

MINISTERIE VAN LANDBOUW

BESTUUR VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK

RIJKSCENTRUM VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK  
GENT

RIJKSSTATION VOOR ZEEVISSERIJ - OOSTENDE

Directeur : P. HOVART

**Het spijsverteringskanaal van de vissen**  
en de  
**Bederfverschijnselen Post Mortem**

W. VYNCKE



Mededelingen van het Rijksstation voor Zeevisserij (C.L.O. Gent)  
Publikatie nr 29/1970



## INLEIDING.

De kennis van de biologie van de vis in het algemeen en van de levensfuncties in het bijzonder is belangrijk, niet alleen voor het ichthyologisch onderzoek, maar ook voor de basisstudie van de kwaliteit en de bederfverschijnselen in de vis.

De studie van het spijsverteringskanaal van de vissen ontsnapt niet aan deze regel. Inderdaad, de wijzigingen in de verwerking van het opgenomen voedsel, te wijten hetzij aan anatomische verschillen van het spijsverteringsstelsel, hetzij aan een gewijzigd enzymenpatroon in de diverse organen kunnen een invloed hebben op de samenstelling en de biologische kwaliteit van de vis. Na de vangst van de vis kan om dezelfde redenen het bederf van de ingewanden verschillend verlopen en aldus de versheidsgraad en de houdbaarheid beïnvloeden. In dit verband kan worden gewezen op het belang van de studie over de noodzakelijkheid van het al dan niet verwijderen van de ingewanden (strippen) van de vis onmiddellijk na de vangst.

In deze publikatie wordt vooreerst het spijsverteringskanaal van de vissen beschreven en bijzondere aandacht wordt hierbij aan de aanwezige proteolytische enzymen besteed. Vervolgens worden de resultaten van een studie over de evolutie van het bederf in de voornaamste organen (maag, darm, lever) tijdens het bewaren van een kraakbeenvis, nl. de doornhaai (*Squalus acanthias* L) weergegeven.

### 1. Het spijsverteringskanaal van de vissen en zijn proteolytische enzymen.

#### 1.1. Anatomie van het spijsverteringskanaal.

Een schets van het spijsverteringskanaal bij beenvissen en kraakbeenvissen wordt in figuur 1 gegeven.

Bij de beenvissen (bv. kabeljauw) onderscheidt men de oesofagus, gevolgd door de maag, de pylorische aanhangsels of caeca die kunnen variëren van 1 tot 1.000 en meer en waarvan de aanwezigheid niet konstant is, en de relatief korte en weinig gekronkelde darm die in een rectum eindigt.

De lever is sterk ontwikkeld en heeft meestal twee lobben. Er zijn echter ook vissen met één (bv. paling) of drie (bv. tonijn) lobben. De lever is verbonden met de galblaas door het hepatisch kanaal ; de galblaas zelf is verbonden met de darm door het galkanaal dat in het voorste deel van de darm uitmondt.

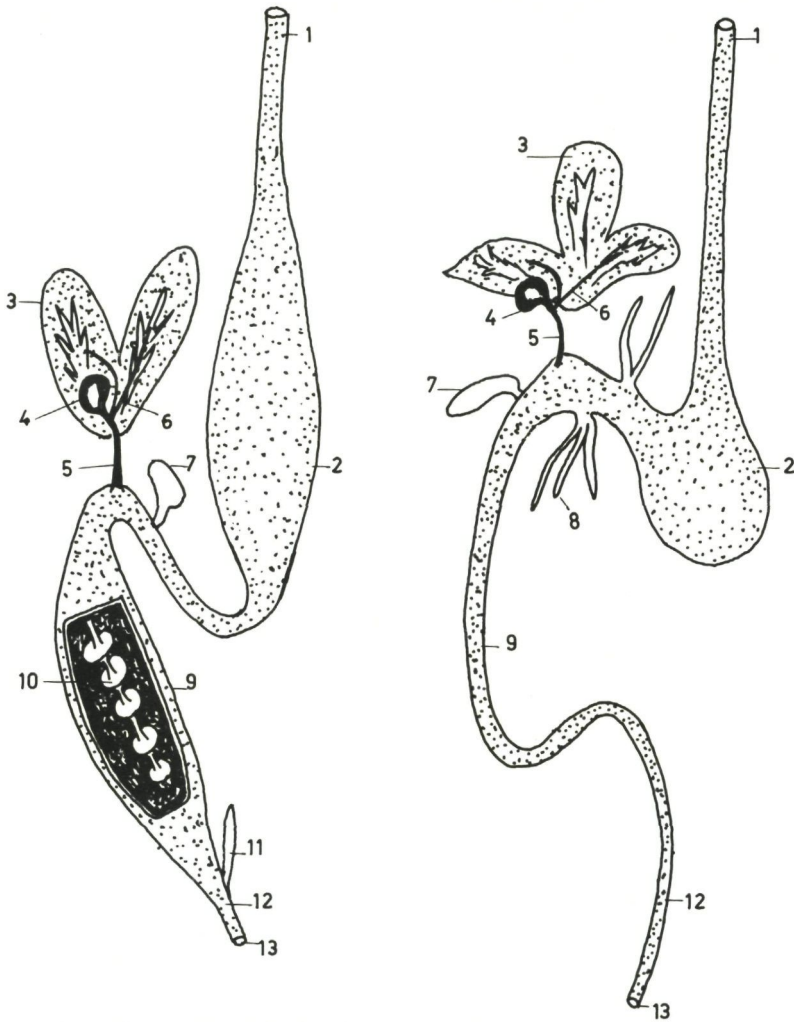
De pancreas is dikwijls diffuus.

Bij de kraakbeenvissen (bv. doornhaai) is de anatomie betrekkelijk analoog, met dit verschil dat de pylorische zakken op enkele zeldzame uitzonderingen na ontbreken en dat in het slijmvlies van de inwendige darmwand een wenteltrapachtige plooi voorkomt waardoor het resorberend oppervlak van de darm wordt vergroot (spiraalklep). In tegenstelling met vele beenvissen is de pancreas kompakt en goed gescheiden. Aan het rectum komt een rectale klier voor, waarvan de functie nog onduidelijk is.

Tenslotte kan worden opgemerkt, dat enkele minder belangrijke vissoorten geen eigenlijke maag bezitten. Dit geval wordt hier echter niet verder behandeld.

KRAAKBEENVISSEN (HAAI)

BEENVISSEN



Figuur 1- SPIJSVERTERINGSKANAAL VAN EEN HAAI (KRAAKBEENVIS)  
EN VAN EEN BEENVIS.

1: oesofagus

2: maag

3: lever

4: galblaas

5: galkanaal

6: hepatisch kanaal

7: pancreas

8: pylorische zakken

9: darm

10: spiraalklep

11: rektale klier

12: rectum

13: anus



## 1.2. Spijsvertering.

### 1.2.1. Maag.

De maagvertering geschiedt zoals bij de hogere vertebraten in zuur midden. Volgens Bernard (1) en Soudan (2) is de zuurtegraad bij kraakbeenvissen sterker dan bij beenvissen. Deze zuurtegraad stijgt daarenboven tijdens de vertering (3).

De pH kan bij verschillende visscorten ook van het seizoen afhangen. De sterkste zuurtegraad komt voor in de periode waarin de vis zich het meest actief voedt. Als voorbeeld kunnen de resultaten van Annanichev op kwabaal (*Lota lota*) worden vermeld (4) :

februari : pH 3,8  
mei : pH 3,9  
juni : pH 3,1  
oktober : pH 3,0

#### 1.2.1.1. Pepsine.

Over de proteolytische enzymen, die een rol spelen in de maagvertering is nog relatief weinig bekend. In de meeste vissen werd een pepsine aangetoond (3). Het enzym wordt onder de vorm van inactief pepsinogeen door de mucuscellen van slijmwand van de maag afgescheiden en wordt door het eveneens gesecreteerde HCl tot pepsine geactiveerd.

Barrington (5) preciseert in dit verband dat in holten gevormd door plooiën van de slijmwand, eenvoudige of vertakte buisvormige maagklieren voorkomen, afgezoomd door één of verschillende types cellen. Men heeft nog niet kunnen uitmaken of deze verschillende cellen elk een specifiek sekretorische rol vervullen.

Volgens Norris en Mathies (6) en Ghanekar en Bal (7) ligt de optimale pH van pepsine tussen 1,5 en 3,5 volgens de vissoort en bedraagt de optimale temperatuur 40 à 45° C. Het soms voorkomen van twee optima en van een bepaalde verschuiving van de optimale pH tijdens het bewaren van pepsine doen bepaalde onderzoekers, nl. Takaoka en Ishiara en Simmonet et al., geciteerd door Creac'h (3) vooropstellen dat twee pepsinen ( $\alpha$  en  $\beta$ ) zouden aanwezig zijn. Dit werd tot nog toe echter niet bewezen.

De stabiliteit blijkt over een uitgebreid pH-gebied beneden pH 7 relatief goed te zijn, maar is wankelbaar in het alkalisch gebied. De proteolytische activiteit van het pepsine stijgt met de temperatuur : tussen 5 en 15° C bedraagt de Q-10-waarde 2,4, maar daalt naarmate de temperatuur stijgt (8).

Volgens Soudan (2) blijkt pepsine een belangrijke rol bij de dwarsbekken te spelen, daar het maagsap een sterkere zuurtegraad heeft dan bij de beenvissen.

#### 1.2.1.2. Kathepsine.

Buchs (9) en Ghanekar en Bal (7) hebben de aanwezigheid van een kathepsine in de slijmwand van de



maag van zoetwater-beenvissen en van diverse kraakbeen-  
vissen aangetoond. De optimale pH bedraagt 3,7 en het  
enzym zou de proteolytische werking van pepsine aan-  
vullen wanneer de maaginhoud niet zuur genoeg is om  
de proteolyse door dit laatste enzym voldoende vlug te  
laten verlopen.

Volgens Ghanekar en Bal (7) zou de verdeling  
van het kathepsine in de maag niet gelijk zijn. Bij de  
haai *Scoliodon sorrakowak* stelden deze onderzoekers  
vast dat het voorste gedeelte van de slijmwand rijker  
is aan pepsine, terwijl in de pylorische zone meer  
kathepsine voorkomt. De verhouding pepsine/kathepsine  
bedraagt 3,6 in de eerste zone en 0,58 in de tweede.

#### 1.2.1.3. Rennine (chymosine).

Dit enzym, dat overvloedig in de maag van  
jonge zoogdieren voorkomt, heeft een dubbele rol.  
Eerst en vooral veroorzaakt het de koagulatie van de  
melk (optimale pH = 5,0) en vervolgens is het bij machte  
eiwitten te hydrolyseren ; in dit geval ligt de optimale  
aktiviteit bij pH 3,7.

Bij sommige beenvissen (o.a. forel en kabel-  
jauw) werd in de maag een proteolytisch enzym aangetrof-  
fen dat op dezelfde wijze reageert als het rennine van  
de zoogdieren (9) (10). Of het over hetzelfde enzym  
gaat kon echter niet worden uitgemaakt (3).

#### 1.2.1.4. Snelheid van de maagvertering.

Wanneer men de vraatzucht van sommige vissen  
en de grote aktiviteit van de in vitro geteste proteolytische

enzymen beschouwt, zou men kunnen vooropstellen dat de maagvertering vlug moet zijn. Dit is echter niet het geval in vivo. De vertering duurt 2 à 6 dagen volgens de vissoort en de verorberde prooi. Tabel 1 geeft enkele voorbeelden hiervan (3).

Tabel 1. - Snelheid van de maagvertering bij enkele vissen (3).

Vissoort	Maaginhoud	Duur van de vertering (in dagen)
Hondshaai ( <i>Scyllium canicula</i> )	vis	2 - 3
Rog ( <i>Raja batis</i> )	vis	2 - 3
Snoek ( <i>Esox lucius</i> )	vis	3 - 5
Regenboogforel ( <i>Trutta iridea</i> )	vis	2
Kabeljauw ( <i>Gadus callarias</i> )	vis	5 - 6
Koolvis ( <i>Gadus virens</i> )	vis	5 - 6
Kabeljauw en koolvis	Gammarus (*)	3 - 3,5
Bot ( <i>Pleuronectes flesus</i> )	Gammarus (*)	2
Bot	Weekdieren	2,5

(\*) klein schaaldier.

### 1.2.2. Pylorische zakken.

Over de fysiologische rol van deze aanhangsels waarvan, zoals boven vermeld, de aanwezigheid niet konstant is, is men het nog niet volledig eens. Creac'h (3) heeft dit probleem als volgt geresumeerd. Sommige auteurs zijn van mening dat de caeca, waarvan de wand een structuur bezit die zeer analoog is met deze van de darm, geen eigen sekretorische systemen bevatten en dat het dan ook enkel absorptieorganen zouden zijn.

De jongste jaren is er echter meer en meer evidentie naar voren gekomen dat de pylorische zakken toch eigen enzymen produceren, die min of meer analoog met deze van het pancreas zouden zijn. Men dient niet uit het oog te verliezen dat bij verschillende beenvissen het pancreas diffuus en onduidelijk is. De caeca zouden aldus in zekere zin de werking van het pancreas geheel of gedeeltelijk overnemen.

De analyse van de pylorische zakken heeft aangetoond dat zij zeer rijk aan enzymen zijn, welke ook hun oorsprong moge zijn.

Zo werd een neutrale endopeptidase ("trypsine") aangetroffen. De optimale pH blijkt volgens de vissoort tussen 6 en 8,5 te liggen ; de optimale temperatuur zou tussen 45 en 52° C variëren (3).

Verscheidene auteurs signaleerden een zekere pepsinewerking bij diverse vissen (11) (12) (13).

Er is echter over dit enzym tot nog toe weinig gekend.

Een carboxypeptidase en een dipeptidase werden eveneens in enkele vissoorten aangetoond (14) (15).

### 1. 2. 3. Darm, pancreas en gal.

Over de darmvertering zelf bij vissen zijn slechts schaarse gegevens beschikbaar. Deze zou echter zeer analoog met de zoogdieren zijn (3). Zoals bij deze laatsten berust de darmvertering bij de vissen

op een interactie tussen de verteringsbrij van de maag afkomstig enerzijds, en de sekreties van gal, pancreas, darm en eventueel pylorische aanhangsels anderzijds.

De pH van de visdarm is ongeveer neutraal, maar heeft meer neiging om naar het alkalisch gebied over te gaan dan bij de zoogdieren (3).

De gal blijkt bij vissen een lichte zuurtegraad te bezitten (pH ca 6,5), die sterker is dan bij de zoogdieren (16). De galleider mondt in het voorste deel van de darm uit.

De enzymen van de pancreas van de vissen worden in het duodenum langs het pancreaskanaal gestort. Volgens Ghanekar en Bal (7) zou het pancreasvocht drie inaktieve enzymenprecursors bevatten, nl. prokathetase, chymotrypsinogeen en trypsinogeen. De overeenkomende aktivators zouden door de slijmwand van de darm worden afgescheiden. Hun optimale pH zou respektievelijk 4, 6 en 8 bedragen.

Van deze enzymen werden enkel trypsine en zijn aktivator, de enterokinase, met zekerheid in de darm geïdentificeerd, nl. in de hondshaai (*Scyllium canicula*) (17), de baars (*Perca fluviatilis*) (18), de schol (*Pleuronectes platessa*) (16) en diverse Gadidae (14). Voor deze laatste soorten geeft tabel 2 een overzicht van de proteolytische aktiviteit bij pH 8 in verschillende organen.

Tabel 2. - Proteolytische aktiviteit bij pH 8 in verschillende organen van Gadidae (\*) (14).

Vissoort	Maag	Pancreas	Pylorische zakken	Lever	Galblaas	Darm
Kabeljauw (G. morhua)	8,6	23	150	0	0	79
Schelvis (G. aeglefinus)	5,6	-	72	0	24,2	29
Wijting (G. merlangus)	7,8	-	163	0	5,7	54

(\*) Resultaten in mg N vrijgekomen uit caseïne in 20 min. inkubatie bij 50° C met 0,5 g droog orgaanpoeder.

Carboxypeptidasen en aminopeptidasen werden door Schlottke (19) in diverse zoetwatervissen (forel, kwabaal en baars) aangetroffen. Gegevens over de aanwezigheid van dipeptidasen - zoals bij de zoogdieren - in de darm komen echter niet voor.

#### 1.2.4. Lever.

De vraag of de lever van de vissen proteolytische enzymen produceert die in de vertering een rol spelen, is nog altijd omstreden vooral bij de beenvissen, waar de enzymenproducerende weefsels dikwijls in elkaar verstrengeld zijn.

Bij de kraakbeenvissen evenwel zou de lever volgens Beauvalet (17) en Ghanekar en Bal (7) een zekere proteolytische activiteit bezitten.

2. Bederfsverschijnselen in de organen van de doornhaai post mortem.

Uit voorgaande beschouwingen volgt, dat de diverse organen van het spijsverteringskanaal én door hun samenstelling én door hun verschillend enzymenpatroon de snelheid van het bederf kunnen beïnvloeden. Om dit konkreet na te gaan, werd in de lever, de slijmwand van de maag en van de darm van de doornhaai (*Squalus acanthias* L) tijdens bewaarproeven het verloop van de voornaamste extraheerbare stikstofverbindingen, nl. ureum, ammoniak, trimethylamineoxide (TMAO), trimethylamine (TMA) en van de pH gevolgd. Daar de begin-pH voor de enzymatische activiteit van het grootste belang is, werd deze daarenboven ook over een periode van drie jaar in de maag en de darm van 480 vissen, hetzij van ieder geslacht 120 geslachtsrijpe en 120 niet geslachtsrijpe individuen, bepaald.

Ook de maaginhoud werd hierbij onderzocht. De resultaten hiervan verschenen vroeger (20). Globaal gezien kon worden vastgesteld, dat vis het hoofdvoedsel vormde, dat 49 % van de magen leeg was en dat noch seizoeninvloeden, noch invloeden van het geslacht of de geslachtsrijpheid waar te nemen waren.

2.1. Modus operandi.

2.1.1. Proefvis.

De voor de proeven gebruikte doornhaai was afkomstig van het zuidelijk deel van de Noordzee, meer bepaald van het gebied gelegen tussen 51° en 53° NB en 1° en 3° OL. Alle vissen waren sedert 12 tot 36 u gevangen bij het begin van de proeven.

2.1.2. Methoden.

- pH : rechtstreeks in de slijmwand van maag en darm en in het leverweefsel met een glaselektrode met mikrobol (Metrohm).
- Ureum : door hydrolyse met urease gevolgd door versnelde mikrodifusie van de vrijgekomen ammoniak (20).
- Ammoniak : door versnelde mikrodifusie (21).
- TMAO : door reductie met titaanchloride volgens Bystedt et al. (22), gevolgd door mikrodifusie van TMA (20).
- TMA : door versnelde mikrodifusie (20).

2.1.3. Werkwijze.

Voor de bewaarproeven werden geslachtsrijpe individuen genomen. De maag en de darm werden opengesneden, de eventuele etensresten werden verwijderd en van de slijmwand werd een zo groot mogelijk monster genomen. De lever werd volledig uitgesneden. Per analyse werden vijf vissen genomen en de orgaanmonsters werden telkens gekombineerd.

Er werden twee proefreeksen uitgevoerd, namelijk met vissen met respektievelijk lege en volle magen. De verschillende laboratoriumanalyses werden na respektievelijk 2, 5, 9, 12, en 19 dagen verricht.

## 2.2. Resultaten en discussie.

### 2.2.1. Bepalingen van de begin-pH van maag en darm.

Uit de resultaten van de 480 waarnemingen bleek dat noch het geslacht, noch de geslachtsrijpheid noch het seizoen een merkbare invloed hadden. Het al dan niet aanwezig zijn van voedsel had echter wel een duidelijke invloed.

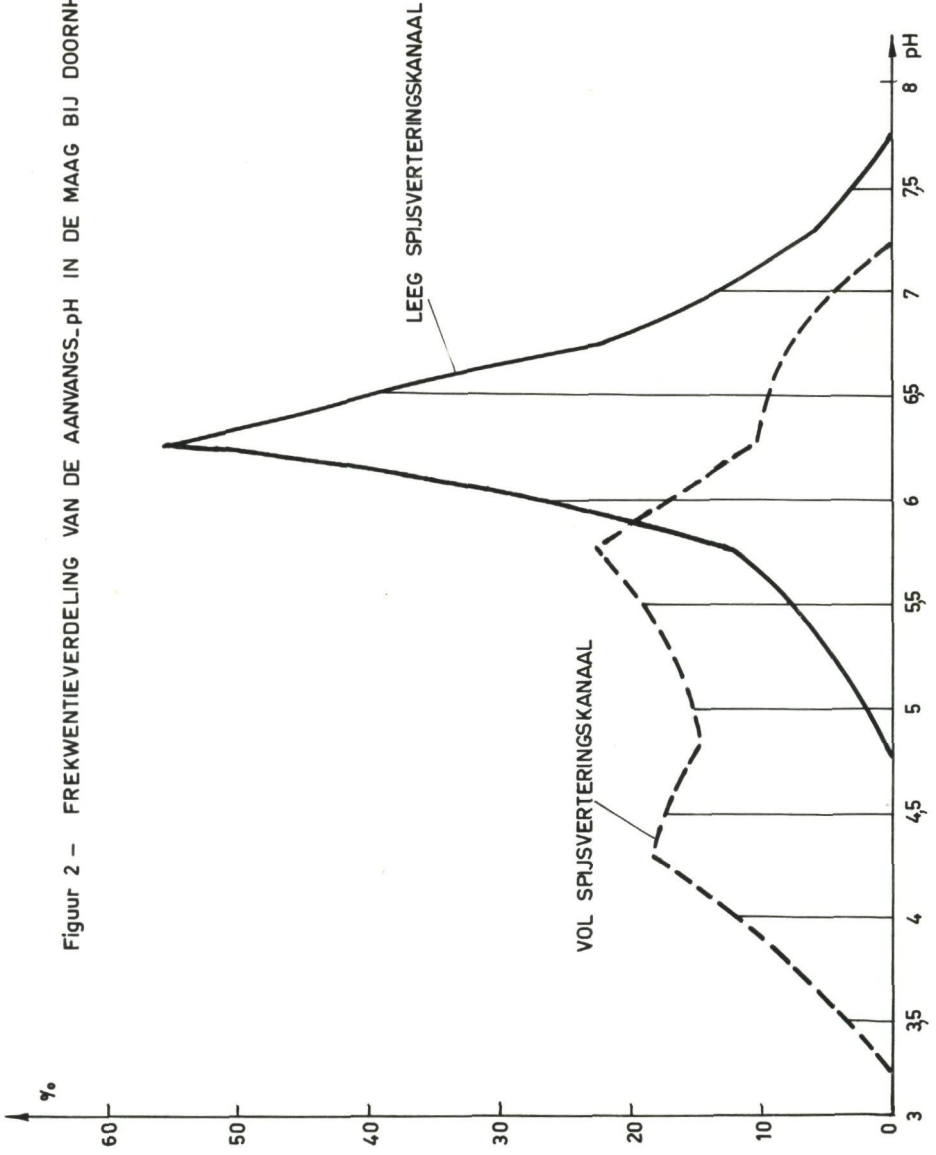
Figuur 2 geeft het frekwentiediagram weer voor de maag-pH. Hieruit komt naar voren, dat de aanwezigheid van etensresten de maaginhoud duidelijk zuurder maakte. Daarenboven was de procentuele verdeling meer homogeen : 73 % van de waarnemingen lag tussen pH 4 en 6. De uiterste waarden bedroegen 3,88 en 6,90. Voor de lege magen echter lag 78 % van de waarnemingen tussen pH 6 en 7 (56 % tussen 6 en 6,5). De uiterste waarden bedroegen voor deze categorie 5,21 en 7,31.

Er valt echter op te merken dat de maaginhoud ook alkalisch kan worden. Dit werd door andere auteurs ook bij andere vissoorten vastgesteld (3).

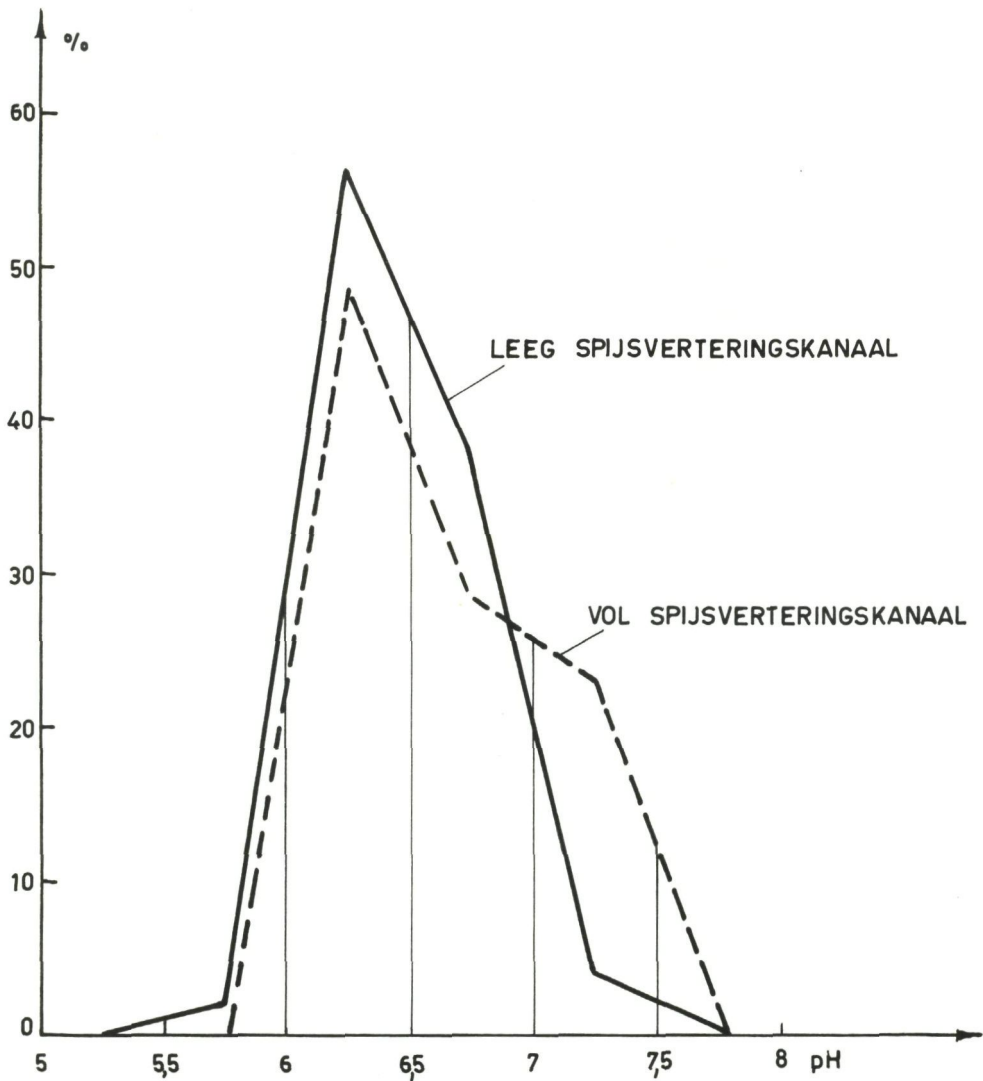
Uit figuur 3 volgt dat de darm-pH van de vissen, waar de vertering aan de gang was, meer naar het alkalisch gebied verschoven was. De fraktie pH 7 à 7,5 liep bij deze categorie dan ook tot 23 % op t. o. v. 4 % voor de vissen met een leeg spijsverteringskanaal. Bij deze laatste categorie hadden 94 % van de individuen een pH tussen 6 en 7. De uiterste waarden bedroegen pH 5,72 en 7,30. Bij de vissen met etensresten in de ingewanden waren deze waarden 6,02 en 7,31.



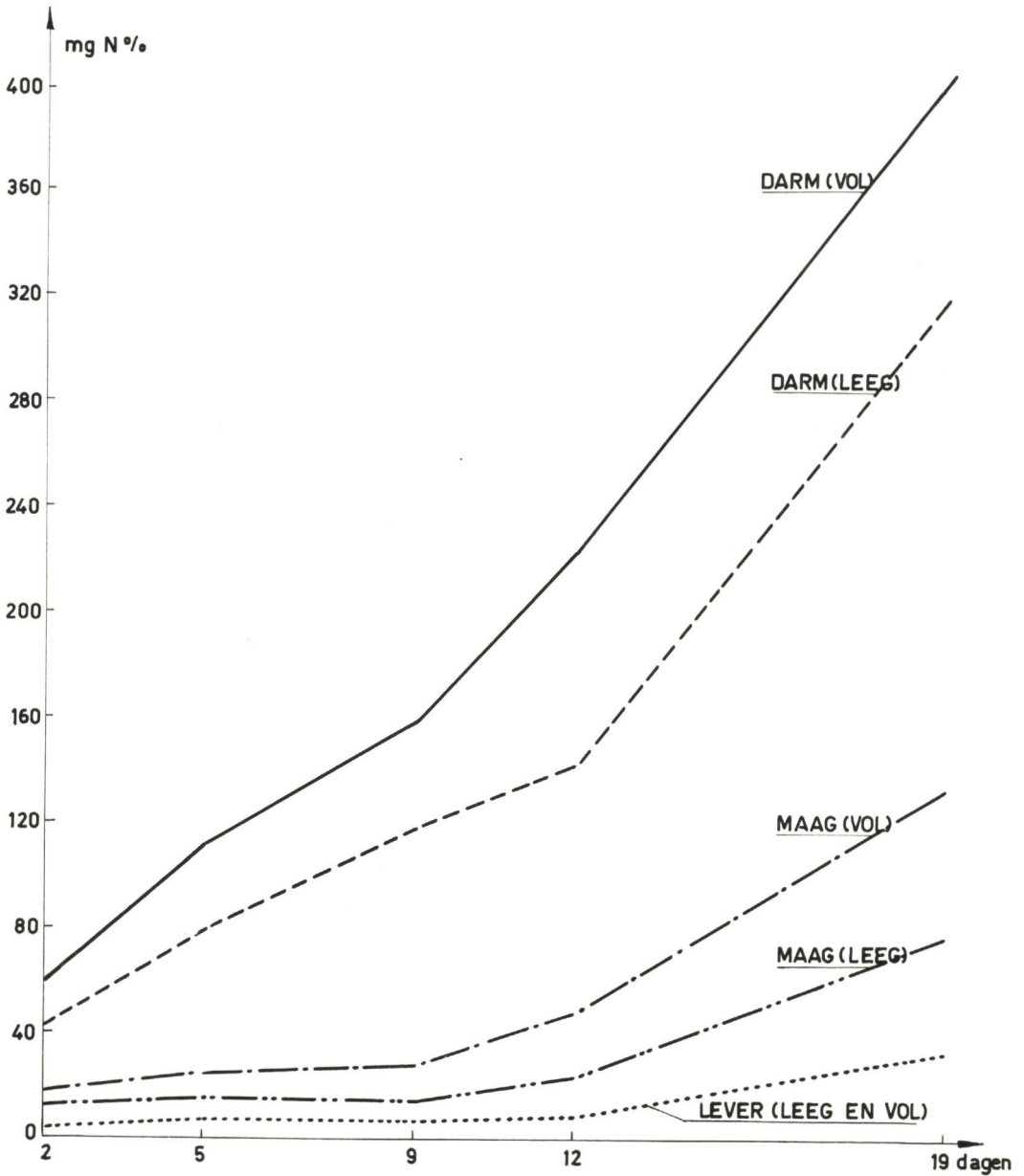
Figuur 2 -- FREKWENTIEVERDELING VAN DE AANVANGS-PH IN DE MAAG BIJ DOORNHAAI



Figuur 3 - FREKWENTIEVERDELING VAN DE AANVANGS- pH  
IN DE DARM BIJ DOORNHAAI



Figuur 4 - EVOLUTIE VAN AMMONIAK IN DARM, LEVER EN MAAG  
TIJDENS HET BEWAREN VAN DOORNHAAI



Uit deze waarnemingen blijkt dat bij vissen met voedselresten in het verteringskanaal het milieu vooral gunstig zal zijn voor de zure endopeptidasen ("pepsine" en "kathepsine") van endogene oorsprong in de maag en voor neutrale endopeptidasen ("trypsine") van endogene of bakteriële oorsprong. Voor de vissen met lege magen zullen vooral deze laatste enzymen én in de maag én in de darm een rol spelen. De oriëntering en de intensiviteit van het bederf zullen dan ook ongetwijfeld afhangen van het al dan niet aanwezig zijn van voedselresten in het spijsverteringskanaal.

#### 2.2.2. Bederfverschijnselen tijdens het bewaren.

Uit de resultaten van de ammoniakdoseringen (figuur 4) kan vooreerst worden opgemaakt dat de base in de lever weinig werd gevormd. Tussen volle en lege spijsverteringskanalen werd trouwens praktisch geen verschil gevonden.

Bij lege magen viel er de eerste 12 dagen weinig stijging te noteren, ongetwijfeld omdat de pH niet gunstig was voor de bakteriële urease en desaminasen. Daar de pH echter vlug steeg (zie figuur 8), werd vanaf de 12de dag een duidelijke vermeerdering van het ammoniakgehalte vastgesteld.

Bij volle magen werd een analoog verloop bekomen, maar de kurve liep hoger op. De aanwezigheid van voedselresten wijst erop dat op het ogenblik van de vangst van de vis de vertering aan de gang was. Zoals in 2.2.1. is vermeld, was de pH hierdoor duidelijk lager, waardoor de kathepsine-aktiviteit intenser werd.

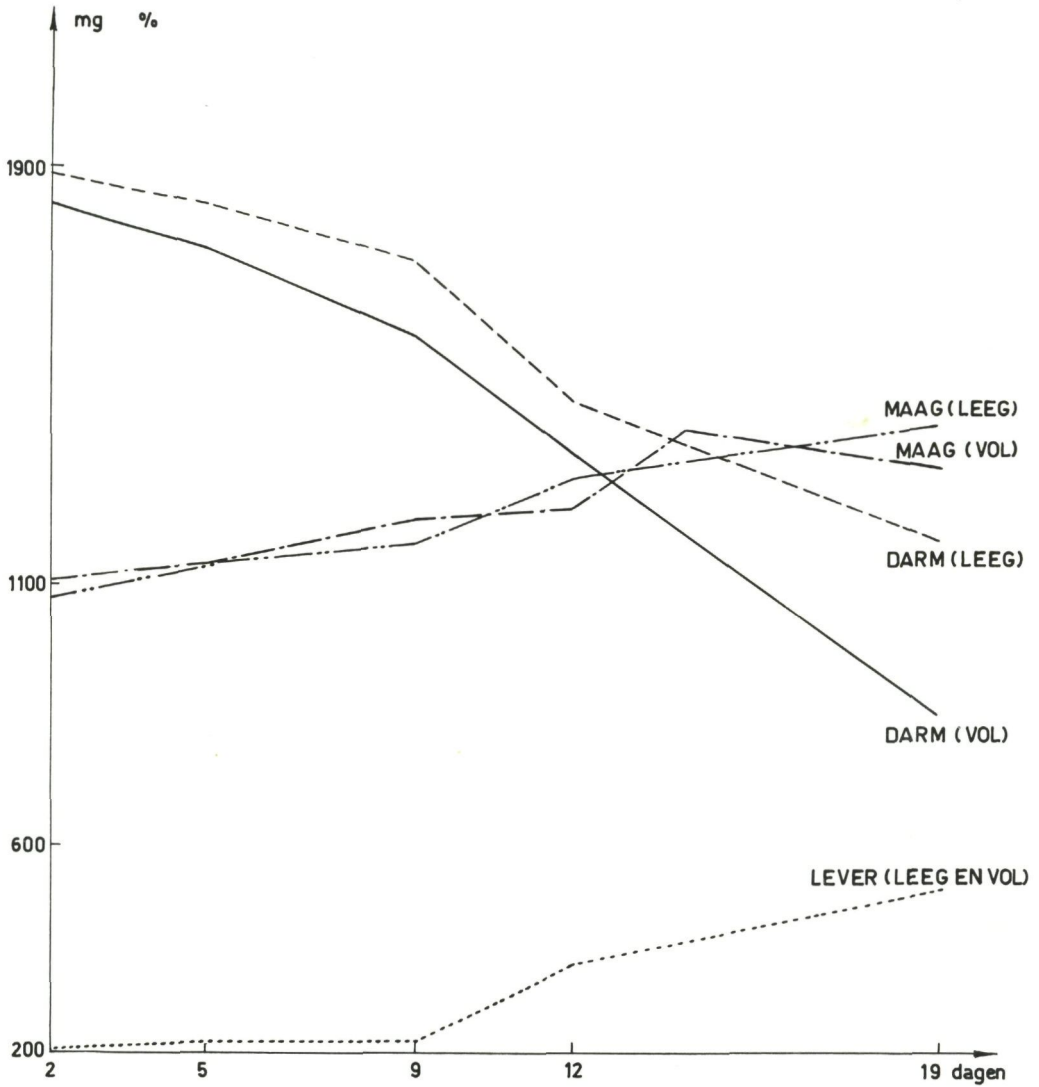
Daarenboven dient te worden benadrukt dat ook het voedsel endogene en exogene (bakteriële) enzymen bevat.

In de darm, waar een veel gunstiger pH voorkwam, kon de vorming van ammoniak gemakkelijker doorgaan. De concentratie liep dan ook snel op en zeer hoge waarden werden bereikt, zelfs zonder etensresten (320 mg N%). In aanwezigheid van etensresten was de ammoniakproduktie nog belangrijker, daar de voedselwitten door de werking van maagenzymen reeds tot peptiden zijn afgebroken. Het milieu is hierdoor voor bacteriën gunstiger, waardoor naast een hogere activiteit van de desaminasen, ook de ureumafbraak wordt versneld.

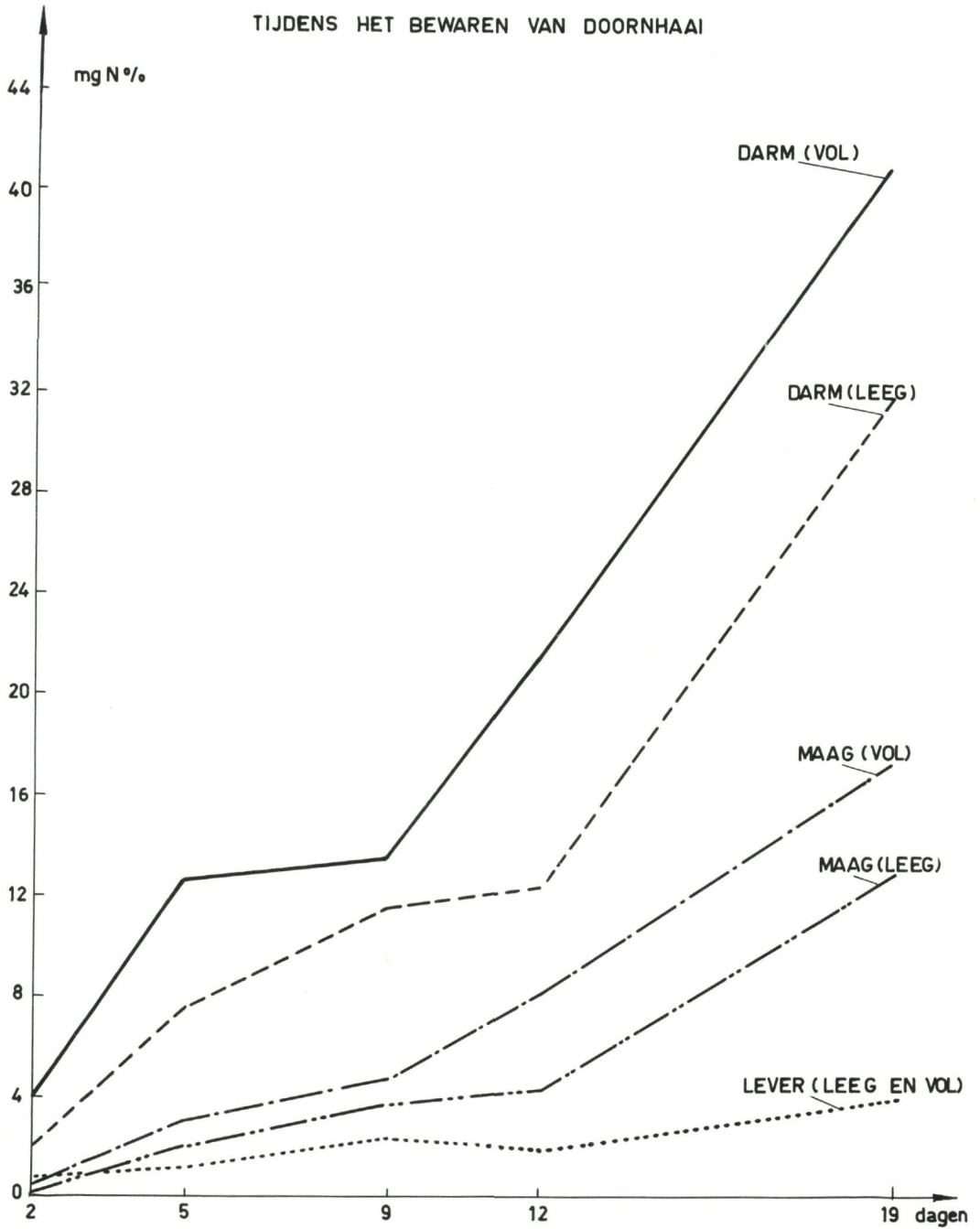
Bij kraakbeenvissen is ammoniak voor het grootste deel afkomstig van het overvloedig aanwezig ureum (20). In de darm, waar de sterkste ammoniakvorming werd genoteerd, daalde het ureumgehalte vrij vlug (figuur 5) en bereikte, zoals te verwachten, lagere waarden wanneer voedselresten aanwezig waren (850 t. o. v. 1200 mg%).

In de maag en de lever echter steeg tegen de verwachtingen in het ureumgehalte met ca 200 mg% tijdens het bewaren. Daar de biochemische nieuwvorming van ureum weinig waarschijnlijk is, was deze stijging te wijten aan absorptie van ureum uit andere organen en/of spierweefsels. Men dient hierbij niet uit het oog te verliezen dat de structuur van de slijmwand van de maag en van de lever zeer gunstig is voor absorptie van opgeloste stoffen. In ieder geval moet de diffusie van ureum in het spijsverteringskanaal vrij belangrijk zijn. Daar de vorming van ammoniak in maag en lever relatief gering is, resul-

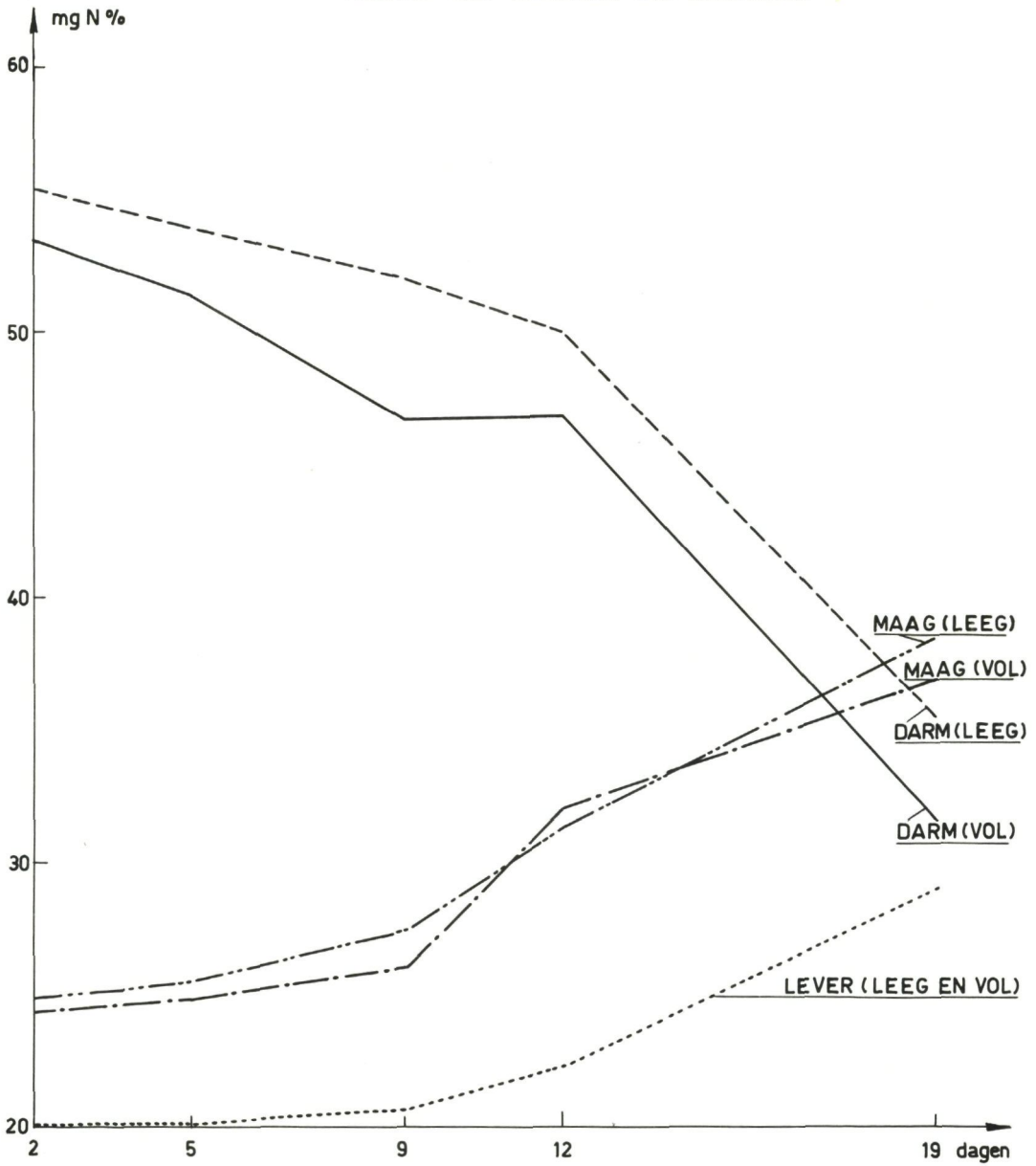
Figuur 5 - EVOLUTIE VAN UREUM IN DARM, LEVER EN MAAG  
TIJDENS HET BEWAREN VAN DOORNHAAI .



Figuur 6 - EVOLUTIE VAN TMA IN DARM, LEVER EN MAAG  
TIJDENS HET BEWAREN VAN DOORNHAAI



Figuur 7 - EVOLUTIE VAN TMAO IN DARM LEVER EN MAAG  
TIJDENS HET BEWAREN VAN DOORNHAAI





teert dit in een vermeerdering van de concentratie aan ureum. In de darm echter, waar wel veel ammoniak gevormd werd, viel de som negatief uit voor ureum. Tenslotte dient men hierbij eveneens rekening te houden met het feit dat de doornhaaien in ijs werden bewaard en dat uit vroegere proefnemingen gebleken is dat een relatief belangrijke hoeveelheid ureum (en andere verbindingen) door het smeltwater wordt uitgeloozd, nl. ca 1000 mg% in 19 dagen voor de gehele vis (20). Het is dan ook niet uitgesloten dat het uitloogeffect in het achterste deel van het spijsverteringskanaal, nl. de darm, sterker zou zijn.

Voor TMA (figuur 6) en TMAO (figuur 7) en kunnen ongeveer dezelfde beschouwingen als voor ammoniak en ureum worden gemaakt. Ook TMA werd in de lever praktisch niet gevormd en er was trouwens in het begin weinig TMAO in dit orgaan aanwezig. In de maag werd een matige en in de darm een zeer hoge hoeveelheid gevormd (tot 41 mg N%).

In aanwezigheid van voedselresten liepen de kurven eveneens vlugger op, daar de pH voor het triamine-oxidase (optimum 7,4) gunstiger was.

Het TMAO daalde sterk in de darm, maar steeg in lever en maag, waarschijnlijk om dezelfde redenen als hierboven beschreven. Er dient tenslotte opgemerkt te worden, dat de stijging van de TMA-koncentratie sterker was dan de overeenkomende daling van het TMAO-gehalte. Dit wijst erop dat een deel van het TMA uit TMAO dat uit andere delen van de vis in de darm gediffundeerd is, moest afkomstig zijn. Dit benadrukt nog-

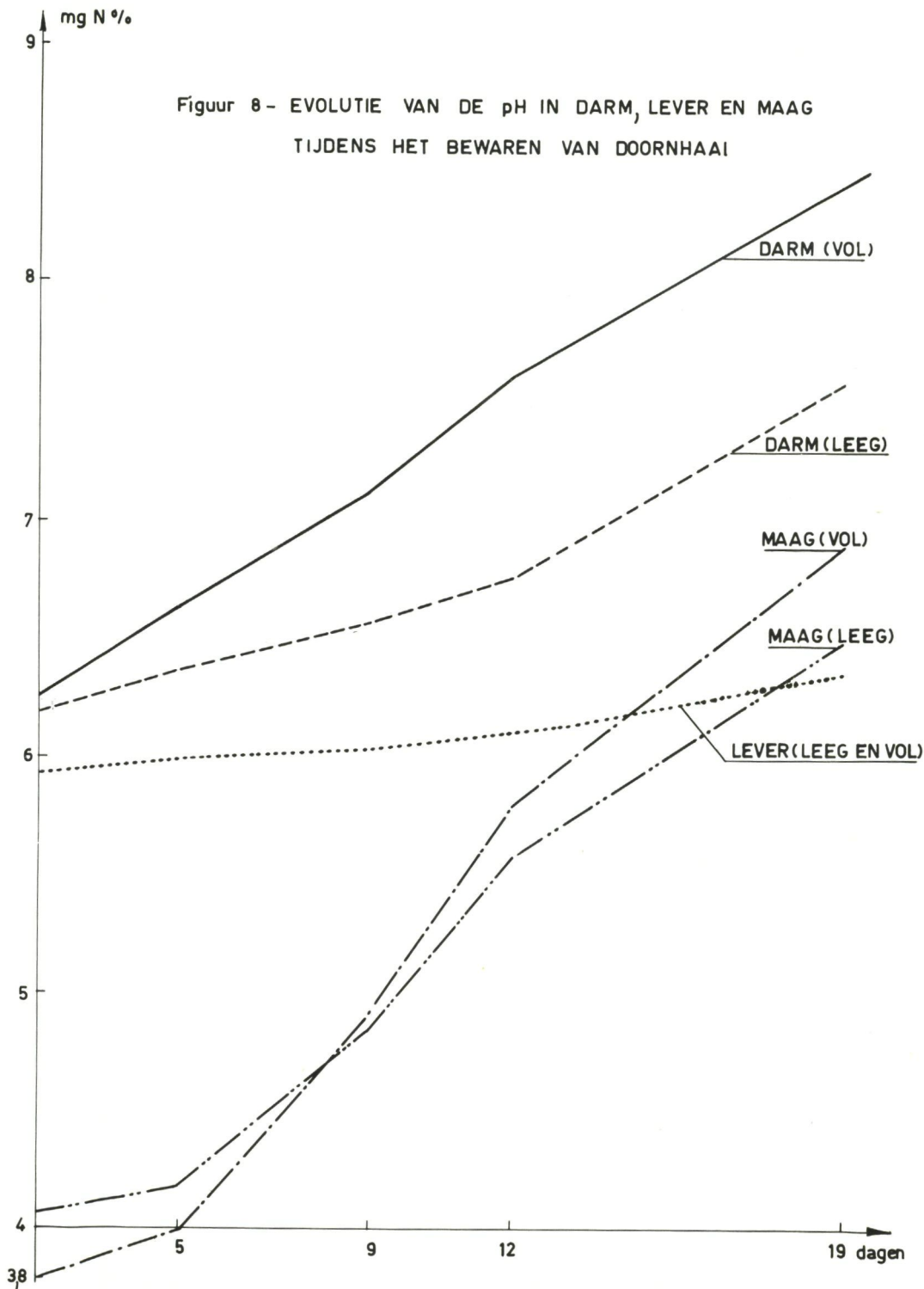
maals het feit dat de diffusieverschijnselen in de vis post mortem belangrijk zijn.

De pH in de maag liep zeer vlug op (figuur 8). In de loop van het bewaren verschilden dan ook de activiteiten van de diverse aanwezige enzymen (endo- en exopeptidasen, urease, desaminasen), die endogeen aanwezig waren (zie 1.2.1.) of door het voedsel werden aangebracht. Dit legt ongetwijfeld uit waarom de eerste negen dagen de vorming van ammoniak en TMA relatief traag verliep. Er valt ook op te merken dat bij volle magen de pH een lagere aanvangswaarde had, hetgeen reeds in 2.2.1. werd besproken, maar tevens vanaf de 9de dag meer alkalisch werd dan bij lege magen.

De pH van de lever steeg weinig. In de darm echter was deze stijging gevoelig. De reden is, zoals vermeld, dat door de gunstige begin-pH de vorming van basen (ammoniak, TMA) in de hand wordt gewerkt waardoor enerzijds de pH stijgt en anderzijds om dezelfde reden de vorming van basische verbindingen zelf nog intenser kan doorgaan. Tussen volle en lege spijsverteringskanalen was dan ook een groot verschil in pH waar te nemen.

Uit deze proeven is tenslotte gebleken, dat de lever praktisch geen rol in het bederf van de stikstof-fractie van de ingewanden speelt. De darm is daarentegen zeer aan bederf onderhevig, terwijl de maag een tussenplaats inneemt.

Wanneer men deze proefnemingen in het kader van de studies over de noodzakelijkheid van het



strippen (gutten) van de vis brengt, kan men aldus vooropstellen dat het verwijderen van het spijsverteringskanaal van de doornhaai gunstig voor de kwaliteit van de vis moet uitvallen.

Volledigheidshalve dient te worden vermeld dat bij het gutten ook rekening dient gehouden te worden met de invloed van het hart en de gonaden. Resultaten van beperkte oriënterende proeven op doornhaai zouden er echter op wijzen dat het bederf van deze organen minder belangrijk is (\*).

Om een definitief besluit over de invloed van het strippen bij doornhaai (en ander vissen) te kunnen trekken, dienen echter verder vergelijkende proeven te worden uitgevoerd waarbij de vis enerzijds in goede praktijkomstandigheden wordt gegut en anderzijds onmiddellijk in het ruim wordt opgeslagen. Factoren zoals de invloed van eventuele kwetsuren tijdens het opensnijden van het abdomen, het wassen, het oplopen van de temperatuur tijdens het onvermijdelijk wachten op het dek vóór het strippen, enz. kunnen het kwaliteitspatroon van de vis inderdaad wijzigen.

---

(\*) De nieren spelen hierbij geen rol, daar zij ook na het strippen in de vis blijven.

### Samenvatting.

Na een beschrijving van het spijsverteringskanaal van de vissen waarbij de bijzondere aandacht aan de aanwezige proteolytische enzymen werd besteed, werd in een reeks proeven de evolutie van het bederf in de voornaamste organen (maag, darm, lever) van de doornhaai (*Squalus acanthias* L) gevolgd.

De begin-pH van maag en darm werd door de aanwezigheid van voedselresten beïnvloed. In de maag was de pH in dit geval duidelijk zuurder terwijl in de darm de zuurtegraad naar de alkalische zijde was verschoven.

In de darm werd de sterkste ammoniak- en trimethylamine-ontwikkeling vastgesteld. De aanwezigheid van etensresten versnelde nog deze evolutie. In de maag werd een analoog beeld bekomen maar met geringere intensiteit. In de lever werden de twee basen weinig gevormd.

In de darm daalden, zoals te verwachten, de concentraties aan ureum- en trimethylamineoxyde, door de afbraak tot respectievelijk ammoniak en trimethylamine. In de maag echter werd een stijging genoteerd, die waarschijnlijk te wijten was aan absorptie uit andere organen.

Uit deze proeven is tenslotte gebleken dat de lever praktisch geen rol in het bederf van de stikstoffractie van de ingewanden speelt. De darm is daarentegen zeer aan bederf onderhevig, terwijl de maag een tussenplaats inneemt.

Wanneer men deze proefnemingen in het kader van de studies over de noodzakelijkheid van de strippen van de vis

brengt, kan men aldus vooropstellen dat het verwijderen van het spijsverteringskanaal van de doornhaai gunstig voor de kwaliteit van de vis moet uitvallen.

Literatuur.

- (1) BERNARD, F. (1952) : Trav. labor. Hydrobiol. et Pisciculture Univ. Grenoble 43-44, 61.
- (2) SOUDAN, F. (1965) : La Conservation par le Froid des Poissons, Mollusques et Crustacés, J.B. Baillière & Fils, Paris.
- (3) CREAC'H, P. (1963) : Ann. Nutr. Alim. 17, A 375.
- (4) ANNANICHEV, A. (1959) : Biochemistry 24, 952.
- (5) BARRINGTON, E. (1957) : in : The Physiology of Fishes, Vol. 1, 109, Academic Press, New York.
- (6) NORRIS, E. en MATHIES, J. (1953) : J. Biol. chem. 204, 674.
- (7) GHANEKAR, D. en BAL, D. (1955) : Indian J. Fish. 2, 349 en J. of the Univ., Bombay 23 B, 1.
- (8) NORRIS, E. en ELAM, D. (1940) : J. Biol. Chem. 134, 443.
- (9) BUCHS, S. (1954) : Zeitschr. f. vergl. Physiol. 36, 165.
- (10) EGE, R. en OBEL, J. (1935) : Biochem. Zeitschr. 280, 265.
- (11) BODANSKY, M. en ROSE, W. (1922) : Amer. J. Physiol. 62, 483.
- (12) BATTLE, H. (1935) : J. Biol. Bd. Canada 1, 145.
- (13) FUJII, M. en NISHINO, I. (1957) : geciteerd door CREAC'H (3).
- (14) JOHNSTON, W. (1941) : J. Fish. Res. Bd. Canada 5, 217.
- (15) TOGASAWA, Y. en KATSUMATA, T. (1956) : Bull. Jap. Soc. Scient. Fish. 21, 1070.
- (16) BAYLISS, L. (1935) : J. Mar. Biol. Assoc. U.K. 20, 73.
- (17) BEAUVALET, H. (1933) : Compt. Rend. Acad. Sci. 196, 1437.
- (18) HYKES, O., MAZANEC, J. en SZECSNYI, L. (1934) : Compt. Rend. Soc. Biol. 117, 166.
- (19) SCHOTTKE, E. (1940) : Zeitschr. f. Fischerei 38, 1.

- (20) VYNCKE, W. (1969) : Bijdrage tot de studie van de extraheerbare stikstofverbindingen in doornhaai (*Squalus Acanthias* L) en de evolutie ervan tijdens het bewaren in ijs (doktoraatsthesis). Ministerie van Landbouw, Rijksstation voor Zeevisserij, Oostende, publikatie 21.
- (21) VYNCKE, W. (1968) : Fish. News Int. 7, 49.
- (22) BYSTEDT, J. SWENNE, L. en AAS, H. (1959) : J. Sci. Food Agric. 6, 301.