrage et la formation des acides volatiles. La formation d'acide fumarique, d'acide succinique et d'acide citrique a pu être prouvée par voie chromatographique.*

Aufgrund der Hefetätigkeit unterliegen die Kohlenwasserstoffe im Laufe der alkoholischen Gärung wesentlichen biochemischen Veränderungen, die sich auch auf die Gehalte an titrierbaren Säuren auswirken (CARO et al., 1991; CHON et al., 1997; WEIAND, 1999). Von BACH (1987) wurde eine Verminderung der Titrationsacidität im Zuge der alkoholischen Gärung festgestellt.

Eine wichtige Tätigkeit des Instituts für Reb- und Weinbau in Pleven ist die Eignungsprüfung von Weiß- und Rotweinsorten aus anstaltseigenen Selektionen bzw. aus anderen Beständen. Mittels Mikrovinifikation

werden aus diesen Rebsorten jeweils Mengen zwischen fünf und zehn Liter Wein hergestellt und anschließend chemische und sensorische Analysen durchgeführt. In den letzten Jahren wurde im Zuge der Versuchsweinbereitung an diesem Institut häufig eine Zunahme des Gehaltes an titrierbaren Säuren im Wein gegenüber den Säuregehalten im Most beobachtet (DOROFTEI, 1993). Üblicherweise betrug diese Zunahme 1,5 bis 2 g/l, sie war jedoch nicht immer eindeutig vorhersagbar.

Die vorliegende Studie hatte das Ziel, die dynamischen Veränderungen der Gehalte an organischen Säuren

während der alkoholischen Gärung darzustellen sowie eine eventuell vorhandene Korrelation zwischen Most- und Weintitrationsacidität zu bestimmen.

## Material und Methoden

Es wurde je eine Versuchsserie mit einem synthetischen Medium und eine mit einem Most der Sorte 'Cabernet Sauvignon' durchgeführt.

### Versuchsserie A

Das synthetische Medium bestand aus destilliertem Wasser, Saccharose, Wein- und Äpfelsäuren sowie fermentationsaktivierenden Substanzen (N, P, Cu in Salzform). Für die Vergärung wurde die Reinzuchtheefe „WhrK“ (*Saccharomyces cerevisiae*) zugesetzt. Die alkoholische Gärung verlief im Thermostat bei einer Temperatur von 25 °C. Die Gehalte an titrierbaren und flüchtigen Säuren wurden alle 24 Stunden durch direkte Titration mit 0,1 N NaOH gemessen („WhrK“). Die im Zuge der Gärung freigesetzten großen Mengen an Kohlensäure müssen vor der Bestimmung der Titrationsacidität durch geeignete Methoden (z.B. Filtration bzw. Erhitzen der Probe) entfernt werden. Bei einem Teil des gärenden Mediums wurde zu verschiedenen Zeitpunkten die Gärung unterbrochen. Die Proben wurden gesammelt und nach Gärende bei allen Proben gleichzeitig die Titrationsacidität bestimmt (Simulationsmedium).

### Versuchsserie B

Most der Sorte 'Cabernet Sauvignon' wurde pasteurisiert, in Chargen aufgeteilt und dann mit vier verschiedenen Hefetypen vergoren:

Variante 1: Selektionierte Hefe „Pleven 1“, die aus spontan gärendem Most aus der Region Pleven isoliert wurde;

Variante 2: Selektionierte Hefe „Pleven 2“, die aus spontan gärendem Most aus der Region Pleven isoliert wurde;

Variante 3: Backhefe

Variante 4: Reinzuchtheefe „WhrK“ *Saccharomyces cerevisiae*.

Die alkoholische Gärung verlief im Thermostat bei einer Temperatur von 25 °C. Die Gehalte an titrierbaren und flüchtigen Säuren wurden alle 24 Stunden durch di-

rekte Titration mit 0,1 N NaOH gemessen (PERIS-TORAJADA et al., 1993). Ebenso wurden die Alkohol- und Zuckergehalte laufend bestimmt. Nach 14 Tagen wurden die Proben zur Beschleunigung des Weinsteinausfalls auf eine Temperatur von 2 °C eingestellt. Während der Gärung erfolgte bei allen Proben eine qualitative Bestimmung der wichtigsten organischen Säuren mittels Papierchromatographie mit Butanol:Ameisensäure:Wasser (7:2:1) als Laufmittel (KRAMMER, 1961).

## Ergebnisse und Diskussion

### Versuchsserie A

Während der ersten Tage der Gärung wurde eine gleichmäßige Zunahme der titrierbaren Säuren festgestellt. Beginnend mit dem fünften Gärtag kam es zu einer langsamen Abnahme der titrierbaren Säuren. Der nach 14 Tagen erreichte Wert der Titrationsacidität war aber in beiden Fällen höher als beim Ausgangsmittel (Tab. 1). Die Dynamik der Säureveränderungen ist in Abbildung 1 dargestellt.

Tabelle 1:

Veränderung des Gehaltes an titrierbaren Säuren bei Gärung im synthetischen Medium in Abhängigkeit von der Gärdauer

Tag	1.Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag	6. Tag	14. Tag
Simulationsmedium (gleichzeitige Analyse nach Pasteurisation)	4,1	5,5	7,1	8,0	7,6	7,2	6,5
Reinzuchtheefe („WhrK“)	6,3	8,5	9,1	8,8	8,1	7,8	6,8

### Versuchsserie B

Bei allen angesetzten Proben wurde nach 24 Stunden eine gleichmäßige Zunahme der titrierbaren Säuren festgestellt. Die daraus resultierenden Maxima der Titrationsacidität waren aber aufgrund der unterschiedlichen Gärfähigkeit der Hefen zeitlich verschieden. Nach 48 bis 72 Stunden begann eine langsame Abnahme der titrierbaren Säuren. Aber auch 14 Tage nach Gärbeginn war der Gehalt an titrierbaren Säuren höher als bei dem unvergorenen Most (Tab. 2).

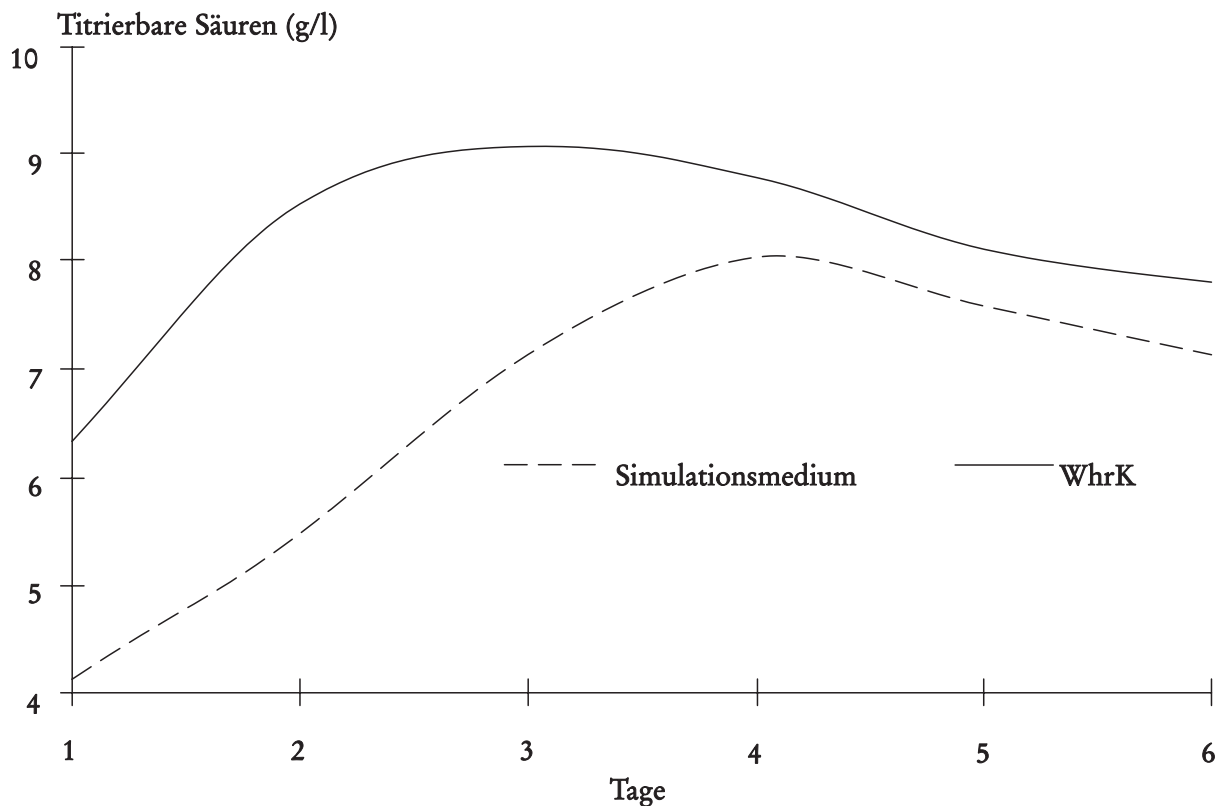


Abb. 1: Dynamische Veränderung der Gehalte an titrierbaren Säuren während der alkoholischen Gärung im synthetischen Medium

Der zeitliche Verlauf der Veränderungen der Titrationsacidität bei den verschiedenen Gäransätzen ist in Abbildung 2 dargestellt. Die Gehalte an titrierbaren Säuren zeigen weitgehend einen gleichen Verlauf. Die verschiedenen Hefen bewirken unterschiedliche Maxima der Gehalte an titrierbaren Säuren sowie beträchtliche Differenzen in den Gehalten an flüchtigen Säuren.

Im Zuge der papierchromatographischen Bestimmung der Säurezusammensetzung wurde die Bildung geringer Mengen von Bernsteinsäure sowie von höheren Mengen Fumarsäure beobachtet. Auf die letztgenannte dürfte auch die Wertesteigerung der titrierbaren Säuren zurückzuführen sein, im Verlauf der Gärung sanken die Fumarsäuregehalte wieder. Das Vorhandensein von Fumarsäure im gärenden Most und von Zitronensäure im synthetischen Medium ist auf die Umwandlung der Brenztraubensäure im Zuge der Atmungstätigkeit der Hefen durch den Trikarbonsäurezyklus zurückzuführen. Im synthetischen Medium, welches nur Äpfel- und Weinsäure enthielt, wurden ca. 3,5 g Zitronensäure

pro Liter gebildet, und es konnten auch Spuren von Bernsteinsäure bestimmt werden. Eine ähnliche Veränderung der titrierbaren Säuren wurde auch von RODOPOULO (1962) beschrieben. Er vertritt die Meinung, dass der Anfangssäuregehalt einen wesentlichen Einfluss auf die Veränderungen der Titrationsacidität ausübt. Dementsprechend würden Moste mit niedrigem Gehalt an titrierbaren Säuren im Zuge der alkoholischen Gärung eine Säurezunahme erfahren, während im Gegensatz dazu bei Mosten mit hohem Ausgangssäuregehalt die Titrationsacidität abnehmen würde.

Der in diesem Versuch verwendete Most wies 6,3 g/l titrierbare Säuren auf, hierbei handelt es sich weder um einen hohen noch um einen niedrigen Wert, sodass eigentlich keine Veränderung der Säuregehalte anzunehmen war. Trotzdem nahm die Titrationsacidität im Laufe der Gärung zu, was nicht vollkommen mit dem obigen Zitat übereinstimmt. Die von BACH (1987) beobachtete Säureverminderung konnte nicht bestätigt werden.

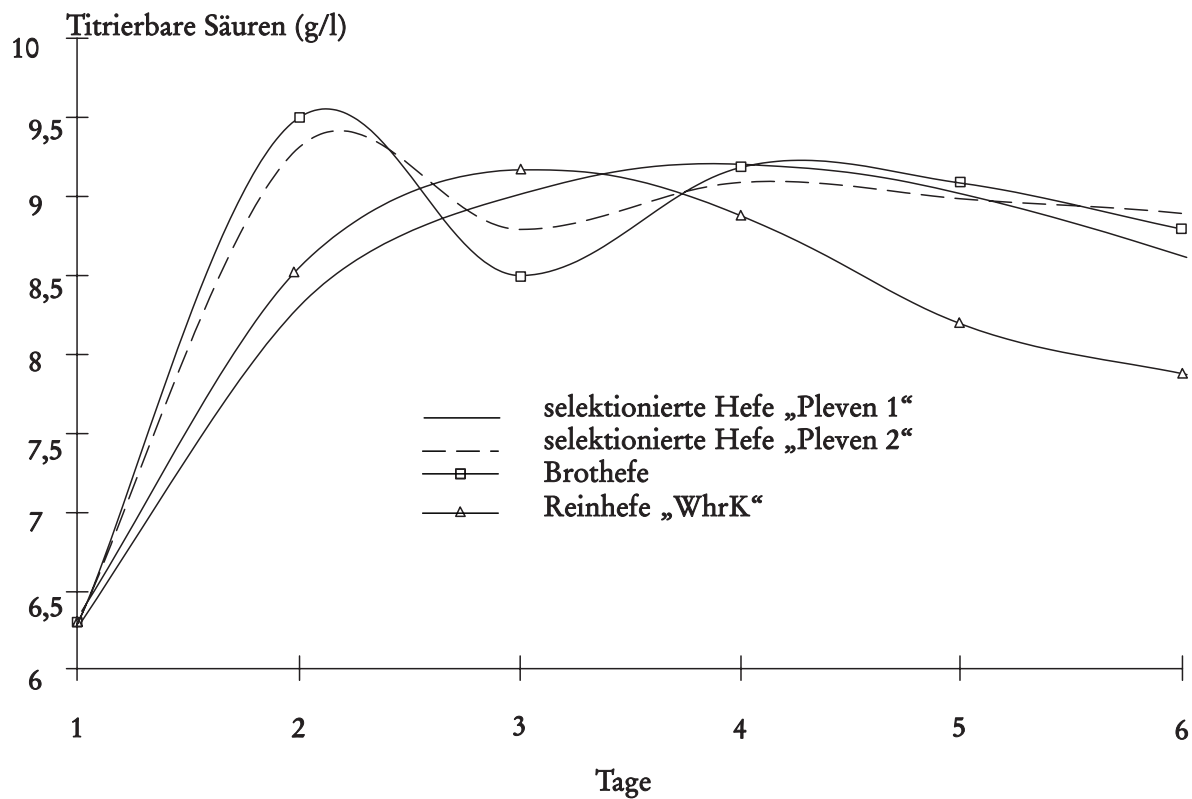


Abb. 2: Dynamische Veränderung der Gehalte an titrierbaren Säuren in Mosten der Sorte 'Cabernet Sauvignon' während der alkoholischen Gärung.

Es ist wahrscheinlich, dass die Synthese von Zitronensäure durch im Medium vorhandene Natriumionen begünstigt wird (DITTRICH, 1995). Hefen verbrauchen Zucker für die Energiegewinnung im Zuge der Atmung und zur Synthese von Alkohol (CARO et al., 1991). Das Vorkommen von Zitronensäure zeigt aber, dass der Tri-

carbonsäurezyklus nicht beendet ist, was möglicherweise auf ein Fehlen oder ein Inhibieren der Carboxylase zurückzuführen ist oder auch auf eine nicht bis zum Ende verlaufende Fermentation (ROMIEU et al., 1992). Das könnte auf verschiedene Verfahrensmängel, z.B. tiefe Temperaturen während der aktiven Fermentationsphase und

Tabelle 2:

Gehalte an titrierbaren und flüchtigen Säuren in Mosten der Sorte 'Cabernet Sauvignon' in Abhängigkeit von der Gärdauer (A = titrierbare Säuren (g/l, berechnet als Weinsäure); B = flüchtige Säuren (g/l berechnet als Essigsäure; - = nicht analysiert)

Probe/Tag	1		2		3		4		5		6		14	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Selektionierte Hefe „Pleven 1“	6,3	0,1	8,3	0,3	9,0	0,6	9,2	0,5	9,0	0,7	8,6	0,7	8,3	0,5
Selektionierte Hefe „Pleven 2“	6,3	0,1	9,3	0,2	8,8	0,4	9,1	0,5	9,0	0,3	8,9	0,4	8,7	0,3
Backhefen	6,3	0,1	9,5	0,2	8,5	0,2	9,2	0,2	9,1	0,2	8,8	-	8,6	-
Reinhefe „WhrK“	6,3	0,1	8,5	-	9,1	-	8,8	-	8,1	-	7,8	-	6,8	-

hohe Mengen an Schwefeldioxid, zurückgeführt werden (RIBEREAU-GAYON und PEYNAUD, 1965).

## Literatur

- BACH, P.H. 1987: Säureminderung durch Trockenreinzuchtheefe. Dt. Weinbau (25/26): 1138-1140
- CARO, I., PEREZ, L. and CANTERO, D. 1991: Development of a kinetic model for the alcoholic fermentation of must. *Biotechnology and Bioengineering* 38: 742-748
- CHON, C., POULARD, A. et RABILLER, C. 1997: Analyse chromatographique quantitative des gaz émis et établissement du bilan carbone lors de la fermentation alcoolique. *J. Int. Sci. Vigne Vin* 31(2): 85-92
- DITTRICH, H.H. 1995: Bildung und Abbau organischer Säuren durch Mikroorganismen in Most und Wein. *Wein-Wiss.* 50(2): 50-66
- DOROFTEL, B.I., SINTSCHENKO, B.I., TARAM, N.G. und AESSCHANU, A.K. 1993: CBBM 11-12, 1993
- KRAMMER, F. 1961: Papierchromatographie. - Sofia: Technika, 1961
- PERIS-TORTAJADA, M., MAQUIEIRA, A. and PUCHADES, R. 1993: Automated determination of total acidity in wines by flow injection analysis. *Am. J. Enol. Vitic.* 44(1): 118-120
- RIBEREAU-GAYON, G. und PEYNAUD, E. 1965: Weinbereitung. Bd. 1. - Sofia: Technika, 1965
- RODOPOULO, A.K. 1962: Über die biochemischen Prozesse bei der Weinbereitung. - Moskau: Pischtepromizdat, 1962
- ROMIEU, C., TESNIERE, C., THAM-HAM, L., FLANZY, C. and ROBIN, J.-P. 1992: An examination of the importance of anaerobiosis and ethanol in causing injury to grape mitochondria. *Am. J. Enol. Vitic.* 43(2): 129-133
- WEIAND, J. 1999: Biologischer Säureabbau : Gefahr bei früher Flaschenfüllung. *Dt. Weinmagazin* (3): 23.

Manuskript eingelangt am 16. August 2000