Schweinefleisch: Einfluss einer zusätzlichen Vitamin-E-Zulage[1]

Pierre-Alain DUFEY[2], Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere (RAP), CH-1725 Posieux
Auskünfte: Pierre-Alain Dufey, e-mail: pierre-alain.dufey@rap.admin.ch, Fax +41 (0)26 407 73 00, Tel. +41 (0)26 407 71 11

Vitamin E ist ein Antioxidans. Verschiedene ausländische Arbeiten mit Vitamin-E-Zulagen weisen auf eine bessere Fleischqualität wegen erhöhter Farb- und Oxidationsstabilität hin. Mit der Kontrollration von 40 mg Vitamin E/kg Futter gemäss den schweizerischen Fütterungsempfehlungen für Mastschweine wurde eine sehr gute Farb- und Oxidationsstabilität erreicht. Eine zusätzliche Zulage von 100 mg Vitamin E bewirkte keine Verbesserungen.

Die Oxidationsstabilität der Fette, insbesondere die der Membranlipide, und die Farbstabilität bestimmen den Frischezustand von Fleisch ganz entscheidend. Die Fett- und Farbstabilität stehen in einer Wechselbeziehung und werden von zahlreichen Faktoren beeinflusst. Die Fleischfarbe ist für die Konsumentinnen und Konsumenten oft das wichtigste Kaufkriterium, während die Fettoxidation sich erst beim eigentlichen Fleischkonsum als Geschmacksfehler (engl. off-flavors) bei zubereitetem Frischfleisch oder aufgetautem Fleisch manifestiert.

Vitamin E – ein Antioxidans

Die Neigung der Muskelfette zu oxidieren, wird durch vorhandene Antioxidantien wie Vitamin E gehemmt. Es wurde wiederholt gezeigt, dass eine Vitamin-E-Zulage als α-Tocopherol die Oxidationsstabilität von Muskelfleisch verschiedener Tierarten und vorab beim Schwein erhöht (Astrup 1973; Buckley und Connolly 1980; Monahan *et al.* 1990a; Monahan *et al.* 1990b; Asghar *et al.* 1991; Monahan *et al.* 1992).

In der Schweiz werden für Schweinefutter pro Gramm Polyensäuren 2,6 mg Vitamin E plus 4,4 mg pro % Futterfettzulage empfohlen (Boltshauser *et al.* 1993). Im vorliegenden Projekt wurde überprüft, ob die Empfehlungen auch auf Stufe Produkt genügen. Mögliche Einflüsse auf Mast- und Schlachtleistung sowie auf das Kaufverhalten von Konsumentinnen und Konsumenten sind bei Stoll (1998) beschrieben.

Versuchsfragen: Einfluss einer zusätzlichen Vitamin-E-Zulage von 100 mg/kg Futter auf:

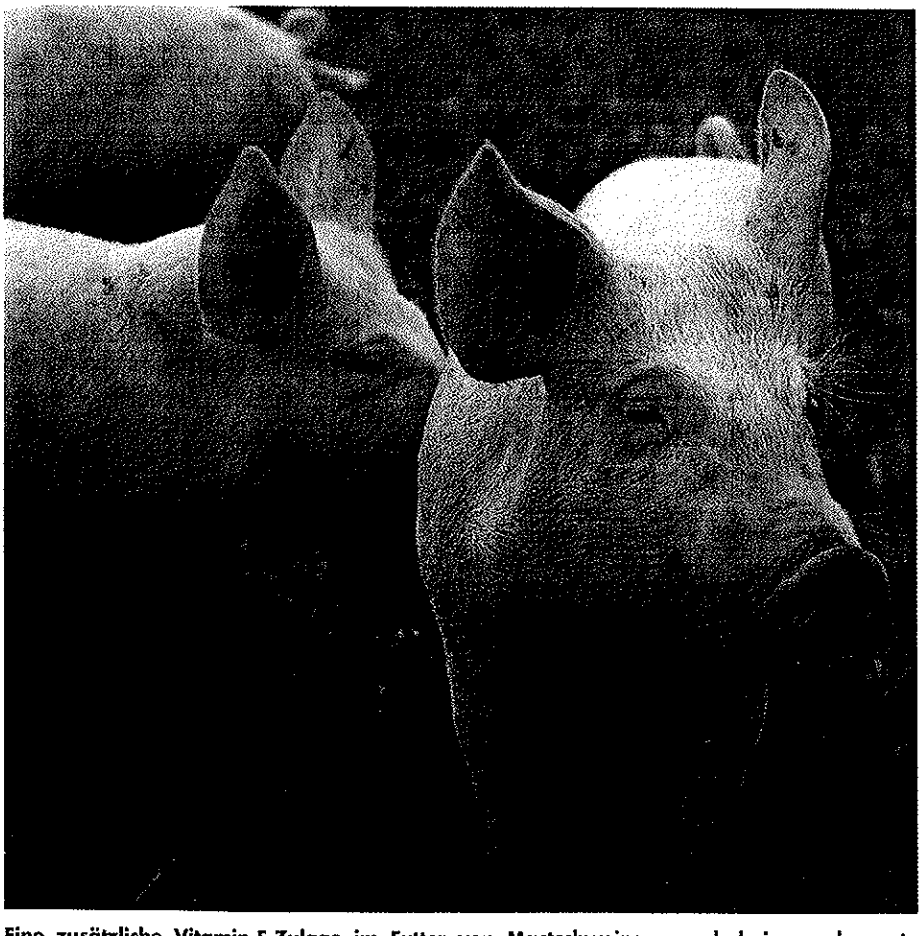
- Oxidationsverlauf in Muskelfleisch;
- Verlauf der Farbstabilität;
- Verlauf des Wasserbindungsvermögens;
- sensorische Eigenschaften des Fleisches.

Die Versuchsanordnung entnehmen Sie dem Kasten.

Kaum Einfluss auf Muskelgewebe...

Mit Ausnahme des Nicht-Protein-Stickstoffs ist der LTL-Muskel der Tiere mit zusätzlicher Vitamin-E-Versorgung (E 140) **chemisch gleich zusammengesetzt** wie die Kontrollgruppe (Tab. 1). Die Zulage von 100 mg Vitamin E pro kg Futter erhöhte den α-Tocopherol-Gehalt hochsignifikant um 37,8 %.

Der Anteil gesättigter, einfach ungesättigter und mehrfach ungesättigter Fettsäuren im **intramuskulären Fett** des LTL-Mus-



Eine zusätzliche Vitamin-E-Zulage im Futter von Mastschweinen ergab keine verbesserte Fleischqualität unter schweizerischen Fütterungsbedingungen. (Foto: M. Duperrex, Posieux)

[1]Die Originalversion «Engraissement des porcs avec un apport supplémentaire de vitamine E dans la ration. II. Effets sur les propriétés sensorielles et physico-chimiques de la viande» ist erschienen in der *Revue suisse d'Agriculture* 30 (5), 1998. Übersetzung: Annelies Bracher-Jakob, Neyruz.
[2]in Zusammenarbeit mit H. Wirz, Guiseppina Baechler, Claudine Biolley und Germaine Seewer Lötscher.

kels unterscheidet sich zwischen den beiden Verfahren nicht (Tab. 2). Die Menge α-Tocopherol pro Gramm Polyensäuren in der Gruppe E140 übersteigt die Kontrollgruppe um 28,7 %. Dieser Unterschied geht verloren, sobald α-Tocopherol auf die Summe an ungesättigten Fettsäuren bezogen wird.

In Abbildung 1 ist der **Oxidationsverlauf** während neun Tagen im Frischfleisch mit oder ohne Behandlung mit fluoreszierendem Licht und nach einer Gefrierperiode von vier Monaten dargestellt. Die Oxidation wurde nach der Methode von Crackel *et al.* (1988) erfasst, in der die gesamten oxidierten Substanzen, die mit Thiobarbitursäure (TBARS) reagieren, gemessen werden. Im Frischfleisch steigt die Oxidation im Verlauf der neun Tage nur schwach an. Der Lichteinfluss wird vom 6. Tag an sichtbar, wobei die zusätzlich ausgelöste Oxidation in der Grössenordnung von 0,025 bis 0,030 TBARS numbers nach neun Tagen als sehr bescheiden einzustufen ist. Die zusätzliche Zulage von 100 mg Vitamin E beeinflusst den Oxidationsverlauf nicht. Nach der Gefrierperiode und einer Lichtbehandlung des aufgetauten Fleisches bewegt sich die Oxidation bis zum 3. Tag auf gleicher Höhe wie im Frischfleisch. Nach sechs und neun Tagen dagegen macht sich der Gefriereffekt bemerkbar. Die Oxidationswerte sind 2 bis 2,5 mal höher als im Frischfleisch.

Im gekochten Fleisch bei 4 °C Lagerung ohne Licht verläuft die Oxidation wesentlich intensiver als im Frischfleisch ohne Lichtbehandlung (Abb. 2). Die TBARS-Werte liegen nach neun Tagen auf einem 60-fachen höheren Niveau als im Frischfleisch. Die Oxidation wird von Anfang an durch die zusätzliche Vitamin-E-Zulage signifikant gehemmt. Die Abweichung beträgt eine Einheit nach drei Tagen, die

Tab. 1. Chemische Zusammensetzung des LTL-Muskels in % oder pro 100 g Frischsubstanz. Mittelwerte ($\bar{x}$) ± *Standardabweichungen (s)*

Parameter		E40	E140	Statistik[1]
Wasser (%)	($\bar{x}$)	74,74	74,61	n.s.
	(s)	0,66	0,89	
Rohprotein (%)	($\bar{x}$)	22,00	22,02	n.s.
	(s)	0,56	0,84	
Intramuskuläres Fett (%)	($\bar{x}$)	1,76	2,03	n.s.
	(s)	0,67	0,68	
Mineralstoffe (Asche,%)	($\bar{x}$)	1,09	1,08	n.s.
	(s)	0,02	0,02	
Eisen (mg)	($\bar{x}$)	0,36	0,36	n.s.
	(s)	0,03	0,05	
Nicht-Hämeisen (mg)	($\bar{x}$)	0,12	0,11	n.s.
	(s)	0,06	0,06	
Se (mg)	($\bar{x}$)	11,00	11,40	n.s.
	(s)	1,30	1,20	
Nicht-Protein-Stickstoff (mg N/100 g)	($\bar{x}$)	367	388	*
	(s)	21	29	
α-Tocopherol[2] (mg)	($\bar{x}$)	0,37	0,51	***
	(s)	0,04	0,05	

[1] *: $p \leq 0,05$; **: $p \leq 0,01$; ***: $p \leq 0,001$; n.s.: nicht signifikant
[2] Analysiert von Hoffmann-la Roche, Basel

Tab. 2. Gehalt an gesättigten, einfach ungesättigten (Monoensäuren) **und mehrfach ungesättigten** (Polyensäuren) **Fettsäuren (FS) im intramuskulären Fett des LTL-Muskels und Anteil α-Tocopherol.** Mittelwerte ($\bar{x}$) ± *Standardabweichungen (s)*

Parameter		E40	E140	Statistik[1]
Gesättigte Fettsäuren (Mol-%)	($\bar{x}$)	41,12	41,74	n.s.
	(s)	2,04	1,49	
Monoensäuren (Mol-%)	($\bar{x}$)	45,97	46,61	n.s.
	(s)	2,09	1,89	
Polyensäuren (Mol-%)	($\bar{x}$)	12,91	11,65	n.s.
	(s)	3,49	2,75	
α-Tocopherol/g Polyensäuren (mg)	($\bar{x}$)	1,81	2,33	***
	(s)	0,30	0,38	
α-Tocopherol/g ungesättigte FS (mg)	($\bar{x}$)	0,40	0,47	n.s.
	(s)	0,14	0,14	

[1] *: $p \leq 0,05$; **: $p \leq 0,01$; ***: $p \leq 0,001$; n.s.: nicht signifikant

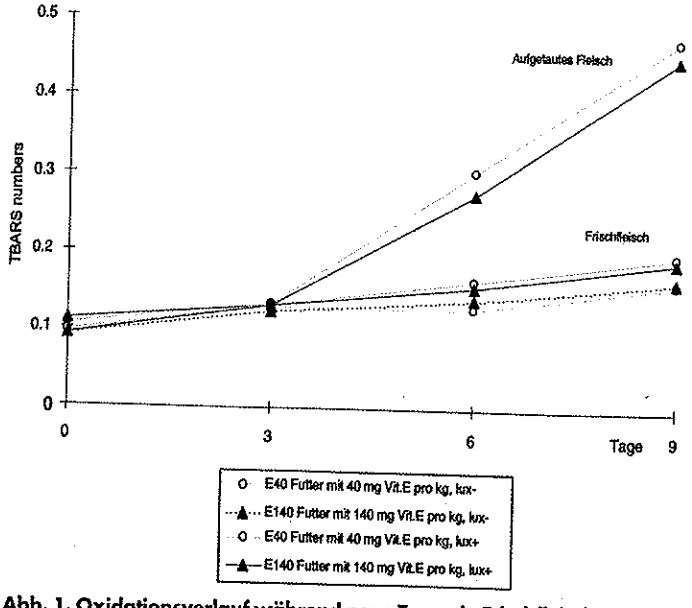


Abb. 1. Oxidationsverlauf während neun Tagen in Frischfleisch mit oder ohne Behandlung mit fluoreszierendem Licht und nach einer Gefrierperiode (ausgedrückt in TBARS numbers).

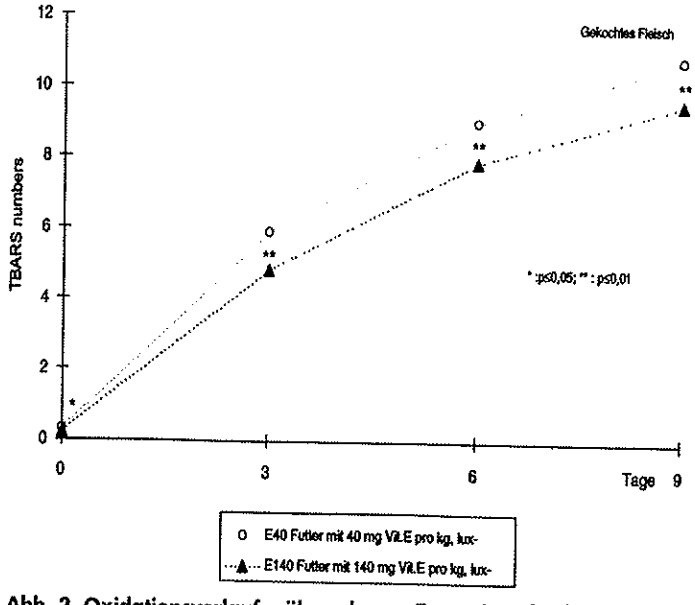
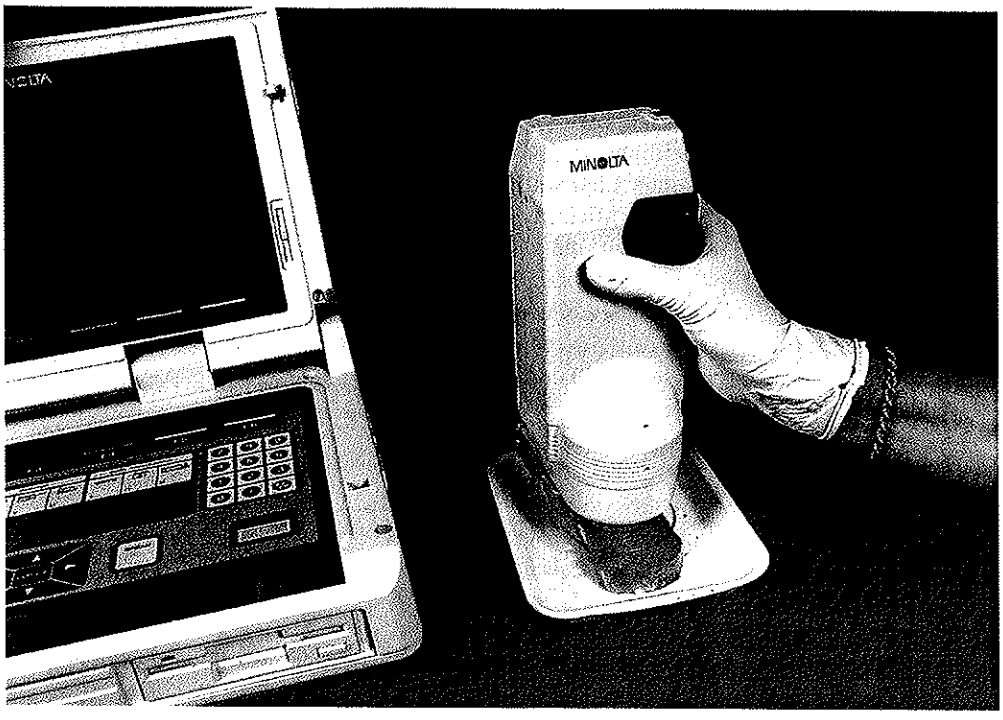


Abb. 2. Oxidationsverlauf während neun Tagen in gekochtem Fleisch mit oder ohne Behandlung mit fluoreszierendem Licht (ausgedrückt in TBARS numbers).

Versuchsanordnung

Tiere: 30 Kastraten und Weibchen der Rasse Edelschwein, die zwei Verfahren in 15 gleichgeschlechtlichen Wurfgeschwisterblöcken zugeteilt wurden.
Verfahren: E40: 40 mg Vitamin E pro kg Futter
E140: 140 mg Vitamin E pro kg Futter
Fütterung, Haltung, Schlachtung: Im Bereich 100 bis 107 kg Lebendgewicht wurden die Tiere eines gleichen Blockes am selben Tag geschlachtet. Die detaillierten Versuchsbedingungen sind in der Arbeit von Stoll (1998) aufgeführt.
Probennahme:
▩ Muskelgewebe: Muskel *longissimus thoracis + longissimus lumborum* (LTL) zwischen der 7. Rippe und linkem Karreeende (> 40 cm).
Konservierung:
- frisch: in Polystyrolschale mit integriertem Löschpapier und mit dehnbarer Folie abgedeckt, Lagerung bei 4 °C in Kühlzellen mit oder ohne fluoreszierendem Licht.
- gefroren: für 4 Monate vakuumiert tiefgefroren.
▩ Fettgewebe: Aussenschicht des Rükkenspeckes 25 cm von der 10. Rippe an.
Messungen und Analysen: Die Messungen und Standardanalysen, die nicht im Detail beschrieben sind, können beim Autor bezogen werden.
Sensorische Bewertung: Das in diesem Versuch angewendete Vorgehen basiert auf der Methode, die Seemann (1981 und 1984) beschrieben hat. Es handelt sich um den sogenannten doppelten Dreieckstest (Unterscheidung von zwei verschiedenen Proben) gefolgt von einem Präferenztest (Bevorzugung). Die Fleischstücke von 1,5 cm wurden während drei Minuten auf einer elektronisch gesteuerten (Sonde mit Temperaturregler) Heizplatte geschmort.
Statistische Auswertung: Einweg-Varianzanalyse mit vollständiger Blockanordnung; bei nicht normalverteilten Daten wurde der Vorzeichen-Rang-Test nach Wilcoxon angewendet.

sich bis zum 9. Tag noch etwas vergrössert.
Die **Farbmessungen** (ΔL*, Δa*, Δb*, ΔE*) im Fleisch sind nicht in absoluten Zahlen, sondern als Abweichung zwischen zwei Messperioden angegeben (Abb. 3). 100 mg zusätzliches Vitamin E bewirken während der Konservierung keine bedeutende Veränderung der Farbhelligkeit (L*), der Rot- (a*) und Gelbfär-



Farbmessung direkt am Fleisch mit einem tragbaren Spektralkolorimeter. Die Resultate werden als Spektralkurve und als berechnete Werte L*, a*, b* angezeigt. Sie entsprechen der optischen Wahrnehmung des Menschen. (Foto: M. Duperrex)

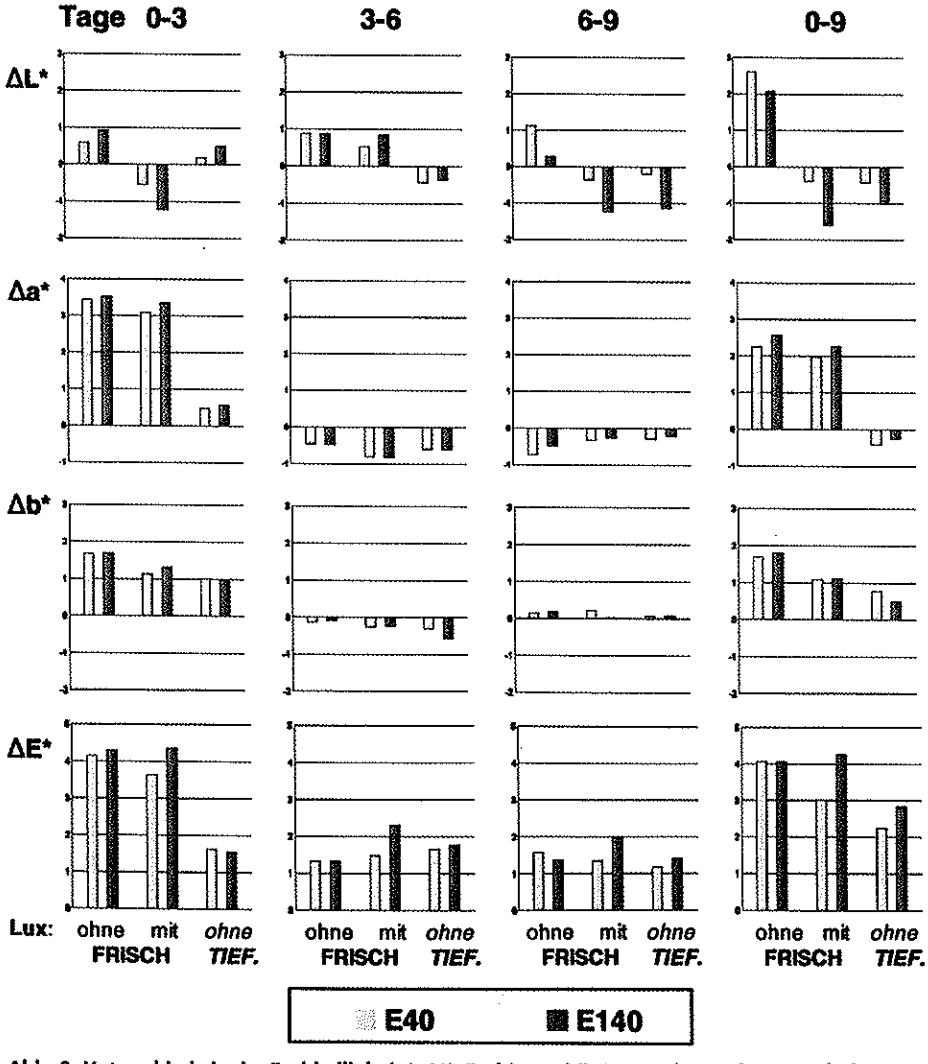


Abb. 3. Unterschiede in der Farbhelligkeit (Δ L*), Farbintensität (Δ a*, Δ b*) und Gesamtfarbunterschied (Δ E*) in frischem LTL-Muskel mit oder ohne Lichtbehandlung und in aufgetautem Fleisch (= TIEF) mit Licht zu verschiedenen Zeitpunkten zwischen Tag 0 und 9.

bung (b*) und des Gesamtfarbunterschiedes (ΔE*). Im Frischfleisch finden die grössten Veränderungen während der drei ersten Tage statt, am ausgeprägtesten bei der Rotfärbung. Der zeitliche Verlauf der Farbhelligkeit ändert unter Lichteinfluss. Nach neun Tagen wird Frischfleisch ohne Lichtbehandlung heller, röter und gelber verglichen mit Tag 0. Unter Lichteinfluss wird das Fleisch leicht dunkler, aber auch röter und gelber als am Tag 0. Nach dem Auftauen wird das Fleisch leicht dunkler, weniger rot und gelber, aber die Unterschiede sind insgesamt kleiner als im Frischfleisch.

Mit Videoaufzeichnungen von jedem Fleischstück und jeder Zeitperiode wurde versucht, allenfalls **verblasste Fleischflächen** infolge der Oxidation zu erfassen. Jede Aufnahme wurde mit einem Bildverarbeitungsprogramm ausgewertet. Die Auswertung deckte für beide Gruppen keinerlei verblasste Fleischzonen im Verlauf der Konservierung auf.

Die Angaben über den **pH-Wert** und die Gewichtsverluste sind in Tabelle 3 zusammengefasst. Das **Wasserbindungsvermögen** wurde auf zwei Arten erfasst, einerseits als Gewichtsverluste während verschiedenen Phasen der Konservierung in frischem, gefrorenem und gekochtem Zustand, das heisst nach thermischen und mechanischen (Vakuum) Einwirkungen, und anderseits als Saftverluste nach der Drip-loss-Methode (Barton-Gade *et al.* 1994). Die pH-Werte 40 Minuten und 24 Stunden nach der Schlachtung liegen im Normalbereich und unterscheiden sich nicht zwischen den Verfahren. Die zusätzliche Vitamin-E-Zulage veränderte die bei unterschiedlichen Stadien gemessenen Gewichtsverluste nicht. Der Verlauf der Saftverluste von Tag 0 bis Tag 9 ist in Abbildung 4 dargestellt.

Tab. 3. pH-Werte 40 Minuten und 24 Stunden nach der Schlachtung, Reifungs- und Kochverluste von Frischfleisch sowie Gefrierverluste. Mittelwerte ($\bar{x}$) ± *Standardabweichungen (s)*

Parameter		E40	E140	Statistik[1]
pH1 (40 Minuten)	($\bar{x}$)	6,22	6,08[2]	n.s.
	(s)	0,17	0,18	
pH2 (24 Stunden)	($\bar{x}$)	5,53	5,53	n.s.
	(s)	0,07	0,07	
Gewichtsverluste (Frischfleisch)				
- Reifungsverluste (6 Tage, %)	($\bar{x}$)	8,55	9,91	n.s.
	(s)	2,63	2,52	
- Kochverluste (%)	($\bar{x}$)	18,75	18,16	n.s.
	(s)	2,49	2,35	
Gewichtsverluste (gefrorenes Fleisch)				
- Auftauverluste (%)	($\bar{x}$)	13,39	14,03	n.s.
	(s)	2,44	1,94	
- Kochverluste (%)	($\bar{x}$)	19,44	20,13	n.s.
	(s)	1,36	1,87	

[1] *: $p \leq 0{,}05$; **: $p \leq 0{,}01$; ***: $p \leq 0{,}001$; n.s.: nicht signifikant
[2] Ein Tier mit pH-Wert von 5,77

Die **sensorische Bewertung** umfasste zwei Phasen. Zuerst wurde ein doppelter Dreieckstest durchgeführt, bei dem die Einzelprobe des ersten Durchganges im zweiten verdoppelt wird. Die Prüfpersonen kennen diesen Vorgang nicht. Bei der Degustation soll die Einzelprobe identifiziert werden und anschliessend, die Doppelprobe eingeschlossen, mit einer Note zwischen 1 und 9 bewertet werden (bewertende Prüfung). Die Beurteilung beinhaltet den Gesamteindruck der sensorischen Wahrnehmung. Die Identfizierung wird als korrekt eingestuft, wenn die Einzelprobe in beiden Tests erkannt wurde. Die Bevorzugung wird nur unter dieser Bedingung für gültig erklärt. Tabelle 4 enthält die Degustationsergebnisse nach den Geschwisterblöcken gegliedert. Die Degustationsjury erkannte in 4 von 15 Wiederholungen (Blöcken) die Proben auf signifikante Art. Eine Präferenz ist in drei Fällen nachgewiesen, wobei Fleisch der Gruppe E40 zweimal höher benotet wurde. Im aufgetauten Fleisch wurden die Fleischproben nur in 2 von 15 Wiederholungen signifikant identifiziert.

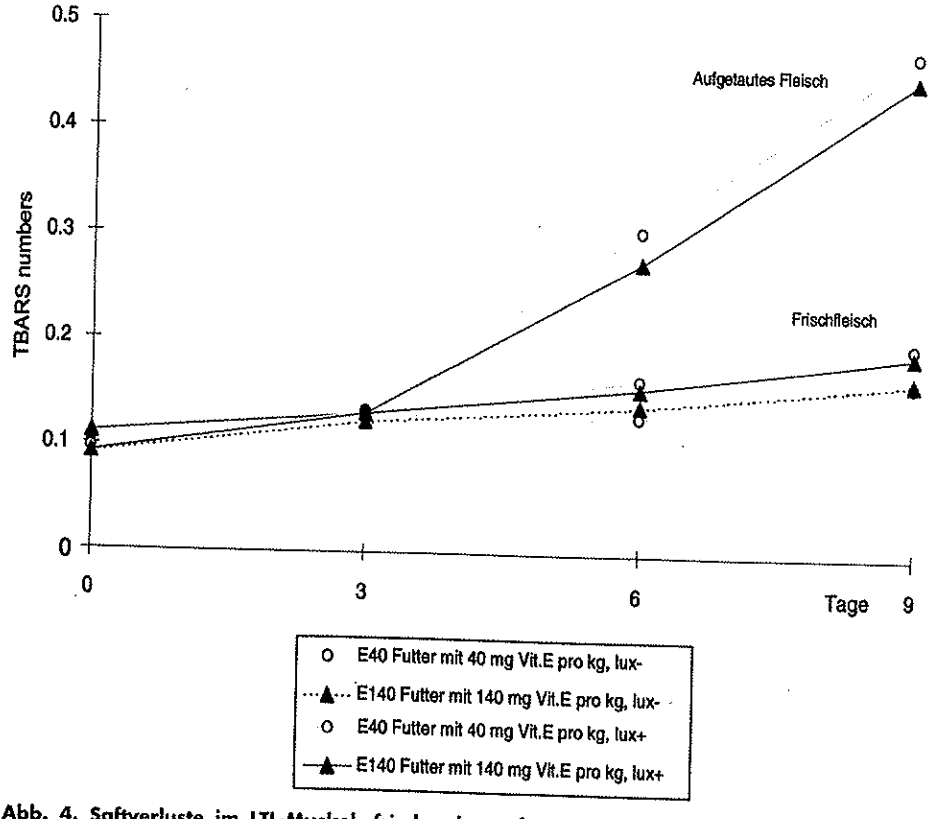


Abb. 4. Saftverluste im LTL-Muskel, frisch oder aufgetaut mit oder ohne Behandlung mit fluoreszierendem Licht zwischen Tag 0 und 9.

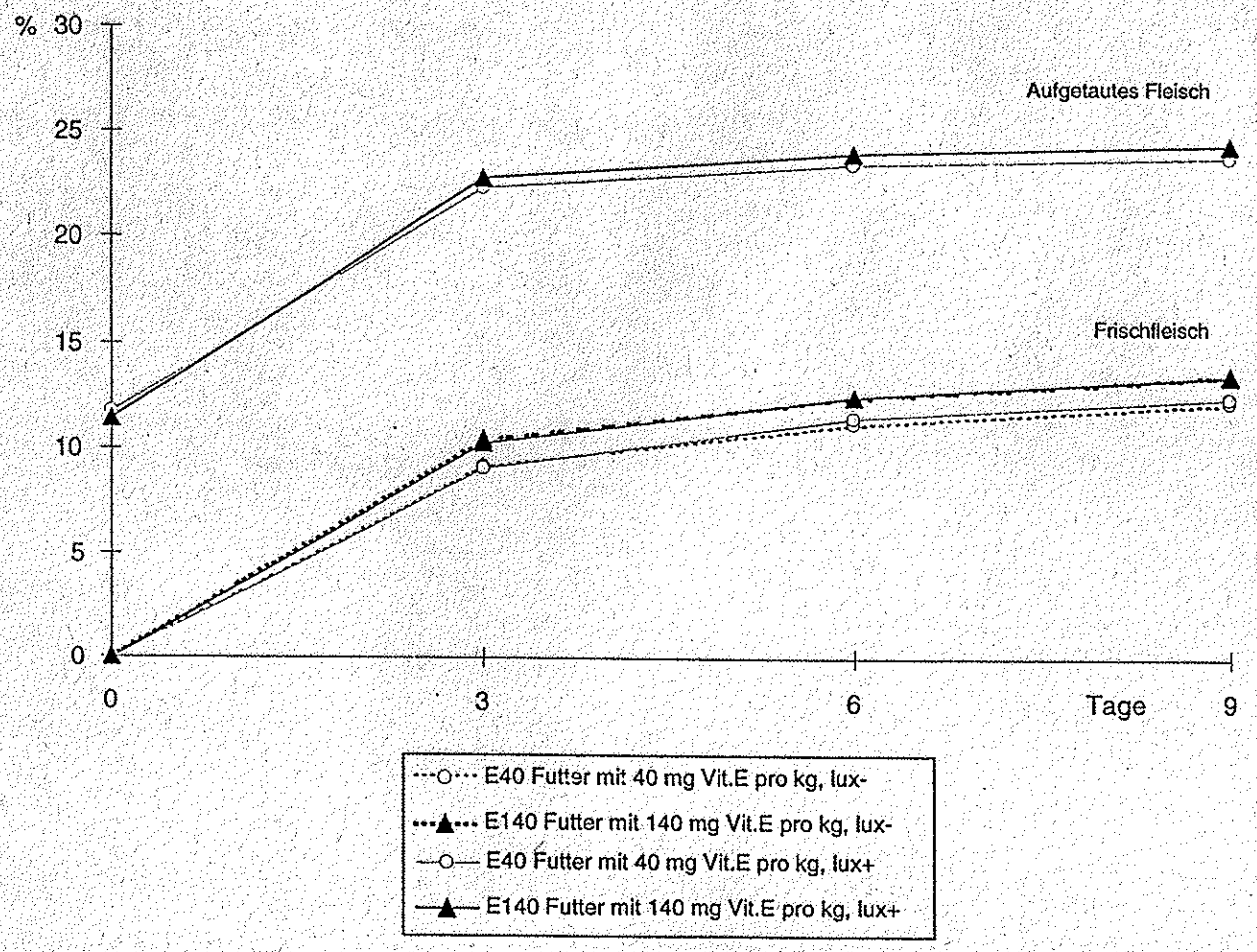
... und Fettgewebe

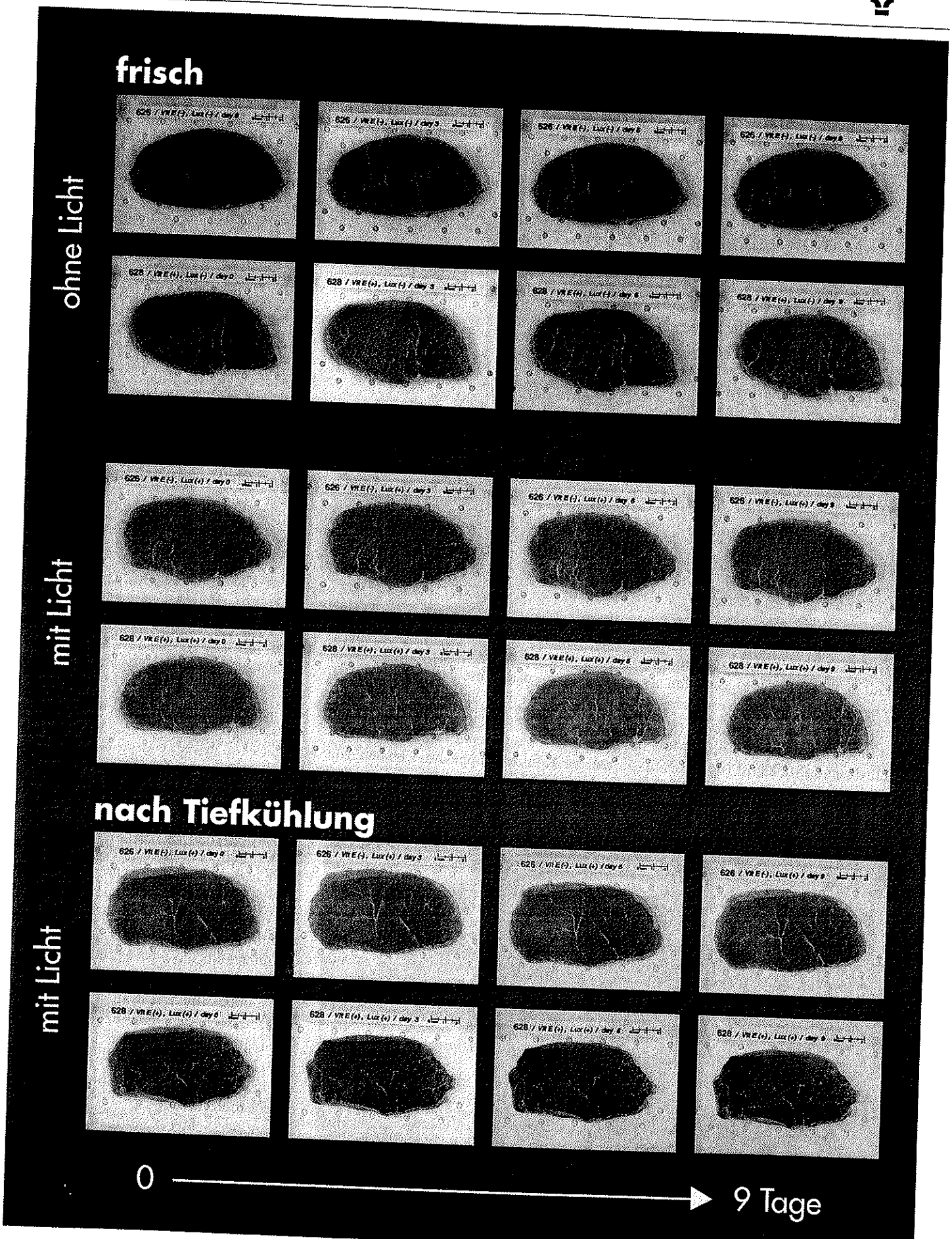
Die chemische Zusammensetzung und die physikalischen Eigenschaften des Rükkenspeckes sind Tabelle 5 zu entnehmen. Die zusätzliche Vitamin-E-Zulage wirkt sich im Rückenspeck einzig in einem erhöhten α-Tocopherol-Gehalt von +51 % aus, während die übrigen chemischen Parameter unverändert sind. Der höhere α-Tocopherol-Gehalt hat aber die Oxidationsstabilität nicht entscheidend verbessern können, wie das die Ranzimatwerte (Induktionszeit) belegen, die sich nicht wesentlich unterschieden.

KORRIGENDA

Agrarforschung 5(9), 417-424, Artikel: „Schweinefleisch: Einfluss einer zusätzlichen Vitamin-E-Zulage", Pierre-Alain Dufey, Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere, 1725 Posieux

Bei der auf Seite 420 eingefügten Grafik handelt es sich um eine falsche Abbildung. Die richtige Abbildung 4 ist untenstehend abgebildet.





Farbveränderungen beim Fleisch von zwei Brüdern: Nr. 626 aus Behandlung E40 (= Vit. E-) und Nr. 626 aus Behandlung E140 (= Vit. E+). Im frischen Zustand wurde das Fleisch nicht oder während neun Tagen fluoreszierendem Licht ausgesetzt. Nach zirka vier Monaten Tiefkühlung wurden andere Proben aufgetaut und derselben Prozedur unterzogen. (Foto: M. Duperrex)

Vergleich mit ausländischen Ergebnissen

Eine α-Tocopherol-Zulage von 100 mg pro kg Futter, das bereits 40 mg enthält, hat in Bezug auf die Fleischqualität keinen zusätzlich nützlichen Beitrag geleistet. Faktoren, die im Oxidationsprozess eine wichtige Rolle spielen, wie unterschiedliche Selen- und Eisengehalte, davon vorab das Nicht-Hämeisen, Fettsäuremuster und insbesondere die Polyensäuren, haben den Fütterungsvergleich mit 40 beziehungsweise 140 mg Vitamin E nicht verzerrt. Die Hauptfaktoren, welche die Farbstabilität und Fettoxidation beeinflussen, wurden für eine bessere Interpretation der Versuchsergebnisse miterfasst. Die Farb- und Oxidationsstabilität der Membranlipide sind komplexer Natur und unterliegen zahlreichen Einflussfaktoren. So verstärken zum Beispiel die Hämpigmente die Oxidation der Membranlipide wie Kanner und Harel (1985) und Rhee *et al.* (1987) gezeigt haben. Aber das umgekehrte trifft auch zu: die Fettoxidation fördert die Oxidation der Pigmente (Faustmann und Cassens 1990).

Das Muskelfleisch der mit Vitamin E höher versorgten Tiere enthält, wenn auch nicht signifikant, etwas mehr intramuskuläres Fett (+0,27 Einheiten). Bezogen auf die Menge an Polyensäuren verschwindet der Unterschied nahezu (0,01 g). Von der Zusammensetzung her weicht die Menge an Nicht-Protein-Stickstoff (im wesentlichen freie Aminosäuren) in der Gruppe mit hoher Vitamin-E-Versorgung um +5,7 % von den Kontrolltieren ab. Es ist unwahrscheinlich, dass diese Abweichung den Mess- und Analysen-Ablauf beeinflusst hat. Der pH-Wert 40 Minuten nach der Schlachtung ist bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 9 % in der Gruppe E140 um 0,14 Einheiten tiefer als bei den Kontrolltieren. Die Berechnungen wurden ohne die Blöcke mit pH-Werten von 5,77 und 5,80 (Tiere aus Gruppe E 140) wiederholt. Die Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass diese Tiere den Verfahrensvergleich nicht verfälscht haben. Der gemessene Selengehalt im Muskelfleisch ist als tief einzustufen. Er stimmt mit Werten der Kontrollgruppe im Versuch von Sobajic *et al.* (1994) überein, die die Wirkung einer Selenzulage auf die Oxidationsstabilität von Schweinefleisch unt suchten. Ein hoher Selengehalt hätte antioxidierende Wirkung der Vitamin-Zulage verwischen können, was für d vorliegenden Versuch nicht zutrifft.

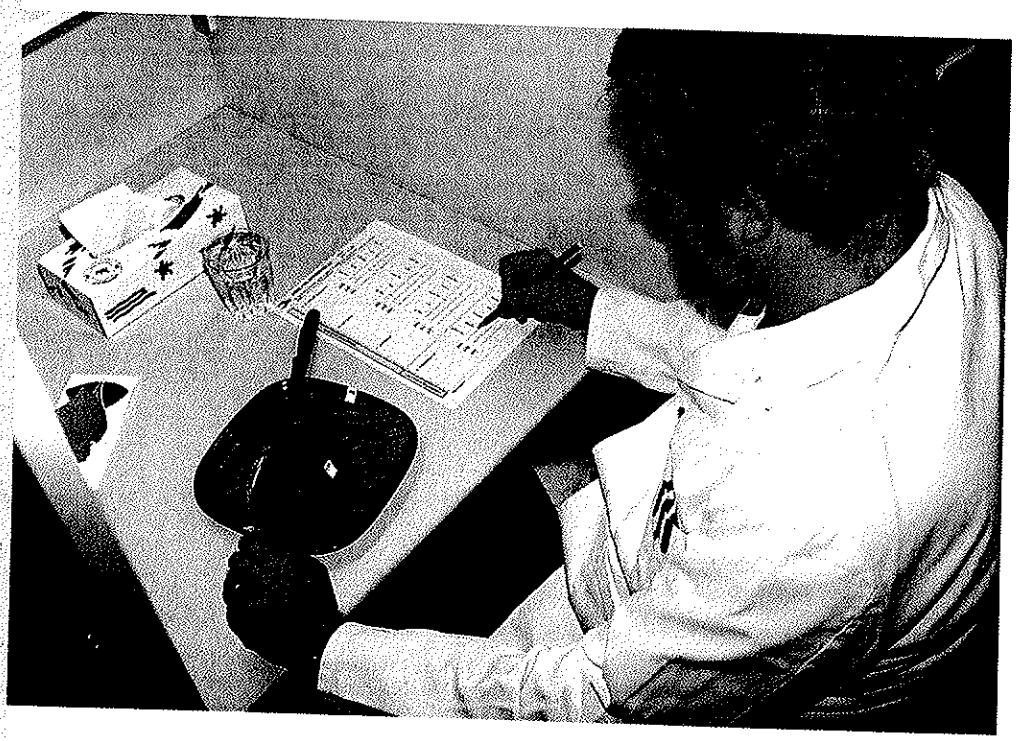
Die α-Tocopherol-Gehalte von 0,37 u 0,51 mg pro 100 g Muskel bei eine Futtergehalt von 40 beziehungsweise 1 mg bestätigen Literaturangaben: 0,32 u 0,80 mg bei 50/10 und 200 mg Zula (Monahan *et al.* 1992), 0,32 und 0,70 n bei 30 und 200 mg Zulage (Monahan *et a* 1990b). Pfalzgraf *et al.* (1995a) haben n 0,25 und 0,41 mg bei 40 und 200 n Zulage etwas tiefere Werte bestimmt un Asgar *et al.* (1991) wiesen nur 0,05, 0,2 und 0,47 bei 10, 100 und 200 mg Zulag nach. Es kann demzufolge ausgeschlosse werden, dass fehlende Verfahrenseffekt auf Versuchsfehler oder eine mangelnd Absorption der zugelegten 100 mg Vi amin E zurückzuführen wären. Um Que vergleiche anstellen zu können, würde de α-Tocopherol-Gehalt bezogen auf ei Gramm Polyensäuren oder auf die unge sättigten Fettsäuren wesentlich mehr aus sagen als der α-Tocopherol-Gehalt allein Es ist unbestritten, dass die Futterzusam mensetzung, die Energiekonzentratior (Pfalzgraf *et al.* 1995b) und die Rasse eine entscheidende Rolle spielen. Leider fehlen in den meisten Publikationen die entsprechenden Angaben.

Die in der Schweiz gültigen Fütterungsempfehlungen für Vitamin E erweisen sich als korrekt. Im Gegensatz zu ausländischen Angaben stützen sich die Berech-

Tab. 4. Doppelter Dreieckstest (Unterscheidungstest) **und Bevorzugung von Fri fleisch und nach 4-monatiger Gefrierperiode**

	Frischfleisch				Aufgetautes Fleisch			
Block	Dreieckstest	Bevorzugung	Benotung (1-9) E40	E140	Dreieckstest	Bevorzugung	Benotung E40	E
1	n.s.				n.s.			
2	n.s.				n.s.			
3	n.s.				n.s.			
4	n.s.				n.s.			
5	*	*	5,75	4,25	n.s.			
6	n.s.				n.s.			
7	n.s.				**	*	5,75	7,
8	n.s.				n.s.			
9	*	*	4,50	6,25	n.s.			
10	n.s.				n.s.			
11	n.s.				n.s.			
12	*	n.s.	–	–	n.s.			
13	n.s.				*	n.s.	–	–
14	*	*	6,00	4,83	n.s.			
15	n.s.				n.s.			

*: $p \leq 0{,}05$; **: $p \leq 0{,}01$; n.s.: nicht signifikant



Umgebung für die Durchführung von sensorischen Analysen an der RAP. (Foto: M. Duperrex)

Messung der Tropfsaftverluste (= drip loss). Das Fleisch wird in ein Netz gelegt und in einem verschweissten Plastikbeutel aufgehängt. Es darf mit dem Saft nicht in Berührung kommen. Das Fleisch wird nach drei, sechs und neun Tagen wieder gewogen. (Foto: M. Duperrex)

nungen nicht auf die Futtermenge sondern auf die Futterqualität und insbesondere auf die Polyensäuren. Wegen Preisabzügen in den Schlachthöfen für ungenügende Fettqualität wird in der Schweiz auf die Polyensäuren im Futter speziell geachtet. Die Fettzahl und der Doppelbindungsindex, mit denen die Fettqualität erfasst wird, sollten einen Wert von 62 beziehungsweise 80 nicht übersteigen. In unserem Versuch entsprechen alle Schweine diesen Vorgaben. Aus diesen Gründen hat der Schutzeffekt oder die antioxidierende Wirkung von Vitamin E in der Schweiz ein anderes Gewicht als im Ausland. Trotzdem gibt es Hinweise, dass in der Praxis über den Empfehlungen liegende Mengen verfüttert werden. Leonhardt und Wenk (1997) fanden im Durchschnitt 1,1 ±0,4 mg Vitamin E im Muskelfleisch von 25 in verschiedenen Metzgereien gekauften Fleischstücken.

Die Ergebnisse der sensorischen Bewertung stimmen mit den Oxidationsmessungen insofern überein, als gemäss Tarlagdis *et al.* (1960) ein Unterschied von 0,5 bis 1,0 TBARS numbers nötig ist, damit eine Degustationsjury Geschmacksunterschiede wahrnehmen kann. Die zwei durchgeführten Vergleiche, das heisst frisch sechs Tage mit Licht oder sechs Tage nach Auftauen, ergaben nur winzige Unterschiede von 0,008 bis 0,030 TBARS numbers. Andere Faktoren als der Geschmack sind verantwortlich für die teilweise korrekte Identifizierung (Unterscheidung) der Fleischproben.

Tab. 5. Chemische Zusammensetzung und Eigenschaften der Rückenspeckaussenschicht. Mittelwerte ($\bar{x}$) ± *Standardabweichungen (s)*

Parameter		E40	E140	Statistik[1]
Trockensubstanz (%)	($\bar{x}$)	89,05	89,18	n.s.
	(s)	*1,65*	*1,20*	
Fett (%)	($\bar{x}$)	82,08	83,22	n.s.
	(s)	*2,85*	*1,93*	
Gesättigte Fettsäuren (Mol-%)	($\bar{x}$)	43,34	43,51	n.s.
	(s)	*2,56*	*1,26*	
Monoensäuren (Mol-%)	($\bar{x}$)	42,27	42,53	n.s.
	(s)	*1,94*	*1,26*	
Polyensäuren (Mol-%)	($\bar{x}$)	14,39	13,97	n.s.
	(s)	*1,30*	*0,81*	
DBI, Doppelbindungsindex	($\bar{x}$)	73,5	72,9	n.s.
	(s)	*3,7*	*1,8*	
Fettzahl (berechnet)	($\bar{x}$)	57,5	57,0	n.s.
	(s)	*2,7*	*1,2*	
Fettzahl (Micarna)	($\bar{x}$)	57,0	56,3	n.s.
	(s)	*2,9*	*1,4*	
Induktionszeit, Ranzimat[2] (h)	($\bar{x}$)	2,77	3,05	n.s.
	(s)	*0,38*	*0,79*	
α-Tocopherol[3] (mg/100g)	($\bar{x}$)	1,82	2,75	***
	(s)	*0,18*	*0,40*	

[1] *: $p \leq 0{,}05$; **: $p \leq 0{,}01$; ***: $p \leq 0{,}001$; n.s.: nicht signifikant
[2] Ranzimat: misst die Zeit, die nötig ist, um eine bestimmte elektrische Leitfähigkeit zu erreichen. Durchgeführt vom Fleischlabor des Migros-Genossenschaftsbundes in Courtepin.
[3] Analysiert von Hoffmann-la Roche, Basel

Folgerungen

- Dieser Versuch bestätigt die Korrektheit der Fütterungsempfehlungen der RAP für Vitamin E. Sie gewährleisten eine gute Fleisch- und Fettqualität.
- Es ist besser, die Futterqualität ursächlich in den Griff zu bekommen, als die negativen Auswirkungen zu hoher Polyensäuregehalte über zusätzliches Vitamin E korrigieren zu wollen.
- Ausländische Versuchsergebnisse lassen sich nicht ohne weiteres auf unsere Verhältnisse übertragen.

DANK

Wir danken den Firmen Hoffmann-La Roche und MICARNA SA für die wertvolle Mitarbeit. Zusätzlich bedanken wir uns bei der Firma Hoffmann-La Roche für die finanzielle Unterstützung des Projektes.

LITERATUR

Astrup H. N., 1973. Vitamin E and the quality of pork. *Acta Agric. Scand. Suppl.* **19**, 152-157.

Asghar A., Gray J.I., Booren A.M., Gomaa E.A., Abouzied M.M., Miller E.R., Buckley D.J., 1991. Effets of supranutritional dietary vitamin E levels on subcellular deposition of α-tocopherol in the muscle and on pork quality. *J. Sci. Food Agric.* **57**, 31-41.

Barton-Gade P.A., Demeyer D., Honikel K.O., Joseph R.L., Poulanne E., Severini, M. Smulders F.J.M. and Tornberg E., 1994. Final version of reference methods for water holding capacity in meat and meat products. Procedures recommended by an OECD working group. *In*: Proceedings 40th International Congress of Meat Science and Technology, The Hague. S-V.05.

Bolthauser M., Jost M., Kessler J. und Stoll P., 1993. Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Schweine. Zollikofen, LMZ, 130 p.

Buckley J. and Connolly J.F., 1980. Influence of Alpha-Tocopherol (Vitamin E) on Storage Stability of Raw Pork and Bacon. *J. of Food Protection* **43**, 265-267.

Crackel Rhonda L., Gray J. I., Pearson A.M., Booren A.M. and Buckley D.J., 1988. Some further observations on the TBA Test as an index of lipid oxydation in meats. *Food Chemistry* **28**, 187-196.

Faustman C. and Cassens R.G., 1990. The biochemical basis for discoloration in fresh meat: a review. *J. of Muscle Foods* **1**, 217-243.

Kanner J. and Harel S., 1985. Initiation of membranal lipid peroxidation by actived metmyoglobin and methemoglobin. *Arch. Biochem. Biophys.* **237**, 314-321.

Leonhardt M. and Wenk C., 1997. Variability of selected vitamins and trace elements of different meat cuts. *J. of Food Composition and Analysis* **10**, 218-224.

Monahan F.J., Buckley D.J., Morrissey P.B., Lynch P.B. and Gray J.I., 1990a. Effect of dietary a-Tocopherol supplementation on α-Tocopherol levels in porcine tissues and on susceptibility to lipid peroxydation. *Food Sciences and Nutrition* **42F**, 203-212.

Monahan F.J., Buckley D.J., Gray J.I., Morrissey P.A., Asghar A., Hanrahan T.J. and Lynch P.B., 1990b. Effet of Dietary Vitamin E on the Stability of Raw and Cooked Pork. *Meat Science* **27**, 99-108.

Monahan F.J., Buckley D.J., Morrissey P.B., Lynch P.B. and Gray J.I., 1992. Influence of Dietary Fat and α-Tocopherol Supplementation on Lipid Oxidation in Pork. *Meat Science* **31**, 229-241.

Pfalzgraf A., Frigg M. and Steinhart H., 1995a. a-Tocopherol Contents and Lipid Oxidation in Pork Muscle and Adipose Tissue during Storage. *J. Agric. Food Chem.* **43**, 1339-1342.

Pfalzgraf A., Steinhart H., Kuhn M. and Burgstaller G., 1995b. Influence of energy restricted diets on a-Tocopherol and aldehyde contents in the muscle tissue of pork. *Fat Sci. Technol.* **97** (4), 159-163.

Rhee K.S., Ziprin Y.A. and Ordonez F. 1987. Catalysis of lipid oxidation in raw and cooked beef by metmyoglobin-H_2O_2, nonheme iron, and enzyme systems. *J. Agric. Food Chem.* **35**, 1013-1017.

Seemann G., 1981. Vorschlag eines verbesserten Verfahrens zur Ermittlung sensorischer Unterschiede. *Arch. Geflügelkd.* **45**, 248-251.

Seemann G., 1984. Contribution to the sensory evaluation of food. *Z. Lebensm. Technol. Verfahrenstech.* **6**, 498-503.

Sobajic S., Miric M., Lalic Z. and Radosevic P., 1994. Effect of dietary selenium supplementation on the lipid composition and stability of pork meat. *In :* Proceedings of the 40 th. International Congress of Meat Science and Technology, The Hague.

Stoll P., 1998. Schweinemast mit erhöhtem Vitamin-E-Gehalt in der Ration. *Agrarforschung* **5** (9), 413-416.

Tarladgis B.G., Watts Betty M. and Younathan Margaret T., 1960. A distillation method for the quantiative determination of malonaldehyde in rancid foods. *J. Am. Oil Chemists' Soc.* **37**, 44-48.

RÉSUMÉ

Engraissement des porcs avec un apport supplémentaire de vitamine E dans la ration

Partie 2. Effets sur les propriétés sensorielles et physico-chimiques de la viande

La vitamine E agit comme facteur antioxydant. Plusieurs essais à l'étranger démontrent des effets positifs sur la stabilité de la couleur et la résistance à l'oxydation, améliorant ainsi la qualité de la viande. Un essai a été réalisé selon les recommandations pratiquées en Suisse avec deux groupes de porcs. 40 mg de vitamine E par kilo d'aliment ont été distribués aux porcs du groupe de contrôle, tandis que le groupe expérimental a reçu un apport supplémentaire de 100 mg. La stabilité de la couleur, la résistance à l'oxydation, le pouvoir de rétention d'eau ont été mesurés après 0, 3, 6 et 9 jours sur la viande fraîche, après congélation, exposée ou non à une lumière fluorescente. Des tests sensoriels de reconnaissance ont été effectués après 6 jours. Avec 40 mg de vitamine E par kilo d'aliment, la stabilité de la couleur ainsi que la résistance à l'oxydation de la viande de porc ont atteint un très bon niveau. Un apport supplémentaire de 100 mg n'a eu aucun effet positif. Le pouvoir de rétention d'eau n'a pas été amélioré. Aucune différence de goût n'est apparue.

SUMMARY

Additional vitamin E in the ration for fattening pigs

Part 2. Effect on sensory and physico-chemical properties of meat

Vitamin E is an antioxidant. Various papers report on positive effects of vitamin E supplementations on meat color and oxidation stability thus improving meat quality.
In a feeding trial with fattening pigs, the control diet contained, according to Swiss feeding recommendations, 40 mg of vitamin E per kg of feed. The experimental diet was supplemented with additional 100 mg of vitamin E. Color and oxidation stability and the water holding capacity were measured 0, 3, 6 and 9 days after slaughter in fresh and defrosted meat each exposed or not to a fluorescent light. Sensory recognition tests took place 6 days after slaughter. With a vitamin E level of 40 mg (control diet), a very good color and oxidation stability were realized. An additional supplementation of 100 mg of vitamin E did not reveal any positive effects. The water holding capacity was not improved either and no differences in meat flavor were detected.

KEY WORDS : pork, vitamin E, meat color, oxidation stability, water holding capacity, flavor

RIASSUNTO

Ingrasso dei maiali con un apporto supplementare di vitamina E nella razione

II. Effetti sulle proprietà sensoriali e fisico-chimiche della carne

La vitamina E agisce come fattore antiossidante. Parecchi esami all'estero provano gli effetti positivi sulla stabilità del colore e la resistenza all'ossidazione, migliorando così la qualità della carne. Una prova è stata effettuata, conformemente alle raccomandazioni praticate in Svizzera, con due gruppi di maiali. Ai suini del gruppo di controllo sono stati distribuiti 40 mg di vitamina E per chilo di alimento;
al gruppo sperimentale è stato somministrato un apporto supplementare di 100 mg. La stabilità del colore, la resistenza all'ossidazione, la capacità di ritenzione di acqua sono stati misurati a 0, 3, 6 e 9 giorni sulla carne fresca decongelata, esposta o no a una luce fluorescente.
Le prove sensoriali di riconoscimento sono state effettuate dopo sei giorni. Con 40 mg di vitamina E per chilo di alimento, la stabilità del colore e la resistenza all'ossidazione della carne suina hanno raggiunto un livello molto buono. L'apporto supplementare di 100 mg non ha dato alcun effetto positivo. La capacità di retenzione di acqua non è stata migliorata. Nel gusto non appaiono differenze.