

Die Verwendung von Zusatzstoffen bei Krebstieren unter besonderer Berücksichtigung von Phosphaten

Eine Literaturübersicht

Reinhard Schubring, Institut für Biochemie und Technologie

Vortrag vor der Arbeitsgruppe „Fisch und Fischerzeugnisse“ der Lebensmittelchemischen Gesellschaft - Fachgruppe in der GDCh am 12. November 1996 in Oberschleißheim

Use of additives, especially phosphates, in shellfish processing. A literature review.

Die Krebstiere erfreuen sich sowohl national als auch international wachsender Beliebtheit bei den Verbrauchern. Mit der Intensivierung von Aufzucht- und Fangmethoden sowie mit der Anpassung der Verarbeitungstechnologien an die Erfordernisse des Exports und der dafür notwendigen Sicherung einer gleichmäßigen, möglichst hohen Qualität der Krebstiererzeugnisse gelangen in verstärktem Umfang Zusatzstoffe zum Einsatz, denen die Überwachungsorgane, Verbraucher und ihre Schutzorganisationen immer häufiger kritisch begegnen (Hermes 1995). Im folgenden soll versucht werden, in einem kurzen Überblick den gegenwärtigen Sachstand darzustellen.

1994 wurden insgesamt ca. 6 Mio. t Krebse gefangen, wobei der Anteil der Meeresfischerei dominant ist. Gegenüber 1990 erhöhte sich der Gesamtfang um 22,5 % (Kühnhold 1996). Eine Übersicht über die dominierenden Krebsarten gibt Tabelle 1.

Die rechtliche Basis für eine qualitätsgerechte Produktion und den weltweiten Handel mit Krebstierer-

zeugnissen bilden die entsprechenden Standards sowie Codes of Practice der Codex Alimentarius Kommission (Tab. 2).

Aus diesen ergeben sich verbindliche Hinweise für die in Fertigerzeugnissen erlaubten Zusatzstoffe (Tab. 3) und den Einsatz von Tierarzneimitteln bei der Aquakultur.

Tab.1: Fangmengen/Erträge der zehn wichtigsten Krebsarten 1994

Art	Fang/Ertrag (1000 t)
Riesentigergarnele	496
Akiamigarnele	345
Gazamikrabbe	317
Tiefseegarnele	274
“Cocktail-Garnele”	168
Pazifischer Taschenkrebs	109
Weißer Garnele	99
Banana Prawn	97
Krill	82
Snow crab	79

Der Einsatz von Phosphaten, im Standard ihrer Wirkungsweise nach als pH-Regulatoren eingestuft, scheint gebräuchliche Praxis zu sein (Dore and Frimodt 1987), obwohl dieses bei anderen Autoren, die die Verarbeitung von Krebstieren beschreiben, keine Erwähnung findet (Martin und Flick 1990).

Gegen den Einsatz von Phosphaten spricht nach Hermes (1995) die erleichterte Aufnahme von Schwermetallen durch den Darm bei gleichzeitiger Hemmung der Kalziumaufnahme durch den Darm, verbunden mit einer Mobilisierung des Kalziums aus den Knochen und der verstärkten Kalziumausscheidung über die Nieren sowie das Auslösen einer Hyperaktivität bei empfindlichen Kindern.

Tab. 2: Standards und Codes of Practice für die Herstellung von Erzeugnissen aus Shrimps and Prawns

Bezeichnung des Standards/Codes	Erläuterungen
Draft revised Standard for quick frozen shrimps and prawns (CODEX STAN. 92-1981)	Festlegung der Krebstierarten, der erlaubten Zusatzstoffe, der Probenahme und Untersuchungsmethoden, Fehlerbeschreibung
Recommended international Code of Practice for shrimps and prawns (CX/FFP 96/6-F)	Allgemeine hygienische Anforderungen, Beschreibung von Herstellungsverfahren und Produktionserfordernissen, Qualitätsforderungen und HACCP
Draft Code of Hygienic Practice for the products of aquaculture (CX/FFP 96/7)	Generelle Richtlinien für Aufnahme und Durchführung der Aquakulturproduktion, wesentliche Hygieneanforderungen bis zur Ernte des lebenden Fisches und zum Verladen für den Weitertransport zu den Märkten, Schlachtprozeß ist nicht Gegenstand des Codes
Draft revised Standard for canned crab meat (CODEX STAN. 90-1981)	Gilt nur für Krebsfleischkonserven, jedoch nicht für solche, in denen Krebsfleisch nur einen Teil des eßbaren Anteils repräsentiert.
Draft revised Standard for canned shrimps or prawns (CODEX STAN. 37-1981)	Gilt für Erzeugnisse mit einem Shrimps-Anteil >50%

Tab. 3: Zur Herstellung von tiefgefrorenen Shrimps/Prawns erlaubte Zusatzstoffe (nach CODEX STAN. 92-1981)

Zusatzstoff und -zweck	max. Gehalt im Erzeugnis
pH-Regulator Zitronensäure	GMP
Diphosphat (Na ₄ oder K ₄) Triphosphat (Na ₃) oder Na oder K Pyrophosphat Na oder K Tripolyphosphat	10 g/kg (berechnet als P ₂ O ₅), einzeln oder in Kombination, einschließlich natürlich vorkommender Phosphate
Antioxidantien L-Ascorbinsäure	GMP
Farbstoffe Ponceau 4 R CI 16255	30 mg/kg (nur in erhitzten Erzeugnissen))
Konservierungsmittel Metabisulfit (Na oder K) Sulfit	10 mg/kg im eßbaren Anteil des Rohstoffs, 30 mg/kg im gekochten Erzeugnis, berechnet als SO ₂ , einzeln oder in Kombination

Für einen Einsatz von Phosphaten bei der Fleisch-, Fisch- und Krebstierverarbeitung sprechen dagegen nach Strack (1992) aus technologischer Sicht vier wesentliche Funktionen, die Phosphate im Fleisch aufweisen:

- Dissoziation des Aktomyosin-komplexes
- Komplexbildung mit mehrwertigen Kationen
- Erhöhung der Ionenstärke
- Einstellung des pH-Wertes

Dadurch werden Proteinlöslichkeit, Wasserbindung, pH-Wert, Emulgierung, Oxidation und Farbentwicklung beeinflusst.

Der Einsatz von Phosphaten ist inzwischen auch durch die entsprechende EU-Richtlinie Nr. 95/2 EG (Anon. 1995) geregelt. Die zugelassene Höchstmenge (ausgedrückt als P_2O_5) beträgt allerdings nur 5 g/kg. Sie enthält jedoch nicht die natürlich vorkommenden Phosphate. Deren Gehalt kann in Shrimps und Prawns nach Angaben von Sidwell (1981) mit 255 mg/100g (Mittelwert aus 32 Einzelangaben) angenommen werden. Dieser P-Gehalt, er entspricht ca. 6,6 g/kg P_2O_5 , liegt damit etwas höher als die von Oehlschläger (1990, 1991) für Mager- und Fettfische mit 171 bzw. 188 mg/100g ermittelten Phosphorgehalte, die ca. 4,4 bzw. 4,9 g/kg P_2O_5 entsprechen. Zur Umrechnung der P-Gehalte in die Diphosphorpentoxid-Gehalte ist der Faktor 2,58 anzuwenden. Der in der EU-Richtlinie halbierte zulässige Zusatz an P_2O_5 berücksichtigt in etwa den natürlichen P-Gehalt der Garnelen und definiert den echten maximal möglichen Zusatz. Geht man von einem natürlichen P_2O_5 -Gehalt in der Größenordnung von 5 g/kg aus - der nach den Angaben von Sidwell berechnete liegt allerdings etwas höher - so stimmen die zulässigen Zusatzmengen in den Codex- und EU-Richtlinien überein.

In Abbildung 1 sind die Verarbeitungsstufen bei der Herstellung von tiefgefrorenen Shrimps, der am häufigsten angewendeten Methode zur Haltbarmachung (Hunter 1992; Löndahl 1992; Chandrasekaran 1994) dargestellt.

Phosphate werden kommerziell zur Verbesserung der Wasserbindung eingesetzt. Ihre Effektivität nimmt in der Reihenfolge: Natriumtripolyphosphat, Natriumpyrophosphat, Natriumhexametaphosphat und Natriumdihydrogenphosphat ab (Mathen 1968). Die Behandlung von Shrimps mit 12 % Natriumpolyphosphat und Neutralisation mit 4 % Natriumdihydrogenphosphat erwies sich nach Mathen und Pillai (1970) als effektiv in der Verhinderung von Dripverlusten in tiefgefrorenen Shrimps.

In den USA wurden zwei Verfahren (Bynagte 1971, 1972) mit dem Ziel, das Schälen effektiver zu gestalten, patentiert. Dabei werden Shrimps in eine wäßrige Lösung, die aus unterschiedlichen Phosphaten (Natrium- oder Kalziumhydrogenpyrophosphat (2-30 %) und Natriumtripolyphosphat oder Natriummetaphosphat oder Natriumhexametaphosphat oder Natriumtrimetaphosphat oder Natriumorthophosphat (2-15 %) besteht, für mindestens zwei Minuten, in denen die Lösung bewegt wird, getaucht. Anschließend werden die Shrimps mindesten zwei Minuten in Wasser bei mindestens 200 °C gekocht, dann abgekühlt und geschält.

In einem weiteren Patent beschreiben Shimp and Steinhauer (1983) ein Verfahren zur Behandlung von Shrimps

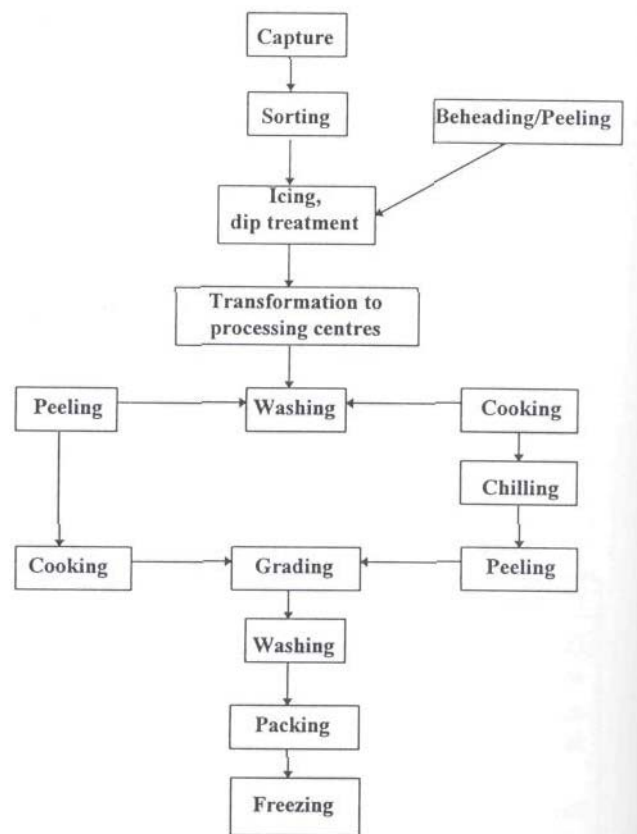


Abb. 1: Technologische Stufen der Herstellung tiefgefrorener Shrimps (Chandrasekaran 1994)

mit einer Mischung aus Natriumtripolyphosphat und Natriumhydrogenpyrophosphat in einem Verhältnis von 80:20 bis 60:40 in Wasser, um das Saffthaltevermögen zu verbessern und das natürliche Aussehen zu erhalten.

Durch den als Patent angemeldeten Zusatz von Natriumtripolyphosphat bei der Eisherstellung, das beim Schmelzen während der Lagerung mit den Shrimps in Kontakt gelangt, beansprucht Stone (1981) im Vergleich zur Verwendung von konventionell zubereitetem Eis eine erhöhte Ausbeute nach dem Kochen, eine Verbesserung des Nährwerts und der Qualität. Es wurde auch festgestellt, daß eine Phosphatbehandlung die Zartheit der Shrimps sowohl im rohen als auch im gekochten Zustand erhöht. Unter stärker sauren Bedingungen zeigte jedoch die Phosphatbehandlung nur noch eine unzureichende Pufferwirkung und konnte die Zunahme der Zähigkeit während einer anschließenden Gefrierlagerung nicht verhindern (Webb et al. 1975). Trinatriumphosphatlösung (1 M) wies einen deutlichen, den Listeriengehalt verringernenden, Effekt auf, der offenbar mit der pH-Erhöhung in den Shrimps zu erklären ist (Degnan et al. 1994).

Phosphate in Kombination mit Sucrose und Sorbitol waren auch als Kryoprotektiva effektiv und verhinder-

ten Qualitätsverluste bei Krabben während der Gefrierlagerung, verglichen mit dem unbehandelten Material. Auch im Vergleich mit pasteurisierten Krabben, der üblichen Form der Haltbarmachung dieser Erzeugnisse, war die dadurch erzielbare Qualität noch nach acht Monaten TK-Lagerung zu bevorzugen (Henry et al. 1995).

Aktuelle Arbeiten weisen darauf hin, daß auch bei der Verarbeitung von Muscheln, der zweiten großen Gruppe der nicht zu den Fischen zählenden marinen Erzeugnisse, die Anwendung von Polyphosphaten dazu dient, die Wasserbindung zu erhöhen und die Textur sowie andere funktionelle Eigenschaften zu verbessern, wobei gelegentlich auch eine Verlängerung der Lagerfähigkeit zu verzeichnen ist. Nach Rippen et al. (1996) erwies sich das Tauchen (1 min) der Adduktorenmuskel von Atlantischen Tiefseekammuscheln in einer wäßrigen Lösung aus 10 % Natriumtripolyphosphat und 1 % Kochsalz als effektivste Behandlung zur Verminderung von Drip- und Kochverlusten und zur Reduzierung des mikrobiellen Wachstums während der Eislagerung. Der Wassergehalt im Muschelfleisch wurde durch diese Behandlung, verglichen mit dem Waschen der Muscheln in Frischwasser (20 min) nicht signifikant erhöht. Der Phosphorgehalt erhöhte sich dagegen von 286 mg/100g (7,38 g/kg P_2O_5) im unbehandelten Muschelfleisch auf 368 mg/100g (9,49 mg/kg P_2O_5) nach der Phosphatbehandlung (Fisher et al. 1996).

Neben den Phosphaten, werden bei der Verarbeitung von Shrimps weitere Zusatzstoffe verwendet, wobei sich die Zielstellung ihres Einsatzes oftmals unterscheidet. Zur Verhinderung von Melanosis, eines Oberflächenfarbdefektes, auch bekannt als „blackspot“, verursacht durch Polyphenoloxidase (PPO) wurden Zusätze von L-Milchsäure, Natriumbisulfit und 4-Hexylresorcinol untersucht. Hinsichtlich der mikrobiologisch determinierten Lagerzeit waren alle Zusätze ohne Wirkung. Dagegen wurde Melanosis durch 4-Hexylresorcinol (0,0025 %) effektiv inhibiert. Ein in der Tauchlösung zu verzeichnendes extensives Bakterienwachstum, das eine Gefahrenquelle für eine mögliche Kontamination der Shrimps darstellte, konnte durch einen Zusatz von L-Milchsäure verhindert werden, ohne die Melanosis inhibierende Wirkung des 4-Hexylresorcinols zu beeinträchtigen (Benner et al. 1994).

Die Wirksamkeit von 4-Hexylresorcinol wird auch durch Otwell et al. (1992) unterstrichen, wonach dieses sowohl in der Aquakultur als auch im marinen Bereich eingesetzt werden kann. Bereits ein einminütiges Tauchen der Shrimps in eine 4-Hexylresorcinol-Lösung mit einer Konzentration von 50 mg/kg genügte zur Inhibierung von „blackspot“ und Aufrechterhaltung

einer guten Qualität über mindestens 12-14 Tage. Eine direkte Substitution des bisher verwendeten Sulfits ohne Veränderung des gesamten technologischen Prozesses scheint danach möglich. Die Inhibierung der PPO ist dabei offenbar auf Konformationsänderungen des Enzyms durch die Einwirkung von Metabisulfit zurückzuführen (Ricquebourg et al. 1996).

Mit dem Nachweis von Antibiotika, die in der Aquakultur verbreitet eingesetzt werden, beschäftigt sich eine Anzahl neuerer Arbeiten. Hierbei geht es vor allem darum, mißbräuchliche Verwendung derartiger Stoffe und anderer wachstumsfördernder Mittel und Tierarzneimittel, die bei zu langer Verwendung vor dem Fang eine Gefahr für den Menschen bei einem Verzehr derartiger Erzeugnisse darstellen können, nachzuweisen. Auf der Basis geltender Rahmenvorschriften, wie des „Code of Hygienic Practice for the Products of Aquaculture“ sind in einzelnen Ländern spezifische Regelungen erlassen, die den Zeitpunkt vor dem Schlachten festlegen, bis zu dem bestimmte Zusätze konzentrationsabhängig angewendet werden dürfen. Nachfolgende Arbeiten spiegeln lediglich einen kleinen Ausschnitt der Bemühungen wider, durch den Nachweis geringster Mengen unerwünschter Bestandteile eine Gefährdung des Verbrauchers zu verhindern.

Eine schnelle und einfache HPLC-Methode zur Bestimmung von Oxolinsäure, einem Quinolonderivat, das effektiv zur Verhinderung des Wachstums gramnegativer Bakterien eingesetzt werden kann, entwickelten Saitanu et al. (1996). Die Methode hat eine Nachweisgrenze von 0,0035 µg/g.

Gegen Bakterien- und Pilzinfektionen wird auch Furazolidon, ein synthetisches, antimikrobiell wirkendes Nitrofurantolinderivat, effektiv eingesetzt. Infolge cancerogener Wirkung auf den menschlichen Organismus dürfen jedoch keine Reste im Aquakulturerzeugnis nachweisbar sein.

Eine geeignete quantitative LC-Nachweismethode entwickelten Stehly et al. (1994) für Shrimps. Die Wiederfindung betrug im Bereich 5-80 ng/g im Mittel 77 %. Für einen gleichzeitigen Nachweis von Nitrofurantolinderivat und Furazolidon in Shrimps entwickelten Rupp et al. (1993) eine LC-Methode, mit der 5 ng/g als Grenzwert nachgewiesen werden konnten.

Die Bestimmung von Chloramphenicol, einem Breitband-Antibiotikum, für das toxische Wirkungen auf den Menschen nachgewiesen werden konnten, war Gegenstand von Laborvergleichsuntersuchungen. Mittels GC-ECD betrug die Wiederfindung bei Gehalten von 5 µg/kg zwischen 102 und 108 % (Munns et al. 1994).

Zum Nachweis und zur quantitativen Bestimmung von Tetracyclinen in importierten Shrimps wurden ein vereinfachter Bioassay und eine HPLC verwendet. Mittels Bioassay war es nicht möglich, zwischen Tetracyclin und Oxytetracyclin (OTC) zu unterscheiden. Dieses gelang jedoch mit der HPLC-Methode unter Verwendung unterschiedlicher Detektoren (UV, Fluoreszenz und DAD). Der OTC-Gehalt in Shrimps lag bei 1,9 µg/g und die Nachweisgrenze betrug 0,01 µg/g für HPLC mit Fluoreszenz-Detektion (Kamakura et al. 1994).

Bei Untersuchungen zum Einfluß von Chloramphenicol (CP) auf den ATP-Abbau wurde festgestellt, daß der Gehalt an flüchtigem basischem Stickstoff nach CP-Zusatz im Shrimpmuskel gering war. Dieses wurde als Hinweis auf die Inhibierung des Bakterienwachstums durch CP gewertet. Weiterhin wurde ermittelt, daß der Abbau von ATP zu IMP durch endogene Enzyme langsam fortschreitet. Die Zunahme der Gehalte an Hypoxanthin und Putrescin wird dagegen durch Bakterienenzyme verursacht (Matsumoto et al. 1991).

Einen Überblick über die Folgen einer unkontrollierten Verwendung von Antibiotika in der Aquakultur am Beispiel des Exports von tiefgefrorenen Shrimps aus Thailand nach Japan geben Shrisomboon and Poomchatra (1995). Sie verdeutlichen, wie es infolge der Durchsetzung gezielter staatlicher Kontrollen gelang, in relativ kurzer Zeit den weitgehend unkontrollierten Einsatz von Tetracyclinen bei thailändischen Produzenten zu verhindern und so hohe ökonomische Verluste durch entgangene Exporte nach Japan zu vermeiden und heben hervor, daß globale Anstrengungen erforderlich sind, um die Festlegung gesicherter „maximum residue limits“ zu erreichen.

In einer weiteren Übersichtsarbeit beschäftigt sich Csavas (1993) mit dem speziellen Beitrag der Aquakultur für die Shrimp-Industrie, wobei insbesondere die Vorteile gegenüber dem Fang von Shrimps, die u.a. in einer gezielten ganzjährigen Bereitstellung besonders beliebter Arten für die Verbraucher bestehen, herausgearbeitet werden. Zur Vermeidung durch Tierarzneimittelresten hervorgerufener Probleme und zur Gewährleistung einer hohen Qualität der Erzeugnisse wird insbesondere auf die Notwendigkeit der Durchsetzung von GMP und HACCP verwiesen.

Literatur

- Anon.: Richtlinie Nr. 95/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates der Europäischen Union über andere Lebensmittelzusatzstoffe als Farbstoffe und Süßungsmittel vom 20. Februar 1995. Amtsblatt der EG 38, Nr L 61, 1; 1995.
- Benner, R.A.; Miget, R.; Finne, G.; Acuff, G.R.: Lactic acid/melanosis inhibitors to improve shelf life of brown shrimp (*Penaeus aztecus*). *J. Food Sci.*, 59: 242-245, 250; 1994.
- Bynagte, P.: Process of extracting meat from crabtails. US-P. 3 577 243; 1971.
- Bynagte, P.: Process of extracting meat from crustaceans particularly shrimp. US-P. 3 705 040; 1972.
- Chandrasekaran, M.: Methods for pre-processing and freezing of shrimps: A critical evaluation. *J. Food Sci. Technol.*, 31: 441-452; 1994.
- Codex Alimentarius Commission: Recommended International Code of Practice for Shrimp or Prawns. CX/FFP 96/6-F; 1996.
- Codex Alimentarius Commission: Report of the twenty-first session of the Codex Committee on Fish and Fishery Products. ALINORM 95/18; 1995.
- Codex Alimentarius Commission: Proposed draft Code of Hygienic Practice for the Products of Aquaculture. CX/FFP 96/7; 1996.
- Csavas, I.: The impact of aquaculture on the shrimp industry. *INFOFISH Internat.*, 12: 42-48; 1993.
- Degnan, A.J.; Kaspar, C.W.; Otwell, W.S. Tamplin, M.L. Luchansky, J.B.: Evaluation of lactic acid bacterium fermentation products and food-grade chemicals to control *Listeria monocytogenes* in blue crab (*Callinectes sapidus*) meat. *Appl Environm. Microbiol.*, 60: 3198-3203; 1994.
- Dore, I.; Frimodt, C.: An illustrated guide to shrimp of the world. Osprey Books and Scandinavian Fishing Year Book, pp 19-48; 1987.
- Fisher, R.A.; Dupaul, W.D.; Rippen, T.E.: Nutritional, proximate, and microbial characteristics of phosphate processed sea scallops (*Placetopecten magellanicus*). *J. Muscle Foods* 7: 73-92; 1996.
- Henry, L.K.; Boyd, L.C.; Green, D.P.: The effects of cryoprotectants on the sensory properties of frozen blue crab (*Callinectes sapidus*) meat. *J. Sci. Food Agric.*; 69: 21-26; 1995.
- Hermes, P.: Krabben-Test. *Öko-Test*, (9), 22-31; 1995.
- Hunter, G.: Value added shrimp: critical issues in meeting world market requirements. In: De Saram, H.; Singh, T. (eds.) Shrimp '92 HONG KONG; Proceedings of the 3rd Global Conference on the shrimp industry, Hong Kong 14-16 September 1992, pp 174-179; 1992.
- Kamakura, K.; Hasegawa, M.; Koiguchi, S.; Goto, I.; Shiraishi, S.; Hirata, K.; Yamana, T.; Tonogai, Y.: Detection and determination of tetracyclines in imported frozen shrimp by bioassay and HPLC. *J. Food Hyg. Soc. Japan*, 35: 310-314; 1994.
- Kühnhold, W.W.: Weltfischereierträge 1994: + 7% = 109,6 Mio. t. *Inf. Fischwirtsch. Ausl.* 45: 101-113, 1996.
- Löndahl, G.: Freezing and glazing of shrimp. In: De Saram, H.; Singh, T. (eds.) Shrimp '92 HONG KONG, Proceedings of the 3rd Global Conference on the shrimp industry, Hong Kong 14-16 September 1992, pp 180-188; 1992.
- Mathen, C.: Phosphate treatment of frozen prawns I. Screening of various phosphates for prevention of drip loss. *Fish. Technol.*, 5: 104-112; 1968.
- Mathen, C.; Pillai, V.K.: Prevention of weight loss in seafoods with polyphosphates. *Bull. Int. Institute Refrig.*, 251-257; 1970.
- Matsumoto, M.; Yamanaka, H.: Influences of the antibiotic chloramphenicol on post mortem biochemical changes in the muscle of kuruma prawn during storage. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 57: 2291-2297; 1991.
- Munns, R.K.; Holland, D.C.; Roybal, J.E.; Storey, J.M.; Long, A.R.; Stehly, G.R.; Plakas, S.M.: Gaschromatographic determination of chloramphenicol residues in shrimp: Interlaboratory study. *J. AOAC Internat.*, 77: 596-601; 1994.
- Oehlenschläger, J.: Phosphorgehalte im Muskel von mageren Seefischarten aus dem nördlichen Atlantik. *Inf. Fischwirtsch.* 37: 149-158; 1990.
- Oehlenschläger, J.: Phosphor- und Fettgehalte im Muskel von mittelfetten und fetten Seefischarten aus dem Nordatlantik. *Inf. Fischwirtsch.* 38: 24-31; 1991.

Otwell, W.S.; Iyengar, R.; McEvily, A.J.: Inhibition of shrimp melanosis by 4-Hexylresorcinol. *J. Aquat. Food Product Technol.*, 1: 53-65; 1992.

Ricquebourg, S.L.; Robert-Da Silva, C. M.-F.; Rouch, C.C.; Cadet, F.R.: Theoretical support for a conformational change of polyphenol oxidase induced by metabisulfite. *J. Agric. Food Chem.* 44: 3457-3460; 1996.

Rippen, T.E.; Sutton, H.C.; Lacey, P.F.; Lane, R.M.; Fisher, R.A. and Dupaul, W.D.: Functional, microbial, and sensory changes in ice-stored sea scallops (*Placoptecten magellanicus*) treated with sodium tripolyphosphate. *J. Muscle Foods* 7: 93-108; (1996).

Rupp, H.S.; Munns, R.K.; Long, A.R.: Simultaneous determination of nitrofurazone and furazolidone in shrimp (*Penaeus vannamei*) muscle tissue by liquid chromatography with UV detection. *J. AOAC Internat.*, 76: 1235-1239; 1993.

Saitanu, K.; Kobayashi, H.; Chalermchaikit, T.; Kondo, F.: Simple and rapid method for determination of oxolinic acid in tiger shrimp (*Penaeus monodon*) by high-performance liquid chromatography. *J. Food Protect.*, 59: 199-201; 1996.

Shimp, L.A., Steinhauer, J.E.: Shrimp processing. US-P. 4 394 396; 1983.

Sidwell, V.D.: Chemical and nutritional composition of finfishes, whales, crustaceans, mollusks and their products. NOAA Technical Memorandum NMFS F/SEC-11, US Department of Commerce, pp 234-236; 1981.

Srisomboon, P.; Poomchatra, A.: Antibiotic residues in farmed shrimp and consumer health. *INFOFISH Internat.*; 14: 48-52; 1995.

Stehly, G.R.; Plakas, S.M.; El Said, K.R.: Liquid chromatographic determination of furazolidone in shrimp. *J. AOAC Internat.*, 77: 901-904; 1994.

Stone, E.W.: Method of treating fresh shrimp to reduce moisture and nutrient loss. USP 4.293.578; 1981.

Strack, H.J.: Phosphate-key ingredients in meat products. *IFI* (5), 45-49, 51; 1992.

Ward, D.A.: Processing crustaceans. In: Martin, R.E.; Flick, G.J. (eds.): *The seafood industry*. Van Nostrand Reinhold. New York, pp 174-181; 1990.

Webb, N.B.; Howell, A.J.; Barbour, B.C.; Monroe, R.J.; Hamann, D.D.: Effect of additives, processing techniques and frozen storage on the texture of shrimp. *J. Food Sci.*, 40: 322-326; 1975.