

**PRACE INSTYTUTU im. NENCKIEGO.
TRAVAUX DE L'INSTITUT NENCKI.**

Tom IV, zesz. 3.

*Laboratoire de Biologie Générale.**Z zakładu Biologii Ogólnej.*

ROMUALD MINKIEWICZ.

Potentialité autochromatique de l'oeil humain:
Chromatentopsie autogène, endogène et exogène.

I-e partie: Au seuil de la perceptibilité.

*Możliwości autochromatyczne oka ludzkiego:
Wnętrzcoczne widzenie barwne bezbódcowe
oras po bodźcach bezświatlnych lub bodaj bezbarwnych.
Część pierwsza: U progu dostrzegalności.*

Rzecz zgłoszona dn. 1.V 1927.

AVANT-PROPOS.

C'est vers les deux extrêmes du fonctionnement entoptique de l'oeil que se trouve portée la présente étude, tout comme s'y était portée, dès l'année 1907—1908, notre attention soutenue d'investigateur.

Car, où donc chercher (avons-nous pensé) les bases inébranlables pour une compréhension scientifique des phénomènes si variés et si complexes de la vision chromatique, sinon en élucidant, d'une manière explicite, la potentialité autochromatique de l'organe de la vision laissé à lui seul, sans être stimulé par des excitants chromatiques objectifs? Et cette potentialité chromatique autogène de l'oeil (pris dans son ensemble fonctionnel), où donc se révélerait-elle mieux, si ce n'est à ces deux extrêmes du fonctionnement entoptique que voici:

<http://rcin.org.pl>

1^o, près du seuil de perceptibilité, c'est-à-dire, soit au repos absolu de l'organe (phénomènes chromatiques spontanés, autogènes), soit à son repos photique (phénomènes endogènes, provoqués par des excitants autres que la lumière),

2^o, près de la limite de résistance (de l'endurance physiologique de l'organe), c'est-à-dire, après une extrêmement forte excitation achromatique (par la lumière blanche), suivie d'obscurité immédiate la plus stricte.

Ainsi, notre étude se divise, d'une façon naturelle, en deux parties distinctes, dont la première traitera de ce que j'appelle chromatopsie autogène et endogène (les deux étant strictement aphotogènes) et la deuxième—de ce que j'appelle chromatopsie exogène (mais toujours achromatogène.¹⁾)

Pendant, tout en étant bien distinctes l'une de l'autre quant à leur matière phénoménologique, les deux parties de notre étude sont absolument identiques quant à leur méthode générale qui consiste

1^o, à faire table rase, en abordant le problème, de toute théorie en vogue, de toute idée préconçue et même de tout savoir, prétendu établi; 2^o, à séparer totalement et formellement, lors de l'exposé, les faits constatés d'avec les conclusions qui en sont tirées, et dans le chapitre de celles-ci, à traiter séparément les conclusions de fait, immédiates, découlant spontanément des données relatives et ne contenant qu'elles (conclusions phénoménologiques)—d'avec les conclusions médiates et par cela même plus éloignées des faits, bien que plus intéressantes aussi, parceque tendant à une objectivation causale ou, au moins, conditionnelle (conclusions logiques et psychophysiologiques).

A quel degré avons-nous su y réussir, et quel en est le résultat scientifique réel, ce n'est plus à nous d'en juger.

¹⁾ La chromatopsie due aux excitants objectifs chromatiques recevant le nom de chromatopsie.

PREMIÈRE PARTIE.

Au seuil de la perceptibilité.

Analyse des phénomènes entoptiques spontanés du prétendu „chaos lumineux“ et de ceux provoqués par voie mécanique (Chromatentopsie autogène et endogène).

L'ordre de l'exposé: A. Données. B. Conclusions immédiates, phénoménologiques. C. Conclusions médiates, logiques et psychophysiologiques.

D. Conclusions formelles, méthodologiques.

A. Les données.

1. J'attire immédiatement l'attention du lecteur sur ce que je m'occuperai ici exclusivement des phénomènes chromatiques absolument aphotogènes, observés à l'obscurité la plus stricte.

Afin de les provoquer, de les susciter, je n'ai recours à aucune des méthodes employées par Purkinje, Charpentier, Tschermak, Thomsen, Fechner, Benham, Hess, Hering et d'autres qui se sont servi d'une lumière objective quelconque, même la plus faible, de durée la plus courte ou bien alternante, ne serait elle que filtrée à travers les doigts ou les paupières closes.

Je poursuis toujours mes recherches dans une obscurité parfaite, la nuit — pour la plupart, longtemps après extinction de la lumière, en recouvrant, pour plus de sûreté, ma tête de quelque tissu opaque, par ex. d'un châle noir comme s'en servent les photographes. Je demeure étendu sur mon lit, confortablement, afin que non seulement les yeux, mais aussi la tête et tout l'organisme, y compris le coeur et la circulation, se trouvent dans un état de résolution parfaite.

J'ai donc les yeux absolument isolés des tous les excitants exogènes (cosmiques), parfaitement reposés après des excitations lumineuses antérieures, parfaitement „adaptés à l'obscurité“, ainsi qu'on le dit (est-ce à raison?).

Malgré cela, je perçois constamment dans ces circonstances des apparitions colorées (et aussi non colorées, bien naturel) très multiples et fort diverses. Parmi ces apparitions, m'occupent en premier lieu celles que les savants

laissent en général à l'écart, en les mentionnant à peine comme des phénomènes qu'il est impossible de définir, ou plus exactement, de décrire, d'analyser et de classer, donc ne pouvant, selon leur opinion, contribuer à élucider les fonctions de la vision.

C'est ce qu'on appelle „le chaos lumineux”, le „Wirrwar”, la „poussière lumineuse” ou bien, enfin, la „lumière propre de la rétine” — l'ancien, très beau nom qui n'a cependant pas (fait curieux) contribué à faire approfondir tout le riche contenu phénoménologique et gnoséologique qu'il comprenait.

Dans ce prétendu chaos de la „lumière propre de la rétine”, se développant spontanément pour l'observateur, sans les moindres impulsions motrices de sa part (sans occlusion des paupières, sans compression à l'aide du doigt, sans étternuements, sans affecter la position de la tête en bas, sans mouvements violents des membres en but d'augmenter la pression sanguine et la pulsation dans les organes céphaliques, sans respiration accélérée ou forcée etc.), il y a cependant des éléments fixes, et on y peut déceler certaines lois qui les régissent.

2. Le composant constant du „chaos”, c'est la petite tache chromatique.

Depuis 18 ans que je les observe, je puis parler — je crois — de la constance dans l'apparition de ces taches colorées. „Constance” ne veut pas dire „permanence”. Il y a des cas où le champ entoptique n'est que gris-foncé flou, parfois avec légère tendance à un enfumage jaunâtre ou orangé (sur ce seuil de perceptibilité il est difficile de le définir exactement). C'est l'aspect d'une nuit obscure, nuageuse. Jamais noir, toujours d'une nuance gris-foncé.

Mais il est rare, qu'après une durée un peu prolongée de contemplation fixe de cette obscurité grise de mon oeil — n'apparaissent pas les petites taches colorées. Très souvent, elles surgissent spontanément, inattendues, avant qu'on ait eu le temps d'y songer, gagnant la conscience sans aucune part de l'attente, souvent contre la volonté de l'observateur, justement au moment où l'on a envie de dormir ou de penser à autre chose. Ayant fixé spontanément l'at-

tention, elles deviennent parfois désagréablement obsédantes (ainsi que ces „mouches volantes“ qui apparaissent lorsqu'on regarde le bleu du ciel et dont il est impossible de se libérer), qu'on ne peut ni éloigner ni interrompre, même en essayant de provoquer consciemment l'apparition d'autres phénomènes lumineux (phosphènes et autres figures de compression, étincelles jaillissantes etc).

3. Le phénomène des petites taches chromatiques est très variable dans son caractère.

Il peut être momentanée ou de durée plus longue.

Les taches particulières peuvent également apparaître pour un laps de temps plus ou moins court, parfois pour la durée d'un éclair seulement, parfois pour très longtemps. Elles apparaissent soit isolément, soit par groupes, tantôt çà, tantôt là. Parfois, leur apparition et disparition surviennent avec une extrême vitesse, dans un rythme vertigineux du scintillement multicolore.

La grandeur des taches est très variable, quoiqu'elle se maintient en général (mais pas toujours!), au moment donné, dans un ordre défini ou presque. Elle va des tout petits points jusqu'aux taches assez volumineuses de plusieurs millimètres. Le plus souvent, elles comportent un $\frac{1}{2}$ — 1 mm. de diamètre.



Fig. 1. Un groupe de menues taches colorées.

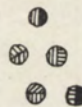


Fig. 2. Quelques couples de taches arrondies, en diverses combinaisons chromatiques.

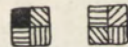


Fig. 3. Deux quaternions, en combinaisons chromatiques variées (grossis circa $\frac{2}{1}$, ou $\frac{3}{1}$).

Les taches peuvent être disséminées dans le champ visuel, par çà et par là, à certaines distances, soit isolément soit par couples, par quaternions ou par groupes plus nombreuses, ou bien accumulées en une seule place, par ex. au milieu du champ visuel ou même à l'endroit qui correspondrait périmétriquement à la Macula lutea, seul.

Dans des groupes, les taches peuvent être séparées l'une de l'autre, ou bien — surtout en couples — s'accoster, à simple ligne de démarcation.

La forme des taches est soit arrondie soit rectangulaire ou presque carrée, rarement ronde. Dans ce dernier cas, les taches sont un petit peu plus volumineuses et peuvent contenir un point central très luisant (blanc?). Jamais, un groupe plus nombreux de taches ne contient de points luisants centraux. En général, il n'y a, dans un groupe, qu'une ou deux taches à point lumineux, et assez éloignées l'une de l'autre.

4. Les couleurs des petites taches sont de plus variées: rouge, orange (ou jaune-foncée?), jaune, jaune-verdâtre, vert, bleu, violet. Toujours pures et belles.

C'est justement ce polymorphisme chromatique des taches qui, ayant fixé mon attention dès leur première apparition spontanée en 1908, m'incita à consacrer de nombreuses nuits à l'étude de ces couleurs, de leur voisinage réciproque, de leur apparition succédanée, de leur interdépendance éventuelle quelconque. J'ai considéré ces recherches comme une partie la plus importante de mon travail.

Parfois, en présence des taches très menues, la désignation exacte de leur couleur n'est pas facile et quelquefois elle est tout-à-fait impossible, vu l'absence absolue d'une échelle de comparaison, dans l'obscurité grisâtre de l'espace entoptique. Comment y discerner, par ex., si ce petit point à peine perceptible est jaune-foncé ou orange? jaune-verdâtre ou jaune? vert-bleuâtre ou bleu-clair?...

Soit les taches isolées, soit les groupes des taches — éloignés l'un de l'autre ou bien avoisinants — peuvent présenter toutes les couleurs pures du spectre solaire, au moins les sept fondamentales, énumérées plus haut.

Ainsi par ex., se rencontrent accouplées les couleurs

rouge	{	jaune jaune-verdâtre verte bleue violette	verte	{	rouge jaune bleue violette		
			bleue	{	rouge jaune verte violette		
					violette	{	rouge orange jaune verte bleue

et ainsi de suite.

De même, par quatrains, on rencontre réunies, par ex., les couleurs

rouge—violette		rouge—verte		rouge—bleue
	ou bien		ou bien encor	
bleue—verte		violette—bleue		violette—verte

etc. etc., dans de combinaisons spatiales les plus diverses.

5. Les couleurs tangentes ne se mélangent pas. Elles demeurent toujours pures, non troublées, parfaitement indépendantes l'une de l'autre, non sujettes aux lois de contraste, d'induction simultanée, de grisaillement ou de transformation.

Aucune combinaison fixe ni groupement privilégié des couleurs dans les taches voisines. Aucune succession fixe dans l'apparition des couleurs. En un mot, aucune dépendance mutuelle des couleurs des taches, ni dans le temps, ni dans l'espace.

A ce problème, que je considère comme ayant une importance de tout premier ordre pour toute théorie de la vision chromatique qui veut être vraiment pragmatique et scientifique — j'ai consacré beaucoup d'attention soutenue, parfois jusqu'à épuisement complet.

L'étude poursuivie des couleurs des petites taches, surtout des celles apparaissant à la place d'une autre qui vient de disparaître, est extrêmement fatigante et—ce qui est aisé à comprendre—extrêmement difficile, vu l'absence totale d'un point de repère quelconque, vu aussi l'impossibilité notoire de maintenir les yeux (et, par conséquent, le champ visuel) dans l'immobilité pendant un laps de temps un peu plus long, même à la lumière du jour.

Il me serait donc impossible d'affirmer que j'attrapais la tache successive à la place exacte où venait de disparaître la précédente, malgré tout mon effort d'attention tendue. Je puis dire seulement ceci, qu'il m'a semblé plusieurs fois y être arrivé (ainsi qu'en témoignent les joyeuses exclamations dans mes notes de dates différentes). Et alors, cependant, je n'ai jamais observé une succession fixe ou déterminée des couleurs (sous l'aspect des couleurs complémentaires par ex. ou antagonistes).

Quant aux taches simultanées, voisines, côtoyant, tan-

gentes, ce n'était pas difficile de constater directement qu'il n'y a aucune combinaison fixe des couleurs.

6. Il n'arrive pas, je crois, que toutes les taches du champ entoptique affectassent la même couleur, au moins pour un temps un peu plus long. Il y a toujours plusieurs couleurs: deux, trois, ou toutes les sept à la fois.

Quelle y est la plus fréquente? — il est difficile de le dire. J'ai l'impression que c'est peut être la jaune (ou peut être la rouge?). Celles-ci au moins m'ont semblé être les plus stables. (Ne serait-ce pas, cependant, en rapport avec des phénomènes d'une autre catégorie dont il sera question plus tard, à savoir: avec la „structure réticulaire” incomplète?).

Il arrive qu'une tache colorée est entourée d'un anneau (parfois volumineux) de teinte différente, étant elle-même de forme ronde. La couleur de l'anneau est variable, et ici encor, on ne peut déceler aucune corrélation avec la couleur du centre.

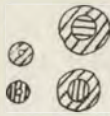


Fig. 4. Deux petites taches à point central incolore. Deux taches colorées entourées chacune d'un anneau de couleur différente.



Fig. 5. Un groupe de menues taches colorées entourant une tache volumineuse bleu-foncé.

Inversement, la tache peut enfermer un point central lumineux chromatique (blanc?)—ainsi que je l'ai déjà mentionné. Ce point lumineux peut quelquefois être assez gros (ainsi qu'une petite tache lumineuse), quand la tache elle-même est plus volumineuse. Ce qu'on observe surtout dans la partie centrale et paracentrale du champ entoptique. Je n'ai pas portée — hélas! une attention suffisante sur le fait, si l'on observe les points lumineux (blancs?) dans les taches de toutes les couleurs spectrales, oui ou non?

7. Simultanément avec les menues taches ou leur succédant, ou bien tout indépendamment, dans leur absence,—se montrent parfois des taches plus grosses et

même assez volumineuses, du même caractère chromatique. Ainsi par ex., près d'un groupe multicolore des petites taches plus ou moins nombreuses, il arrive d'observer une assez grande ellipse bleue-foncé, dont le caractère chromatique ne diffère en rien de celui des petites taches bleues ordinaires.

D'un autre côté, les petites taches disparues, il y peut surgir des points multicolores minimes.

8. Précédant les taches, ou bien les suivant, ou tout indépendamment d'elles—apparaît parfois une poussière colorée très dense, extrêmement fine, liminaire, remplissant de grandes étendues et quelquefois même tout le champ visuel.

C'est un phénomène très fatigant que cette poussière scintillante, même quand elle ne dure que peu de temps. C'est comme un tourbillon effréné de fine poudre multicolore, suscitant le vertige.



Fig. 6. Un tourbillon de poussière colorée.

On y sent plutôt, qu'on n'y perçoit distinctement, toutes les couleurs de l'arc-en-ciel.

9. Parfois, pas très rarement, on perçoit (indépendamment des taches) des faisceaux de fils perlés vibrants, composés des points multicolores, de quatre au moins ou cinq couleurs que j'ai été arrivé à distinguer, à savoir: violet, bleu, vert, jaune, (blanc?), rouge.

Ces faisceaux ont un parcours horizontal ou oblique (plus souvent), ce qui dépend peut-être de la façon dont je suis étendu: la tête en arrière ou bien la joue appuyée

contre l'oreiller; mais toujours ils traversent le champ visuel en ligne droite.

Les faisceaux peuvent être plus ou moins larges, parfois très minces, composés à peine de quelques fils perlés (peut-être même d'un seul?).



Fig. 7. Un faisceau de fils perlés multicolores (grosi ca $\frac{2}{1}$).

Je n'ai jamais vu qu'ils aient traversé tout le champ visuel ou qu'ils se soient dirigés en rayons, à partir du centre de ce champ.

Les points colorés (les perles) dans des fils tangents et parallèles ne se répondent pas réciproquement, comme qualité chromatique (autrement, d'ailleurs, les fils particuliers n'aurait pu être distingués, dans un faisceau). Les couleurs, dans un fil perlé, ne présentent pas une succession spectrale. Et il m'a semblé avoir vu parmi les perles, certaines qui étaient incolores (blanches?). Si j'ai dit: „il m'a semblé“, c'est que dans ces conditions, et vu la vibration des fils surtout, il est impossible d'y distinguer avec certitude un point lumineux incolore (blanc) d'un jaune-pâle.

10. On observe parfois des bandes multicolores plus larges (non pas en fils!), à direction rectiligne, oblique ou horizontale, comme les faisceaux précédents, et comme ceux-là, indépendamment des taches habituelles qui peuvent y être présentes ou non.



Fig. 8. Bandes de trois couleurs qui se répètent (grossies ca $\frac{2}{1}$).

Dans certaines conditions de chaleur et de suffocation, la tête et le cou enveloppés d'une épaisse couverture (mais sans compression des globes oculaires), on voit apparaître

de longues trainées des lacets multicolores, soit verticales, soit légèrement obliques (vers la droite ou vers la gauche, selon ce comme je suis couché), mais toujours normales aux directions des faisceaux des fils perlés. Chaque lacet particulier est, dans tout son parcours, d'une seule couleur. C'est la trainée qui est polychrome. Les lacets de différentes couleurs montrent, dans la majeure partie de la trainée, un trajet parallèle, ne divergeant que vers le bas.



Fig. 9. Une trainée de lacets multicolore.

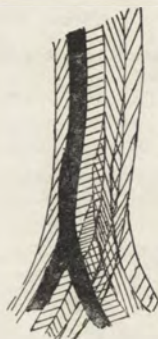


Fig. 9a. Mouvement d'entrecroisement des lacets. (Voir notre remarque à la fig. 18.)

Mais, à mesure que l'expérience se prolonge, et la chaleur et la suffocation augmentent, — voici qu'il commence à se produire un mouvement, dans l'ensemble du phénomène: les lacets empiètent l'un sur l'autre, en serpentant, en se croisant de diverses manières, surtout si l'on appuie un de ses globes oculaires sur le traversin.

Il y faut ajouter, qu'on voit apparaître dans ces conditions, en dehors des trainées, encor des taches de forme spécifique, assez grandes, des couleurs très intenses, comme des larmes ou des gouttes, suspendues l'une sur l'autre le long des trainées, dans leurs interstices.

Après avoir libéré sa tête et recouvré sa respiration normale, on voit disparaître à la fois les larmes colorées et les trainées.

11. Simultanément avec les petites taches habituelles, ou indépendamment d'elles, peut avoir lieu toute une série d'autres phénomènes colorés (et incolores),* d'un caractère différent, du moins apparemment.

Les brouillards et les tout petits nuages blanchâtres, de faible densité et de faible luminosité.

Souventes fois, avant que n'aient surgi d'autres apparitions, bien caractérisées celles-là et dont sera question plus loin, on observe déjà un petit groupe central des menues taches multicolores parmi un chaos brumeux des petits nuages, des brouillards et des lignes blanchâtres peu tranchantes, dont il est impossible de saisir la structure.

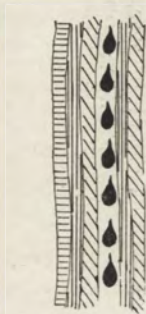


Fig. 10. Larmes colorées coulant le long des lacets polychromes.

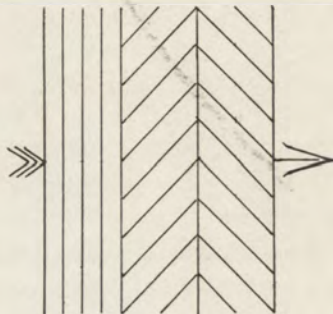


Fig. 11. Bandes verticales de trois couleurs (vert-bleu-lilas) en mouvement vers la droite.

L'embrumement en bandes tangentes verticales de deux ou trois couleurs: lilas**) — bleu ou bleu — vert pâle ou bien vert pâle — bleu — lilas, recouvrant rythmiquement, plusieurs fois, les taches et les „structures“ (dont sera question plus loin), sans, toutefois, troubler leur modus habituel.

Cet embrumement en bandes régionales

*) Phénomènes, qui ont été décrits, pour la plupart, par nombre des savants, en commençant par Goethe, surtout par Purkinje jadis et par Thomsen récemment. C'est pourquoi je ne les traiterai que rapidement.

**) Dans tout ce travail, j'emploie le nom „lilas“ pour désigner une couleur violette très pâle, pour commodité d'exposé.

(sit venia verbo!) donne l'impression d'ondes calmes, régulières, aux nuances très claires.

Les demi-champs mobiles colorés, c'est-à-dire les bandes très larges, enveloppant chacune la moitié du champ entoptique, ainsi que lorsque l'une déborde son diamètre, une autre surgit à la périphérie, puis une autre encore etc., en course rythmée des couleurs se touchant l'une l'autre. Ces demi-champs se meuvent avec une vitesse variable, tantôt dans une direction, tantôt dans une autre, ce qui dépend—à ce qu'on peut inférer—du côté sur lequel je suis couché, le mouvement se dirigeant d'habitude vers la joue appuyée contre l'oreiller. Parfois, il m'a semblé observer le mouvement d'aller et de retour.

Les couleurs des demi-champs notées sont les suivantes: lilas—vert pâle ou bien lilas — rouge ou encore rose—bleu.

Le caractère et la saturation des couleurs des bandes et des demi-champs diffère de celles des taches. Ce sont plutôt de légers nuages. Leur durée est tout aussi différente. Après un moment plus ou moins long, le phénomène de ces vagues colorées prend fin, tandis que le phénomène des taches, s'il avait lieu simultanément, se développe ce nonobstant, suivant son cours, selon le mode et le temps qui lui sont propres.

Le rythme des vagues colorées (des bandes et des demi-champs) semble être en rapport direct avec le rythme de la pulsation sanguine.

12. La coloration du champ entoptique tout entier, provoquée sciemment au moyen d'une série d'inspirations forcées et profondes, affecte un caractère chromatique tout différent.

Le champ entoptique, ainsi que l'on sait, prend, après quelques inspirations, une teinte (un embrumement) jaune foncé, event. orangée (ou même rougeâtre, au prime abord); ensuite, à mesure qu'on répète les inspirations forcées, le champ s'obscurcit en quelque manière, prenant une teinte violette franche, jusqu'à ce qu'il devienne à la fin violet foncé, presque noir, après 10 — 12 inspirations. (Bien avant, jaillissent par çà par là, comme on le

sait bien, des petites étincelles passagères, devenant de plus en plus denses, de plus en plus fréquentes).

Avec le retour au type normal de la respiration, le champ revient aussi assez vite à la nuance jaunefoncé, orange ou rougefoncé, avant de reprendre la normale, celle de repos, qui est gris foncé.

Le phénomène des menues taches, s'il a eu lieu avant le commencement de l'expérience, n'est pas troublé par l'invasion des ces colorations provoquées du champ entoptique. S'il n'a pas eu lieu, il n'en est pas provoqué.

13. Un tout pareil rapport existe entre le phénomène des taches et celui de l'ellipse pulsatile ou de la „tache à cornes“, qui peut affecter des couleurs différentes, le plus souvent le bleu, parfois le rouge, et qui est en dépendance directe — tout comme le phénomène précédent — des variations de la pression sanguine intraoculaire (à la suite des mouvements brusques de la tête, de l'agitation impatiente sur l'oreiller, d'un changement subit du côté sur lequel on est couché etc.). Sa durée n'est pas longue, en général. Lors des pulsations successives de l'ellipse, à son intérieur, les taches peuvent être présentes et visibles, ou bien non.



Fig. 12. Double ellipse à cornes pulsatile.



Fig. 12a. L'ellipse déformée du côté de la pression, exercée sur l'oeil droit par l'oreiller.

Le phénomène de l'ellipse pulsatile à cornes, de couleurs changeantes, ou plutôt des deux ellipses se superposant partiellement, peut être provoqué, sous une forme très curieuse et durable, en enveloppant la tête d'une couverture épaisse et chaude, ce qui détermine rapidement une sensation de chaleur et d'étouffement ou, du moins, une

respiration fort entravée. Après un certain temps, voici apparaître l'éllipse, incertaine d'abord et ensuite bien nette, passant par une série de couleurs, à partir du rouge, par le vert-jaune, jusqu'au lilas. Une fois le phénomène stabilisé, deux couleurs apparaissent alors à chaque pulsation (par ex. le vert-jaune et le bleu, ou bien le vert-jaune et le lilas), une suivant l'autre, en commençant par le centre commun (si l'on me permet dire ainsi) de ces deux éllipses superposées, et en se propageant de là sous forme de tache élliptique.


En rélation de parenté étroite avec ce phénomène se trouve sûrement cette grande clarté élliptique e x c e n t r i q u e, connue depuis Purkinje, qui va s'écartant à droite et à gauche, simultanément, dans les deux directions inféro-obliques que voici:  (Ce sont plutôt deux bandes en croissant élliptique, reliées par leurs courbatures inférieures à une tache arrondie moins saillante). La compression des paupières, leur brusque occlusion avec force, sont capables de provoquer parfois ce phénomène.



Fig. 13. Grande clarté élliptique.

14. „Les structures” (comme nous allons les appeler brièvement par la suite) ou, plus exactement, les structures réticulaires sont composées soit des lignes droites (ou des bandelettes) lumineuses, se rencontrant sous un angle droit (\pm) et formant ainsi des carrés, plus grands ou plus petits, sur toute l'étendue ou sur une partie du champ entoptique; soit des cellules polygonales (sexagonales, d'habitude) aux parois lumineuses, rappelant les alvéoles des abeilles en coupé frontale,—soit enfin de celles-ci et de ceux-là à fa fois, des sexagonales au centre, par ex., et des carrés, qui peuvent y adhérer ou non, à la périphérie. Phé-

nomènes connus et souvent analysés. Dans mes conditions d'examen spéciales, à l'obscurité la plus stricte, on arrive à provoquer leur apparition (mis à part les cas où elles surgissent spontanément) par une pression régulière et pas trop forte*) de la pulpe du doigt sur le globe oculaire du côté de la pupille, ou bien par un resserrement accentué des paupières.



Fig. 14. Structure à hexagones remplis de jaune et à réticule incolore.

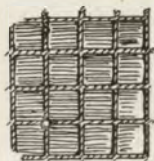


Fig. 15. Structure en carrés. Mailles bleues, intérieur jaune. Deux menues taches incolores sur la deuxième verticale du réticule.

Or, les menues taches colorées peuvent coëxister avec les „structures”. Elles peuvent apparaître dans les limites même des „structures” ou en dehors. Elles peuvent se trouver au sein des carrés ou sexagones, ce qui est beaucoup plus fréquent, ou sur leurs parois même (sur les lignes ou bandelettes claires), enfin dans des mailles et sur le réseau simultanément.

Les taches peuvent être disséminées dans tout le champ entoptique, tandis que la „structure“ n'occupera qu'une faible partie de ce champ, ou inversement, les taches groupées dans un coin et la „structure“ s'étendant partout, ou bien encor, les taches par ci et la „structure” par là etc.

La „structure“ en carrés peut se compliquer (du moins, apparemment). A l'intérieur des carrés peuvent apparaître des petites lignes, s'entrecroisant de leur part pour former des carrés plus petits, parfois minuscules. Ceci n'empêche pas les taches colorées à occuper des petits carrés isolés

*) Pour ne pas déterminer la stase sanguine et les „figures de pression“ spéciales qui en résultent et dont il sera question plus loin

(se seront alors des taches carrées) ou bien à s'étendre sur deux ou plusieurs, etc.

15. Les „structures“, comme on le sait, peuvent être colorées elles-mêmes: le réseau en bleu clair (ou lilas), l'intérieur des mailles en jaune ou orange (tout indépendamment des conditions qui avaient déterminé leur apparition, serait-ce à l'obscurité absolue ou bien au moyen d'un faible excitant lumineux intermittent, ou par quelque autre méthode exophotogénique).

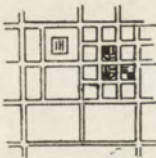


Fig. 16. Structure rectangulaire incolore inachevée. Lignes blanches et menues taches colorées à l'intérieur de quelques petits carrés. Fig. synthétique.

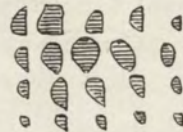


Fig. 17. Structure incomplète. Le réticule manque totalement. Rien que des taches jaunes représentant l'intérieur des mailles.

Et pour cette fois encor, les taches colorées (dans mes observations, strictement aphotogéniques) ne se font pas grand'chose de la présence de cette structure colorée et suivent, sans en être aucunement troublées, leur rythme habituel d'être soit à côté soit dans l'intérieur de la „structure“, même dans le cas où la couleur jaune remplit un certain nombre des mailles. Quand on s'était occupé assez longtemps des menues taches, on n'a acune difficulté à les discerner immédiatement des couleurs de la „structure“, même lorsque celle-ci n'est que fragmentaire, à mailles incomplètement remplies de jaune ou à réseau incomplètement développé autour des ses pupilles jaunes (c'est-à-dire, de l'intérieur jaune répondant aux mailles). La „structure“, d'ailleurs, n e

*) La structure en échiquier jaune-bleu, décrite maintes fois par les auteurs, n'a jamais été observée dans nos conditions d'obscurité complète. C'est que, certainement, elle nécessite, pour être provoquée, une stimulation lumineuse.

présente que deux couleurs, notamment: le jaune et le bleu*) (respectivement, l'orange et le bleu ou lilas), tandis que les taches, s'il y en a — à côté, à l'intérieur ou sur le réseau-même, peuvent présenter toutes les couleurs du spectre solaire. comme nous l'avons dit plus haut (ordinairement, 4—5 à la fois, ou succédanément).

La „structure“, colorée ou incolore (ce qui est de beaucoup le plus fréquent), disparaît après un certain temps (après la cessation, par ex., de l'effet des troubles de compression), tandis que le phénomène des taches, qui ne fût pas troublé par son apparition, peut suivre son cours toujours et pendant longtemps encor.

16. Une remarque. Il est à noter, que la provocation d'apparition des „structures“ et autres phénomènes strictement entoptiques m'était toujours beaucoup plus difficile dans la journée qu'elle ne l'était au début de la nuit. Mes essais de l'après-midi et dans la matinée surtout ne me donnaient que des résultats bien maigres, souvent nuls. (Je parle ici, comme toujours, des conditions aphotogéniques).

On constate aisément la même différence dans la facilité d'apparition spontanée des taches, le jour et la nuit. Combien décevante m'était parfois une attente réitérée de ce phénomène, après le réveil matinal!

17. La coëxistence des phénomènes polymorphes et hétérogènes.

L'élévation de la pression sanguine par l'entravement de la respiration et l'échauffement simultané de la tête enveloppée d'une épaisse couverture (où il s'y ajoute, peut-être, l'intoxication par CO_2), peuvent provoquer, dans un certain temps, l'apparition simultanée des phénomènes suivants:

- a) une ellipse pulsatile, à couleurs changeantes d'une façon rythmique et variant au fur et à mesure de l'élévation de la pression, avec prédominance finale du vert et lilas;
- b) une série des traînées multicolores ramifiées (non à fils perlés!);
- c) des larmes de diverses couleurs franches;

- d) des fragments de „structure“ mal développée;
- e) des phosphènes, déterminés par des heurts accidentels des globes oculaires.

Autre cas. Les taches spontanées présentes, une forte occlusion des paupières peut donner lieu à de phénomènes simultanés suivants:

- a) un champ visuel violet-foncé (ou brun-foncé),
- b) un réseau lumineux ou bleu-clair (=une „structure“),
- c) des taches multicolores dans des mailles de ce réseau,
- d) une ellipse pulsatile à cornes, au milieu du champ,
- e) des phosphènes momentanés, lors de l'occlusion ou du resserrement ultérieur des paupières.

18. La spontanéité des menues taches. Les taches une fois présentes dans le champ entoptique, l'occlusion des paupières sans compression exagérée ainsi que leur ouverture ne troublent point leur cours normal. Et inversement, il m'arrivait parfois que les taches, malgré une longue attente dans la nuit, n'apparaissaient pas du tout, et je m'efforçais en vain de les provoquer par une compression des paupières, par des fortes respirations répétées, par une agitation brusque de la tête sur l'oreiller etc.; tout le reste des phénomènes décrits ci-haut apparaissait, excepté les taches tant souhaitées (souhaitées d'autant plus qu'un problème non élucidé nous tourmentait alors).

Et quand les taches apparaissent spontanément, on peut s'empêcher de les observer en provoquant sciemment d'autres phénomènes lumineux, on peut se perdre dans la masse et la diversité de ces phénomènes, on peut y avoir dispersé son attention à tel point qu'on cesse de discerner bien les taches, — mais nous n'avons jamais réussi les rattacher directement, dans l'expérience, à un autre phénomène ou à un agent provocateur quelconques.

19. Enfin, les phosphènes et les figures de pression. Les phosphènes typiques, apparaissant par suite d'une pression parorbitale, spatialement limitée, avec un objet aigu (un ongle par ex.), ne présentent pas d'autres couleurs, comme on le sait, que le jaune-clair et le

violet-foncé (ou indigo?). Ils n'entravent en rien le développement du phénomène des taches multicolores.

Quant aux „figures en étoile“, bien belles dans leurs formes et leurs teintes, qu'on obtient à la suite d'une pression prolongée avec la pulpe des doigts sur la pupille, dans le sens de l'axe oculaire, — elles n'occupent pas, dans leur stade initial, le champ tout entier et peuvent y coexister avec les taches, si celles-ci s'y trouvaient déjà; mais, dans les stades ultérieurs de la pression, quand elle devienne ennuyeuse, puis douloureuse et de plus en plus intolérable, les figures en étoile enveloppent tout le champ entoptique de leurs vibrants zigzags, éclatants de vives couleurs, ne laissant plus de place à quoi que ce fût.

Fig. 18. Impression globale (fort inexacte et grossière) d'une figure en étoile de compression, à un des stades initiaux. (Remarque. Toutes nos figures ne sont forcément qu'approximatives, ne pouvant être dessinées qu'après coup).



La figure en étoile, telle une découpe d'étoffe vibrante à dessins, rappelant par leur aspect général les étoiles de neige sur des photo de Bentley ou de Nordeskjöld*) (et qui, elles aussi — chose curieuse! — représentent, chez ce dernier auteur, le résultat de compression), — est formée de deux composants, de même que ces étoiles de neige, à savoir: d'un fond général et des „alvéoles“ ou zigzags plus claires, bariolant le fond d'une façon plus dense ou moins dense, et se touchant, tantôt plus tantôt moins, par leurs ramifications, en rapport avec le degré et la durée de la pression. A de certains stades on y voit un disque pulsatile au centre de l'étoile.

*) Voir l'oeuvre magistrale et richement documentée de A. B. Dobrowolski: *Histoire naturelle de la glace*, Varsovie 1923, les fig. fig. 26-27, 42-43, 49, 64, 73.

Le fond ainsi que les zigzags (qui, parfois, rappellent assez les lys des blasons, entiers ou fragmentaires) sont colorés, et des teintes d'autant plus foncées, que la pression est plus forte et plus longue, plus douloureuse aussi.

Le fond passe, au fur et à mesure de la pression croissante, d'un jaune-rouge au bronze de Vénise ou violet-foncé. Les zigzags — d'un jaune d'or, par un vert-jaune, vert clair, vert bleu, vert-bleu plus foncé, bleu franc, lilas, au violet final (ou une espèce de bronze-violet). Analogie frappante avec les faits, cités plus haut, d'une dépendance de la qualité chromatique du champ entoptique, de la valeur de la pression sanguine dans des organes céphaliques!

La plupart des couleurs de ces zigzags donnent une impression qui diffère beaucoup de celle des menues taches, non seulement par leur éclat, mais aussi par leurs nuances (comme si elles n'étaient plus purement spectrales, mais un peu mélangées?)

Comparée avec le fond, la couleur des alvéoles (ou zigzags) est toujours plus rapprochée de l'extrémité rouge du spectre

Le disque pulsatile change de couleur à sa guise, rappelant le phénomène de l'ellipse.

La compression terminée (les doigts ôtés), c'est la détente brusque et la décomposition de la figure en étoile, s'exprimant en des mouvements foux, en des passages rapides des zigzags, qui serpentent, vibrent, trépignent, confluent les uns avec les autres — telle une fourmilière bousculée — et de l'autre côté, en un passage de retour, non moins rapide, des couleurs du fond et des celles des zigzags au jaune-rougeâtre qui va demeurer encor longtemps, jusqu'à ce que l'oeil ne revienne à son gris-foncé de repos. Et alors (et même plus tôt, dès que les conséquences douloureuses de la compression aient disparues) réapparaissent souvent des menues taches et des points multicolores, d'avant l'expérience de compression.

20. La localisation en profondeur des phénomènes entoptiques — on le conçoit aisément — est bien vague.

Ils flottent ou planent à distance incertaine qui dépend beaucoup, d'ailleurs, de notre habitude de les observer. Ceci se rapporte au grisé de repos et à tous les phénomènes spontanés et provoqués, également.

Le mouvement de convergence des axes oculaires les fait approcher, et ceci jusqu'à notre plan frontal, au cas extrême. (Leur observation ne gagne pas alors; bien le contraire, plutôt). Le mouvement de divergence les fait s'éloigner.

(NB. L'état de convergence n'influe pas sur les autres caractères des phénomènes: ni sur leurs dimensions, ni sur leur netteté ou saillant, sans parler de forme et qualité chromatique).

La localisation relative des phénomènes semble être en quelque rapport avec leur clarté (luminosité) relative: les plus lumineux apparaissent les plus proches.

Par contre, la localisation relative des phénomènes simultanés homonymes (tant spontanés que provoqués) ne dépend pas de leur qualité chromatique. Ceci apparaît d'une façon des plus nettes dans les couples et quatrains des taches, dans les faisceaux de fils perlés, les trainées de lacets, les bandes et demi-champs mobiles, où les différentes couleurs associées et tangentes évoluent toutes dans le même plan (ou à la même surface). Les bandes mobiles semblent voiler le grisé entoptique du côté interne, proximal.

21. Quelques remarques de nature formelle.

Première remarque. Dans le phénomène des figures en étoile, ainsi que dans tous les phénomènes provoqués sciemment et énumérés sous les paragraphes 10—15, je n'ai décrit que ce qui m'intéresse directement, du point de vue de la chromatentopsie, les autres côtés de ces phénomènes s'accordant bien, en général, dans mes observations avec celles des auteurs qui s'en occupaient depuis Purkinje, parfois d'une manière fort détaillée, surtout en ce qu'il s'agit des phosphènes et des „structures”. (Voir à cet effet le travail de Thomsen, par ex. et la bibliographie chez Lohmann).

Deuxième remarque. Puisque tous les phénomènes entoptiques que j'ai trouvés décrits par les auteurs

(les §§ 10 — 15 et 19) ne diffèrent ordinairement pas dans mon oeil de ceux dans l'oeil des autres, nous n'avons aucune raison plausible de supposer, que les autres phénomènes dont nous nous intéressons ici tout particulièrement (surtout, ceux du „chaos“) fissent une exception inattendue et incompréhensible, et eussent distinguer radicalement mon entoptique de celle de mes semblables. Je présume, par conséquent, avoir droit de considérer les faits constatés par nous pour notre oeil, comme propres en général à tout oeil humain, tant qu'il soit à peu près normal.

Troisième remarque. Les phénomènes chromatoptiques qui nous intéressent, sont des phénomènes réellement visuels, réellement optiques, réellement oculaires, et non pas des hallucinations prenant leur existence dans les sphères subconscientes de l'âme. Et ceci est, non seulement parce qu'ils se développent simultanément avec ces autres, connus depuis longtemps et reconnus réels (tels, les „structures“, phosphènes, étincelles, ellipses à cornes etc. etc.), mais parce qu'ils le sont d'après tout leur caractère phénoménologique et conditionnel. Les hallucinations visuelles exigent, d'ailleurs, comme on le sait, des conditions psychiques toutes différentes et diamétralement opposées aux nôtres, notamment, elles exigent ce qu'on appelle „un vide de la pensée“, un oubli absolu de soi, un état de contemplation aintellectuel, un relâchement total ou un détournement de l'attention (voir, E. A b r a m o w s k i).

B. Conclusions de fait, immédiates: phénoménologiques.

1. Sans aucune part d'un excitant lumineux quelconque (chromatique ou achromatique), peut se développer, dans l'oeil humain maintenu à l'obscurité complète, toute une série nombreuse de phénomènes lumineux, colorés et incolores, qu'il est bien possible de distinguer les uns des autres et de définir. Ces phénomènes entoptiques aphotogènes sont donc, eo ipso, e n d o g è n e s, au sens large du mot.

2. Une partie de ces phénomènes entoptiques aphotogènes peut être provoquée par l'emploi des excitants mécaniques exogènes, comme la compression, par ex., ou des

excitants mécaniques (peut-être, mécano-chimiques?) endogènes, comme l'accroissement de la pression vasculaire etc. *) Ce sont donc des phénomènes mécanogènes, et, s'il s'y agit des couleurs, c'est la chromatentopsie mécanogène. Envisagée du point de vue de la participation de l'excitant lumineux qui n'y entre nullement en jeu, c'est la chromatentopsie endogène, sensu strictiori.

3. Une autre partie des phénomènes entoptiques aphotogènes, celle qui nous intéresse plus spécialement, ne peut être rapportée à aucune cause additionnelle, soit extérieure soit intérieure, apparaissant toujours spontanément et, en tout cas, indépendamment de quoi que ce soit en dehors du fonctionnement spécifique de l'organe de la vision même. Ce sont donc des phénomènes, non seulement endogènes dans leur forme la plus pure, mais strictement autogènes, c'est-à-dire ne relevant pas des excitants (abstraction faite, bien entendu, des excitants trophiques qui y entrent, peut-être, en jeu). Et plus spécialement, s'il s'y agit des couleurs, c'est la chromatentopsie autogène.

4. Les uns et les autres, même les phénomènes chromatentoptiques autogènes — je le souligne — ne sont nullement un „chaos“ indéfinissable et comme préétabli, mais bien se composent des constituants déterminés et, malgré leur continuelle variabilité, manifestent un certain nombre des principes et des règles fixes que voici:

5. Pour les phénomènes autogènes (spontanés) nous avons pu constater les suivants principes immédiats:

I. l'élément constant du phénomène c'est la menue tache, colorée ou incolore, dont les dimensions oscillent entre un point liminaire et une valeur considérable d'une dizaine de millimètres de diamètre;

II. la grandeur de la tache n'est pas fonction de sa place dans le champ entoptique, ni du temps de l'apparition (ou de succession);

*) On sait qu'on peut provoquer des phénomènes entoptiques par application d'un courant électrique sur la nuque et les tempes (Purkinje, Ritter, G. E. Müller, Schelske), et aussi par bombardement des particules des corps radioactifs mis à proximité (F. Giesel).

III. la grandeur de la tache n'est pas, non plus, en relation fixe avec celle des autres taches, simultanées ou succédanées (soit qu'elles la précèdent soit qu'elles la suivent);

IV. la grandeur des taches ne dépend pas du degré de convergence des axes oculaires;

V. le lieu de l'apparition des taches n'est pas limité à une partie définie du champ entoptique; et inversement, aucune région n'en est pas exclue pour toujours;*)

VI. les emplacements des taches, soit simultanées soit se succédant, ne dépendent pas les uns des autres;

VII. la distance qui sépare les taches voisines n'est pas une grandeur fixe, même dans les limites des taches du même calibre;

VIII. la localisation des taches en profondeur, toujours vague, dépend toutefois du degré de convergence des axes oculaires: plus grand est celui-ci, moindre est la distance relative du champ entoptique avec tout ce qui s'y trouve;

IX. la localisation des différentes taches en profondeur n'est pas fonction de leurs qualités chromatiques;

X. les couleurs des taches englobent toute l'échelle du spectre solaire (du moins, dans les limites de sept couleurs généralement discernées), la luminosité achromatique (le blanc) y ajoutée;

XI. les couleurs autogènes sont faibles, parfois très faibles, mais pures (spectrales);

XII. les couleurs des taches ont toutes un caractère positif, rapportées au gris-foncé du champ, comme plan neutre;

XIII. les couleurs des taches ne manifestent aucune dépendance mutuelle fixe, ni dans l'espace (taches voisines et simultanées), ni dans le temps (taches successives); c'est-à-dire, aucun contraste, ni induction, ni teintes complémentaires, ni antagonisme;

XIV. ce manque de dépendance mutuelle

*) Je pense de la région qui, périmétriquement, correspondrait à la Macula lutea, où ont lieu réellement, non seulement les phénomènes spontanés (autogènes), mais aussi — les provoqués (mécanogènes).

concerne la luminosité achromatique (le blanc), comme les couleurs proprement dites;

XV. la couleur noire n'y apparait jamais.

6. Pour les phénomènes endogènes provoqués (mécanogènes), se laissent constater les principes suivants:

XVI. une dépendance du lieu de l'apparition du phénomène dans le champ entoptique, de la localisation de l'excitant mécanique (soit extrinsèque, soit intrinsèque, anatomo-physiologique);

XVII. une dépendance de la forme globale, ainsi que de la structure détaillée du phénomène, des celles de l'excitant, resp. du système d'excitants; (sous la „structure du système d'excitants” nous entendons la distribution des pressions);

XVIII. une dépendance de la direction des phénomènes, mobiles comme immobiles, de celle de l'excitant mécanique (pression, circulation etc.);

XIX. une indépendance de tous ces caractères ainsi que de la grandeur des phénomènes, de l'état de convergence des axes oculaires;

XX. par contre, une dépendance de leur localisation en profondeur (bien que toujours vague), du degré de convergence;

XXI. un certain rapport de la localisation en profondeur des phénomènes complexes avec leur clarté (luminosité) relative: les parties le plus saillantes semblent être un peu plus proches;

XXII. par contre, aucune relation entre la localisation en profondeur et la qualité chromatique des différentes parties du phénomène;

XXIII. en ce qui concerne les couleurs provoquées, une dépendance stricte de la couleur du phénomène, de la force ou de la durée de l'excitant.*) Ceci se rapporte éga-

*) On a trouvé une dépendance analogue pour les phénomènes de la chromatopsie électrogène: au courant ascendant (l'électrode + sur la tempe) le champ visuel devient violet; au courant descendant (l'électrode + sur la nuque), il devient vert (G. E. Müller, Schelske, Voir dans Thomsen). Ceci, les yeux étant ouverts. Les yeux fermés, les couleurs seraient évidemment inversées.

lement à l'ensemble d'une apparition unie et aux menus détails de structure d'une apparition complexe et différenciée;

XXIV. dans le cas spécial d'une pression externe sur l'oeil, — „la longueur d'onde de la lumière provoquée est inversement proportionnelle à la force de la pression“ (loi de Thomsen);

XXV. un certain rapport qualitatif constant entre les couleurs tangentes des différentes parties des phénomènes de structure complexe (comme par ex. entre les deux bandes mobiles, ou bien entre l'intérieur des mailles et le réseau d'une structure réticulaire, ou encor, entre le fond et les zigzags-alvéoles d'une figure en étoile, etc.);

XXVI. le rapport qualitatif entre ces couleurs tangentes varie d'un phénomène à l'autre, étant d'origine différente: dans les „structures“ il n'est pas identique à celui des bandes mobiles, et non plus à celui des figures en étoile qui diffèrent des deux, et ainsi de suite;

(Une remarque. Les principes XVIII et XIX semblent découler du principe XVI qui est plus général (ou de la loi de Thomsen), comme ses applications particulières aux cas d'une distribution variée, avec graduation, des pressions dans un système de structure.)

XXVII. pareillement, pour cette fois-ci, aux phénomènes autogènes, un manque total d'induction reciproque ou de contraste, dans les endroits tangents, ainsi qu'un manque d'images succédanées et des couleurs complémentaires dans les apparitions successives, soit colorées soit incolores;

XXVIII. la couleur noire, tout comme dans des phénomènes autogènes, n'apparaît jamais.

7. Le rapport mutuel pragmatique (phénoménologique) entre les phénomènes spontanés et provoqués, se laisse représenter, pour le moment, par des principes suivants:

XXIX. une possibilité de coexistence des uns avec les autres, non pas seulement dans le champ entoptique en général, mais dans un même secteur

du champ (et mieux encore, dans un même point presque, par ex. des taches sur le réseau de la „structure“*);

XXX. une non-limitation de cette coexistence à une catégorie d'apparitions provoquées, mais, bien au contraire, son extension à de nombreuses et disparates catégories à la fois (voir le § 17 du chapitre A);

XXXI. une indépendance, évidente et indiscutable, des taches spontanées, des phénomènes provoqués (indépendance dans le temps et dans l'espace), soit qu'elles les précèdent ou leur sont simultanées ou leur succèdent, enfin;

XXXII. une plus grande durée et constance des phénomènes spontanés, en comparaison avec celles des phénomènes provoqués;

XXXIII. une plus grande uniformité et, puis-je dire, monotonie de la forme des taches, en comparaison avec le polymorphisme et la variabilité des phénomènes provoqués;

XXXIV. inversement, une plus grande ampleur et continuité spatiales des phénomènes provoqués (les surfaces unies, au lieu des points disséminés çà et là);

XXXV. en ce qui concerne les couleurs, leur plus grande pureté dans les taches;

XXXVI. une plus grande variabilité des couleurs spontanées, en général, surtout dans un moment donné;

XXXVII. inversement, enfin, une plus grande intensité des couleurs provoquées, en général, et surtout des figures en étoile, des „larmes“, des ellipses pulsatiles etc.

C. Conclusions médiates, objectives: logiques et psychophysiologiques.

1. De cette comparaison détaillée des deux catégories des phénomènes aphotogènes, il découle avec une nécessité logique, que les phénomènes autogènes, spontanés, sont eo ipso primaires et élémentaires,

*) Cette apparition des taches sur le réseau de la „structure“ nous semble, d'ailleurs, se rapporter aux cas tout spéciaux de la diplopie entoptique, d'une non-correspondance des images venant des rétines gauche et droite. Mais ce problème, comme dépassant la phénoménologie immédiate, ne pourra être traité qu'au chapitre des conclusions objectives, psychophysiologiques, de pair avec d'autres phénomènes semblables, tels par ex., un entrecroisement des traînées, une ellipse pulsatile double etc.

tandis que les phénomènes endogènes qui n'apparaissent qu'à la suite des excitants, sont secondaires, dérivés. Ceux-ci ne sont qu'un effet spécial (général ou localisé) extrait des premiers: leur exaltation dans un domaine (qualitatif ou quantitatif), leur limitation ou inhibition dans un autre. Ils ne sont qu'une sélection passagère des certains éléments, organisés (systématisés) momentanément par un excitant, déterminé comme force et structure, ou plutôt par un ensemble (un système) d'excitants organiques et cosmiques actifs au moment donné. Ceci apparaît d'une façon des plus nettes et des plus caractéristiques, dans les phosphènes typiques, les figures en étoile, les taches à cornes, mais aussi dans les structures réticulaires etc.)*

Inversement, la nature primaire et élémentaire des phénomènes spontanés est justement l'indicateur (et le résultat) de leur indépendance des structures anatomiques de l'oeil (mis à part, bien entendu, leur terrain histologique propre des initiaux nerveux de la rétine).

2. Le rapport de la structure des phénomènes secondaires aux structures anatomiques du globe (et surtout à celles de sa région rétinienne), ainsi que le rapport du caractère qualitatif de ces phénomènes à la force resp. à la durée de l'excitant (c'est-à-dire, au degré d'excitation des unités élémentaires de l'organe de la vision), jettent une lumière sur le lieu et le caractère de la naissance physiologique des phénomènes entoptiques en général (provoqués et spontanés, puisque les uns nous expliquent les autres et réciproquement).

Ce lieu ne peut être que celui des initiaux nerveux de la rétine, nécessairement doués d'une excitabilité extrêmement élevée et multiple (polybolique).

L'excitabilité polybolique de chaque initial élémentaire de la rétine est démontrée par les faits cités plus haut,

*) Il n'entre pas dans notre tâche de préciser une dépendance causale (resp. conditionnelle) détaillée de tel ou tel phénomène endogène, des menus détails de la structure anatomique et physiologique de l'oeil, bien qu'il y aurait lieu, peut-être, prenant acte de nos observations personnelles, de mettre en doute certains points dans des explications données par les auteurs.

entre autres: 1) par les faits de l'uniformisation de la couleur du champ entoptique tout entier, par suite des fortes inspirations, 2) ceux du passage des couleurs du champ les unes dans les autres, à gradation spectrale déterminée, sous l'influence de la gradation de la pression, 3) ceux des images blanches ou de l'embrument blanc du champ, ne se distinguant en rien des embrumements colorés, 4) ceux des bandes (et demi-champs) bi-et tricolores, se mouvant et se succédant au rythme des pulsations etc. Ces faits excluent toute idée d'une excitabilité spécifique, topografiquement isolée et constitutionnellement fixe, des trois genres d'éléments distincts (selon l'hypothèse Young-Helmholtz); car il serait inconcevable, comment pourraient les crêtes ou les vallées d'une onde glissante de l'excitant (mécanique ou trophique) affecter tantôt tels, tantôt autres de ces éléments, malgré leur identique niveau histologique, dans une couche de la rétine déterminée.

L'excitabilité polybolique de chaque élément chromatoptique de l'oeil est démontrée, enfin, par les dimensions variables de l'élément phénoménologique de la vision entoptique, la tache colorée.

3. La dimension variable des taches, allant du point liminaire jusqu'à une tache volumineuse, d'une part, et jusqu'au champ visuel coloré uniformément tout entier, de l'autre, nous permet de faire avancer d'un pas la recherche de l'élément véritable, de l'unité réelle du phénomène. Cette unité réelle élémentaire ne peut être (à l'analyse finale) que le point chromatique (resp. incolore) liminaire.

Cette constatation phénoménologique (psychologique) ne contient point d'affirmation anatomo-physiologique qui aurait préconisé, qu'à l'unité élémentaire phénoménologique correspond nécessairement l'excitaton d'un élément rétinien isolé. Cette question ne se laisse pas résoudre à la base des données de la chromatopsie aphotogénique seule. On pourrait, à l'exemple des partisans d'Helmholtz (dernièrement, Hjalmar Oehrwahl) demander, si l'excitation d'un élément rétinien isolé suffit à provoquer l'apparition d'un point coloré, même liminaire,

autrement dit: un point liminaire n'est-il pas déjà un corrélat psychologique des excitations additives d'une série d'éléments de la rétine, dont les effets particuliers ne peuvent à eux-seuls surmonter le seuil de la perception visuelle? Il est à craindre toutefois, que ceci ne serait qu'un problème tout de papier, un jeu d'esprit dépourvu de tout fondement réel, tant phénoménologique que logique. Car, nous ne trouverons jamais la possibilité d'une solution de ce problème expérimentale, c'est-à-dire, la possibilité d'exciter isolément un élément rétinien seul, ni dans des conditions d'examen aphotogéniques, ni même photogéniques, à l'aide d'un excitant monochromatique de minime calibre. Car, en se servant même d'un rayon de lumière spectrale qui donnerait sur notre rétine une tache moindre de 2 microns, par quelle voie, demandons-nous, le dirigera-t-on de telle façon qu'il aille tomber réellement sur un seul cône de la Macula et non pas sur les segments de plusieurs cônes voisins, vu surtout les oscillations pulsatiles et musculaires du globe oculaire et l'impossibilité notoire de maintenir immobile (au sens absolu) son axe.

De notre point de vue, à nous, une pareille investigation serait, d'ailleurs, complètement inutile. Pour tout ce qui suit, suffit pleinement cette unité phénoménologique réelle, immédiatement donnée, qu'est le point liminaire.

4. Une foule compacte de points pareils donne soit de la poussière colorée, étincillante et changeante, si elle apparaît spontanément (autogéniquement) et sans continuité tangente, soit une coloration uniforme d'une partie du champ (taches, bandes, nuages) ou du champ tout entier, si elle apparaît en continuité parfaite et en qualité unifiée, dirigée, systématisée par un agent provocateur quelconque.

Une tache, un petit peu plus grande qu'un point liminaire, est déjà l'expression d'une excitation de tout un groupe d'éléments voisins de la rétine*); et la variabilité de vo-

*) Autre chose est, comment la psychophysiologie pourrait expliquer cette naissance d'une perception d'une surface continue (d'une tache) en partant des excitations d'éléments voisins; un contact strict de ces éléments y est-il vraiment indispensable? Mais ce problème est commun aux sens de la vision et du toucher, si, toutefois, il y est, à la rigueur, un problème gnoséologique réel.

lume et de forme des taches au même endroit du champ entoptique est, justement, une preuve de leur naissance des points liminaires tangents, par voie de leur addition spatiale. Car, il n'est que les points liminaires qui peuvent s'ajuster tangentiellement en toute forme: en rectangle, carré, disque, demi-disque, ellipse etc., tant à contours réguliers qu'irréguliers, à courbature parfaite ou défectueuse.

NB. Il est à souligner ici le comportement analogue des points incolores (même apparaissant au milieu du champ, et même à l'endroit correspondant à la Macula), qui peuvent donner des structures continues sous l'aspect des lignes interrompues croisées, des disques des phosphènes, des nuages et des embrumements uniformes (blanchâtres). Le fait que les lignes des structures réticulaires sont, au même endroit, tantôt blanches tantôt bleues ou lilas, jette une vive lumière sur la question de rapporter les phénomènes blancs à des éléments rétinien spécifiques (bâtonnets) qui, d'après certaines théories, devraient exclusivement servir à l'incolore. Cependant, non seulement les données de l'entopsie aphotogénique précitées, mais l'ensemble de toutes les autres, plaident suffisamment pour l'inclusion de la clarté incolore (blanche) dans la série totale des clartés colorées et, ce qui s'ensuit, pour son rapportement (du moins, dans les cas d'aphotogénèse) à l'excitabilité polybolique des mêmes éléments*) de la rétine.

*) Inutile, peut être, de rappeler que, depuis les constatations importantes de Aug. Charpentier, se multiplient de plus en plus les preuves, le plus diverses, d'excitabilité exoptique des cônes de la Macula par la lumière blanche (voir à cet effet, par ex. C. Hess - 1922. Kleitman et Piéron 1924, S. Hecht...) La nier aujourd'hui, ce ne serait qu'anachronisme ridicule. Le fait trouva une expression un peu paradoxale dans la théorie de Hjalmar Oehrwahl qui admet l'existence d'une quatrième catégorie des cônes (catégorie non moins hypothétique et inutile que les trois anciennes), aveugles — cette fois ci — pour les couleurs (!) et excitable par la lumière du jour. Essai, pas trop heureux, de sauver la théorie Young-Helmholtz à l'aide de son heringisation (sit venia verbo!) partielle et plutôt apparente, qui consisterait à admettre une dissociation de l'excitation blanche, en bleue et jaune antagonistes, ayant lieu quelque part sur la voie vers les centres corticaux, dans un neurone hypothétique spécial („Schaltneurone“).

5. Il faut constater dès maintenant, qu'une pareille organisation ou systématisation d'un phénomène synthétique (ou plus précisément, une telle synthèse spatiale appositive) démentit, prenant la chose du côté objectif, sa spontanéité au moment et endroit donnés. Aussi, en résultat de notre analyse, ne peut être reconnu comme phénomène réellement spontané (autogène) que seul le point liminaire, resp. la poussière colorée, formée des points changeants multicolores, apparaissant et disparaissant à leur gré.

Une tache, dépassant un petit peu le point liminaire et qui dure un peu plus longtemps sans changer, est déjà un phénomène dérivé, provoqué par une excitation endogène, dynamiquement et structurellement définie (quoique tout à fait inconnue de nous), ne serait-elle que trophique, si non pas angiogénique. (Il serait peut-être superflu d'expliquer que ce que nous venons de dire n'implique aucune contradiction avec les conclusions du chapitre B sur la spontanéité des petites taches. C'est que, au dit chapitre, nous avons traité la réalité psychologique immédiate, visé la nature phénoménologique de la tache chromatique; tandis qu'actuellement nous sommes arrivé à conclure à son caractère dérivé, en traitant sa nature objective (psychophysiologique), c'est-à-dire la réalité scientifique, objective).

Seule, la spontanéité des points colorés n'est pas seulement donnée immédiatement, mais ne pourra être niée logiquement. Car, ces points liminaires, disséminés en poussière multicolore dans le champ visuel, ne manifestent aucune systématisation homonyme, aucune synthèse qualitative ni structurelle (topographique), par conséquent, ne peuvent être rapportés causalement à aucun facteur, à aucun excitant endogène qui aurait dépassé les limites d'un élément chromatoptique particulier (resp. d'un initial nerveux isolé*). Dans ce sens plus précis, ils sont des phénomènes autoboliques, des phénomènes sans excitants.

*) Au sens d'initial de l'excitabilité visuelle, sans vouloir préconiser s'il sera constitué par un seul élément rétinien ou par plusieurs; bien que, après tout, la première éventualité y est la seule probable.

Et c'est, précisément, parce qu'ils sont l'expression d'une excitabilité spontanée, réellement autogène, non dirigée par quoi que ce soit, qu'ils manifestent, d'une façon si nette et si constante, (par leur scintillement multicolore qui varie d'un moment à l'autre et d'un point à l'autre) le polybolisme fondamental des éléments nerveux^{**}).

Il est aisé de s'apercevoir de l'importance de ces constatations, non pas seulement pour la théorie de la vision chromatique, mais pour la psychophysiologie toute entière, la physiologie de l'excitabilité et la biologie générale.

6. La spontanéité actuelle et réelle des phénomènes colorés constatée, ceci ne préjuge pas encor la question de leur spontanéité génétique embiontique, c'est-à-dire, de leur autonomie psychophysiologique toute faite dès le début (dès la naissance même), sans contact préalable avec le monde visible objectif, sans être dirigée, différenciée et fixée par de diverses énergies spécifiques des excitants chromatiques. Autrement dit, cela ne préjuge pas, si l'individu à organe de la vision constitué normalement, mais absolument isolé, au moment de la naissance, de tout excitant lumineux, posséderait sa potentialité de vision entoptique colorée, potentialité qui aurait été, en ce cas là, parfaitement spontanée, pleinement autogène.

Nous ne le soulignons qu'à fin d'éviter les malentendus, sans vouloir nous engager, le moins du monde, dans le débat séculaire autour du dilemme: nativisme—empirisme? (ou plutôt, nativisme—relativisme évolutif fonctionnel? ou encor: vitalisme—extracausalisme?) s'il y est toutefois un dilemme gnoséologique réel.

^{**}) Il n'est pas besoin de développer ici cette question du polybolisme nerveux fondamental, ni de répéter l'argumentation documentée et explicite de notre ouvrage de 1914—1917, qui s'en avait occupé d'une manière exclusive. Tout récemment, à l'occasion du jubilé d'un neurologue polonais, le dr. Edouard Flatau, nous avons formulé brièvement, et d'une façon définitive pour nous, les lois du polybolisme nerveux (1926), pour en tirer une définition physiologique des névroses hystériques et psychasténiques, qui jusque là faisait défaut à la science nosologique. Et justement, la première loi qui y est formulée, c'est la loi du chaos polybolique de repos ou de l'autobolisme différentiel.

7. Pour qu'une excitation des initiaux rétiens spontanée puisse se manifester dans un phénomène coloré de telle ou telle qualité, elle doit atteindre un potentiel qui lui permettra de se frayer passage à travers toute la stratigraphie des neurones, jusqu'aux lobes occipitaux au moins. Ce qui n'est possible qu'en présence de deux conditions: 1^o, d'une excitabilité extrêmement fine du système optique tout entier (des cylindraxes non moins que des cellules) — comme condition fondamentale, et 2^o, d'un état de „repos actif” des centres corticaux (et resp. sous-corticaux aussi). Mais, même ces deux conditions remplies, la nécessité d'un certain potentiel de l'excitation se laisse difficilement accorder avec sa spontanéité parfaite; en tout cas, ceci rend impossible d'y voir l'expression d'un métabolisme purement autonome (au sens de Hering) évoluant dans un initial nerveux en absence d'excitants absolue. Aussi, cette absence d'excitants ne peut être prise que *cum grano salis* et uniquement dans le sens que nous lui avons attribué plus haut (§ 5). On comprendrait bien le désir de rapporter le tout directement aux centres corticaux, comme d'aucuns le faisaient. Hélas! ceci ne nous y ouvre pas une bonne issue, faisant surgir et s'accumuler d'autres difficultés et, d'ailleurs, n'est guère acceptable, vu l'analogie et la coincidence dans le temps, des phénomènes spontanés avec ceux provoqués par voie mécanique et dont la naissance au niveau de la rétine ne pourrait plus être mise en doute (ce que nous avons souligné dans les §§ 1-2 de ce chapitre).

8. L'état de „repos actif” des centres n'est point un paradoxe créé ad hoc pour les besoins de la cause, étant constatable dans tout fonctionnement nerveux sous l'aspect de tonus, comme leur réelle et vigilante aptitude à fonctionner, ne pouvant avoir lieu qu'après que la phase réfractaire (post excitationem) ait passée et avant qu'ils n'aient tombé dans l'engourdissement profond du sommeil, resp. d'une inactivité prolongée.*)

Ceci trouve (il nous semble) une confirmation dans la

*) On y distinguera donc deux modalités de tonus: une réceptive (réflexe), une autre autotonique (plastique de Langelaan ou l'autotonus de Noyons). Voir, de Waele, 1927.

difficulté (notée dans la partie descriptive, §16) de percevoir et de provoquer par voie mécanique, les phénomènes entoptiques, au milieu de la journée, d'une part, et de bon matin, aussitôt reveillé, de l'autre.

Le gris-sombre entoptique, serait-il l'expression phénoménologique de l'état de „repos actif“ des centres visuels seuls, ou bien celle de l'organe de la vision tout entier (à partir de la rétine, jusqu'à l'écorce occipitale inclusivement), — ceci ne se laisse actuellement pas résoudre*. Ce qui est certain, c'est que ce gris-sombre entoptique („Eigen-grau“ ou „Augengrau“ des allemands, appelé d'ailleurs „Eigenghell“ par Hering), si difficile à saisir dans son caractère

*) Il retourne à chaque pas, au cours de cette analyse psychophysiological, ce problème si attrayant et pourtant si décevant jusque là, malgré l'effort des nombreux chercheurs (entre autres: Donders, v. Kries, Mc Dougall, Oehrwahl, Tscherning-Larsen; Hering, Tschermak, G.E. Müller, Schjelderup; Fröhlich; Guttman), ce problème du niveau stratigraphique des neurones, dont le fonctionnement déterminerait soit l'ensemble soit une partie des phénomènes chromatoptiques. A notre sens, ce problème ne pourra être poussé, du point mort où il se trouve, qu'au moyen de ces deux procédés d'investigation expérimentale que voici: 1, si l'on se décidera à s'appliquer, sur soi même, des anesthésiques, inactivant d'une façon momentanée et toute élective, soit la rétine d'un oeil, resp. des deux à la fois, soit une tranche déterminée du nerf optique, resp. des deux, en but de recherches introspectives, entoptiques; 2, s'il se trouvera quelques ophtalmologistes ou psychophysiologicalistes, ayant — par un coup de sort fatal — subi de graves lésions, soit à la rétine (p. ex. une délamination d'un feuillet), soit à d'autres parties du globe (une épaisse cataracte, p. ex.) et perdu, en conséquence, leur chromatopsie (leur vision des couleurs objective) ou même leur vision exoptique totale (p. ex. en cas d'énucléation après lésion), mais conservé leurs parties cérébrales de l'organe visuel intactes et normales, et si ces savants voudront bien continuer leurs recherches entoptiques ou, du moins, essayer s'ils auront encor des phénomènes entoptiques et quels: serait-ce un gris sombre de repos? seraient-ce des phénomènes colorés, ou des incolores seuls? des menues taches? des structures?... dépendraient-ils des agents mécaniques, et des quels?... etc. Surtout, si ceci se laisserait combiner avec une implantation ultérieure, à la place du globe énucléé, d'un globe ajusté de quelque mammifère à chromatopsie connue et individuellement vérifiée, en admettant que la merveilleuse méthode de Koppányi (de l'Institut Biologique Viennois) aurait été trouvée applicable à l'homme.

qualitatif, mais si réellement remplissant le champ visuel,— est l'expression d'une véritable disposition toute prête à fonctionner, dont le seuil cependant, sur toute l'étendue de l'organe, n'est pas franchi, en ce moment-ci, par aucune excitation qualitativement déterminée et quantitativement mesurable. Mais, une fois que, par suite de quelque cause insaisissable pour nous, apparaisse quelque part, dans quelque initial rétinien, une excitation qualitativement et quantitativement appréciable, c'est-à-dire capable de franchir le seuil d'excitabilité spécifique, — voici que nous voyons surgir un point coloré.

9. Le fait, que presque jamais*) n'apparaît un point coloré isolé, mais toujours un groupe plus ou moins nombreux des points multicolores, couvrant parfois, d'une poussière spectrale, tout le champ visuel, — ce fait nous oblige à chercher la source de ces excitations, qualitativement diverses mais simultanées, plutôt dans de conditions trophiques, dans un afflût alimentaire augmenté (bien que sans augmentation appréciable de la pression vasculaire!) soit localement soit globalement qui, tout en élevant le potentiel du métabolisme polybolique autonome dans des initiaux rétiniens relatifs, ne dispose pas, de par sa nature, des forces directrices spécifiques qui lui auraient permis de déterminer un enrayement, une systématisation uniforme, une synthèse homonyme quelconque des dits métabolismes plurivoques.

10. Les phénomènes des nuages blanchâtres ou du voilement du champ tout entier, indiquent déjà l'entrée en jeu d'un agent directeur, d'une qualité et force définies, analogiquement à ce qu'une pression déterminée provoque des phénomènes de couleur et de localisation définies, suivant les rapports topographiques de l'excitant, resp. la distribution des pressions dans la structure (par ex., dans les étoiles de pression avec leurs zigzags hétérochromes).

Ces faits et d'autres semblables que nous ne répétons pas, jettent une vive et caractéristique lumière sur le

*) Nous dirions simplement „jamais“, si nous n'avions pas peur de l'avoir pu laisser échapper, dans des conditions d'observation si difficiles.

problème de l'explication des couleurs des phénomènes spontanés (taches et points liminaires), à savoir:

Quelle d'entre les qualités d'excitation possibles (facultatifs), se trouvera-t-elle, au moment donné, incitée dans un initial chromatoptique, — ceci est chaque fois déterminé par la résultante actuelle de son système dynamique*), qui varie d'un moment à l'autre. C'est delà que vient, d'une part, ce kaléidoscope de poussière liminaire, quand le système dynamique des initiaux rétinien est laissé à lui seul; c'est de là aussi, d'autre part, toute cette étonnante diversité des phénomènes entoptiques et exoptiques systématisés, quand les groupements d'excitants intrinsèques ou extrinsèques (soit mécaniques, soit photiques) aient provoqué,

*) Le mot „dynamique“ y est pris, évidemment, au sens le plus général. Il se pourrait que ce soit, par ex. une dissociation, dans les initiaux rétinien, des molécules protéiques ou leurs dérivées (ou même, des corps d'épargne: du glycogène p. ex.), qui aurait procédé selon de différents types de réaction; chose connue dans l'hydrolyse et photolyse des hydrates du carbone (voir Plotnikoff).

Mais, tout aussi bien, ce pourrait être un mécanisme plastique des métathèses intramoléculaires, ou atomiques(?), comme c'est le cas des phénomènes de métacoloration des photochlorides (connus depuis Carey Lea et Otto Wien), ou de ceux de phototropie des certaines combinaisons chimiques (découverts en 1899 par Marckwald et Biltz, et étudiés par H. Stobbe sur ses „fulgides“; voir Plotnikoff, 1920).

Dans les deux cas, c'est la stabilisation momentanée d'un certain type de réaction (de dissociation ici, et là de métathèse) qui aurait donné une résultante du système dynamique, capable de déterminer une excitation de qualité chromatoptique définie. Au moment suivant, un autre type de réaction pourrait être stabilisé, qui donnerait une autre résultante, donc une autre qualité d'excitation. C'est, justement, ce qui constitue le polybolisme fondamental d'un système dynamique.

Ce pourrait être, enfin, une oscillation d'électrons, variable comme amplitude, vitesse et durée, à l'instar de ce qui est admis par P. Leonard (1917-18) dans les phénomènes complexes de luminescence des ses phosphores artificielles („Zentrentheorie“, voir P. Pringsheim, 1926. Voir aussi Meyer et Schweindler, 1916, chap. IV § 14 „Verfärbungserscheinungen“, surtout ce qui concerne le rapport inverse entre métacoloration et fluorescence des borates, établi par M-me Curie).

Pour notre but actuel, il suffit de pouvoir constater la réalité des différentes résultantes d'un système dynamique dans des corps organiques et inorganiques infiniment moins compliqués, que l'est la substance nerveuse d'un initial chromatoptique.

dans de groupes d'initiaux rétinien, de telles ou telles résultantes de leurs systèmes dynamiques, c'est-à-dire de telles ou telles qualités d'excitation.

11. L'excitabilité de l'élément nerveux pour de différentes catégories d'agents, donnée directement dans l'entoptique, ne fait pas exception dans la nature. Bien le contraire, on en connaît actuellement des exemples multiples dans de corps infiniment plus simples qu'un neuroplasma, et dans les domaines chimique et physique, tout également.

Il suffit de rappeler le travail de Baumhauer (1894) sur la luminescence des écrans enduits de „Sidot“ (mélange des sulfures des métaux lourds, principalement de Zn), qui luisent sous l'influence des facteurs mécaniques (roulement, frottement, pression), de l'humectation avec de l'eau ou même du souffle, de la lumière etc., et, comme l'a montré ensuite Crookes, du bombardement des particules radioactives. Pareillement, dans le domaine de la chimie organique, la désagrégation des hydrates de carbone se fait, soit sous l'influence de l'hydrolyse, soit de l'oxydation, soit, enfin, de l'éclairage aux différents rayons chromatiques (Plotnikoff, chap. de photolyse).

N'est-ce pas des analogies parfaites de la vision, c'est-à-dire, de la réponse d'un système, par une catégorie des réactions spécifique, à l'action des différentes catégories d'excitants cosmiques non-spécifiques (inadéquats)?

L'analogie va ici plus loin encor. D'une part, la désagrégation des hydrates de carbone, sous l'influence des rayons de différentes qualités chromatiques, s'opère différemment et aboutit aux résultats qualitativement distincts (Plotnikoff, p. 522), tout comme dans la vision exoptique. D'autre part, la qualité chromatique de la phosphorescence des sulfures des métaux lourds dépend beaucoup de la température, et cette dépendance, comme l'a montré H. Becquerel, est constante pour une substance déterminée. Ainsi, par ex., pour SnS, avec l'élévation de la T^o, la longueur de l'onde émise croît: à - 20^o c'est le violet-foncé (fort), à +20^o — le bleu-violet, à + 40 — le bleu clair, à + 70 — vert-bleu, à +80 — vert-jaune, à + 100 — jaune, à + 200 — rouge

(faible).*) En un mot, il en est ici comme au cas de la dépendance de la couleur des phénomènes endogènes, de l'intensité du facteur mécanique, qu'on a traitée plus haut (chap. A et B) et exprimée par la loi de Thomsen.

Cette loi peut être mise, du reste, en parallèle précise et fort instructive avec la loi de Wien qui énonce une proportionalité inverse de la longueur de l'onde d'émission maxima, à la température absolue d'un corps absolument noir: ($\Lambda_{\max.} T = A$).

Nos conditions d'expérience aphotogéniques, à l'obscurité absolue, ne se laissent-elles pas comparer aux conditions d'un corps absolument noir? Chez nous aussi, au fur et à mesure de l'accroissement de l'intensité de l'excitant qui provoque le rayonnement entoptique, croît non seulement l'ordonnée de la fonction (l'intensité du phénomène), mais aussi la distance de localisation de la fonction sur l'abscisse spectrale, de son extrémité rouge.

Toute la différence ne consiste qu'en ceci: ce qui est, dans la loi du rayonnement physique, conditionné par le facteur thermique, dans notre loi du rayonnement psychophysiologique l'est par le facteur mécanique (la T^0 de l'organisme étant normalement constante).

La loi de Thomsen pourrait donc être exprimée comme ceci: ($\Lambda_{\text{ent.}} P = K$).

Quelle valeur prendra K pour différentes personnes (à chromatopsie normale), c'est-à-dire, quelles intensités de pression seront nécessaires pour provoquer une couleur entoptique déterminée, ceci ne pourrait être fixé que par des recherches s'aidant d'une pression douce (molle), appliquée dans le sens de l'axe du globe et qui se laisserait doser avec précision.

Ainsi, ce principe apparemment très spécifique et même fort étonnant, que nous avons défini ailleurs comme la loi de conversion directe d'un excitant inadéquat (non-spécifique) en de telles ou telles qualités d'excitation spécifiques (14^e loi du polybolisme nerveux, R. Minkiewicz

*) Pour d'autres substances phosphorescentes, la dépendance peut y être inverse.

1926), — semble présenter, véritablement, quelque chose de très général, s'appliquant partout où se trouve un système polybolique de par sa nature, c'est-à-dire, capable de donner des résultantes qualitativement différentes, par suite des différences énergétiques de leur mobilisation.

12. La résultante du système dynamique qui, dans un initial rétinien, détermine le début d'une qualité d'excitation correspondant à un phénomène incolore (un point blanc), diffère-t-elle, en quoi que ce soit d'essentiel, de l'ensemble des résultantes chromatogéniques — comme, par ex. un Y différencierait de la série ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$), ou bien ne serait-elle qu'un des chaînons de la série chromatogénique (soit, comme un X_{n+1} , par ex.), — il n'est pas aisé de le dire.

Bien des données entoptiques, qui témoignent — comme nous l'avons montré — de la grande similitude entre les phénomènes colorés et incolores (supplémentairement, nous soulignerons le manque total d'images consécutives, ne serait ce que sous forme d'obscurcissement du champ, même après des clartés le plus fortes, par ex. après les phosphènes), plaident — ceci nous semble — pour inclusion de la clarté blanche dans la série générale des clartés chromatiques (sensu lato), inclusion non seulement phénoménologique, mais aussi objective, concernant leur causalité psychophysologique.

D'autre part, cependant, la rareté d'apparition de la clarté blanche dans les taches, son absence complète dans les phénomènes dus à la pression douce (molle) et surtout son caractère dans les phosphènes typiques (de pression aiguë), dans les étincelles d'éternement ou celles d'inspirations profondes, — tout ceci semble témoigner de ce que sa provocation endogène rencontre une résistance de l'excitabilité des éléments chromatoptiques plus grande; donc, si elle fait partie de la série chromatogénique générale des résultantes du système dynamique d'un initial rétinien, elle y aurait constitué toutefois un chaînon extrême (soit, un X_{n+1} , par ex.)

Mais, ne ferait-elle pas un chaînon à chacune des extrémités de la série: à l'extrémité ascendante un X_{n+1} , à l'extrémité descendante (vers le seuil) un X_0 , suivant les conditions d'excitation? L'entoptique (autogène et endogène) ne nous fournit pas moyen pour le résoudre. Mais ceci est fortement corroboré par quelques données exoptiques, aujourd'hui fondamentales, depuis qu'à la suite de Aug. Charpentier on a maintes fois démontré qu'au dessous d'une certaine intensité liminaire, toute lumière monochromatique provoque, même à la Fovea, l'apparition d'une luminosité achromatique (voir, par ex. les récents travaux de Kleitman et Piéron, 1924, de C. Vogelsang, 1926, et d'autres).

13. La parfaite similitude des modes d'apparition et de disparition des toutes les couleurs entoptiques (dans les limites de chaque variété phénoménologique); le caractère également positif*) des toutes les couleurs, sans exception (le blanc y inclus), indépendamment de leur étendue spatiale et de leur intensité; l'absence d'images consécutives, concernant également toutes les couleurs, indépendamment aussi de l'étendue et de l'intensité du phénomène; — tout ceci nous mène forcément à conclure, pour toutes les couleurs, au caractère également positif des changements (resp. des résultantes du système dynamique) qui font naître, dans un initial rétinien, des diverses qualités d'excitation.

Des couleurs privilégiées, point. Pas de base phénoménologique entoptique, sur laquelle on y pourrait appuyer une classification des couleurs en „fondamentales“ et „dérivées“, comme le voudrait la théorie de Young-Helmholtz avec toutes ses nombreuses variantes, même le plus modernisées.

Mais également, l'entoptique ne révèle pas, non plus, de paires antagonistes, au sens de Hering: ni celle du noir-blanc, ni celle du vert-rouge, ni celle du bleu-

*) Rapporté au grisé entoptique de repos („Eigengrau“), comme plan neutre.

jaune.)* Par conséquent, il n'y pas de base (et de nécessité, d'ailleurs, non plus!) pour admettre trois paires de ces incécévables processus métaboliques antagonistes dont les chaînons de dissimilation auraient à conditionner les excitations—disons—positives (du bleu, jaune, rouge), tandis que ceux d'assimilation provoqueraient les excitations essentiellement inverses, disons—négatives (du noir, bleu, vert).

Impossible aussi, d'accepter une classification des excitations (et sensations) chromatoptiques en positives, négatives et neutres ou, d'après Pikler, en clartés (blanc, jaune, orange), obscurités (noir, vert-bleu et bleu) et grisés (gris, rouge, vert)**). Si s'en était ainsi, le gris sombre du champ visuel, dans des phénomènes d'inspiration ou de compression, devrait, lors des passages succédanés d'ascension et de descente des couleurs, occuper une place intermédiaire de la série, quelque part entre l'extrémité jaune (resp. rouge) et celle violette, et non pas une place toute extérieure, avant et après la série, comme c'est le cas.

D'autre part, si Hering avait raison, comment donc pourraient apparaître spontanément les couleurs entoptiques correspondant aux phases d'assimilation, sans être précédées de celles de dissimilation?

Ceci serait contraire à toutes les données de la physiologie générale et à toutes nos conceptions du processus de l'excitation. Et pourtant, le vert et le bleu sont, de facto, en question de spontanéité d'apparition, absolument égaux (équivalents) au rouge et jaune et n'ont aucun besoin (ni nécessité) d'attendre ceux-ci ni leur faire la queue. Leur apparition spontanée ne peut pas être mis à la charge d'une

*) La structure réticulée, aux mailles remplies de jaune, peut se trouver blanche, bleue ou lilas (violet clair). Le réticule peut même faire défaut, malgré le développement des taches jaunes correspondant topographiquement aux mailles (fig. 17). D'autres fois, les mailles peuvent contenir des taches de diverses couleurs (fig. 16). Cette structure ne peut donc, aucunement, être traitée comme l'expression d'une paire antagoniste des processus d'excitation resp. de métabolisme.

Parmi d'autres phénomènes, nous ne rappellerons que les couleurs des bandes et demichamps mobiles, où vont constamment de paire le vert et le bleu, le vert et le lilas (ou tous les trois simultanément); seule, la paire jaune-bleu ne s'y trouva jamais, dans mes expériences.

***) Le violet, on le voit bien, est toujours oublié par les auteurs.

faible dissimilation préalable qui y aurait pu avoir lieu, sans toutefois, avoir la force de se frayer passage jusqu'à l'écorce cérébrale (et la conscience). Puisque alors, de par la nature des choses, la phase d'assimilation—nécessairement symétrique de l'autre—n'aurait qu'une valeur d'excitation également faible. Et puis, comment expliquer alors l'absence d'images consécutives après les couleurs de désassimilation, surtout dans les phénomènes mécanogènes? Serait-ce à l'aide d'une supposition inverse, à savoir: que c'est, justement, la phase de désassimilation qui y était, malgré tout, trop faible?...

La paraphrase des principes de la théorie de Hering, modernisée par Fr. W. Fröhlich (1922) qui rapporte les couleurs positives „aux excitations de force différente d'un centre de la vision réagissant d'une manière spécifique“ et les couleurs négatives (parmi lesquelles Fröhlich place aussi la blanche, sans aucune preuve!) — aux inhibitions, à différent degré, du même centre, — cette paraphrase toute moderne ne supplée pas au manque de base phénoménologique, puisque, nous l'avons vu, toutes les couleurs peuvent apparaître spontanément, de manière autogène, en toute égalité foncière.

14. Par surcroît, l'entoptique manifeste constamment l'équivalence totale de la couleur violette aux autres couleurs, en dépit de ce qu'ont fait d'elle les théories „classiques“ avec leurs multiples variantes, en la mettant hors la série chromatoptique fondamentale**, cette fois-ci contre les principes de la physique spectrale et de l'énergétique photochimique.

***) Nous n'ignorons pas les motifs réels des deux écoles chromatoptiques qui, en matière d'élimination du violet, se sont mis exceptionnellement d'accord, mais nous savons aussi, combien il y avait, dans ces motifs, d'adaptation secondaire, ad hoc aux exigences des théories. Nous savons d'ailleurs, que ces motifs n'ont pas convaincu tout le monde. Ils n'ont pas convaincu, par ex., l'ophtalmologiste anglais Edreedge Green, ni les dyschromatoptologues danois Tscherning et Larsen, et d'autres encor. Et nous considérons comme plus heureuse, sous ce rapport, la pensée du fondateur de la théorie, Th. Young, ayant eu la couleur violette pour fondamendale, ce que faisait, d'ailleurs, au début Helmholtz lui-même (en 1860), et à quoi retournèrent actuellement, d'une manière toute radicale, Tscherning et Larsen.

S'il y avait des raisons quelconques pour considérer certaines couleurs comme „négatives“, il n'est en entoptique que le violet sous forme du sombre voilement violacé post-inspiratoire du champ qui, seul, pourrait le mériter, peut-être (?). Mais ce n'est que sous cette forme se prêtant fort mal à une définition chromatique précise. Dans tous les autres phénomènes, que ce soient des bandes mobiles d'un violet clair (lilas) ou des taches, des perles, des larmes, toutes d'un violet franc, la couleur n'y a rien de négatif, ne différant point — nous le répétons — des autres couleurs, ni en ce qui concerne sa spontanéité, ni son comportement dans le temps et l'espace, ni son rapport au gris neutre de repos.

Ceci est prouvé expressément par les faits d'accouplement du violet, dans bien des phénomènes, avec les couleurs considérées comme primaires (soit par l'une des écoles, soit par l'autre, soit par les deux à la fois); ainsi, par ex. avec le vert, dans les bandes mobiles, avec le jaune resp. le rouge comme chaînon extrême opposé, dans les quatrains de taches, la poussière, les traînées, les faisceaux de fils perlés etc.

En conclusion: le violet entoptique est aussi primaire, autonome et fondamental que le reste des couleurs; il représente un des chaînons de la série chromatoptique, équivalent et équipotentiel à tous les autres et, comme ceux-ci, devant prendre naissance dans une des résultantes du système dynamique polybolique de l'initial rétinien.

15. La série chromatoptique, on le sait, n'embrasse pas la couleur noire. Et c'est l'unique couleur négative, de par la nature des choses. Négative de tout côté: en entoptique et en exoptique. En entoptique, par son absence totale. En exoptique, comme diminuant la luminosité de toute couleur objective, et la diminuant justement parce qu'elle n'a pas de correspondant entoptique.

Elle n'a pas non plus de correspondant dans la lumière objective, et pour la même raison. Elle ne peut apparaître

que sur la surface d'objets, comme une négativité (une absorption optique) plus ou moins complète.

16. Les dernières phrases contiennent déjà in nuce la réponse à une question qui, inutilement (avouons-le), nous inquiétait depuis bien longtemps, notamment: les couleurs entoptiques et, plus spécialement, les couleurs autogènes correspondent-elles à celles du spectre solaire? Une vérification directe, à l'aide d'une comparaison d'apposition simultanée, y est exclue. La mémoire, toujours trompeuse dans l'investigation scientifique exacte, ici — dans le domaine chromatoptique—serait un instrument encor moins précis. Et pourtant, c'est la mémoire seule qui nous y restait. Et c'est en nous appuyant sur ses données, tirées d'innombrables observations mille fois renouvelées, que nous sommes arrivé depuis longtemps à la conviction, exprimée dans la partie descriptive du travail et dans le chapitre des conclusions immédiates, que les couleurs entoptiques spontanées sont des pures couleurs spectrales.

Et cependant, de par la nature-même des choses, cela ne peut pas être autrement, comme il résulte, avec une évidence palpable, de notre longue analyse logique et causale.

Car, si les couleurs spectrales exoptiques sont pour nous telles et non pas autres, c'est que telles, justement, sont les couleurs entoptiques, autrement dit, que de telles couleurs trouvent, justement, leurs correspondants dans les potentialités d'excitation spontanées de l'oeil humain.. Ceci concerne (il va de soi) la série chromatoptique toute entière, donc, la luminosité incolore resp. blanche, elle aussi.

Et voici qu'on se trouve face à face avec la coordination qualitative fondamentale, constante malgré sa variabilité polybolique: coordination qualitative entre l'entoptique et l'objectif (ou plutôt, l'exoptique), entre l'intérieur et l'extérieur, entre le système central et l'ambiance.

Il est opportun d'appuyer, encor une fois, sur ce que cette coordination qualitative fondamentale est prise en coupe de temps, comme actuellement et

immédiatement donnée, sans aucune envie d'entrer en discussion sur le problème de ce qui y est génétiquement primaire (c'est-à-dire, sans nous engager dans la controverse multiséculaire entre le nativisme et l'empirisme). Ce problème nous semble, du reste, plutôt apparent que réel (un pseudo-problème). Car, si la vie isolée de l'ambiance est absolument inconnue de nous, et ne peut même pas être pensée sans une échange énergétique et matérielle inévitable avec cette ambiance, — il nous semble que cet infime segment de vie qu'est la vision chromatique, ne se laisse pas, non plus, imaginer comme un système adiabatique.

17. Ce principe d'une coordination qualitative polybolique entre les fonctions extrinsèques et intrinsèques d'un système, bien qu'apparemment étrange et presque mystique, se laisse néanmoins constater réellement tout en dehors de la psychophysiologie, et ceci non seulement dans le monde d'organismes, mais aussi dans le domaine des phénomènes physiques élémentaires.

Dans le monde organique, nous l'avons pu démontrer jadis dans une série de travaux (1907—1917) concernant soit le synchromatisme instinctif variable, chez le brachyoure *Maia* (choix de la couleur du costume suivant l'éducation chromatique préalable = „la résonance polybolique éthologique, motrice“), soit le synchromatisme histologique variable, chez le macroure *Hippolyte* (coloration suivant les conditions chromatiques du milieu = „la résonance polybolique tissulaire, pigmentaire“).

Dans le domaine physique, ledit principe est constaté depuis longtemps sous forme de la loi de Kirchhoff, loi fondamentale pour la science du rayonnement et qui énonce une coordination précise entre les qualités (Λ) des rayons émis par un corps dans de conditions déterminés, et les qualités (Λ) des rayons absorbés par ce corps, c'est-à-dire, entre les fonctions e et a (émission et absorption), polyboliques toutes les deux, de par leur nature. Et ce n'est que de la qualité de la fonction e qu'on peut conclure avec

certitude aux qualités de la fonction a , et non pas inversement.

N'est-ce pas ainsi dans le polybolisme chromatoptique? A la fonction physique a y correspond la fonction exoptique: réception du rayonnement objectif qui chaque fois la dirige, détermine, systématise et fixe. A la fonction physique e y correspond la fonction entoptique: rayonnement propre du système, manifesté par de phénomènes autogènes et endogènes. Et de même qu'en physique, ce n'est que de l'étendue qualitative de cette dernière fonction (rayonnement propre) que l'on peut, dans les conditions habituelles, conclure avec certitude à l'étendue qualitative de la première (vision objective), et non pas inversement. Ceci veut dire, que l'étendue (l'échelle) des qualités exoptiques peut, parfois, être plus grande, plus vaste, que ne l'est l'étendue manifestée en entopsie dans un temps donné. Mais, de même qu'en physique, l'élévation de la température du corps peut l'amener à émettre des rayons qu'il n'absorbe ordinairement pas, — de même, en psychophysiologie, on peut, par application d'un excitant mécanique de force variable, provoquer une manifestation entoptique de l'échelle totale des qualités chromatiques.

De cette parallèle du résultat final de notre analyse avec ce que contient la loi de Kirchoff, il semble découler quelque chose de très général, — une logique de ce qui est, vraiment profonde, à savoir: une loi de la coordination qualitative fondamentale entre les fonctions centripète et centrifuge (de réception et de production) de tout système polybolique.

[18. Addenda concernant la diplopie entoptique.

Bien que le but de notre travail ne visait que l'analyse chromatologique, nous ne pouvons passer sous silence une question accessoire, à savoir: la participation des deux yeux à la synthèse synoptique de l'image (ou plutôt, du phénomène).

Il est à comprendre, que dans la nature-même des phénomènes entoptiques spontanés se

trouve incluse leur noncoordination entre eux dans le temps, soit qu'ils surgissent en des différents endroits d'un oeil, soit — plus encor — qu'ils naissent dans les deux yeux. Mais, on comprend également que, en phénoménologie entoptique, cette question ne se présente généralement pas. Le champ entoptique est toujours un. La fonction synoptique est si réglée*) que même une provocation volontaire, par voie de compression, des phénomènes endogènes dans un oeil (par ex., dans le gauche) ne nous fournit pas la possibilité de résoudre, si les taches, structures etc. apparues simultanément, viennent de l'autre oeil, non comprimé (le droit), ou bien des parties du premier non touchées par la compression. Nous n'avons aucun point d'attache réel pour une analyse de l'origine mono-ou binoculaire des phénomènes autogènes, même dans le cas de leur coëxistence avec les phosphènes de pression aigüe qui sont localisés immédiatement dans l'oeil relatif. Logiquement, il serait plus vraisemblable de rapporter les phénomènes spontanés coëxistant avec ces phosphènes, à l'oeil non-comprimé; mais la réalité immédiate ne nous y donne qu'une image indivise, synoptique.

Aussi, ce qui nous a poussé à envisager la question de la diplopie entoptique, pour la première fois, c'étaient des cas spéciaux que voici: 1, le phénomène peu commun des taches jetées dessus le réticule d'une „structure“ (comme sur un autre niveau), ou bien y faisant impression d'avoir percé le fil (fig. 15); 2, le mouvement d'entrecroisement des trainées chromatiques qui s'engagent en serpent (ou au moins en arc) l'une sur ou sous l'autre, à mesure de l'évolution du phénomène, dans des conditions d'expérience toutes spéciales**).

*) Combien y a-t-il, dans cette synopsis, de mécanisme inné et combien de coordination empirique acquise, — il nous est impossible de l'évaluer.

**) Ces conditions donnant, comme résultat constant, outre le phénomène envisagé, encor des „larmes colorées“, l'ellipse pulsatile double etc, se laissent préciser (voir les §§ 10 et 17 du chapitre A). Ce sont la chaleur et l'étouffement croissant, sous l'épais drap de laine enveloppant la tête, de paire avec une pression unilatérale (paratemporale) sur l'oeil, exercée par l'oreiller sur lequel la tête repose.

C'est, justement, ce mouvement d'entrecroisement graduel des trainées qui étaient au début parallèles et semblaient être localisées toutes sur le même niveau de profondeur, qui nous a mis, forcément, devant le problème de l'origine diplopie du phénomène.

Et alors, bien d'autres faits nous sont devenus plus compréhensibles, ceci nous semble, à la lumière de la diplopie entoptique. Ainsi, par ex. cette ellipse double, de deux couleurs se superposant partiellement (fig. 12 et 12a), ou bien ces demi-champs colorés se déplaçant parfois dans les deux directions opposées, succédanement, en mouvement de va et vient (§ 11), ou encor, ces deux bandes de la „grande clarté elliptique“ s'écartant à droite et à gauche, simultanément, sous un angle droit (fig. 13, § 13) etc...

La diplopie entoptique diffère, évidemment, de la diplopie exoptique expérimentale, par certains côtés fondamentaux que voici:

1, aucune déviation artificielle des globes, de leur position normale, n'y peut rien, par elle-même;

2, de même, la fermeture d'un oeil, l'occlusion prudente des paupières ne dérange pas (n'interrompt, ni élimine) le phénomène, s'il y a eu lieu;

3, ce n'est pas un dédoublement, mais plutôt une superposition des deux couches des phénomènes, ou bien une transpiration (sit venia verbo!) des uns dessous les autres (au moins, dans nos cas de diplopie entoptique les plus surs).

Ce qui y est à rélever, c'est que cette délamination des phénomènes venant des deux yeux peut avoir lieu sur toute l'étendue du champ entoptique, donc dans ses régions fovéales également.

L'indépendance facultative des deux yeux dans l'entopie ainsi constatée, s'accorde, du reste, d'une part avec les résultats des recherches des ophtalmologistes et neurophysiologues sur l'autonomie avancée qu'ont les deux rétines dans la fusion des images exoptiques, et ceci même au centre de la tache jaune (Mac-Dougall, Sherrington); d'autre part, avec ceux des anatomistes (v. Monakow et,

surtout, H. Minkowski) sur le parcours indépendant des fibres nerveuses sortant des deux rétines, à travers les centres sous-corticaux (Corps géniculé) jusqu'à la „région de représentation sensitive optique“ dans l'Area striata.

Mais alors, en présence de cette indépendance facultative des organes droit et gauche, la réelle et précise synopsis habituelle des phénomènes auto-gènes et endogènes nous paraît d'autant plus remarquable. Et cette synthèse entoptique habituelle nous défend d'acquiescer à l'opinion de Sherrington, actuellement appréciée, sur ce que la fusion binoculaire des images ne se ferait qu'après une transformation corticale des deux excitations indépendantes fort avancée.

Les données entoptiques plaident plutôt pour une fusion automatique immédiate et instantanée des excitations en une image synoptique, fusion qui aurait lieu à l'étape d'associations corticales dextro-sinistres la plus proche. Et ceci d'autant plus que la synthèse entoptique ne pourrait être ramenée à une acquisition empirique, au cours de la vie de l'individu, par voie d'une sélection pragmatique de ce qui soit le plus pratique et le plus conforme au but, — puisque cette synthèse, par elle seule, n'a aucune importance dans la vie de l'individu, si l'immense majorité des mortels ne se rend même pas compte de ce que les phénomènes entoptiques existent.]

D. Conclusions méthodologiques générales.

1. Vu l'importance de certaines de nos constatations et conclusions qui précèdent, une nécessité se présente avec une force inéluctable: c'est celle d'une révision de l'attitude des ophtalmologistes et psychophysiologues vis-à-vis des phénomènes chromatoptiques. Cette attitude jusqu'ici était vraiment quelque peu étonnante. On traitait l'entoptique (à part les images consécutives) comme quelque chose d'inutile, en tout cas de moindre valeur ou sans aucune valeur pour la théorie de la vision chromatique (et de la vision en général), comme un *curiosum*, plutôt indésirable et

inquiétant. D'où, l'élimination de l'entoptique du cadre du contenu propre des traités, son déportation aux maigres fascicules supplémentaires, apparaissant bien d'années plus tard (comme c'est le cas du traité de W. Nagel, un investisseur de la vision, pourtant!).

Notre attitude à nous, est diamétralement opposée. C'est, justement, la potentialité autogène de la vision colorée et incolore, incluse dans l'oeil humain et se manifestant effectivement sans aucun contact actuel avec le monde visible objectif (avec le milieu d'excitants lumineux), qui doit être prise comme **point de départ et comme base élémentaire de toute théorie de la vision** qui aurait la prétention de passer pour scientifique.

Une théorie qui ne le fait pas, péche (et souffre) doublement: 1^o, pragmatiquement, par suite de l'échappement de tout un domaine des données immédiates, donc, à cause de l'insuffisance et l'instabilité de sa base phénoménologique, 2^o, gnoséologiquement, par suite des échappements et des métathèses logiques, en prenant les faits secondaires pour primaires et les primordiaux pour moins importants.

Celà ne veut pas dire, évidemment, que nous voudrions baser la théorie de la vision sur seule phénoménalité entoptique. Ce serait commettre une faute identique à la précédente.

Celà veut dire seulement que, dans la recherche d'une causalité (ou conditionnement) objective, soit générale soit particulière, il faut toujours tenir compte des données fondamentales des deux réalités optiques, à la fois: de l'extérieure (exoptique) et de l'intérieure (entoptique), toutes les deux étant également immédiates et réelles.

2. Une autre exigence méthodologique qui découle nécessairement de notre analyse, et présente deux côtés distincts d'égale importance, est la suivante:

a) ne pas créer ad hoc des unités élémentaires hypothétiques et quasi objectives (soit morphologiques, comme celles de Helmholtz, soit chimiques, comme celles de Hering) qui, tout en étant absolument inutiles parce

qu'impuisantes de solutionner la question*), sont, de plus, franchement nuisibles, menant, par leurs suggestions secondaires (par ex. celle d'une isolation topographique resp. d'une spécificité immanente des cylindraxes et des cellules, ou bien celle d'inconcevables processus chimiques antagonistes) à de malentendus continuels et d'embrouillements;

b) ne pas introduire des simplifications fictives, par limitation volontaire du nombre des unités élémentaires, basée sur une classification des données phénoménologiques toute arbitraire en quasi-fondamentales d'une part et quasi-subordonnées (dérivées, secondaires) de l'autre**), puisque cela fait naître toute une série de pseudo-problèmes inutiles et sans aucune issue.

Car, ce qui y est, en réalité, le plus simple (du moins, pour l'esprit scientifique actuel), c'est la pluralité multivoque et, en idéal, illimitée des phénomènes (des états), oscillant — à chaque trouble de l'équilibre de repos — autour d'un point O (zéro). C'est ce que, justement, dans le domaine de l'excitabilité et du biochimisme, nous avons appelé jadis (1914) „le polybolisme fondamental“.

*) Ce que nous avons développé, plus explicitement, à la fin du chapitre V de notre ouvrage sur le polybolisme du processus nerveux fondamental (1914-1917). On y lira, entre autres: „Nous ne la tenons pas pour possible (cette création d'unités arbitraire), vu la présence d'une quantité innombrable d'éléments organiques réels et dont le rôle, les fonctions et le mécanisme vital fournissent à la science bien assez de matières à étude. Nous ne la tenons pas pour nécessaire, car il ne pourrait s'être affirmé besoin de la science, ni de l'entendement humain, que d'éluder craintivement les difficultés réelles ou de les arranger d'une manière toute fictive. Et enfin, nous ne la tenons pas pour utile, car cela ne nous fait point avancer d'un pas vers le but qui est la compréhension des phénomènes réels, par voie du fonctionnement des éléments organiques objectivement donnés“ (p. 36).

**) Nous n'ignorons pas les graves motifs pragmatiques ni les grandes difficultés d'interprétation qui ont contraint les auteurs des théories classiques à introduire ces simplifications fictives et ces unités arbitraires, mais nous savons également que cette voie des fictions ne nous a pas conduit à une issue plausible, et c'est, justement, parce que cela lui était interdit, de par sa nature même.

Bibliographie.

1. Abramowski E. 1914. Le subconscient normal. Paris.
2. — 1917. Méthodes de l'investigation du subconscient (en polonais). Trav. Inst. Psychol. Varsovie.
3. Basler A. 1922. Netzhautfunktionen. Abderhalden's Arbeitsmethoden. Lief. 55.
4. Bayer L. 1927. Die periodischen Nachbilder nach kurzdauernden Belichtung mit farbigen Reizlichtern. Z. f. Biolog. **85**.
5. Beck A. 1899. Sur la dyschromatopsie expérimentale passagère. Przegład lekarski № 30 (en polonais).
6. Biederman Salomé 1927. Le sens et la mémoire des formes d'un objet chez les Anoures. (L'expérience optique des Batraciens, H-e mémoire). Trav. Institut. Nencki. **4**. № 56.
7. Błachowski St. 1912. Les phénomènes du contraste chez les trichromates anomaux. Neurologja polska. **2** (en polonais).
8. Bothe W. 1926. Absorbtion u. Zerstreung von Röntgenstrahlen. Geiger-Scheel's Handb. d. Physik. **23**.
9. Bourguignon G. 1923. La chronaxie chez l'homme. Paris.
10. Brecher Leonore. 1917. Die Puppenfärbungen des Kohlweisslings *Pieris brassicae* L. I-III Th. Arch. f. Entw.-Mech. **43**.
11. — 1919. Detto. IV Th. Wirkung sichtbarer u. unsichtbarer Strahlen *ibid.* **45**.
12. — 1922. Detto. VII Th. Wirksamkeit reflektierten u. durchgehenden Lichtes. *Ibid.* **50**.
13. — 1925. Physiko-chemische u. chemische Untersuchungen am Raupe-u. Puppenblute. Z. f. Vergl. Physiol. **2** H. 6.
14. Charpentier A. 1888. La lumière et les couleurs. Paris.
15. — 1899. Recherches sur la physiologie de la rétine. 50-naire Soc. Biolog.
16. Chwolson O. D. 1911. Cours de physique. **2**. Énergie rayonnante. St. Pétersbourg.
17. Dembowska W. S. 1922. Ueber den Einfluss farbigen Lichtes auf die Teilungsgeschwindigkeit von *Paramecium caudatum*. Trav. Inst. Nencki. Varsovie. **1**. № 6.
18. Dieter W. 1927. Ueber die subjektiven Farbenempfindungen bei angeborenen Störungen des Farbensinnes. Z. f. Sinnesph. **58**. H. 3/4.
19. Edridge - Green F. W. 1913. The Simple character of the Yellow Sensation. J. of Physiol.
20. — 1920. The Physiology of Vision, with special Reference to Colour Blindness. London.

21. Fröhlich Fr. W. 1921. Grundzüge einer Lehre vom Licht u. Farbensinn. Jena.
22. Goldman H. 1925. Über Dauerwirkungen farbiger Lichter auf das Auge. Farbige Verstimmung u. allgemeine chromatische Lichtwirkung. Pflüg. Arch. **210**, H. 1-3.
23. Göttlin G. Fr. 1926. Die diagnostische Untersuchung des Farbensinnes mit dem Polarisationsanomaloskop. Abderhaldens Hndb. Lf. 210.
24. Grijs G. 1922. L'influence de la lumière colorée sur les images consécutives négatives. Arch. Néerland. **6**.
25. Gutglas Françoise. 1928. Le sens et la mémoire des couleurs chez les Anoures. (L'expérience optique des Batraciens, V-e mémoire). Trav. Instit. Nencki (en préparation).
26. Guttman A. 1920. Die Lokalisation des Farbenkontrastes beim anomalen Trichromaten. Z. f. Sinnesphys. **51**.
27. Haan K. et Grijs G. 1926. L'influence de la lumière colorée sur les images consécutives et sur le contraste. Arch. Néerl. de Physiol. **11**, № 3.
28. Hess C. 1903. Untersuchungen über das Abklingen der Erregung im Seheorgan nach kurzdauernder Reizung. Pflüg. Arch. **95**.
29. — 1922. Farbenlehre. Ergebn. d. Physiol. **20**.
30. Janicki L. u. Lau E. 1926. Über die Abhängigkeit der Farbe von der Intensität. Zeitschr. f. Sinnesphys. **57**, H. 6.
31. Katz D. 1911. Die Erscheinungsweisen der Farben u. ihre Beeinflussung durch die individuelle Erfahrung. Zeitsch. f. Psychol. Ergänzb. **7**.
32. Kleitman N. et Piéron H. 1924. Recherches sur l'établissement de la sensation lumineuse. Les caractères spécifiques des cônes et des bâtonnets etc. Année psychol. **25**.
33. Koppányi Th. 1923. Die Replantation von Augen. II-VI. Arch. f. Mikr. Anat. u. Entwickl.-Mechan. **99**, H. 1.
34. Kries J. v. 1904. Die Gesichtsempfindungen. Nagel's Handb. d. Physiol. **3**.
35. Ladd-Franklin Christine. 1924. L'état actuel du problème de la nature des sensations de couleur. Année psychol. **25**.
36. Lapique Marcelle. 1923. Action des centres encéphaliques sur la chronaxie des nerfs moteurs. C. R. Soc. Biol. **88**, № 1.
37. Lohmann A. 1910. Entoptische Erscheinungen. Nagel's Handb. d. Physiol. Ergänzb.
38. Meyer St. u. Schweindler E. 1916. Radioaktivität. Leipzig-Berlin. Kapit. IV, § 14. Verfärbungserscheinungen.
39. Minkiewicz R. 1906. Sur le chromotropisme et son inversion artificielle. C. R. Ac. Sc. **143**, № 21.
40. — 1906. Le rôle des phénomènes chromotropiques dans l'étude des problèmes biologiques et psychophysiologiques. Ibid. **143**, № 23.
41. — 1907. Chromotropism and phototropism. Journ. of. Neurology a. Compar. Psychol. **17**, № 1.

42. — 1907. Analyse expérimentale de l'instinct de déguisement chez les Brachyures Oxyrhynches. Arch. Zool. Expérim. et génér. **7**. (sér. 4). Notes, № 2.
43. — 1908. L'étendue des changements possibles de couleur de l'Hippolyte varians. C. R. Ac. Sc. **147**. № 20.
44. — 1908. Sur le chlorotropisme normal des Pagures. Ibid. **147**. № 22.
45. — 1908. L'apparition rythmique et les stades de passage de l'inversion expérimentale du chlorotropisme des Pagures. Ibid. **147**. № 24.
46. — 1908. Etude expérimentale du synchronatisme de Hippolyte varians. Bull. internat. Ac. Sc. Cracovie (№ de novembre).
47. — 1909. Induction successive des images colorées après une très forte excitation de la rétine et les théories classiques de la vision. C. R. Ac. Sc. **148**. № 3.
48. — 1909. Versuch einer Analyse des Instinkts nach objectiver, vergleichender u. experimenteller Methode. Zoolog. Jahrbüch. **28**. H. 2.
49. — 1912. Une expérience sur la nature du chromotropisme chez les Némertes. C. R. Ac. Sc. **155**. № 3.
50. — 1913. Recherches sur la formation des habitudes, le sens des couleurs et la mémoire chez les poissons. Annal. Instit. Océanogr.
51. — 1914-17. La conduction qualitative, le polybolisme nerveux et le polybolisme biochimique fondamental (Faits et théorie). Varsovie, en polonais.
52. — 1926. Les lois du polybolisme nerveux et la définition physiologique des névroses hystériques et psychasténiques. Trav. Instit. Nencki (Varsovie). **3**. № 3.
53. — 1927. L'expérience optique des Batraciens. I. Introduction générale. Trav. Instit. Nencki (Varsovie) **4**. № 55.
54. Minkowski H. 1920. Über den Verlauf, die Endigung u. die zentrale Repräsentation von gekreuzten u. ungekreuzten Sehnervenfasern bei einigen Säugetiere u. beim Menschen. Schweizer. Arch. f. Neurolog. u. Psychiatr.
55. Müller G. E. 1924. Darstellung u. Erklärung der verschiedenen Typen der Farbenblindheit. Göttingen.
56. Nuel P. 1904. La vision. Paris.
57. Oehrwahl H. 1923. Eine Theorie des Farbensinnes. Skandin. Arch. f. Physiol. **43**.
58. Papierbuch Léonie. 1928. Le sens et la mémoire des directions d'un objet chez les Anoures. (L'expérience optique des Batraciens, IV-e mémoire). Trav. Instit. Nencki (sous presse).
59. Parsons J. H. 1924. An Introduction to the Study of Colour Vision. Cambridge. II ed.
60. Piéron H. 1922. Des lois du déséquilibre chromatique initial et de la prépondérance de la diffusion chromatique dans l'excitation lumineuse de la rétine. C. R. Soc. Biol. **86**. № 16.

61. Pikler J. 1919. Hypothesenfreie Theorie der Gegenfarben. Schriften zur Anpassungstheorie des Empfindungsvorganges. I Th. Leipzig.
62. Plateau J. 1878. Bibliographie analytique des principaux phénomènes subjectifs de la vision depuis les temps anciens jusqu'à la fin du XVIII siècle. Nouv. Mém. Ac. Belge.
63. Plotnikoff J. 1920. Allgemeine Photochemie. Berlin - Leipzig.
64. Poulton E. B. 1888. An Enquiry into the Cause and Extent of a special Colour-relation between certain exposed Lepidopterous Pupae and the Surfaces which immediately surround them. Philos. Trans. **178**.
65. Pringsheim P. 1926. Anregung von Emission durch Einstrahlung. Geiger - Scheel's Handb. d. Physik. **23**.
66. Razwiłowska Salomé. 1927. Le sens et la mémoire des dimensions d'un objet chez les Anoures. (L'expérience optique des Batraciens, III-e mémoire). Trav. Instit. Nencki. **4**. № 60.
67. RoCHAT G. F. 1922. Etude quantitative du fusionnement binoculaire des couleurs complémentaires. Arch. Néerland. Physiol. **7**.
68. Rosencrantz C. 1926. Über die Unterschiedsempfindlichkeit für Farbentöne bei anomaler Trichromaten. Z. f. Sinnesphysiol. **58**. H. 1-2.
69. Schjelderup H. K. 1920. Zur Theorie der Farbenempfindungen. Z. f. Sinnesphys. **51**.
70. Séguin J. M. 1880 (et 1851 - 54). Images accidentelles des objets blancs. Annal. Chimie et Physique (sér. 4.). **19**.
71. Stigler R. 1926. Die Untersuchung des zeitlichen Verlaufes der optischen Erregungen mittels des Metakontrastes. Abderhaldens Handb. Lief. 210.
72. Tschermak A. 1902. Die Hell - Dunkeladaptation des Auges u. die Funktion der Stäbchen u. Zapfen. Ergebn. d. Physiol. **1**. H. 2.
73. — 1903. Über Kontrast u. Irradiation. Erg. d. Physiol. **2**. H. 2.
74. Tscherning M. 1922. La théorie de Th. Young sur la vision des couleurs. Arch. Néerland. d. Physiol. **7**.
75. — et Larsen H. 1926. Les anomalies de la vision des couleurs. J. de Physiol. et Pathol. génér. **24**. № 3.
76. — et Larsen H. 1926. La vision des couleurs. Ibid.
77. Thomsen E. 1918. Purkinjes entoptische Phänomene. Skandin. Arch. f. Physiol. **37**. H. 1-3.
78. Trendelenburg W. 1913. Versuche über binokulare Mischung von Spektralfarben. Z. f. Sinnesphysiol. **48**. H. 3.
79. Velinsky St. 1924. La théorie du contraste simultané envisagée d'après les recherches sur l'image consécutive indirecte. Année psychol. **25**.
80. Vogelsang K. 1926. Über die Abhängigkeit der Empfindungszeit des Gesichtsinnes von der Intensität u. Farbe des Reizlichtes. Z. f. Sinnesphysiol. **58**. H. 1-2.

81. de Waele H. 1927. Sur le tonus musculaire. Arch. Intern. Physiol. **29**, f. 1.
82. Wiener O. 1895. Farbenphotographie durch Körperfarben u. mechanische Farbenanpassung in der Natur. Ann. Phys. u. Chem. **35**.
83. Zwaardemaker H. 1905. Die physiologisch warnembaren Energie-wanderungen. Ergebn. d. Physiol. **4**.

Une remarque. Nous tenons pour inutile d'énumérer les classiques. La liste ci-dessus contient surtout les travaux qui nous ont fourni d'arguments positifs ou négatifs, outre ceux qui contiennent une bibliographie que nous n'avons pas à répéter. Il nous a été difficile, d'ailleurs, d'en éliminer totalement les travaux qui n'ont trait, peut être, qu'à la deuxième partie de notre étude (en train d'être rédigée).

Streszczenie.

1. W pracy niniejszej badam, do czego — w zakresie widzenia barwnego — zdolen jest organ wzroku sam przez się, to zn. bez udziału bodźców chromatycznych. Te zdolności autochromatyczne oka ludzkiego badam u dwu krańców czynnościowych: 1^o, u progu dostrzegalności analizuję głównie zjawiska tak zwan. „chaosu świetlnego”, 2^o, u szczytu wytrzymałości analizuję zjawiska powidoków barwnych po najsilniejszym pobudzeniu siatkówki światłem bezbarwnym (białym).

Dwie te części pracy, wykonane niezależnie od siebie wzajem, niemniej stanowią spójną całość, co się uwydatnia w ogólnej metodzie traktowania rzeczy, która polega na tem 1^o, że do zagadnienia przystąpiono jako do tabula rasa i za takie je miano podczas całego okresu doświadczeń, 2^o, że w konstrukcji pisarskiej oddzielono jak najściślej dane faktyczne od wniosków, nawet najbezpośredniejszych, zaś we wnioskach przeprowadzono ostrą linię demarkacyjną między wnioskami bezpośrednimi, rzeczowymi (fenomenologicznymi), a wnioskami dalszemi, rozumowymi i przedmiotowymi (logicznymi i psychofizjologicznymi*). Osobno sformułowane są pokrótce wnioski najogólniejsze, metodologiczne.

Podkreślam to z naciskiem, bowiem uważam to w pracy naukowej, zwłaszcza psychofizjologicznej, za rzecz wagi pierwszorzędnej, charakteryzującą istotę stosunku autora do rzeczywistości i do wiedzy umiejętnej.

2. Zeszyt obecny zawiera tylko część pierwszą pracy: u progu dostrzegalności — badanie wnątrzczych (entoptycznych) pojavów barwnych, w pierwszej linii samorzutnych, bezbodźcowych (autogenicznych), lecz także i wywoływanych bezświetlnie, drogą stosowania bodźców mechanicznych (pojawy endogeniczne).

Badanie odbywa się zawsze i stale w zupełnej ciemności, śród nocy, w pozycji spoczynkowej, na pośłaniu. Główna uwaga skupiona na stronie barwnej pojavów,

*) W całej pełni rozgraniczenie to ujawnia się, rzecz prosta, tylko w tekście całkowitym, francuskim.

Pojawy badane są następujące:

Zwykła szarość wnątrzczojna spoczynkowa. Punkty wielobarwne graniczne; kłębiący się pył świetlny, tęczyowy. Plamki wszech barw (wraz z białą), najróżniejszych rozmiarów, kształtów, zgrupowań, zespołów i rozmieszczeń. Pęczki nitek perełkowych, o paciorkach wielobarwnych. Szersze pasma tęczyowe. Mgiełki i zaobłoczenie białe całej woczni (pola entoptycznego).

Sunące w rytm pulsu strefy lub półpola, dwu lub trzech barw. „Struktury“ sieciowe, prostokątne lub sześciennie, pełne lub niedokształcone, proste i złożone, bezbarwne i dwubarwne (sieć i jamki), często z wtrąconymi w nie plamkami wielobarwnymi. Smugi różnokolorowych taśm, prostopadłych do ucisku poduszki na oko, zachodzące jedne pod drugie w miarę wzrastania duszności i gorąca pod owijającą głowę kołdrą. Łzy (krople wiszące) barwne i pulsująca elipsa podwójna, w tychże warunkach.

Powdechowe, wywołane zmiany ubarwienia całej woczni, wzwyż (do fioletu) i wstecz (do czerwieni). Gwiazdki (świeczki) powdechowe. Fosfeny od ucisku ostrego. Wielkie figury gwiazdziste z jamkami (zygzakami) od ucisku miękiego (palcem) w kierunku osi gałek; rozwój barw tła i jamek postępowy i wsteczny (po zaniechaniu ucisku).

Współlistnienie różnolitych i różnopochoдных pojavów.

3. Długoletnie badania tych różnolitych i różnopochoдных pojavów wnątrzczojnych pozwoliły ustalić w tym rzekomym „chaosie“ cały szereg prawidłowości i zasad rzeczowych, bądź odjemnych bądź dodatnich, a mianowicie:

a) w pojawach samorzutnych: Składnikiem stałym pojavu jest plamka (wzgl. plama) barwna. Wielkość, rozmieszczenie, kształt, odległość wzajemna plamek — są to cechy zmienne, niezależne od siebie wzajem i niezależne od tychże cech innych plamek, czy to współlistniejących czy następczych. Rozmiary, miejsce, barwa, odległość nie są funkcją miejsca ani czasu pojavu. Lokalizacja na głębokość nie jest funkcją barwy*). Barwy plamek są zmienne, obejmują

*) Lokalizacja na głębokość jest natomiast zależna od stopnia zbieżności (skrzyżowania) osi ocznych. I jest to jedyna cecha pojavów wnątrzczojnych, od czynnika zbieżności osi zależna.

mując całą skalę widma oraz świetlność bezbarwną (białą); są one czyste, widmowe (choć nikłe) i o charakterze zawsze dodatnim w odniesieniu do ciemnej szarości jako płaszczyzny neutralnej. Barwy różnych plamek są od siebie wzajemnie niezależne, ani w przestrzeni ani w czasie, to zn. nie ujawniają zjawisk kontrastu, indukcji, dopełniania się czy antagonizmu. Czarna barwa nie ukazuje się nigdy.

b) w p o j a w a c h w y w o ł y w a n y c h: Umiejscowienie, ukształtowanie (ogólne i szczegółowe) oraz kierunek ruchu pojawu zależą od umiejscowienia, ukształtowania (ogólnego i szczegółowego) oraz kierunku bodźca mechanicznego (wzgl. zespołu bodźców), tak zewnętrznego jak anatomicznego. Barwy pojawów są w ścisłej zależności od siły (wzgl. trwania) bodźca (wzgl. od rozmieszczenia ciśnień w strukturze złożonej), i zależność tę da się ogólnie ująć jako odwrotną proporcjonalność długości fali barwy wywołanej do siły ucisku (prawo Thomsena). Wszystkie szczegóły rozmieszczenia i kolejnych zmian barw w pojawach złożonych dadzą się sprowadzić do tegoż prawa.

c) Dwie tylko rzeczy są identyczne w obu grupach pojawów: to brak czarnej barwy i brak zjawisk indukcji, kontrastu, dopełniania się wzajemnego czy antagonizmu, tak we współwystępujących, jak w następujących po sobie barwach. W reszcie stosunków znamienne różnice.

4. Wnioski rozumowe i przedmiotowe.—Jednostką elementarną pojawu jest graniczny punkcik barwy, jedynie istotnie samorzutny, bo niesprowadzalny do niczego prócz autobolizmu (autonomicznego metabolizmu) inicjału nerwowego siatkówki. Nawet plamka cokolwiek od punktku większa już jest właściwie pochodna, gdyż już jest pewną syntezą przestrzenną (appozycyjną) kilku punktów, więc wyrazem jednoimiennej jakości pobudzeniowej, powstałej w kilku naraz inicjałach, przeto niewątpliwie pokierowanej (zmonobolizowanej) przez coś, bodajby przez wzmożony dopływ soków odżywczych na terenie tych właśnie inicjałów siatkówki.

Jednostka ta (punkcik barwy) jest jednostką ściśle rzeczową, fenomenologiczną, bezpośrednio w doświadczeniu

entoptycznym nam daną. (Samorzutność jej, więc bezbodźcowość jest, oczywiście, brana aktualnie, w przekroju czasu, bez rozważań nad sprawą samorzutności genetycznej, danej z góry.)

Samorzutna zmienność w czasie punktów barwnych (prawo autobolizmu spoczynkowego), oraz zdolność przybierania wszelkiego wykształtu chromatycznego (włącznie ze świetnością bezbarwną) zależnie od wpływów zewnętrznych (od siły ucisku czy ciśnienia naczyniowego), dowodzą polibolicznego charakteru układu dynamicznego w każdym pierwiastku chromatycznym (w inicjale nerwowym siatkówki), to zn. dowodzą zdolności układu do dawania różnych wypadkowych, warunkujących różne jakości pobudzenia.

Pojaw samorzutny dowodzi znacznego napięcia (potencjału) autobolicznych pobudzeń. W przeciwnym razie nie doszłyby one do ośrodków korowych. („Bezbodźcowość“ pojawu jest, oczywiście, brana *cum grano salis*, tylko jako nieuchwytność bodźca). Wymaga też wielkiego wyczulenia przewodnictwa i wyczulenia gotowości czynnościowej ośrodków, ich „stanu czynnego spoczynku“. Wyrazem tego w całym organie wzroku jest spoczynkowa ciemna szarość wnątrzcza. Wszelka zaś określona jakość chromatyczna pojawu jest już wyrazem chwilowego ustalenia się pewnej określonej wypadkowej wielozmiennego z natury układu dynamicznego inicjału (wzgl. mniej lub więcej rozległej grupy inicjałów). W innej chwili, dzięki czemuś, ustalić się może inna, odmienna wypadkowa układu (układów): wraz z tem inną barwę przybierze pojaw punktowy (wzgl. plamka, plama, płaszczyna).

Poliboliczna pobudliwość pierwiastka chromatycznego nie jest czemś wyjątkowym w naturze. Analogi doskonałe i liczne znają fizyka i chemja: luminescencja ekranów „Sidota“ i sztucznych fosforów P. Lenarda, zjawiska przebarwiania się minerałów (prawo Curie - Skłodowskiej), fotoliza węglowodanów (p. Płotnikow) i t. p. Prawo Thomsena da się postawić w paralelę z prawem Wiena o stosunku emisji do absorpcji i na wzór tego ($\Lambda_{\max}, T=A$) dałoby się wyrazić: ($\Lambda_{\text{ent}}, P=K$).

Cały charakter wnątrzczonej świetlności bezbarwnej (białej) mówi o jej równorzędności i równoprawności z innymi barwami entoptycznymi, więc o jej równopochodności z pewnej wypadkowej tegoż polibolicznego układu dynamicznego. Innymi słowy, zdaje się ta świetlność bezbarwna (biała) wchodzić w ogólny szereg jakości chromatoptycznych ($X_1, X_2, X_3 \dots X_n$), bądź jako X_{n+1} , bądź jako X_0 , bądź jako oba tego szeregu człony skrajne, najniższy i najwyższy.

W szeregu tym, barw uprzywilejowanych entoptyka nie wykazuje. Niema w niej najmniejszych danych na podział barw czy to na zasadnicze i pochodne (Young-Helmholtz), czy to na pary antagonistyczne (Hering), czy to na „jasności, szarości i ciemności“ (kategorie Piklerowskie). Żadne modernistyczne przefasonowania, ulepszenia i dopełnienia, arbitralności tych „klasycznych” podziałów nie wyrównają i nie uratują.

Fiolet jest równowartościowy entoptycznie innym barwom (wbrew założeniom obu klasycznych teorii). Jest równie pierwotny, równie pozytywny, jak inne. Jest więc równorzędnym i równoprawnym członem ogólnego szeregu chromatoptycznego, i musi mieć podobne do innych zapoczątkowanie pobudzeniowe w odpowiedniej wypadkowej polibolicznego układu dynamicznego inicjału siatkówki.

Czarna barwa, jako nieznaną entoptyce, jest jedyną odjemnością wzrokową, odjemnością zupełną, entoptyczną i egzoptyczną.

Spektralny charakter barw wnątrzczonej jest ujawnieniem zasadniczej koordynacji jakościowej między widzeniem zewnętrznym (przedmiotowym) a wnątrzczonej. Ta dziwna napozór zasada rdzennej koordynacji jakościowej wykracza daleko poza psychofizjologję widzenia barwnego. Ogarnia nietylko świat organizmów (rezonans ruchowy, chromatropijny, u Maja; rezonans tkankowy, synchromatyzm, u Hippolyte i gąsienic motyli, i t. d.), lecz i świat fizykalny, co znalazło klasyczny wyraz np. w prawie Kirchhofa o stosunku funkcji e i a . Jest więc wyrazem powszechnego ustosunkowania wzajem-

nego funkcji odśrodkowej i dośrodkowej każdego układu wielozmiennego (polibolicznego*).

5. Wnioski metodologiczne. — Wymóg pierwszy: wbrew dotychczasowym zwyczajom, teoria widzenia barwnego naprawdę umiejętna musi opierać się na entoptyce, zwłaszcza samorzutnej, jako na koniecznej elementarnej podstawie. W przeciwnym razie niedomaga podwójnie: rzeczowo, naskutek przeoczeń i braków w podstawie zjawiskowej; poznawczo, naskutek przeoczeń i przestawień logicznych, biorąc rzeczy wtórne za pierwotne i pierwszorzędne za podrzędne. Oczywiście, nie można popełniać błędu odwrotnego: dane widzenia wocznego i przedocznego (entopsji i egzopsji) mają być uwzględniane równorzędnie, jako porównu bezpośrednio i realne.

Wymóg wtóry: a) nie tworzyć pierwiastków hipotezycznych *ad hoc*, gdyż nie prowadzi to do niczego, prócz szkody, z wtórnych a nieuniknionych wówczas sugestji płynącej; b) i odwrotnie, nie wprowadzać pozornych uproszczeń, przez ograniczanie liczby pierwiastków drogą arbitralnego podziału danych rzeczowych na mniej i więcej ważne, na rzekomo zasadnicze i wtórne i t. p., gdyż prowadzi to w następstwie do uwikłania się w pseudoproblematy. Bowiern najprostszą naprawę (przynajmniej dla umysłowości współczesnej) jest wieloraka mnogość przejawów (stanów), oscylujących dokoła punktu neutralnego, zerowego: to jest to właśnie, co nazwałem był w roku 1914 polibolizmem podstawowym układu.

*) W osobnym przypisku (§ 18 tekstu franc.) rozważam przykłady niezsyntetyzowania pojawów z obu oczu pochodzących, to jest dwuocznosci entoptycznej (diplopii). Synopsja jest tu jednak normą; jest tedy procesem samorzutnym i pierwotnym i, wbrew zdaniu Mac Dougalla i Sherringtona, zachodzącym raczej na bliższych etapach neuronów korowych.

[„Prace Instytutu im. Nenckiego“ № 62*].

H. Rychlewska.

O ciepłe spalania mięśni żywych.

De la chaleur de combustion des muscles vivants.

Rękopis nadesłany w dniu 15. IX. 1927.

La chaleur de combustion des tissus desséchés, a jusqu'ici servi de point de départ à toutes les recherches physiologiques, exécutées par la méthode de calorimétrie indirecte. Nous manquons cependant de données expérimentales, qui nous autoriseraient à affirmer que la destruction de la structure des cellules et la dessiccation des tissus, n'exercent pas d'influence sur la valeur énergétique de leurs composants organiques.

Les présentes recherches ont pour but de déterminer les changements de la valeur énergétique des tissus, que provoque leur dessiccation. Après avoir surmonté les difficultés techniques qu'offre la combustion des tissus frais, on a en conséquence exécuté une série de combustions de ceux-ci, puis une autre parallèle de combustions de tissus desséchés et pulvérisés.

Les déterminations de la chaleur de combustion ont été exécutées d'après la méthode de BERTHELOT, dans la bombe calorimétrique de KROECKER et en se servant du calorimètre adiabatique de ŚWIĘTOSŁAWSKI ('21). Pour la détermination de la chaleur d'imbibition de la substance sèche du muscle, on a appliqué les méthodes usuelles en thermochimie (ŚWIĘTOSŁAWSKI '21).

On a exclusivement employé dans ces recherches, les muscles du mollet (musc. gastrocnemius) de la grenouille (*Rana esculenta*).

Après avoir soigneusement préparé les muscles symétriques du même animal et les avoir pesé séparément, on se servait immédiatement de l'un des deux muscles pour la détermination de

*) Z Zakładu Fizjologii Instytutu im. Nenckiego.

la chaleur de combustion „in vivo”. L'autre muscle, destiné à la détermination de la chaleur de combustion à l'état de dessiccation, était desséché dans une étuve à vide jusqu'à poids constant.

Pour la détermination de la chaleur d'imbibition, on se servait de muscles desséchés de la même manière, qu'on broyait soigneusement et faisait passer ensuite par une gaze de meunier très fine (№ 15). Durant ces manipulations, la substance absorbait environ 5% d'eau.

La combustion des muscles desséchés, même non broyés, ne présente aucune difficulté, par contre la combustion des muscles frais qui contiennent environ 80% d'eau, nécessite des précautions spéciales. On a obtenu une combustion complète, en ajoutant aux muscles frais de l'acide oléique et de l'ouate.

Après de nombreux essais, on a choisi le procédé suivant: un peu de SiO_2 chauffé, est introduit dans le fond d'un creuset de platine, puis on y verse de l'acide oléique (0.16 à 0.14 gr.). Le muscle frais, enveloppé d'un peu d'ouate (0.1 gr.), est ensuite placé dans le creuset. Un bout conique de ouate est fixé au fil de platine, qui réunit les deux électrodes de la bombe.

La combustion du muscle frais ou desséché terminée, le CO_2 contenu dans la bombe était dosé, et on calculait la quantité totale de carbone. La quantité de carbone du muscle est égale à la différence entre la quantité totale de carbone et la quantité de carbone de la ouate et de l'acide oléique.

Les résultats détaillés de 12 séries de combustions ont été réunis dans le tableau IV. Dans chaque série, on avait incinéré deux muscles symétriques d'un même animal: l'un fraîchement préparé, tandis que l'autre après dessiccation. Dans les deux dernières colonnes du tableau, nous trouvons la chaleur de combustion des muscles, calculée par 1 gr. de poids frais des muscles et par 1 gr. de leur carbone. Pour faciliter la comparaison de la chaleur de combustion du muscle frais et desséché, ces mêmes chiffres sont reproduits dans les tableaux V et VI, et la chaleur de combustion du muscle desséché est exprimée en % de la chaleur de combustion du muscle frais.

Les moyennes de douze séries de combustions nous apprennent que la chaleur de combustion du muscle desséché s'élève à $101.74 \pm 0,63\%$ de la chaleur de combustion du muscle frais, calculée par 1 gr. de substance fraîche, — et à $101.77 \pm 0,57\%$

lorsqu'on la calcule par 1 gr. de carbone du muscle. La chaleur de combustion du muscle frais est donc inférieure à la chaleur de combustion du muscle desséché, et la différence dépasse 1%. Il s'ensuit, que les processus qui ont lieu pendant la dessiccation des muscles, sont des processus endothermiques.

Les résultats des déterminations de la chaleur d'imbibition de la substance sèche des muscles, sont réunis dans le tableau VII. La moyenne de six déterminations s'élève à 8.26 g. cal. pour 1 gr. de substance sèche, contenant 5% d'eau. Pour 1 gr. de substance sèche, la chaleur d'imbibition calculée, s'élève à 12.5 g. cal. Pour la quantité de substance sèche (0.203 gr.), que contient 1 gr. de poids frais de muscle, la chaleur d'imbibition n'atteint par conséquent que 2.54 g. cal. Cette valeur comparée à la chaleur de combustion du muscle est minime: elle s'élève à moins de $\frac{1}{4}$ de la différence entre la chaleur de combustion du muscle frais et du muscle desséché.

Nous pouvons conclure, par conséquent que les processus de dessiccation du muscle, sont des processus endothermiques, qui absorbent de l'énergie calorifique, même lorsqu'on les envisage indépendamment de la chaleur d'imbibition.

Zagadnienie wartości energetycznej tkanki żywej posiada znaczenie zasadnicze dla fizjologii przemiany energii. Dla dokładnego bowiem ustalenia efektu cieplnego reakcyj termochemicznych, zachodzących w organizmie, niezbędna jest znajomość wartości energetycznej substancji wyjściowych w stanie, w jakim znajdują się one w komórce żywej.

W badaniach, prowadzonych przy pomocy kalymetrii pośredniej, za wartość wyjściową przyjmujemy ciepło spalania składników organicznych tkanek w stanie odwodnionym (FRANKLAND '66, DANILEWSKI '83, STOHMANN '84, RUBNER '85, BERTHELOT '93, ATWATER i BENEDICT '03, 07). Postępowanie to opiera się na przy

puszczeniu, że wartość cieplna tych substancyj nie ulega zmianie pod wpływem zabiegów, stosowanych w czasie przygotowania tychże do spalania w bombie kalorymetrycznej. Tymczasem nie posiadamy podstaw doświadczalnych do twierdzenia, że zniszczenie struktury komórkowej oraz odwodnienie pozostaje bez wpływu na wartość energetyczną jej składników organicznych. Dotyczy to zwłaszcza głównych składników koloidalnych komórki, t. j. białek, ujawniających w organizmie znaczną zmienność stopnia rozdrobnienia i uwodnienia.

Wobec braku odnośnych danych w literaturze fizjologicznej, postawiłam sobie za zadanie niniejszych poszukiwań ustalenie sumarycznej wartości zmian energetycznych, jakie zachodzą w tkance żywej pod wpływem odwodnienia, oraz — wykrycie źródła tych przekształceń. W tym celu, po opracowaniu odpowiedniej techniki spalania tkanek w stanie świeżym, wykonałam szereg pomiarów ciepła spalania *in vivo*, porównyując je z rezultatami oznaczeń ciepła spalania i ciepła pęcznienia tychże tkanek w stanie odwodnionym.

Ze względu na znaczną zawartość białek, pomiary te przeprowadziłam na mięśniach żaby, w których, jak wynika z analiz chemicznych (RUBNER '22, PALAZZOLO '13, PARNAS '21), na związki niebiałkowe (tłuszcze i glikogen) przypada niespełna 6.59% ciepła spalania tkanki.

1. Metodyka i technika badania.

Jako materiału do badań używałam w pracy niniejszej wyłącznie mięśni łydkowych (*musc. gastrocnemius*) żaby jadalnej (*Rana esculenta* L.). Po starannem odpreparowaniu obu mięśni ważono je oddzielnie na zwykłej wadze analitycznej; jeden z nich używano natychmiast do oznaczania ciepła spalania w stanie świeżym, drugi natomiast symetryczny przeznaczony był do oznaczania ciepła spalania w stanie wysuszonym. W celu odwodnienia umieszczano mięśnie nad P_2O_5 w suszarce próżniowej, ogrzanej do $38^{\circ}C$ i pozostawiano tam na przeciąg 48 godzin, co zwykle wystarczało dla doprowadzenia mięśnia do wagi stałej.

Do oznaczania ciepła pęcznienia służyły w ten sam sposób suszone mięśnie, które następnie rozcierano na proszek w moździerzu i przesiewano przez gazę młynarską (Nr. 15). Wskutek tych zabiegów mięśnie pobierały pewną ilość wody (około 5%) i w tym stanie używane były do pomiarów. Procent wody był oznaczony przez doprowadzanie substancji do wagi stałej w próżni i w obecności P_2O_5 .

Spalanie mięśni wysuszonych nawet w stanie niesproszkowanym

przebiega zupełnie dobrze. Natomiast oznaczanie ciepła spalania mięśnia świeżego, zawierającego około 80% wody, która utrudnia przebieg spalania substancji do końcowych produktów utlenienia, nastęrcza, jak wspomniano, dosyć poważne trudności. Opanowanie techniki spalania tkanek w stanie świeżym postawiłam więc sobie jako pierwsze zadanie.

Trudności te próbowałam przezwyciężyć, dodając do mięśnia świeżego substancyj łatwo palnych. Pierwsze próby spalania tkanki żywej przeprowadziłam na larwach mącznika (*Tenebrio molitor*), zawierających, jak wiadomo (SZWAJSÓWNA '16), duże zapasy tłuszczu. Zwierzęta te umieszczałam w kolodjonowym woreczku z dodatkiem różnych łatwo palnych substancyj, jako to: kwasu benzoowego, naftaliny, cukru trzcinowego i t. d., lub też kładłam je bezpośrednio na warstwie zmieszanych z krzemionką substancyj, umieszczonych na dnie tygielka platynowego.

Próby te jednak nie doprowadziły do pożądanego rezultatu, ponieważ zwierzęta nie uległy całkowitemu spaleniu. Z dalszych doświadczeń okazało się, że dodatek kwasu oleinowego, wkróplonego na krzemionkę, znajdującą się na dnie tygielka, posuwa proces spalania znacznie naprzód. W tych warunkach jednak wiele jeszcze węgla niespalonego rozpraszało się po tyglu bomby. Zastosowałam wobec tego, jako dodatkową substancję, watę, którą umieszczałam nad tygielkiem; części niespalone węgla osiadały wówczas na wacie i razem z nią spalały się całkowicie. W ten sposób udało mi się uzyskać rezultat pożądaný, t. j. całkowite spalanie się zwierząt wraz z dodawanymi substancjami. Postępowanie to zastosowałam z dobrym skutkiem również do świeżych mięśni.

W dalszym ciągu postawiłam sobie za zadanie zredukowanie do minimum ilości substancyj dodatkowych. Dotyczyło to przede wszystkim kwasu oleinowego, posiadającego duże w stosunku do mięśnia ciepło spalania.

Efekt dodatni otrzymałam jeszcze przy użyciu 0.14 g oliwy (1327.83 g. kal) i 0.1 g waty (404.62 g kal) przy spalaniu 0.5 g mięśnia.

W tych warunkach stosunek ciepła spalania dodatkowych substancyj, wraz z ciepłem tworzenia się HNO_3 , do ciepła spalania mięśnia żywego wynosi 3.6 : 1, t. j. ciepło spalania mięśnia wynosi około 28% całkowitej ilości ciepła, otrzymanej podczas procesu spalania.

W pomiarach ciepła spalania substancyj badanych posługiwałam się metodą wypracowaną od czasów BERTHELOTA, używając do tego celu bomby KROEKERA (w wykonaniu firmy PETERSA w Berlinie). Bomba ta, pokryta wewnątrz platyną, posiadała pojemność około 80 cm^3 . Pierwsze pomiary ciepła spalania były przeprowadzone w kalorymetrze zwykłym. Główne zaś i najważniejsze moje doświadczenia zostały przeprowadzone w kalorymetrze adjabatycznym ŚWIĘTOSŁAWSKIEGO ('21).

Kalorymetr adjabatyczny był zastosowany w tym celu, aby można było ustalać dowolnie temperaturę płaszczu i wykonywać pomiary w warunkach izotermicznych, t. z. w ciągu czasu trwania okresu początkowego, głównego i końcowego spalania utrzymywać w płaszczu końcową temperaturę t_n (ŚWIĘTOSŁAWSKI i BŁASZKOWSKIE ('21).

Stałą K kalorymetru adjabatycznego, t. j. wartość cieplną układu kalorymetrycznego, oznaczałam przez spalanie w bombie wzorcowego kwasu

benzoesowego¹⁾. Wartość cieplna części stałych (K') kalorymetru, t. j. bomby, mieszała i części zanurzonej termometru, wynosi 190.06; ilość wody w kalorymetrze we wszystkich pomiarach była niezmienna i równa 840 g; stąd stała K była równa 1030.06. Wyniki oznaczania stałej K podają w tabeli I.

Tabela I.

Pomiary stałej K kalorymetru adyabatycznego.
Etalonnage de la constante K du calorimètre adiabatique.

№ pomiaru № de la détermination	Ciężar kwasu benzoesowego <i>Poids de l'acide benzoïque</i>		Δt	Ciepło spalania nitki <i>Chaleur de la combustion du fil</i>		Ciepło tworzenia się HNO_3 <i>Chaleur de la formation du HNO_3</i>		Ciepło wywołone w czasie pomiaru <i>Chaleur totale dégagée pendant la combustion</i>		Ilość wody w kalorymetrze <i>Quantité d'eau dans le calorimètre</i>	Wartość cieplna stałych części kalorymetru <i>Valeur en eau des éléments solides du calorimètre</i>	Stała <i>Constante</i>
	g	g, kal		°C	g, kal	g, kal	g, kal	g	K'			
1	0.2829	1789.05	1.7490	10.50	2.38	1801.93	840	190.26	1030.26			
2	0.3786	2394.01	2.3445	10.50	3.39	2407.90	840	187.47	1027.47			
3	0.3491	2207.83	2.1702	10.50	8.29	2226.62	840	185.99	1025.99			
4	0.3726	2354.32	2.2870	10.50	2.71	2369.53	840	196.08	1036.08			
5	0.4111	2599.98	2.5390	10.50	6.00	2616.48	840	190.52	1030.52			
Wartość przeciętna <i>Moyenne</i>									190.06	1030.06		

Spalanie substancji badanych przeprowadzałam w sposób następujący: na dno tygielka platynowego wsypywałam nieco wyżarzonej krzemionki (krzemionka była wyprażana w piecu elektrycznym w 170^o), wkraplałam na nią kwas oleinowy w ilości mniej więcej od 0.16—0.14 g, który odważałam na wadze Kuhlmanowskiej z dokładnością do 0.00005 g. Mięsień, przeznaczony do spalań, owijałam zawsze jednakową ilością waty, a mianowicie 0.1 g i kładłam go do tygielka. Część waty, wystającej z tygielka w kształcie stożka, owijałam około cienkiego (0.1 mm) platynowego drucika, łączącego wewnętrzne końce elektrod pokrywy bomby. Do naczynia kalorymetrycznego wlewałam stale 840 g wody o temperaturze niższej od temperatury wody w płaszczu zewnętrznym o 2.1^o do 2.4^o. Mieszadło wykonywało około 75 wahań na minutę. Temperaturę wody w płaszczu i w kalorymetrze odczytywałam co 30 sekund. Temperatura całego układu ustalała się zwykle po 25 minutach. Okres główny zaczynał się od temperatury około 18.76^o. Okres początkowy trwał 5 minut, okres główny trwał od 3.0 do 3.5 minut, okres końcowy — 5 minut.

Ciepło spalania substancji badanych było obliczone według wzoru:

$$aQ = (K\Delta t - \Sigma v) - \Sigma p,$$

¹⁾ Preparat kwasu benzoesowego otrzymałam od prof. W. ŚWIĘTOŚLAWSKIEGO, któremu na tem miejscu składam wyrazy podziękowania.

gdzie a wyraża ilość gramów substancji wziętej do pomiaru, Q poszukiwane ciepło spalania, K — stałą kalometru, Σv — poprawkę na promieniowanie, Σp — wartość liczbową poprawek na poboczne procesy cieplne i Δt — przyrost temperatury w czasie pomiaru.

Wartość liczbowa pobocznych procesów cieplnych, jak ciepło spalania waty i oliwy, oznaczałam w osobnych pomiarach kalometrycznych. Z pięciu oznaczeń ciepła spalania waty (p. tab. II) otrzymałam przeciętną 4046.22 g. kal.

Tabela II.

Pomiary ciepła spalania waty. Stała K kalometru adyabatycznego = 1030.06.

Détermination de la chaleur de combustion de l'ouate. Constante K du calorimètre adiabatique = 1030.06.

№ pomiaru N ^o de la détermination	Ciepło spalania <i>Chaleur de combustion</i>					Analiza gazowa <i>Analyse des gaz</i>		
	Ilość waty <i>Poids de l'ouate</i>	Δt	Całkowite ciepło reakcji <i>Chaleur totale dégagée pendant la combustion</i>	Ciepło tworzenia się HNO ₃ <i>Chaleur de la formation du HNO₃</i>	Ciepło spalania 1 g waty <i>Chaleur de la combustion de 1 gr. de ouate</i>	Ilość waty <i>Poids de la ouate</i>	Ilość CO ₂ <i>Poids du CO₂</i>	Zawartość węgla w substancji <i>Teneur de la substance en C</i>
	g	°C	g. kal	g. kal	g. kal	g	g	%
1	0.5369	2.1150	2178.70	6.00	4046.74	0.4650	0.7564	44.32
2	0.5460	2.1531	2217.95	7.72	4048.00	0.4650	0.7568	44.35
3	0.5434	2.1414	2205.90	8.15	4045.37	0.4650	0.7558	44.32
4	0.5382	2.1208	2186.67	8.86	4046.47	—	—	—
5	0.5405	2.1293	2193.43	8.15	4044.56	—	—	—
			Wartość przeciętna <i>Moyenne</i>		4046.22			44.33

Ponieważ w mięśniach oznaczałam zawartość węgla, więc musiałam oznaczyć ją i w substancjach dodawanych. W tym celu przeprowadzałam gazy, znajdujące się w bombie po spaleniu substancji, przez rurki z kwasem siarkowym i wapnem sodowanym, które absorbowały CO₂. Z ilości otrzymanego CO₂ obliczałam zawartość C w wacie. Przeciętna zawartość węgla, obliczona z trzech analiz gazów spalinowych, wyniosła 44.33% (p. tab. II).

Do pomiarów ciepła spalania kwasu oleinowego brałam około 0.2 g wkraplałam go do tygielka wprost na krzemionkę i ważyłam na wadze Kuhlmanowskiej. Do odważonej ilości kwasu oleinowego dodawałam, jako zapalnika, 0.05 g waty. Przeciętna z pięciu oznaczeń ciepła spalania kwasu wyniosła 9484.56 g. kal.

Przeprowadziwszy również w sposób powyżej opisany analizę CO₂ w gazach spalinowych, obliczyłam ilość C przypadającą na kwas oleinowy; przeciętna z czterech oznaczeń wyniosła 76.24% (p. tab. III).

Błędy w oznaczaniu wielkości, zawartych we wzorze ostatecznym, były obliczone według reguły kwadratów. Obliczenia dokładności pomiarów dały wyniki następujące: stała K kalorymetru adjabatycznego była oznaczona z dokładnością do 0.03%. Do mierzenia temperatury używano termometrów, sprawdzonych przez niemieckie biuro miar (Physikalisch-technische Reichsanstalt): wielkość $\Delta t + \Sigma v$, wynoszącą około 2.3, oznaczano z dokładnością do 0.001, czyli błąd możliwy 0.043%. Ciepło spalania kwasu oleinowego i waty było oznaczone z błędem 0.03%. HNO_3 ¹⁾ zawarty w roztworze wodnym, otrzymanym po parokrotnym splókanii wszystkich części wewnętrznych bomby wodą destylowaną, miareczkowano $\frac{1}{10}$ NaOH z czerwienią kongo jako wskaźnikiem: z ilości zużytego ługu obliczano utworzony HNO_3 z błędem 0.003%.

Tabela III.

Pomiary ciepła spalania kwasu oleinowego. Stała K kalorymetru adjabatycznego = 1030.06.

Détermination de la chaleur de combustion de l'acide oléique. Constante K du calorimètre adiabatique = 1030.06.

№ pomiaru N° de la détermination	Ilość kwasu oleinowego Poids de l'acide oléique	Δt	Ciepło wyzwolone w czasie reakcji Chaleur totale dégagée pendant la combustion	Ciepło spalania waty Chaleur de la combustion de l'ouate	Ciepło tworzenia się HNO_3 Chaleur de la formation du HNO_3	Ciepło spalania 1 g kwasu oleinowego Chaleur de la combustion de 1 gr. d'acide oléique	Zawartość węgla w oliwie Teneur de l'acide oléique en C
	g	°C	g. kal	g. kal	g. kal	g. kal	%
1	0.19886	2.0316	2092.66	202.29	4.57	9483.05	76.05
2	0.20946	2.2251	2191.84	202.29	3.75	9481.23	76.22
3	0.20889	2.1262	2190.11	202.29	6.00	9488.29	—
4	0.20893	2.1266	2190.42	202.29	6.00	9485.68	76.34
5	0.19964	2.0416	2102.47	202.29	6.72	9484.37	76.37
Wartość przeciętna Moyenne						9484.56	76.24

Po zsumowaniu tych wielkości otrzymamy jako teoretyczne maximum błędu systematycznego 0.136%.

W oznaczaniu ciepła spalania mięśni w stanie wysuszonym zachowałam ten sam sposób postępowania: dodawałam i tutaj kwasu oleinowego w celu ujednostajnienia pomiarów ciepła obu rodzajów mięśni.

Po skończeniu pomiaru ciepła spalania mięśnia żywego lub też wysuszonego przystępowałam do analizowania gazów spalinowych na CO_2 w sposób powyżej opisany. Z ilości otrzymanego CO_2 obliczałam całkowitą ilość węgla, od której odejmowałam ilość węgla, zawartą w dodawanych substancjach. Różnica odpowiadała zawartości węgla w mięśniu.

¹⁾ Ciepło tworzenia się m/mol HNO_3 = 14.30 (p. LANDOLT, str. 1496, rok 1925).

Do pomiarów ciepła pęcznienia substancji suchej mięśnia zastosowałam zwykłą metodę kalorymetryczną, używaną w termochemiji¹⁾. Efekt cieplny obliczałam wprost z pomiaru kalorymetrycznego według wzoru:

$$Q = \frac{K(\Delta t + \Sigma v)}{a}$$

gdzie a oznacza ilość gramów substancji, wziętej do doświadczenia, Q —badane ciepło pęcznienia, K —wartość cieplną kalorymetru, Δt —przyrost temperatury i Σv —poprawkę na promienowanie. Pomiarzy wykonywałam metodą adyabatyczną, wskutek czego poprawka na promienowanie $\Sigma v = 0$. Do pomiarów brałam około 2.4 g substancji, zawierającej około 5% wody. Sproszkowaną substancję ważyłam w probówce z cienkiego szkła, którą zamykałam korkiem, owiniętym w cynfolję. Pomiarzy wykonywałam w ciemni, izolowanej od wpływów temperatury zewnętrznej. Przez korek, tkwiący w probówce, przeprowadzona była pałeczka szklana, sięgająca aż do dna. Probówkę umieszczano w wewnętrznym szklanym naczyniu kalorymetrycznym, zawierającym odważoną ilość wody (150 g) i zaopatrzonem w mieszadło. Po trzech-czterech godzinach, gdy cały układ przyjął jednakową temperaturę, przystępowano do pomiarów. W okresie początkowym, który trwał 5 minut, notowano temperaturę co 30'', poczem probówkę rozbijano pałeczką: substancja dostawała się do wody i była natychmiastowo i dokładnie z nią zmieszana. Od momentu rozbicia próbki zaczynał się okres główny pomiaru, który trwał od 4 do 5 minut. Okres końcowy trwał 5 minut. Błąd pomiaru wynosił około 0.05%.

2. Wyniki pomiarów.

A. Ciepło spalania.

Celem oznaczenia ciepła spalania mięśnia świeżego i wysuszonego przeprowadzono 12 seryj spalania. W każdej serji spalano 2 symetryczne mięśnie (łydkowe) jednego osobnika żaby: jeden w stanie wysuszonym, drugi w stanie świeżym. Żaby brane były do doświadczeń w różnych porach roku. Szczegółowe dane, dotyczące tych pomiarów, znajdują się w tabeli IV. W kolumnie 2 literą a oznaczony jest mięsień wysuszony, literą b — symetryczny mięsień świeży. W następnych kolumnach zostały umieszczone dane, dotyczące ciężaru mięśni w stanie świeżym i wysuszonym, oraz — zawartości węgla w mięśniach. Kolumny 6, 7, 8, 9 i 10 przedstawiają dane liczbowe, dotyczące spalania: a więc Δt oznacza przyrost temperatury w czasie pomiaru, Q — całkowite ciepło, wydzielone w czasie spalania, q_1 — ciepło tworzenia się HNO_3 ,

¹⁾ M. CENTNERSZWER i W. ŚWIĘTOSŁAWSKI ('21).

Tabela IV.

Pomiary ciepła spalania mięśni żywych i wysuszonych. Stała K kalorymetru = 1030.06.Détermination de chaleur de combustion de muscles frais et desséchés. Constante K du calorimètre adiabatique = 1030.06.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13										
№ serii pomiarów № de la série de détermination	Rodzaj mięsna Muscle		Ciężar mięsna Poids du muscle		Zawartość węgla w mięsniu		Przyrost temperatury		Całkowite ciepło reakcji		Ciepło tworzenia się HNO_3		Ciepło spalania dodatkowej wody		Ciepło spalania dodatkowej oliwy		Ciepło przy- padające na miążsien spalony		Ciepło spalania obliczone na 1 gram			
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	Δt	q_1	Q	q_2	Q_1	q_3	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	Q_6	Q_7	Q_8	Q_9	Q_{10}	Q_{11}
	w stanie świeżym		w mięsniu		Tętno du muscle en carbone		Elevation du thermomètre		Chaleur totale dégagée pendant la combustion		Chaleur de la formation du HNO_3		Chaleur de la combustion de la ouate		Chaleur de la combustion oléique		Chaleur de la combustion du muscle		mięśnia świeżego de poids frais du muscle		g. kal	
I.	<i>a</i>	0.1039	0.5044	0.0540	2.2486	2316.19	11.72	404.62	1340.83	559.05	10353	1108.3										
	<i>b</i>	—	0.5000	0.0536	2.3072	2376.55	10.15	404.62	1397.45	564.36	10604	1128.7										
II.	<i>a</i>	0.1284	0.6208	0.0627	2.1004	2163.53	17.73	404.62	1081.14	660.07	10527	1063.3										
	<i>b</i>	—	0.5192	0.0526	2.2680	2336.18	11.72	404.62	1382.65	537.22	10213	1034.7										
III.	<i>a</i>	0.1116	0.5500	0.0556	2.2017	2267.88	10.72	404.62	1278.32	574.25	10328	1044.1										
	<i>b</i>	—	0.5424	0.0549	2.3037	2372.94	4.29	404.62	1398.97	565.09	10291	1041.8										
IV.	<i>a</i>	0.0918	0.4330	0.0460	1.9195	1977.20	10.72	404.62	1036.75	525.14	11416	1212.8										
	<i>b</i>	—	0.4774	0.0520	2.3813	2452.88	7.29	404.62	1444.27	596.73	11476	1250.0										
V.	<i>a</i>	0.0879	0.4384	0.0440	2.0059	2066.19	25.74	404.62	1164.51	471.35	10713	1075.2										
	<i>b</i>	—	0.4390	0.0443	2.1361	2200.31	9.72	404.62	1329.35	456.65	10308	1040.2										
VI.	<i>a</i>	0.0970	0.4836	0.0485	2.0570	2118.83	21.45	404.62	1179.49	513.30	10584	1061.4										
	<i>b</i>	—	0.4876	0.0483	2.2594	2327.31	10.43	404.62	1403.71	508.58	10530	1043.0										
VII.	<i>a</i>	0.0880	0.4384	0.0437	2.0583	2120.17	12.78	404.62	1245.10	457.70	10473	1044.0										
	<i>b</i>	—	0.4342	0.0435	2.1025	2165.70	12.15	404.62	1310.19	438.77	10087	1010.5										
VIII.	<i>a</i>	0.0998	0.4968	0.0500	2.0901	2152.92	21.45	404.62	1167.26	559.62	11192	1126.4										
	<i>b</i>	—	0.4958	0.0498	2.3170	2386.64	8.86	404.62	1432.07	541.12	10866	1091.4										
IX.	<i>a</i>	0.0981	0.4890	0.0495	2.0523	2113.99	13.58	404.62	1176.46	519.36	10492	1062.1										
	<i>b</i>	—	0.4856	0.0492	2.3099	2479.33	18.86	404.62	1346.04	509.84	10363	1049.9										
X.	<i>a</i>	0.1008	0.5022	0.0507	2.0577	2119.55	11.15	404.62	1138.06	565.75	11159	1126.5										
	<i>b</i>	—	0.5122	0.0517	2.2100	2276.43	10.29	404.62	1304.31	557.24	10778	1087.9										
XI.	<i>a</i>	0.1120	0.5594	0.0568	2.1856	2251.29	10.29	404.62	1245.06	591.35	10411	1057.1										
	<i>b</i>	—	0.5718	0.0577	2.4770	2651.45	12.15	404.62	1545.98	588.73	10203	1029.6										
XII.	<i>a</i>	0.0810	0.4014	0.0406	1.9184	1976.07	10.72	404.62	1098.19	462.57	11294	1152.4										
	<i>b</i>	—	0.3990	0.0403	2.1558	2220.60	7.72	404.62	1365.01	443.28	10999	1110.9										

q_2 i q_3 —ciepło spalania dodawanych substancyj, t. j. waty i oliwy; na podstawie tych danych zostało obliczone: Q (kolumna 11), t. j. ciepło, przypadające w pomiarze na mięsień spalony, oraz ciepło spalania mięśnia, odniesione do jednego grama węgla, zawartego w mięśniu (kolumna 12) i do jednego grama tkanki świeżej (kolumna 13).

Jak wynika z odpowiednich przeliczeń danych omawianej tabeli, zawartość substancji suchej w mięśniach badanych wahała się w dosyć nieznacznych granicach, mianowicie od 20.00 do 21.36%, przeciętna wyniosła $20.3 \pm 0.11\%$. Zawartość węgla w tychże mięśniach wynosiła od 9.47 do 10.85% w stosunku do masy świeżej; przeciętnie na 1 gram mięśnia świeżego przypada $10.13\% \pm 0.09\%$ węgla, stąd w stosunku do substancji suchej mięśnia wypada przeciętnie 49.9% tego składnika.

Z danych tabeli powyższej wynika również, że wartości ciepła spalania żywych mięśni zwierząt badanych, przeliczone na 1 g tkanki świeżej, różnią się od siebie dosyć znacznie: najniższa liczba wynosi 1010.5 g. kal, zaś najwyższa 1250.0 g. kal; wartość przeciętna wynosi $1076.5 \pm 1.8\%$.

Dla mięśni, spalonych w stanie wysuszonym, najniższa liczba wynosi odpowiednio 1044.1 g. kal, zaś najwyższa — 1212.8 g. kal, w obliczeniu na 1 g tkanki świeżej; wartość przeciętna równa się $1094.4 \pm 1.4\%$ g. kal.

W celu porównania wyników moich pomiarów z danymi, otrzymanymi przez wyżej wspomnianych autorów, obliczyłam ciepło spalania mięśnia wysuszonego w odniesieniu do masy suchej. Przeciętna wyniosła na jeden gram substancji suchej mięśnia żaby 5395.5 g. kal. STOHMANN otrzymał dla 1 g wysuszonego i odtłuszczonego mięsa wołu 5321 g. kal, RUBNER zaś dla wysuszonego i odtłuszczonego mięsa psa 5345 g. kal. Jak widać z powyższych zestawień, wartości ciepła spalania mięśni u różnych gatunków zwierząt są bardzo zbliżone.

Wobec jednak znacznych różnic indywidualnych wartości ciepła spalania mięśni żaby, należało ustalić, co jest lepszą wspólną miarą wartości energetycznej mięśni świeżych i wysuszonych: masa świeża, czy też węgiel w niej zawarty.

Ciepło spalania mięśni, obliczone w stosunku do zawartości węgla, wykazuje mniejsze różnice, a mianowicie dla mięśnia żywego najniższa wartość wynosi 10203 g. kal, najwyższa—11476

g. kal; przeciętna zatem $10559 \pm 1.0\%$ na 1 gram węgla. Dla mięśnia zaś wysuszonego najniższa wartość przedstawia 10328 g. kal, najwyższa—11416 g. kal.; przeciętna stąd $10745 \pm 1.0\%$. Z tych danych widać, że węgiel jest lepszą wspólną miarą wartości energetycznej tkanki, bowiem przy obliczaniu ciepła spalania na jednostkę wagi mięśnia świeżego różnice indywidualne dają błąd, wynoszący dla mięśnia spalanego w stanie żywym 1.8%, a w stanie wysuszonym 1.4%, wówczas, gdy w odniesieniu do 1 g węgla zawartego w tkance błąd ten w obu przypadkach wynosi zaledwie 1.0%.

Tabela V.

№ serji № <i>de la série de détermination</i>	Ciepło spalania mięśnia obliczone na 1 g mięśnia świeżego <i>Chaleur de combustion du muscle, calculée par 1 gr. de poids frais</i>		Stosunek ciepła spalania mięśnia wysuszonego do ciepła spalania mięśnia żywego
	po wysuszeniu mięśnia <i>muscle desséché</i>	w stanie żywym <i>muscle frais</i>	<i>Chaleur de combustion du muscle desséché en % de la chaleur de combustion du muscle frais</i>
	g. kal	g. kal	%
I.	1108.3	1128.7	98.19
II.	1063.3	1034.7	102.76
III.	1044.1	1041.8	100.32
IV.	1212.8	1250.0	96.95
V.	1075.2	1040.2	103.36
VI.	1061.4	1043.0	101.76
VII.	1044.0	1010.5	103.31
VIII.	1126.4	1091.4	103.20
IX.	1062.1	1049.9	101.16
X.	1126.5	1087.9	103.55
XI.	1057.1	1029.6	102.67
XII.	1152.4	1110.9	103.73
Przeciętna: <i>Moyenne</i>	1094.4	1076.5	101.74 ± 0.63

W celu przejrzystego przedstawienia wyników zestawiałam w tabelach V i VI wartości ciepła spalania mięśni świeżych i wysuszonych, obliczone w odniesieniu do 1 g tkanki i do 1 g węgla. W kolumnie 4 obu tabel podałam ciepło spalania mięśnia wysuszonego w $\%$ ciepła spalania mięśnia żywego.

Porównyując ciepło spalania mięśni żywych i wysuszonych, przypadające na jednostkę masy świeżej (tabela V), konstatujemy różnice dwukierunkowe: w 10-ciu serjach różnica zawarta jest w granicach od 0.32% do 3.73% na korzyść mięśnia wysuszonego,

w 2-ch natomiast serjach różnica ta wyniosła 1.81% (serja I-sza) i 3.05% (serja IV-ta) na korzyść mięśnia żywego. Ciepło spalania mięśni odniesione do węgla wykazuje w podanych doświadczeniach ten sam kierunek różnic (p. tabela VI). Przeciętna ogółu doświadczeń. t. j. 12 seryj, wyniosła dla ciepła spalania mięśni w odniesieniu do tkanki świeżej $101.74 \pm 0.63\%$, natomiast w odniesieniu do węgla, zawartego w tkance, — $101.77 \pm 0.57\%$. Ponieważ pod-

Tabela VI.

№ serji	Ciepło spalania obliczone na 1 g węgla <i>Chaleur de combustion du muscle calculée par 1 g de carbone</i>		Stosunek ciepła spalania mięśnia wysuszonego do ciepła spalania mięśnia żywego (w odniesieniu do zawartości węgla) <i>Chaleur de combustion du muscle desséché en % de la chaleur de combu- sion du muscle frais (calculée par rapport à la teneur en carbone)</i>
	mięśnia wysuszonego <i>muscle desséché</i>	mięśnia żywego <i>muscle frais</i>	
№ de la série de détermination	g. kal	g. kal	%
I.	10353	10604	97.63
II.	10527	10213	103.07
III.	10328	10291	100.36
IV.	11416	11476	99.47
V.	10713	10308	103.92
VI.	10584	10530	100.54
VII.	10473	10087	103.82
VIII.	11192	10866	103.00
IX.	10492	10363	101.24
X.	11158	10778	103.53
XI.	10411	10203	102.03
XII.	11294	10999	102.68
Przeciętna: <i>Moyenne</i>	10745	10559	101.77 ± 0.57

wojony błąd średni serji ($\pm 0.57\%$) jest mniejszy od przeciętnej ogółu doświadczeń, wynoszącej 1.77, możemy więc przyjąć, że ciepło spalania mięśnia wysuszonego jest rzeczywiście wyższe od ciepła spalania w stanie świeżym o ca. 1%.

Powyższe wyniki częściowo potwierdzają przypuszczenie RUBNERA ('85), według którego ciepło spalania ciał pęczniejących w wodzie powinno być mniejsze od ciepła spalania tychże w stanie wysuszonym. Według słów tego autora: „Die Verbrennungswärme eines im Wasser gequollenen Körpers muss... kleiner sein, wie jene des trockenen Körpers“.

B. Ciepło pęcznienia.

W celu bliższego zbadania liczbowych podstaw tego przypuszczenia oznaczyłam wielkość ciepła pęcznienia mięśnia wysuszonego. Sposób postępowania został podany w części metodycznej. Tabela VII przedstawia wyniki. Przeciętna z 6-ciu oznaczeń przy wilgotności 5% wyniosła 8.26 g. kal na 1 g substancji suchej mięśnia. Otrzymana wartość dla 1 g substancji suchej mięśnia przy wilgotności 5% była odniesiona do substancji absolutnie pozbawionej wody.

Tabela VII.

Oznaczenie ciepła pęcznienia substancji suchej mięśnia.

Détermination de la chaleur d'imbibition de la substance sèche du muscle.

№ pomiaru <i>N° de la détermination</i>	Ciężar substancji suchej	Wartość ciepłna ukła- du kaloryme- trycznego	Przyrost temperatu- ry w czasie pomiaru	Ciepło pęcznie- nia na 1 g. bada- nej substancji suchej	Ciepło pęcznienia w odniesieniu do substancji absolut- nie suchej
	<i>Poids de la substance sèche</i>	<i>Capacité calo- rique du calo- rimètre</i>	<i>Élévation du thermo- mètre</i>	<i>Chaleur d'imbibi- tion de 1 gr. de la substance sèche</i>	<i>Chaleur d'imbibi- tion de 1 gr. de la substance absolument sèche</i>
	g	K	Δt	g. kal	g. kal
I.	2.7716	175.00	0.132	8.33	12.58
II.	2.2932	175.22	0.108	8.25	12.50
III.	2.3992	175.02	0.114	8.31	12.56
IV.	2.3321	175.09	0.110	8.28	12.53
V.	2.3215	175.22	0.109	8.22	12.47
VI.	2.3080	175.07	0.108	8.19	12.44
		Wartość przeciętna: <i>Moyenne</i>		8.26	12.51

Wartość ta obliczona została podług wzoru podanego przez RODEWALDA ('97):

$$-\frac{dQ}{Q} = dw \cdot k.$$

gdzie Q oznacza ciepło pęcznienia, dw — zmiany wilgotności substancji badanej, k — stałą. Tę ostatnią wartość oznaczył KRUMMACHER ('09), stwierdzając, że wartość cieplna pęczniejących substancyj obniża się stale o 0.85 g. kal na 1 gram substancji przy wzroście zawartości wody o 1%, a zatem stała równa jest 0.85. Ciepło pęcznienia 1 g substancji absolutnie pozbawionej wody wyniosło w moich oznaczeniach 12.5 g. kal. Stąd wynika, że ciepło pęcznienia, przypadające na substancję suchą, zawartą

w jednym gramie mięśnia (0.203), jest równe 2.54 g. kal, co stanowi zaledwie 0.25% ciepła spalania mięśnia świeżego.

Fakt, że liczba ta nie pokrywa stwierdzonej powyżej różnicy (1%), skłania do przypuszczenia, że proces suszenia jest zjawiskiem endotermicznym, wiążącym energię cieplną nie tylko w postaci ciepła pęcznienia.

Streszczenie.

Główne wyniki pracy niniejszej dadzą streścić się w sposób następujący:

1°. Ciepło spalania mięśni symetrycznych żaby w stanie świeżym i wysuszonym nie jest jednakowe. Ciepło spalania mięśnia wysuszonego jest większe od ciepła spalania mięśnia świeżego o ca. 1%.

2°. Stąd wynika, że procesy cieplne, zachodzące w czasie suszenia tkanki mięśniowej, posiadają charakter procesów endotermicznych.

3°. Ciepło pęcznienia pokrywa zaledwie około 1/4 różnicy, jaka zachodzi między wartością energetyczną mięśni badanych w dwu stanach powyższych.

Piśmiennictwo.

Atwater W. O. and F. Benedict. 1903. Experiments on the metabolism of matter and energy in the human body. Washington. (Depart. of Agriculture, Office of Experiment Stations. Bulletin № 136). — Benedict F. 1907. The influence of inanition on metabolism. Washington. Berthelot M. 1893. Chaleur animale. Paris. — Centnerszwer M. i W. Świętosławski. 1921. Podręcznik do ćwiczeń z chemji fizycznej i elektrochemji. Warszawa. — Danilewski B. 1883. Über die Verbrennungswärme der Nahrungsmittel. Biol. Centralbl. 2. (370). — Frankland. 1886. Kalorimetriscbe Untersuchungen. Philosophical Mag. 32 (182). Cyt. według Rubnera (85). — Krummacher O. 1909. Über die Quellungswärme des Muskelfleisches. Zeitschr. f. Biol. 52 (251). — Palazzolo G. 1913. Ricerche sul consumo del grasso musculare durante la contrazione. Arch. di Fisiol. 11 (558). — Parnas J. K. 1921. Über den Kohlenhydratstoffwechsel der isolierten Amphibienmuskeln. II. Bioch. Zeitschr. 116 (77). — Rodewald H. 1897. Thermodynamik der Quellung mit spezieller Anwendung auf die Stärke und deren Molekulargewichtsbestimmung. Zeitschr. f. physikal. Chemie. 24

(193). — **Rubner M.** 1885. Kalorimetriscbe Untersuchungen. Zeitschr. f. Biol. 21 (251). — **Rubner M.** 1922. Über die Wasserbindung in Kolloiden mit besonderer Berücksichtigung des quergestreiften Muskels. Abh. d. preuss. Akad. d. Wiss. — **Stohmann F.** 1884. Kalorimetriscbe Untersuchungen. Landwirt. Jahrb. 13 (575). **Świętosławski W.** 1921. Studja nad uzgodnieniem danych liczbowych w termochemji związków organicznych. (Études sur la nécessité de faire concordées les données numériques des composés organiques). Roczniki Chemji. 1 (59). — **Świętosławski W. i H. i Z. Błaszczkowski.** 1921. O rozbieżności pomiarów adjabatycznych i nieadjabatycznych. (Sur la discordance des mesures adiabatiques et ordinaires). Roczniki Chemji. 1 (166). **Szwajsówna P.** 1916. O przemianie materji u larw mącznika. Spraw. Tow. Nauk. Warsz. 9. (Le métabolisme physiologique chez les larves du *Tenebrio molitor*. Comptes Rend. de la Société des Sciences de Varsovie. 9).

[„Prace Instytutu im. Nenckiego”. № 63*]

K. Białaszewicz.

Studja porównawcze nad składem cieczy międzycząstkowej komórek jajowych.

Études comparées sur la composition du liquide intermicellaire des oeufs.

Rękopis nadesłany w dniu 17. X. 1927 r.

Le présent travail est la continuation de mes recherches sur les électrolytes des cellules-oeufs. Les analyses des cendres dont j'ai donné les résultats dans un de mes travaux antérieurs ('26), définissent la teneur globale de l'ooplasme en composants minéraux, toutefois, elles ne tiennent pas compte du rapport dans lequel ces substances se trouvent dans la cellule, relativement à la phase colloïdale qui est vouée à la destruction au moment de l'incinération. La méthode d'ultrafiltration, dont j'ai décrit l'application au matériel étudié dans ma dernière publication ('27), permet de connaître l'état de la répartition des électrolytes dans la cellule.

En appliquant cette méthode à des oeufs d'une série d'espèces animales appartenant à différents groupes zoologiques, nous avons abouti aux résultats suivants.

Les cendres des oeufs provenant des espèces étudiées, se distinguent en général par un pour-cent élevé de potassium, par une quantité plusieurs fois moins forte de sodium, de calcium et de magnésium, enfin par une teneur en chlore, qui n'équivaut pas aux bases alcalines et alcalino-terreuses.

Les substances organiques qui constituent la phase dispersée et qu'on voit se présenter sous la forme d'un mélange de colloïdes,

*) Z Zakładu Fizjologii Instytutu im. Nenckiego i Stacji Zoologicznej w Neapolu.

de gouttelettes d'émulsion et de suspensions deutoplasmiques, occupent une grande partie (20—63 p.c.) du volume de l'ooplasmе et réduisent ainsi sensiblement l'espace intermicellaire, rempli d'une solution aqueuse de corps dialysables (v. le tabl. I).

Les composants des cendres ne se combinent pas dans la même proportion avec ces substances dispersées (v. le tabl. II). La plus grande partie des alcalis, ainsi que le chlore, se trouvent dans le cytoplasme sous forme de composants filtrables. Par contre, ce sont les métaux bivalents et le phosphore qui représentent le pour-cent relativement le plus élevé des composés colloïdaux.

Lorsqu'on tient compte de l'ensemble des facteurs influençant la répartition des électrolytes dans les cellules étudiées (leur teneur globale en cendres, la composition de celles-ci, puis la proportion dans laquelle les composants minéraux se combinent avec les colloïdes, enfin le volume relatif de la phase dispersée dans l'ooplasmе), il est possible de considérer l'ooplasmе (v. le tabl. III) comme une solution hétérogène, dans laquelle à la surface de contact des particules suspendues et du milieu de dispersion, on voit se produire des différences régulières et caractéristiques dans les concentrations. En effet, les ions monovalents (K, Na et Cl), qui sont des composants typiques du liquide intermicellaire, se distinguent par une différence négative de la concentration par rapport au dissolvant, tandis que les cations bivalents (Ca, Mg), qui jouent le rôle de substances minérales de réserve, manifestent une différence positive. Le dernier groupe de composants diffère du premier, également par le fait que ses composés colloïdaux sont plus facilement sujets à la dissociation sous l'influence de la dilution du liquide intermicellaire (v. le tabl. IV). La courbe (v. la fig. 1) indiquant dans quelle mesure la combinaison de ces substances dépend de leur concentration dans le liquide intermicellaire, manifeste à première approximation les caractères propres aux isothermes d'adsorption.

La composition chimique du liquide intermicellaire, est la résultante de l'action des facteurs ci-dessus mentionnés. On s'aperçoit que les oeufs d'animaux même très différents au point de vue de leur organisation, se distinguent par presque la même composition minérale de leur liquide intermicellaire (v. les tableaux V, VI, VII, et la fig. 2). A tout prendre, celui-ci est le

véhicule charriant les sels des alcalis et des terres alcalines, dans lequel, on voit le chlorure de potassium en qualité d'électrolyte principal, l'emporter de beaucoup sur les composés du sodium, du calcium et du magnésium, dont les quantités sont très rapprochées entre elles. A 100 unités de poids de potassium dans le liquide intermicellaire des oeufs, on voit correspondre en moyenne environ 10 unités de sodium, 7 unités de calcium et autant d'unités de magnésium. Le liquide intermicellaire de l'ooplasmе, est par conséquent une solution caractérisée par une composition minérale particulière, éminemment différente de celle des liquides intercellulaires. Comparé à ces derniers (v. le tabl. VIII et la fig. 3), il se distingue par une concentration bien plus forte des sels de potassium et par une concentration plusieurs fois plus faible des composés du sodium, tandis que le calcium est réparti d'une façon à peu près uniforme dans l'une et dans l'autre solution aqueuse.

L'émancipation du milieu de dispersion de la cellule par rapport au milieu ambiant, ne se traduit pas seulement par la composition chimique, car elle se manifeste également par la concentration globale des composés minéraux. En effet, aussi bien dans les cellules-oeufs d'animaux poïkilosmotiques que dans celles d'animaux homéosmotiques, la concentration des électrolytes n'offre pas de différences fondamentales. En conséquence, on ne voit chez les animaux poïkilosmotiques qu'une très faible fraction, s'élevant à peine à 25 p. c. de la pression osmotique totale de l'ooplasmе, correspondre aux composés minéraux (v. le tabl. IX et X).

La différence entre la concentration osmolaire totale de l'ooplasmе et la concentration des composés inorganiques diffusibles qu'il contient, est compensée par les cristalloïdes organiques, représentant les produits du métabolisme protéique (urée, taurine, glyco-colle). Ces substances sont particulièrement concentrées dans les oeufs des animaux marins poïkilosmotiques, dont les tissus et les liqueurs circulant dans l'organisme, se distinguent par une forte ($\Delta = \text{ca } 2.1^0$) pression osmotique (v. le tabl. IX). Ces composés assument le rôle de régulateurs de la pression osmotique du cytoplasme, par rapport à celle des liquides intercellulaires.

I. Uwagi wstępne.

Punktem wyjścia niniejszych poszukiwań była poprzednia moja praca ('26) nad składem mineralnym komórek jajowych. Wyniki analiz, podanych w tej pracy, nasunęły przypuszczenie, że różnice, stwierdzone w składzie popiołu jaj badanych gatunków zwierzęcych, mają swe źródło w niejednakowym stopniu wiązania się składników nieorganicznych z koloidami, i że ciecz międzycząstkowa ooplazmy zwierzęcej posiada w zasadzie jednakowy, niezależny od organizacji ustroju, skład mineralny. Główne zadanie poszukiwań obecnych sprowadzało się zatem do poznania składu chemicznego roztworu wodnego krystaloidów, pełniącego względem substancyj rozdrobionych komórki rolę ośrodka dyspersyjnego.

Z zagadnieniem tem wiąże się jednak cały szereg kwestyj, które staraliśmy się również wyjaśnić. — Chodziło więc nam nie tylko o ustalenie składu mineralnego fazy wodnej ooplazmy, ściślej zaś mówiąc—stosunku ilościowego, w jakim jony związków nieorganicznych występują w tej cieczy, ale interesowała nas również rola substancyj koloidalnych w rozmieszczeniu elektrolitów oraz sprawa udziału krystaloidów organicznych w ciśnieniu osmotycznym komórki.

Wybór obiektu badań został dokonany zupełnie celowo. Kierowaliśmy się w tym względzie przede wszystkim stosunkiem będącego w mowie przedmiotu badań do pewnych zagadnień z zakresu fizjologii zapłodnienia, rozwoju i wzrostu, ostatecznie jednak przeważył ważny wzgląd natury praktycznej, mianowicie—łatwość otrzymania materiału do analiz chemicznych w stanie zupełnie czystym, pozbawionym obcych domieszek mineralnych ze strony cieczy międzykomórkowych.

Sposób opanowania trudności, jakie następują się w odzielaniu w komórkach jajowych cieczy międzycząstkowej od składników koloidalnych, podaliśmy w poprzedniej pracy ('27), dotyczącej stosowania ultrafiltracji w badaniach nad rozmieszczeniem elektrolitów w cytoplazmie.

II. Metoda.

Wobec wspomnianych trudności, o składzie chemicznym cieczy międzycząstkowej i fazy rozdrobnionej komórek jajowych mogliśmy wnioskować tylko drogą pośrednią. Metoda, którą posługiwaliśmy się w poszukiwaniach niniejszych, polegała zasadniczo na ekstrapolowaniu stanu rozmieszczenia elektrolitów w wyjściowym układzie koloidalnym, t. j. w ooplazmie, na podstawie zachowania się tych ciał w stosunku do obu faz w roztworach rozcieńczonych, dających się bez przeszkód cedić przez błony ultrafiltracyjne.

Za miarę rozmieszczenia danej substancji przyjęliśmy stosunek liczbowy między ilością jej, rozpuszczoną w cieczy międzycząstkowej, a całkowitą jej zawartością w układzie koloidalnym. Ułamek ten, wyrażający względną ilość przesączalną w roztworze niejednorodnym, nazywamy ilorazem rozmieszczenia (δ). O wartości jego można sądzić ze stosunku

$$\delta = \frac{ud}{c}, \quad (1)$$

w którym u odpowiada koncentracji badanego ciała w określonej (1 cm³) objętości cieczy międzycząstkowej, wzgl. w ultraprzesączu, c — całkowitemu jego stężeniu w tejże objętości mieszaniny, obliczonemu z analiz popiołu, zaś d wyraża objętość cieczy międzycząstkowej, wzgl. t. zw. „przestrzeń rozpuszczającą”, w roztworach niejednorodnych. Iloczyn ud oznacza zatem bezwzględną ilość substancji, znajdującą się w stanie właściwego roztworu.

Przy obliczaniu wartości wyjściowej tego ilorazu, charakteryzującego stan repartycji substancji w cytoplazmie nierozcieńczonej, wychodzimy z faktu, stwierdzonego w pracy poprzedniej (BIAŁASZEWICZ '27), że zmiany w rozmieszczeniu elektrolitów w mieszaninach są funkcją liniową stopnia rozcieńczenia cytoplazmy. Dzięki temu, znając wartość ilorazów rozmieszczenia jakiegoś ciała w dwu lub większej liczbie mieszanin ($\delta_1, \delta_2 \dots$) cytoplazmy o wzrastającym stopniu rozcieńczenia ($n_1, n_2 \dots$), można wartość początkową (δ_0) wyprowadzić z równania:

$$\delta_0 = \frac{(n_2 - 1) \delta_1 - (n_1 - 1) \delta_2}{n_2 - n_1}, \quad (2)$$

w którym stopień rozcieńczenia (n_1, n_2) przedstawia stosunek objętości mieszaniny po rozcieńczeniu do objętości ooplazmy użytej do jej przygotowania

Stąd określenie stężenia, w jakim ciało badane znajduje się w cieczy międzycząstkowej jaja (u_0), według równania:

$$u_0 = \frac{c_0 \delta_0}{d_0} \quad (3)$$

nie przedstawia trudności, jeżeli jest znana jego koncentracja całkowita w cytoplazmie (c_0) oraz objętość, jaką w niej zajmuje ciecz międzycząstkowa— d_0 („przestrzeń rozpuszczająca” autorów¹⁾).

¹⁾ Por. POLÁNYI ('20) i AUSBERGER ('25).

Ostatnio wymienioną wielkość (d_0) obliczano ze stężenia chloru (u'_1, u'_2) w ultraprzesączach z dwu lub większej liczby mieszanin, albo też z obniżenia punktu zamarzania (Δ_1, Δ_2) wodnych roztworów ooplazmy:

$$d_0 = \frac{(n_2 - 1) u'_2 - (n_1 - 1) u'_1}{u'_1 - u'_2} \quad (4)$$

Okazało się bowiem (BIAŁASZEWICZ '27), że rozmieszczenie chloru w mieszaninach nie ulega znaczniejszej zmianie pod wpływem rozcieńczenia ooplazmy. Wartość d_0 stanowiła w dalszym ciągu punkt wyjścia w obliczeniu przestrzeni rozpuszczającej roztworów rozcieńczonych ($d_1, d_2 \dots$).

Ponieważ szczegółowy opis postępowania doświadczalnego został podany na innym miejscu ('27), ograniczę się tutaj do kilku wskazówek ważniejszych.

Usuwanie elektrolitów z cieczy międzykomórkowej uskuteczniano przez wielokrotne opłukiwanie (lub odwirowywanie) jaj w izotonicznym roztworze azotanu litu. Przygotowywanie mieszanin, nadających się do ultrafiltracji, odbywało się przez dodanie do określonej objętości rozartej i wymieszanej ooplazmy ściśle wymierzonych ilości cieczy rozcieńczającej. Cieczą tą w większości doświadczeń był obojętny roztwór izotoniczny azotanu lub siarczanu litu, albo w przypadkach gdy to było możliwe (nieobecność globulin) — woda destylowana.

Składniki mineralne, których repartycję badano, były oznaczane w popiele, otrzymywanym po spaleniu pozostałości suchej mieszanin (w obecności stężonego kwasu azotowego), oraz w wolnym ośrodku dyspersyjnym tych mieszanin. Oddzielenie tego ostatniego od fazy koloidalnej przeprowadzano metodą ultrafiltracji (por. ZSIGMONDY i BACHMANN '18).

Oznaczanie składników w popiele i w przesączach uskuteczniano metodami mikroanalizy, a mianowicie: sód—metodą KRAMERA i TISDALLA ('21 a) w modyfikacji BĀLINTA ('24), potas—KRAMERA i TISDALLA ('21 b), wapń—DE WAARDA ('19) i HECHTA ('23), magnez i fosfor—skombinowanymi metodami KRAMERA i TISDALLA ('21 d), BELLA i DOISY'EGO ('20) i BRIGGS'A ('22), oraz chlor—mikrometodą WHITEHORNA ('21).

W tabelach materiałowych (XII — XV), podanych w końcu tekstu (str. 43—45), stężenie składników w mieszaninach (c_i) i w ultraprzesączach (u_1, u_2) zostało wyrażone w miligramach w 1 cm³ cieczy. Tabela ogólna, XI, zawiera przeprowadzone na podstawie danych tych tabel materiałowych oraz podanych powyżej wzorów obliczenia następujących wartości, charakteryzujących ooplazmę: d_0 —objętość cieczy międzycząstkowej w 1 cm³ ooplazmy; \bar{z}_0 —wartość ilorazów rozmieszczenia następujących składników: K, Na, Ca, Mg, P i Cl; c_0 —całkowite ich stężenie w 1 cm³ ooplazmy (mg); u_0 —stężenie ich w cieczy międzycząstkowej (mg/1 cm³).

Poniżej podajemy listę gatunków zwierząt, których komórki jajowe były przedmiotem naszych analiz:

Aves: *Gallus domesticus* L.

Amphibia: *Rana temporaria* L.

Pisces: *Salmo salar* L., *Salmo fontinalis* L., *Labrax lupus* Cuv., *Torpedo ocellata* Raf., *Scyllium canicula* L.

Crustacea: *Maja verrucosa* M. Edw., *Maja squinado* Latr.

Mollusca: *Sepia officinalis* L., *Loligo vulgaris* Lm.

Echinodermata: *Arbacia pustulosa* Gray., *Paracentrotus lividus* Lm.

Annelida: *Arenicola Claparedii* Lev., *Sipunculus nudus* L.

III. Wyniki.

Analiza interesującego nas tutaj zagadnienia wymagała przede wszystkim zaznajomienia się z pewnymi własnościami fazy rozdrobnionej, od których zależy stan rozmieszczenia substancyj badanych w komórkach jajowych. Dlatego na pierwszym miejscu pracy niniejszej podajemy ogólną charakterystykę substancyj, stanowiących tę fazę, rozpatrując ich własności adsorbcyjne w stosunku do składników dializujących oraz rozważając wpływ, jaki one wywierają na objętość przestrzeni rozpuszczającej w cytoplazmie. Oba te czynniki mają znaczenie zasadnicze dla sprawy rozmieszczenia krystaloidów: gdy bowiem od zdolności łączenia się substancyj rozdrobnionych z temi ciałami zależy w pierwszym rzędzie skład chemiczny ośrodka dyspersyjnego komórki, to wielkość przestrzeni, jaką one zajmują w cytoplazmie, wpływa bezpośrednio na stężenie w niej ciał osmotycznie czynnych.

Wyjaśnienie roli ciał dyspersyjnych w rozmieszczeniu elektrolitów stanowi punkt wyjścia dla poznania własności chemicznych cieczy międzycząstkowej badanych układów koloidalnych. Albowiem poznanie tych stosunków pozwala ustalić zarówno skład mineralny, jak i stężenie całkowite dializujących związków nieorganicznych w komórce. Wreszcie ustalenie stosunku, w jakim poszczególne składniki mineralne występują w dwu roztworach wodnych, mianowicie — w ośrodku dyspersyjnym cytoplazmy i w cieczy międzykomórkowej, daje możliwość poznania stanu rozmieszczenia elektrolitów po obu stronach półprzepuszczalnej błony komórkowej i pozwala sądzić o roli, jaką w regulowaniu ciśnienia osmotycznego komórki pełnią inne związki przesączalne.

A. Faza rozdrobniona.

1. Objętość „przestrzeni nierozpuszczającej“.

Wyniki odnośnych pomiarów, przeprowadzonych na jajach dziewięciu gatunków zwierząt, należących do różnych grup

układu systematycznego, zostały przedstawione w tabeli I. Wielkość „przestrzeni nierozpuszczającej“ (POLÁNYI '20), czyli objętość fazy rozdrobnionej, została obliczona na podstawie stężeń chloru, znalezionych w ultraprzesączach mieszanin rozcieńczonych ooplazmy (por. równ. 4), i wyrażona w procentach objętościowych $[100(1 - d_0)]$. Dane liczbowe zostały ułożone w tabeli w szeregu wzrastającej wielkości tej przestrzeni w jajach. Pouczają one, jak wybitną rolę w rozmieszczeniu elektrolitów pełnią substancje nieprzesączalne komórki.

Istotnie, w przypadkach krańcowych (*Maja*) wielkość przestrzeni, zajętej przez ciała rozdrobnione, może dochodzić do 63% całkowitej objętości komórki, sprawiając, że na roztwór wodny ciał dializujących, wypełniający przestrzeń międzycząstkową, przypada zaledwie około $\frac{1}{3}$ objętości komórki. Również i pozostałe liczby tabeli dowodzą, że jaja należą do kategorii elementów komórkowych ustroju o wyjątkowo dużej zawartości ciał nieprzesączalnych. W porównaniu z osoczem krwi, zawierającym, jak wiadomo (AUSBERGER '25 i in.), zaledwie około 7% substancji koloidalnych, objętość fazy rozdrobnionej, nawet w jajach o stosunkowo małej zawartości związków zapasowych (jeżowce), wykazuje wartość kilkakrotnie większą.

Można ogólnie powiedzieć, że jaja o typie bródkowania powierzchniowego (*Maja*, *Sepia*, *Torpedo*, *Gallus*), zawierające zwykle duże zapasy substancji deutoplazmatycznych, odznaczają się tem, że stosunek wzajemny objętości obu będących w mowie faz jest znacznie przesunięty na niekorzyść cięższy międzycząstkowej. Wyjątek z tej reguły stanowią jednak jaja *Salmo* oraz młode niewykształcone oocyty *Scyllium*, o małej stosunkowo objętości fazy koloidalnej.

Nie można również wykazać ściślejszej zależności pomiędzy wielkością przestrzeni nierozpuszczającej a procentową zawartością substancji suchej w komórce. Wprawdzie w większości przypadków daje się stwierdzić pewną równoległość, polegającą na tem, że jaja o znacznej procentowości części stałych ujawniają naogół większą objętość fazy rozdrobnionej, to jednak odchylenia od tej reguły są czasami dosyć znaczne i wręcz sobie przeciwne. Przykładem mogą służyć, z jednej strony, jaja *Salmo*, wykazujące zaledwie 20.8% przestrzeni nierozpuszczającej wobec 41.5% wagowej zawartości substancji suchych, z drugiej zaś

komórki jajowe *Maja*, zawierające 43.6% tych substancyj wobec 63.2% ich objętości, wypełnionej przez ciała koloidalne. Fakty te wskazują na to, że substancje rozdrobnione różnych gatunków jaj różnią się od siebie pod względem własności hydratacyjnych, które ze swej strony mogą być zależne od składu chemicznego ich ośrodka dyspersyjnego.

Tabela I.

Objętość fazy rozdrobnionej w jajach.
Volume de la phase dispersée dans les oeufs.

№ doświadczenia № de l'expérience	Gatunek zwierzęcia <i>Espèce animale</i>	Objętość Volume		Procentowa zawartość substancji suchej w ja- jach (według autorów) <i>Teneur des oeufs en substance sèche, expri- mée en pour-cents de leur poids (Données d'après les analyses des auteurs)</i>
		cieczy międzycząstkowej w 1 cm ³ ooplazmy du liquide intermicellaire dans 1 cm ³ d'ooplazme d_0 cm ³	fazy rozdrobnionej w% objętości ooplazmy de la phase dispersée exprimé en % du volume de l'ooplazme 100 (1 - d_0) %	
21	<i>Scyllium canicula</i> L.	0.830	17.0	—
41	<i>Arbacia pustulosa</i> Gray.	0.822	17.8	—
34	<i>Paracentrotus lividus</i> L.	0.793	20.7	22.6% (WETZEL '07)
15	<i>Salmo fontinalis</i> L.	0.792	20.8	41.5% dla <i>Trutta fario</i> (FAURÉ-FRÉMIET et GARRAULT '22)
16	<i>Rana temporaria</i> L.	0.601	39.9	42.6% (KOLB '01, TER- ROINE et BATHÉLE- MY '23)
12	<i>Gallus domesticus</i> L.	0.549	45.1	50.3% (KOJO '11)
24	<i>Sepia officinalis</i> L.	0.500	50.0	47.3% (WETZEL '07)
43	<i>Torpedo ocellata</i> Raf.	0.410	59.0	47.3% dla <i>Acanthias</i> (ZDAREK '04)
37	<i>Maja verrucosa</i> M. Edw.	0.368	63.2	43.6% (WETZEL '07)

Streszczając się, możemy więc ooplazmę zwierzęcą ogólnie scharakteryzować jako roztwór niejednorodny o różnej lecz naogół dużej zawartości substancyj rozdrobnionych (koloidów, emulsyj i zawiesin deutoplazmatycznych), które zajmują znaczną przestrzeń w komórce.

2. Procent składników popiołu, związanych z fazą rozdrobnioną.

W tabeli II zostały umieszczone najbardziej typowe wyniki, dotyczące rozmieszczenia metali jedno- i dwuwartościowych oraz chloru i fosforu. Odnośne liczby wyrażają ilości procentowe poszczególnych składników mineralnych, które w ooplazmie są związane z ciałami nieprzesączalnymi; zostały one obliczone na podstawie wartości ilorazów ich rozmieszczenia w jajach ośmiu badanych gatunków zwierzęcych [100 (1— δ_0)].

Tabela II.

Procent składników mineralnych, związanych z fazą rozdrobnioną, w jajach różnych gatunków zwierząt.

Quantités des composants minéraux, exprimées en pour-cents, liées aux substances dispersées dans les oeufs de différentes espèces animales.

№ doświadczenia de l'expérience	Gatunek zwierzęcia <i>Espèce animale</i>	Procent składników, związanych z fazą rozdrobnioną <i>Pour-cent des composants liés à la phase dispersée</i> 100 (1 — δ_0)					
		K	Na	Cl	Ca	Mg	P
13	<i>Gallus</i>	28	6	45	91	70	97
16	<i>Rana</i>	0	43	9	61	54	76
14	<i>Salmo</i>	11	49	0	73	68	90
43	<i>Torpedo</i>	0	(95)	6	68	84	100
21	<i>Scyllium</i>	13	—	0	24	59	100
37	<i>Maja</i>	3	(92)	3	53	29	96
34	<i>Paracentrotus</i>	5	0	0	50	73	81
24	<i>Sepia</i>	20	0	23	0	51	100

Liczby podane w tabeli dowodzą, że składniki popiołu tylko częściowo występują w ooplazmie pod postacią wolnych, z łatwością dializujących, związków mineralnych, pozostałe natomiast frakcje tych składników, wiążąc się z fazą rozdrobnioną w zmiennym odsetku ich całkowitej zawartości w komórce, tworzą mniej lub więcej trwałe połączenia nieprzesączalne. Pomimo różnic, jakie zachodzą w poszczególnych przypadkach, można jednak w zachowaniu się składników popiołu w stosunku do fazy rozdrobnionej wyróżnić dwie dosyć odrębne grupy.

Pierwszą z nich stanowią pierwiastki jednowartościowe, jak potas, sód i chlor, odznaczające się małą i naogół niestałą tendencją do tworzenia połączeń koloidalnych. Tak np., pomijając

sód, którego ilości są wogóle bardzo niewielkie, a wskutek tego oznaczenia nasze — niedosyć ściśle, dwa inne składniki wchodzą w związek z fazą dyspersyjną w ilościach, w większości przypadków nie przekraczających około 30% całkowitej ich zawartości w jajach, zwykle zaś są one tak nieznaczne, że praktycznie biorąc można je uważać za składniki, znajdujące się całkowicie poza obrębem przestrzeni nierozpuszczającej.

Inaczej natomiast i w sposób bardzo charakterystyczny zachowują się składniki drugiej grupy, do której należą metale ziem alkalicznych i fosfor. Z ogólnej ilości tych ciał zaledwie część nieznaczna, i to nie stale, występuje w formie niezwiązanej; dotyczy to zwłaszcza fosforu, który w pewnych przypadkach znajduje się w ooplazmie wyłącznie pod postacią związków niedyfundujących.

Stąd wypływa, że z pośród czterech zasad, wchodzących w skład popiołu, jedynie wapń i magnez w ilościach znaczniejszych tworzą związki nieprzesączalne. Pierwszy z tych metali jest, jak wiemy z badań poprzednich (BIAŁASZEWICZ '26), jednym z najbardziej zmiennych składników popiołu komórek jajowych.

Nie można nie zwrócić w tym miejscu uwagi na analogję, jaka pod względem stosunku zasad mineralnych do koloidów zachodzi między ooplazmą z jednej strony, a niektórymi cieczami odżywczymi ciała, a zwłaszcza — osoczem krwi, z drugiej.

Istotnie, prowadzone w latach ostatnich badania nad rozmieszczeniem elektrolitów we krwi wskazują zgodnie na różnice, jakie w tym względzie zachodzą pomiędzy metalami alkalicznymi i ziem alkalicznych. Na podstawie tych prac można uważać za rzecz pewną, że sód występuje w surowicy zwierząt wyższych pod postacią związków koloidalnych w ilości stosunkowo bardzo niewielkiej, nie przekraczającej 10% (po uwzględnieniu przestrzeni nierozpuszczającej, według AUSBERGERA '26)¹⁾. Ilości procentowe potasu koloidalnego są, podobnie jak i w naszych analizach, dosyć zmienne i, o ile można sądzić na podstawie ogłoszonych

¹⁾ Por. prace autorów: LOEWY i ZUNTZ ('94), LIEBERMANN i BUGARSKY ('98), ASHER i ROSENFELD ('07), MICHAELIS i RONA ('08), HENDERSON ('08), RONA i GYÖRGY ('13), NEUHAUSEN ('22), NEUHAUSEN i PINCUS ('23), RONA i PETOW ('23), TSCHIMBLER ('24), MICHAELIS i KAWAI ('25).

wyników ¹⁾, są jeszcze mniejsze, niż sodu; ważne pod tym względem są badania RINGERA ('23, '25), stwierdzające, że cały szereg ciał białkowych, rozpuszczonych w słabych roztworach KCl, pozostaje prawie bez wpływu na aktywność jonów potasu.

Natomiast wszystkie dotychczasowe badania wskazują na bardzo intensywne wiązanie się białek osocza z metalami ziem alkalicznych, przyczem z danych tych wynika, że ilość wapnia nieprzesączalnego wynosi od 30 do 70% ²⁾, zaś magnezu od 20 do 27% ³⁾ całkowitej zawartości tych metali w surowicy.

Pozatem — bardzo ciekawe analogie wykazują analizy mleka (WHA '24), w którym wapń i fosfor występują pod postacią koloidalną w ilości około 50 — 60%, gdy prawie całkowita ilość potasu i chloru, zawarta w mleku, jest przesączalna.

Powyższe zestawienie wskazuje, zdaniem naszym, na ogólnofizjologiczne znaczenie rozpatrywanego tutaj zjawiska. Powinowactwo niektórych ciał białkowych do metali dwuwartościowych jest faktem ciekawym nie tylko z punktu widzenia warunków, w jakich reakcje wiązania zachodzą w protoplazmie, ale nade wszystko — ze względu na zagadnienie wymiany mineralnej w organizmie. Nie jest rzeczą nieprawdopodobną, że niektóre białka, wchodzące w skład zarówno komórek, jak i cieczy ciała, pełnią rolę regulatorów, których zadanie polega na utrzymaniu stałego i charakterystycznego stężenia kationów dwuwartościowych w odpowiednich układach koloidalnych ustroju.

3. Względne stężenia składników mineralnych w obu fazach ooplazmy.

Ostatnio omawiane fakty dotyczyły wyłącznie sprawy ryczałtowego rozdziału składników mineralnych pomiędzy fazę rozdrobnioną i ciecz dyspersyjną komórki. Nie charakteryzują one jednak w mierze dostatecznej własności substancyj rozdrobnio-

¹⁾ NEUHAUSEN i PINCUS ('23), RONA i PETOW ('23), RICHTER-QUITNER ('24), RONA, HAUROWITZ i PETOW ('24).

²⁾ RONA i TAKAHASHI ('11, '13), CUSHNY ('20), NEUHAUSEN i MARSHALL ('22), RICHTER-QUITNER ('21, '22), NEUHAUSEN i PINCUS ('23), CSÁPO i FAUBL ('24), RONA, PETOW i WITTKOWER ('24), TSCHIMBLER ('24), NITSCHKE ('25), RONA i MELLI ('25), NITSCHKE i FREYSCHMIDT ('26).

³⁾ HIRTH i TSCHIMBLER ('24).

nych, jako podłoża wiążącego te składniki. Za miarę tych zdolności możemy, z pewnym oczywiście zastrzeżeniem, przyjąć ilości względne składników badanych, znajdujące się w jednostce masy lub objętości fazy rozdrobnionej. Ilości te zależą nie tylko od wartości ilorazu rozmieszczenia i od całkowitej zawartości danego ciała w popiele, ale w stopniu nie mniejszym — od stosunku wzajemnego objętości obu faz w roztworze koloidalnym.

Chcąc więc poznać własności adsorbcyjne substancyj rozdrobnionych, które tak wybitnie wpływają na rozmieszczenie składników nieorganicznych w komórce, wypada z kolei zaznaczyć się ze składem mineralnym tych substancyj.

Tabela III.

Stężenie składników mineralnych w fazie rozdrobnionej (k_0) i w cieczy międzycząstkowej (u_0) ooplazmy, wyrażone w miligramach na 1 cm³ odpowiedniej fazy.

Concentrations des composants minéraux dans la phase dispersée (k_0) et dans le liquide intermicellaire (u_0) de l'ooplasmе, calculées en mgr. pour 1 cm³ de la phase correspondante.

№ do- świad- czenia № de l'expé- rience	Gatunek zwie- rzęcia <i>Espèce animale</i>	K		Ca		Mg		P	
		k_0	u_0	k_0	u_0	k_0	u_0	k_0	u_0
12	<i>Gallus</i>	1.81	2.61	2.59	0.32	0.21	0.20	9.66	0.33
16	<i>Rana</i>	0	4.21	0.32	0.14	0.97	0.55	11.97	2.57
15	<i>Salmo</i>	1.51	3.20	1.92	0.19	2.60	0.32	19.29	0.42
32	<i>Labrax</i>	2.76	3.41	0.67	0.05	0.20	0.05	3.06	0.44
43	<i>Torpedo</i>	0	5.61	0.38	0.26	0.10	0.03	8.59	0
34	<i>Paracentrotus</i>	2.11	9.45	1.12	0.30	1.99	0.19	13.19	0.79
24	<i>Sepia</i>	0.12	0.48	0	0.32	0.10	0.10	7.09	0

Oдносне obliczenia, określające stężenia czterech składników (K, Ca, Mg, P) w fazie koloidalnej [$k_0 = c_0 (1 - \delta_0) / (1 - d_0)$], znajdują się w tabeli III, w której ponadto, dla porównania, podano stężenia tychże składników w cieczy międzycząstkowej [$u_0 = c_0 \delta_0 / d_0$]; stężenia te zostały wyrażone w miligramach w 1 cm³ odpowiedniej fazy.

Jako pierwszy fakt, wypływający z porównania wartości k_0 , obliczonych dla poszczególnych ciał, należy podnieść bardzo znaczne różnice, jakie występują w składzie mineralnym fazy rozdrobnionej badanych gatunków jaj. Nie może być tutaj mowy o jakiegokolwiek bądź prawidłowości w stosunku wzajemnym składników, związanych z koloidami. W szczególności zaś stwierdzamy np., że potas, będący najstalszym i najobfitszym kationem popiołu, jest w fazie rozdrobnionej bądź wcale nieobecny (*Rana*, *Torpedo*),

bądź też występuje w niej w ilościach naogół bardzo zmiennych (0.12 — 2.76 mg w 1 cm³). To samo w zasadzie można powiedzieć o metalach dwuwartościowych, których stężenia wykazują wahania bardzo nieprawidłowe. Mniejsze stosunkowo różnice w stężeniach fosforu objaśniamy tą okolicznością, że pierwiastek ten wchodzi konstytucyjnie w skład zapasowych substancji koloidalnych jaja, które naogół posiadają nie bardzo różniący się od siebie skład elementarny.

Do zgoła odmiennych wniosków, ustalających pewne ogólne prawidłowości w rozmieszczeniu elektrolitów, doprowadza porównanie stężeń tych ciał w obu fazach ooplazmy. Biorąc pod uwagę wartości k_0 i u_0 , odnoszące się do oddzielnych składników, zyskujemy podstawę do twierdzenia, że substancje mineralne nie są rozmieszczone w całej ooplazmie w sposób równomierny, lecz że przeciwnie — stanowi ona z tego punktu widzenia mieszaninę niejednorodną, w której na granicy podziału obu faz istnieją stałe i charakterystyczne dla poszczególnych składników różnice stężeń parcjalnych.

Jako ogólne prawidło można przyjąć, że jony, które w małym procencie wiążą się z frakcją nieprzesączalną (K, Na, Cl), znajdują się w przestrzeni nierozpuszczającej w stężeniach mniejszych, niż w cieczy międzycząstkowej, i odwrotnie — dodatni spadek stężeń w stosunku do fazy wodnej ujawniają te ciała, które w większym procencie łączą się ze składnikami koloidalnymi komórki (Ca, Mg, P).

Zjawia się więc pytanie, czy między temi dwiema grupami składników mineralnych zachodzi również różnica i pod względem trwałości ich stanu koloidalnego?

4. Rozmieszczenie składników mineralnych w rozcieńczonych roztworach ooplazmy.

W celu wyświetlenia ostatnio poruszonej kwestji przeprowadzono szereg doświadczeń, w których chodziło o ustalenie wpływu stężenia niektórych składników, występujących w cieczy międzycząstkowej, na stopień ich wiązania przez fazę rozdro-

bnioną. W doświadczeniach tych, częściowo już omówionych w pracy poprzedniej ('27), przygotowywano mieszaniny ooplazmy z izotonicznymi roztworami soli litowych (LiNO_3 , Li_2SO_4) o różnym rozcieńczeniu (n) i oznaczano następnie składniki mineralne w ultra-przesączkach i w popiele, otrzymanym po spaleniu pozostałości stałej tych mieszanin. Na podstawie tych analiz obliczano następnie stężenie badanych składników (w mg na 1 cm^3) w obu fazach mieszanin (u , k).

Tabela IV.

Stężenie składników mineralnych (mg w 1 cm^3) w cieczy międzycząstkowej (u) i w fazie koloidalnej (k) rozcieńczonych roztworów żółtka kurzego. Według doświadczenia № 13, tab. XII. *Concentration des composants minéraux (en mgr. par 1 cm^3) du liquide intermicellaire (u) et de la phase colloïdale (k), dans les solutions diluées de jaune d'oeufs de poule. D'après l'expérience № 13, v. le tabl. XII.*

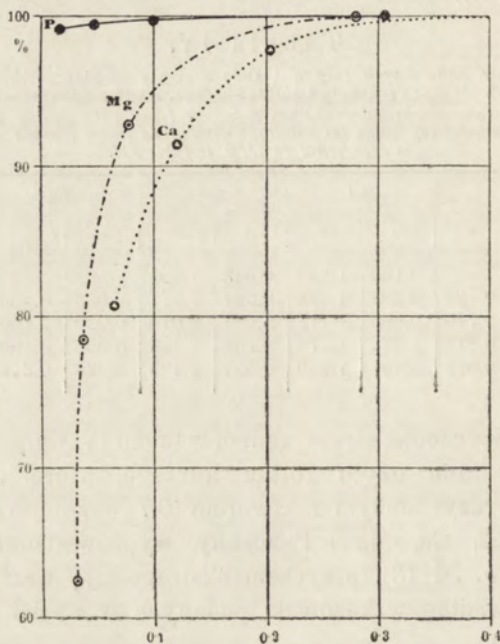
n	K		Cl		Ca		Mg		P	
	u	k	u	k	u	k	u	k	u	k
10	—	—	0.165	1.883	0.048	1.795	—	—	0.013	5.140
6	0.201	0.726	0.296	1.984	0.061	1.977	0.023	0.133	0.023	5.150
4	0.327	0.710	0.493	1.717	0.088	2.010	0.029	0.169	0.034	5.134
2	0.870	0.617	1.225	1.778	0.152	2.149	0.058	0.199	0.078	5.166
1	3.947	0.618	5.461	1.780	0.554	2.196	0.220	0.214	0.331	5.168

W doświadczeniu, streszczonym w tabeli IV, do przygotowania czterech mieszanin użyto żółtka kurzego, które rozcieńczono (2, 4, 6 i 10 razy) słabym roztworem (0.7%) azotanu litu. Podane stężenia K, Cl, Ca, Mg i P zostały wyprowadzone z danych tab. XII (dośw. № 13), przy czym ekstrapolację wartości δ_0 przeprowadzono według wskazówek, podanych w części metodycznej (por. równ. 2).

Na zasadzie danych tej tabeli przychodzimy przede wszystkim do wniosku, że zmiany stężenia potasu i chloru w cieczy międzycząstkowej (u) nie wpływają w sposób widoczny na stężenie tych składników w fazie koloidalnej mieszanin (k). Niezależność ta szczególnie wyraźnie zaznacza się w zachowaniu się chloru, którego repartycja pomiędzy obie fazy mieszanin nie ulega, jak to stwierdziliśmy w poprzedniej pracy, zmianie pod wpływem rozcieńczania ooplazmy. Okoliczność ta, jak wiemy, umożliwia ustalenie objętości przestrzeni nierozpuszczającej w mieszaninach i w samej ooplazmie.

Natomiast jony dwuwartościowe zachowują się pod tym względem w sposób zgoła odmienny; stężenie bowiem cieczy

międzycząstkowej nie pozostaje bez wpływu na ilość wiążących się z frakcją nieprzesączalną składników. Jest widocznem, że w miarę zmniejszania się stężenia wapnia, magnezu i anjonów fosforanowych w ośrodku dyspersyjnym mieszanin, zmniejsza się również zawartość tych składników w przestrzeni nierozpuszczającej.



Rys. 1. Zależność między zawartością wapnia, magnezu i fosforu w fazie rozdrobnionej żółtka kurzego (rzędna—procenty ilości początkowych w ooplazmie) a stężeniem tych składników w cieczy międzycząstkowej (odcięta — mg w 1 cm³). Według danych tab. IV.

Fig. 1. Rapport entre la teneur en calcium, en magnésium et en phosphore (exprimés en pour-cents de leur quantités initiales) de la phase dispersée du jaune d'oeufs de poule et la concentration de ces substances dans le liquide intermicellaire (en mgr. par 1 cm³). D'après les données du tableau IV.

Dla zilustrowania tych stosunków podajemy powyżej wykres, oparty na danych tabeli IV: przedstawia on zależność, jaka zachodzi między stężeniem Ca, Mg i P w cieczy międzycząstkowej a ilością tych składników w fazie dyspersyjnej, wyrażoną w procentach nasycenia wyjściowego, charakterystycznego dla ooplazmy rodzimej, nierozcieńczonej.

Przebieg tych krzywych dowodzi, że ilości jonów, wiązanych przez substancje rozdrobnione, zmieniają się w roztworach rozcieńczonych znacznie szybciej, niż w roztworach bardziej stężonych, zbliżających się do stężeń, charakterystycznych dla żółtka rodzimego, przyczem wartość liczbowa tej zależności nie jest dla oddzielnych składników jednakowa. W roztworach jednakowo rozcieńczonych związki koloidalne wapnia i magnezu ulegają rozszczepieniu w stopniu znacznie większym, niż połączenia fosforowe. Te ostatnie, jak już wiemy, występują w jajach przeważnie pod postacią zapasowych związków organicznych, nie ulegających dysocjacji.

Należy zaznaczyć, że krzywe te, przedstawiające stan równowagi rozmieszczenia elektrolitów w różnych stężeniach ośrodka dyspersyjnego, są podobne w pierwszym przybliżeniu, zwłaszcza w odcinkach, odpowiadających stężeniom mocniejszym, do izoterm adsorbcyjnych.

Streszczając powyższe, możemy w komórkach jajowych wyróżnić dwie grupy składników mineralnych, odznaczających się odmiennym zachowaniem się w stosunku do fazy rozdrobnionej.

Należące do pierwszej z nich metale ziem alkalicznych i reszty kwasowe fosforanów (ewentualnie — fosforany tych katjonów) posiadają wyraźnie zaznaczoną tendencję do wiązania się z substancjami fazy rozdrobnionej, w których one występują w stężeniach większych, niż w rozpuszczalniku. Tworząc z cząstkami zawieszonymi połączenia nietrwałe, z łatwością ulegają one odszczepieniu. Zapewne stanowią one zapasowe składniki mineralne cytoplazmy, które pod wpływem zmian czynnościowych, zachodzących w cieczy międzycząstkowej, mogą przechodzić do roztworu.

O ile jony te są charakterystycznymi składnikami fazy dyspersyjnej, to pierwiastki jednowartościowe, do których w danym razie zaliczamy chlor i metale alkaliczne, można nazwać grupą składników mineralnych ośrodka dyspersyjnego cytoplazmy. Znajdują się one bowiem w komórce prawie całkowicie pod postacią związków zdolnych do dyfuzji i gromadzą się w cieczy międzycząstkowej w stężeniach znacznie większych, niż

w przestrzeni, wypełnionej przez ciała nieprze-
sączalne.

B. Ciecz międzycząstkowa.

1. Skład mineralny.

Poznanie stosunku substancyj rozdrobionych do składników popiołu komórki pozwala bliżej zaznajomić się z pewnymi własnościami cieczy międzycząstkowej, w pierwszym zaś rzędzie—z jej składem mineralnym.

Jak wiemy, skład mineralny cieczy międzycząstkowej, ściślej zaś mówiąc—stosunek ilościowy między dializującymi składnikami nieorganicznymi w cytoplazmie, zależy od dwu jej właściwości:

Tabela V.

Stężenie procentowe składników mineralnych w cieczy międzycząstkowej jaj różnych gatunków zwierzęcych.

Concentration (en pour-cents) des composants minéraux dans le liquide intermicellaire d'oeufs de différentes espèces animales.

№ doświadczenia № de l'expérience	Gatunek zwierzęcia <i>Espèce animale</i>	K	Na	Ca	Mg	Cl	P
		%	%	%	%	%	%
13	<i>Gallus</i>	0.395	0.065	0.055	0.022	0.546	0.033
16	<i>Rana</i>	0.421	0.044	0.014	0.055	0.264	0.257
14	<i>Salmo</i>	0.320	0.044	0.019	0.032	0.287	0.042
32	<i>Labrax</i>	0.341	—	0.005	0.005	0.201	0.044
43	<i>Torpedo</i>	0.561	0.017	0.026	0.003	0.733	0
37	<i>Maja</i>	0.441	0.014	0.051	0.034	0.407	0.072
34	<i>Paracentrotus</i>	0.945	0.059	0.030	0.019	1.375	0.079
24	<i>Sepia</i>	0.048	0.012	0.032	0.010	0.359	0

po pierwsze, od składu popiołu komórki jako całości, i po drugie—od swoistych właściwości substancyj rozdrobionych niejednakowego wiązania się z poszczególnymi składnikami mineralnymi. Wobec stwierdzonych powyżej różnic gatunkowych w składzie mineralnym zarówno całych komórek jajowych, jako też ich fazy rozdrobionej, proporcja, w jakiej występują poszczególne elektrolity w cieczy międzycząstkowej, będzie w każdym oddzielnym przypadku wypadkową obu wyżej wymienionych czynników.

W tabeli V znajdujemy dane liczbowe, przedstawiające stężenia sześciu składników (K, Na, Ca, Mg, Cl, P) w cieczy międzycząstkowej jaj szeregu gatunków zwierząt, należących do różnych grup układu zoologicznego (ptaki, płazy, ryby,

skorupiaki, mięczaki, szkarłupnie). Znajdujemy wśród nich przedstawicieli zarówno zwierząt lądowych (*Gallus, Rana*), jak i morskich (*Labrax, Torpedo, Paracentrotus, Maja, Sepia*), reprezentujących również dwie odmienne, z punktu widzenia własności osmoregulacyjnych, grupy ustrojów (pojkilo- i homojosmotycznych). Stężenie oznaczanych składników zostało obliczone według wzoru: $u_0 = 100 c_0 \delta_0 / d_0$ (por. równ. 3) i wyrażone w procentach gramowych.

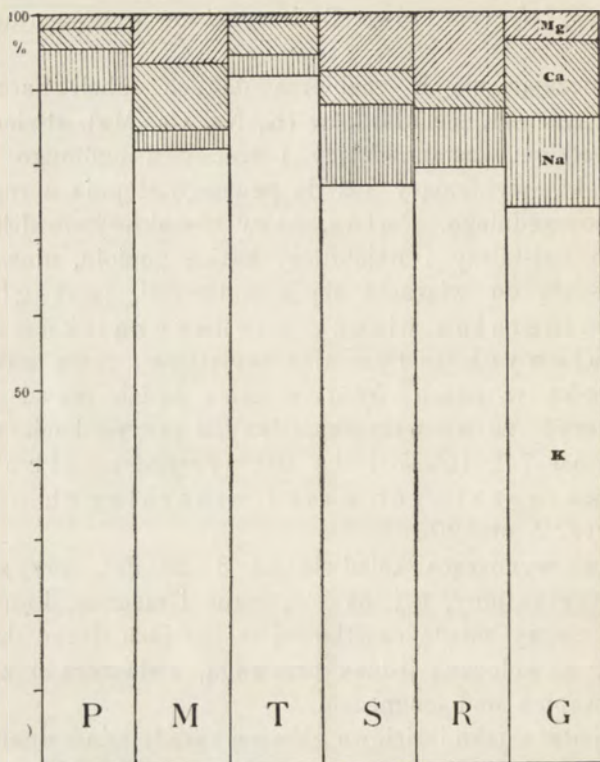
Ograniczając się w rozbiórce danych tabeli narazie do pierwszych czterech pierwiastków (K, Na, Ca, Mg), stwierdzamy przedewszystkiem zastanawiający i ważny z ogólnego punktu widzenia fakt, wynikający już do pewnego stopnia z rozważań rozdziału poprzedniego. Potas, który charakteryzowaliśmy powyżej jako najstalszy i najobfitszy katjon popiołu, ujawniający małą tendencję do wiązania się z koloidami, jest główną zasadą mineralną cieczy międzycząstkowej komórek jajowych¹⁾. Pomijając wyjątkowo małą zawartość tego składnika w jajach *Sepia*, o czem będzie mowa poniżej, można obliczyć, że we wszystkich innych przypadkach potas stanowi od 74% (*Gallus*) do 92% (*Torpedo*) całkowitej masy przesączalnych zasad mineralnych ooplazmy (por. rys. 2, str. 20).

Reszta, wynosząca zaledwie od 8 do 26%, przypada na pozostałe trzy katjony, t. j. na sól, wapń i magnez, które znajdują się w cieczy międzycząstkowej w ilościach dosyć do siebie zbliżonych, z widoczną jednak przewagą, zwłaszcza u zwierząt morskich, wapnia nad magnezem.

Rolę potasu, jako ilościowo głównej zasady mineralnej związków dyfundujących, ilustruje podany poniżej rysunek, przedstawiający ilości względne czterech wspomnianych metali, wyrażone w procentach wagowych całkowitej ich zawartości w ośrodku dyspersyjnym sześciu gatunków jaj. Diagramat ten uwidacznia bardzo daleko posunięte podobieństwo składu mineralnego cieczy międzycząstkowej ooplazmy zwierząt, należących, jak widzimy, do bardzo pod względem systematycznym od siebie odległych

¹⁾ Według RUNNSTRÖMA ('25) w jajach jeźowców znajdują się znaczne ilości potasu dializującego, które około ośmiu razy przewyższają stężenie tego katjonu w wodzie morskiej.

i ekologicznie bardzo różniących się grup zoologicznych. Wystarczy pod tym względem porównać jaja *Salmo* i *Maja*, ażeby stwierdzić prawie jednakowy udział potasu (77 i 82%) i identyczny — magnezu (8%) w składzie procentowym rodników zasadowych.



Rys. 2. Diagramat, przedstawiający ilości względne czterech zasad mineralnych (K, Na, Ca, Mg), wyrażone w procentach ich całkowitej zawartości w cieczy międzycząstkowej jaj następujących gatunków zwierzęcych: P — *Paracentrotus lividus* Lm.; M — *Maja verrucosa* M. Edw.; T — *Torpedo ocellata* Raf.; S — *Salmo fontinalis* L.; R — *Rana temporaria* L.; G — *Gallus domesticus* L.

Fig. 2. Diagramme, représentant les quantités relatives des radicaux basiques des composés minéraux (K, Na, Ca, Mg), calculées en pour-cents de leur quantité globale dans le liquide intermicellaire des oeufs des espèces animales suivantes: P — *Paracentrotus lividus* Lm.; M — *Maja verrucosa* M. Edw.; T — *Torpedo ocellata* Raf.; S — *Salmo fontinalis* L.; R — *Rana temporaria* L.; G — *Gallus domesticus* L.

Stosunek ilościowy do potasu trzech innych katyonów wyraźnie uwidatnia następująca tabela (VI): występujące tutaj różnice

nie są jednak charakterystyczne z punktu widzenia porównawczego i są zbyt nieprawidłowe dla wyprowadzenia wniosków o jakiegokolwiek bądź zależności między składem mineralnym ośrodka dyspersyjnego a własnościami chemicznymi środowiska, w którym zwierzęta wytwarzające komórki jajowe żyją. To też uważając te odchylenia za nieistotne, można przyjąć, że w cieczy międzycząstkowej ooplazmy na 100 części wagowych potasu przypada przeciętnie około 10 części sodu i po 7—wapnia i magnezu.

Tabela VI.

Stosunek zasad mineralnych w cieczy międzycząstkowej jaj.
Rapports quantitatifs entre les bases minérales du liquide intermicellaire des oeufs.

Gatunek zwierzęcia <i>Espèce animale</i>	K g	Na g	Ca g	Mg g
<i>Gallus</i>	100	16	14	5
<i>Rana</i>	100	10	3	13
<i>Salmo</i>	100	14	6	10
<i>Labrax</i>	100	—	2	2
<i>Torpedo</i>	100	3	5	1
<i>Maja</i>	100	3	11	8
<i>Paracentrotus</i>	100	6	3	2

Z pośród dwu oznaczanych w ultraprzesączkach anjonów chlor jest najstalszym i najobfitszym rodnikiem kwasowym związków nieorganicznych ośrodka dyspersyjnego, występującym w ilościach równoważnie zbliżonych do głównego katjonu, t. j. do potasu (por. tab. V i VII). Fosfor nieorganiczny jest natomiast składnikiem bardzo niestałym: występuje on w niektórych gatunkach jaj w stężeniach znikomo małych, nie dających się oznaczyć ilościowo (*Torpedo*, *Scyllium*, *Sepia*), w innych zaś zjawia się, jako normalny składnik cieczy międzycząstkowej, w ilościach wymiernych, a nawet niekiedy (rosnące oocyty *Rana*) — zbliżonych do chloru.

W tabeli VII podajemy oddzielnie stężenia oznaczanych rodników zasadowych i kwasowych, obliczone w równoważnikach gramowych na litr cieczy międzycząstkowej odnośnych gatunków jaj. Jak wynika z tej tabeli, w części analiz (*Gallus*, *Maja*) zachodzi dosyć dobra zgodność między sumą wykrytych katjonów i anjonów, w innych natomiast stwierdzamy nadwyżkę

байдъ zasad (*Salmo*), bądź też reszt kwasowych (*Rana*, *Torpedo*, *Paracentrotus*, *Sepia*). Nie precyzując tych różnic z powodu braku oznaczeń innych anjonów (głównie HCO'_3), które mogłyby w tych obliczeniach zaważyć, można jednak wyrazić przypuszczenie, że prócz czterech oznaczanych zasad (Na, K, Ca i Mg) nie należy spodziewać się w cieczy międzycząstkowej obecności większych ilości innych katjonów nieorganicznych.

Tabela VII.

Stężenie składników mineralnych w cieczy międzycząstkowej ooplazmy, wyrażone w gramorównoważnikach w litrze.

Concentration des composants minéraux du liquide intermicellaire de l'ooplasmе, calculée par litre en grammes-équivalents.

№ doświadczenia <i>de l'expérience</i>	13	16	14	43	37	34	24
Składniki cieczy międzycząstkowej ooplazmy <i>Composants du liquide intermicellaire de l'ooplasmе</i>	<i>Gallus</i>	<i>Rana</i>	<i>Salmo</i>	<i>Torpedo</i>	<i>Maja</i>	<i>Paracentrotus</i>	<i>Sepia</i>
	g. eq./l	g. eq./l	g. eq./l	g. eq./l	g. eq./l	g. eq./l	g. eq./l
K ⁺	0.101	0.108	0.082	0.143	0.113	0.242	0.012
Na ⁺	0.028	0.019	0.019	0.007	0.003	0.011	0.005
Ca ⁺⁺	0.027	0.007	0.009	0.013	0.025	0.015	0.016
Mg ⁺⁺	0.018	0.045	0.026	0.002	0.028	0.016	0.008
Rodniki zasadowe <i>Radicaux basiques</i>	0.174	0.179	0.136	0.165	0.169	0.284	0.041
Cl ⁻	0.154	0.074	0.081	0.206	0.115	0.387	0.101
P ³⁻ ¹⁾	0.019	0.159	0.023	0	0.042	0.046	0
Rodniki kwasowe <i>Radicaux acides</i>	0.173	0.223	0.104	0.206	0.157	0.433	0.101

¹⁾ Obliczone na tej podstawie, że przy pH = 7.5 stosunek $\text{Na}_2\text{HPO}_4 : \text{NaH}_2\text{PO}_4 = 1$ (por. Kramer i Tisdall '22).

Nie można jednak pominąć milczeniem znacznego deficytu zasad w jajach *Sepia*. Liczne nasze analizy ultraprzesączów ponad wszelką wątpliwość stwierdziły stały i znaczny niedobór katjonów w porównaniu z chlorem, który, przy zupełnej nieobecności fosforu nieorganicznego, więcej niż dwukrotnie pokrywa sumę znalezionych zasad mineralnych. Nasuwa to przypuszczenie, że w danym razie mamy do czynienia z jakimś nieznanym katjonem, występującym w dość znacznych ilościach (około 0.06 g-eq.). Jak wykazały specjalne próby jakościowe, składnikiem tym nie jest miedź, która w jajach zwierząt, posiadających znaczne ilości tego metalu we krwi (mięczaki, skorupiaki), jest zwykle nieobecna (DUBOIS '00, DHERÉ '04).

Streszczając powyższe wyniki, możemy ciecz międzycząstkową ooplazmy zwierzęcej scharakteryzować ogólnie jako roztwór wodny soli alkalicznych i ziem alkalicznych z bardzo znaczną przewagą związków potasowych, głównie zaś—chlorku potasu. Oprócz chloru rolę rodników kwasowych pełnią anjony fosforanowe, występujące w cieczy międzycząstkowej w ilościach zmiennych i w porównaniu z chlorem—niewielkich, oraz niezawodnie—anjony węglanów, które wspólnie z fosforanami i białkami pełnią ważną rolę w zachowaniu równowagi kwasowo-zasadowej w komórkach jajowych.

2. Porównanie składu mineralnego cieczy międzycząstkowej jaj i ich środowiska zewnętrznego.

Stwierdzone w rozdziale poprzednim fakty wskazują, że między ośrodkiem dyspersyjnym komórki a jej bezpośrednim środowiskiem zewnętrznym zachodzi zasadnicza różnica pod względem składu mineralnego. Gdy bowiem wszystkie dotychczasowe badania stwierdzają zgodnie¹⁾, że ilościowo najważniejszym składnikiem nieorganicznym ośrodka dyspersyjnego cieczy odżywczych organizmu jest chlorek sodu, to, jak wynika z naszych poszukiwań, w ośrodku dyspersyjnym ooplazmy składnikiem tym jest chlorek potasu. Również i inne sole występują w obu roztworach wodnych w stężeniach, które naogół znacznie różnią się od siebie.

W celu zdania sobie sprawy z tych różnic, podajemy w tabeli VIII stężenia potasu, wapnia, magnezu i chloru w obu środowiskach, t. j. w cieczy międzycząstkowej jaj i w surowicy (wzgl. w osoczu krwi) odnośnych gatunków zwierzęcych. Dla porównania wybraliśmy trzy najbardziej typowe przykłady, dotyczące zwierząt, których surowice różnią się znacznie pod względem tak ogólnego stężenia, jak i składu elektrolitów.

Jako przykład typowy dla bezkręgowych zwierząt morskich, podajemy ciecz międzycząstkową jaj i ich środowisko zewnętrzne u skorupiaka *Maja*, którego krew, jak wiadomo (GRIFFITHS '92), nie różni się pod względem składu i ogólnego stężenia soli mineralnych od wody morskiej. Drugi gatunek (*Torpedo*) ilustruje

¹⁾ Por. artykuł PARNASA ('26), w którym literatura przedmiotu jest wyczerpująco zebrana.

ciekawe pod tym względem stosunki u ryb spodoustych, których surowica, izotoniczna z wodą morską, zawiera znaczne ilości kryształoidów organicznych (głównie — mocznika) i ujawnia jednocześnie, jak to stwierdziliśmy w osobnej serji analiz (p. tab. VIII), bardzo zmienioną w porównaniu z poprzednią grupą zwierząt proporcję elektrolitów i bardzo zredukowane ich stężenie całkowite. I wreszcie, jako przykład charakterystyczny dla krę-

Tabela VIII.

Stężenie składników mineralnych w cieczy międzycząstkowej jaj i w surowicy zwierząt.
Concentration des composants minéraux dans le liquide intermicellaire des oeufs et dans le sérum d'animaux.

Składniki <i>Composants</i>	<i>Maja verrucosa</i> M. Edw.			<i>Torpedo ocellata</i> Raf.			<i>Salmo fontinalis</i> L.		
	Stężenie Concentration		Stosunek tych stę- żeń	Stężenie Concentration		Stosunek tych stę- żeń	Stężenie Concentration		Stosunek tych stę- żeń
	w cie- czy międ- zyczą- stkowej jaja	w suro- wicy zwie- rzęcia ²⁾		w cie- czy międ- zyczą- stkowej jaja	w suro- wicy zwie- rzęcia ²⁾		w cie- czy międ- zyczą- stkowej jaja	w suro- wicy zwie- rzęcej ²⁾	
	<i>dans le liquide intermi- cellaire de l'o- oplasmе</i>	<i>dans le sérum de l'ani- mal</i>	<i>Rapport entre ces concentra- tions</i>	<i>dans le liquide intermi- cellaire de l'o- oplasmе</i>	<i>dans le sérum de l'ani- mal</i>	<i>Rapport entre ces concentra- tions</i>	<i>dans le liquide intermi- cellaire de l'o- oplasmе</i>	<i>dans le sérum de l'ani- mal</i>	<i>Rapport entre ces concentra- tions</i>
	mg/cm ³	mg/cm		mg/cm ³	mg/cm ³		mg/cm ³	mg/cm ³	
Na·	0.142	11.920	1 : 84	0.168	5.240	1 : 32	0.443	3.652	1 : 8
K·	4.407	0.409	11 : 1	5.610	0.121	46 : 1	3.200	0.229	14 : 1
Ca··	0.515	0.472	1, : 1	0.028	0.044	1 : 1,4	0.190	0.168	1, : 1
Mg··	0.338	1.359	1 : 4	0.260	0.194	1, : 1	0.316	0.023	14 : 1
Cl·	4.067	21.160	1 : 5	7.330	5.071	1, : 1	2.868	4.127	1 : 1,4
Δ	2.18 ⁰	2.18 ⁰	1 : 1	2.18 ⁰	2.18 ⁰	1 : 1	0.64 ⁰ ¹⁾	0.62 ⁰	1 : 1

¹⁾ Według pomiarów Boguckiego ('28). *D'après Bogucki.*

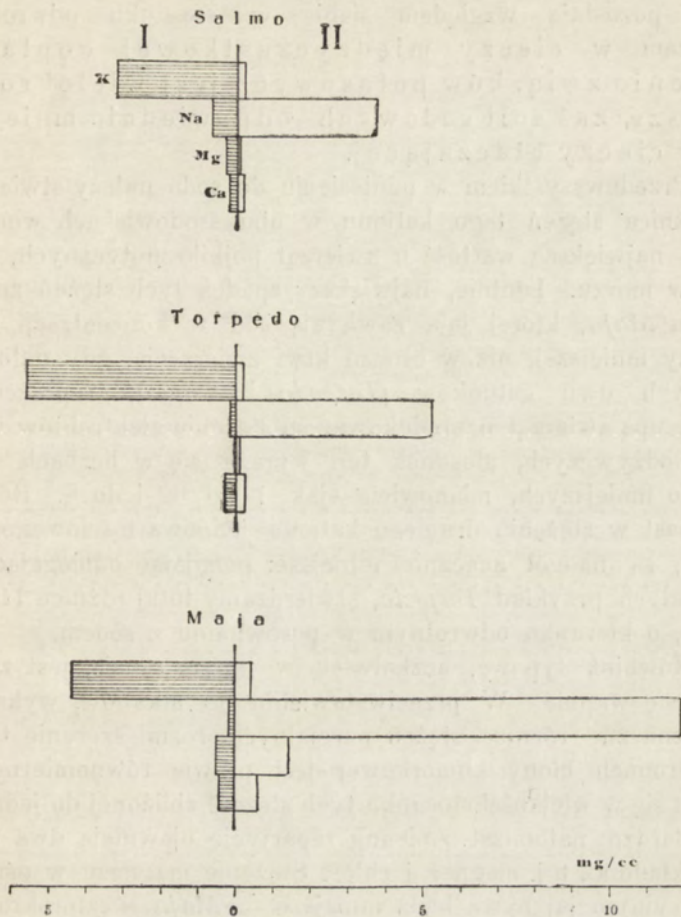
²⁾ Obliczono według składu wody morskiej. *Calculé d'après la composition de l'eau de mer.*

³⁾ Według moich analiz. *D'après les analyses de l'auteur.*

gowców homojosmotycznych, przytaczamy w ostatniej rubryce również przez nas wykonane analizy jaj i surowicy *Salmo*: cieczy ciała tej ostatniej grupy organizmów cechuje nieznaczna zawartość kryształoidów organicznych (NEUHAUSEN '22) oraz małe stężenie soli mineralnych o składzie, zbliżonym do składu surowicy ryb spodoustych.

Porównywując liczby, wyrażające stosunek stężeń oddzielnych składników w roztworze wodnym jaj i w surowicy odnośnych zwierząt, oraz rozpatrując diagramat, wykreślony na podstawie danych tejże tabeli (rys. 3), notujemy pewne fakty, stanowiące ciekawy przyczynek do kwestji rozmieszczenia elektrolitów w organizmie.

Jak należało zgóry przewidywać, w sposób pod tym względem najbardziej jednoznaczny zachowują się kationy jednowar-



Rys. 3. Diagramat, przedstawiający stężenie ($\text{mg}/\text{l cm}^3$) potasu, sodu, magnezu i wapnia w cieczy międzycząstkowej jaj (I) oraz w surowicy (II) trzech gatunków zwierząt: *Salmo fontinalis* L., *Torpedo ocellata* Raf. i *Maja verrucosa* M. Edw. (Według danych tabeli VIII).

Fig. 3. Diagramme, représentant les concentrations (mgr/cm^3) du potassium, du sodium, du magnésium et du calcium dans le liquide intermicellaire des oeufs (I) et dans le sérum (II) de trois espèces animales: *Salmo fontinalis* L., *Torpedo ocellata* Raf. et *Maja verrucosa* M. Edw. (D'après le tableau VIII).

tościowe, t. j. potas i sód, będące głównymi składnikami: pierwszy z nich—cieczy międzycząstkowej cytoplazmy, drugi zaś—cieczy międzykomórkowej. Pomimo znacznych różnic, jakie obserwujemy

w składzie mineralnym surowic tych zwierząt, kierunek spadku stężeń jonowych jest we wszystkich trzech przypadkach jeden i ten sam. W obu bowiem roztworach wodnych stężenia tych zasad pozostają względem siebie w stosunku odwrotnym, przyczem w cieczy międzycząstkowej ooplazmy stężenie związków potasowych jest wielokrotnie większe, zaś soli sodowych—odpowiednio mniejsze, niż w cieczy otaczającej.

Przedewszystkiem w odniesieniu do sodu należy stwierdzić, że różnica stężeń tego katjonu w obu środowiskach wodnych osiąga największą wartość u zwierząt pojkilosmotycznych, żyjących w morzu. Istotnie, największy spadek tych stężeń znajdujemy u *Maja*, której jaja zawierają sód w koncentracji około 84 razy mniejszej, niż w osoczu krwi zwierzęcia, gdy natomiast u innych dwu gatunków (*Torpedo* i *Salmo*), reprezentujących grupę zwierząt o zredukowanym stężeniu elektrolitów w cieczach odżywczych, stosunek ten wyraża się w liczbach odpowiednio mniejszych, mianowicie—jak 1 do 32 i do 8. Różnice natomiast w stężeniu drugiego katjonu jednowartościowego, t. j. potasu, są naogół znacznie mniejsze: pomijając odbiegający od pozostałych przykład *Torpedo*, stwierdzamy tutaj różnice 11 i 14-krotne, o kierunku odwrotnym w porównaniu z sodem.

Również typowe, aczkolwiek w innym sensie, jest zachowanie się wapnia. W przeciwstawieniu do alkaliów, wykazujących znaczne różnice stężeń parcjalnych, rozmieszczenie Ca po obu stronach błony komórkowej jest prawie równomierne, co wyraża się w wielkości stosunku tych stężeń, zbliżonej do jedności.

Bardzo natomiast zmienną repartycję ujawniają dwa pozostałe składniki, t. j. magnez i chlor. Stężenie magnezu w ośrodku dyspersyjnym jaj bywa bądź mniejsze (u *Maja* — czterokrotnie), bądź większe (u *Salmo* — czternaście razy), lub prawie równe (*Torpedo*) koncentracji tego katjonu w surowicy. Podobne zachowanie się ujawnia chlor przesączalny, którego stężenie w komórce może być zarówno mniejsze (*Maja, Salmo*), jak i większe (*Torpedo*), niż w cieczach ciała.

Streszczając się, możemy twierdzić, że podobnie jak na granicy podziału fazy koloidalnej w obrębie samej cytoplazmy, tak również i po obu stronach błony żyjącej jaja, która oddziela ciecz międzycząstkową ooplazmy

od cieczy międzykomórkowej, istnieją stałe różnice stężeń, charakterystyczne dla poszczególnych elektrolitów: zaznaczają się one zarówno w kierunku, jak i wielkości spadku koncentracji, jakie na pograniczu obu roztworów wodnych ujawniają poszczególne składniki mineralne.

W szczególności zaś poszukiwania nasze wykazują, że z wyjątkiem wapnia, którego stężenie w obu fazach wodnych jest prawie jednakowe, inne zasady mineralne są rozmieszczone w sposób bardzo swoisty, świadczący o wybitnie zaznaczonym, nawet u przedstawicieli niższych grup zwierzęcych, wyodrębnieniu i uniezależnieniu środowiska elektrolitycznego komórki od składu i stężenia związków mineralnych w środowisku zewnętrznym, pomimo, iż środowisko to ujawnia, jak wiemy, wielką pod względem składu mineralnego różnorodność w szeregu form zwierzęcych.

Wyświetlenie mechanizmu tego zjawiska stanowi bez wątpienia jedno z najważniejszych zagadnień fizjologicznej przepuszczalności błon zwierzęcych.

3. Stężenie całkowite związków mineralnych w cieczy międzycząstkowej ooplazmy.

Zważywszy, że stężenie soli mineralnych w cieczach ciała większości zwierząt, żyjących w morzu, jest około czterech razy większe, niż w osoczu krwi kręgowców homoosmotycznych, oraz opierając się na fakcie (JAPPELLI '06, BOTTAZZI i QUAGLIARIELLO '12, COLLIP '20), że większość tkanek zwierzęcych jest izotoniczna lub nawet zlekka hipertoniczna w stosunku do cieczy międzykomórkowych, możnaby przypuszczać, że i w tkankach tych dwu grup zwierzęcych zachodzi taka sama różnica pod względem stężenia składników mineralnych.

Tymczasem, pobieżne nawet przejrzanie danych tabeli V, a zwłaszcza analiza liczb tabeli VII, przekonywa o niestuszności powyższego przypuszczenia, przynajmniej w stosunku do komórek jajowych.

Rzeczywiście, biorąc pod uwagę ogólną koncentrację związków mineralnych, za miarę której możemy uważać stężenie jednego rodzaju rodników, więc np. stężenie zasad mineralnych, wyrażone w gramo-równoważnikach w litrze cieczy (por. tab.

VII), przekonywamy się, że ilość związków nieorganicznych, rozpuszczona w jednakowych objętościach cieczy międzycząstkowej jaj, nie pozostaje w żadnym stosunku do ogólnej koncentracji elektrolitów w cieczach ciała odpowiednich zwierząt. Ilustrując wniosek powyższy przykładem najbardziej rzucającym się w oczy, stwierdzamy, że stężenie zasad mineralnych w ośrodku dyspersyjnym jaj skorupiaka morskiego *Maja* jest prawie takie same (0.169 g. eq. w litrze), jak w żółtku jaj kury (0.174 g. eq. w litrze), której surowica zawiera (Ssobkiewitsch '13) zaledwie około 25% tej ilości soli, która znajduje się w hemolimfie wspomnianego kraba (Griffiths '92, Bottazzi '97, Duval '24).

Podobnie i inne dane liczbowe tabeli VII (pomijając wyniki, dotyczące *Sepia*) dowodzą, że pomiędzy stężeniami elektrolitów w ośrodku dyspersyjnym badanych komórek jajowych zachodzą znacznie mniejsze różnice, niż między stężeniami tych ciał w osoczu krwi odnośnych zwierząt.

Stąd wynika, że ciecz międzycząstkowa ooplazmy odznacza się nie tylko znacznym podobieństwem składu mineralnego, ale ponadto tem, że całkowite stężenia związków nieorganicznych w komórkach jajowych różnego pochodzenia są bardzo do siebie zbliżone.

Powyższe wnioski wypływają bezpośrednio z porównania składu mineralnego cieczy międzycząstkowej komórek jajowych. Nie wyjaśniają one jednak w mierze dostatecznej roli, jaką w ciśnieniu osmotycznym ooplazmy pełnią inne — oprócz składników mineralnych — związki przesączalne.

Kwestję tę staraliśmy się bliżej rozpatrzeć w specjalnej serji doświadczeń. Chodziło nam przedewszystkiem o ustalenie, jaką część całkowitego stężenia osmolarnego ooplazmy stanowią związki mineralne, rozpuszczone w jej ośrodku dyspersyjnym. Do doświadczeń tych użyto wyłącznie jaj morskich zwierząt pojkilosmotycznych, odznaczających się, jak wiadomo, bardzo dużym stężeniem ciał osmotycznie czynnych w tkankach (*Torpedo*, *Maja*, *Sepia*, *Arbacia*). Doświadczenia te miały przedewszystkiem na celu znalezienie stosunku liczbowego między obliczoną, na podstawie analizy ultraprzesączów, wartością ciśnie-

nia osmotycznego, przypadającego na związki mineralne, a całkowitą wartością ciśnienia osmotycznego ooplazmy.

W tym celu ooplazmę rozcieńczano wodą destylowaną dwu- lub trzykrotnie, i w mieszaninie w ten sposób przygotowanej mierzono w aparacie BECKMANNA obniżenie punktu zamarzania. Z reszty mieszaniny przygotowywano odpowiednią ilość ultra-przesączu, w którym oprócz składników, charakterystycznych dla związków organicznych (o nich będzie mowa w następnym rozdziale), oznaczano cztery główne zasady nieorganiczne: sól, potas, wapń i magnez. Wartość stężenia osmolarnego związków nieorganicznych w przesączu została wyrażona w stopniu obniżenia punktu zamarzania (Δ) i obliczona w założeniu, że sole tych zasad znajdują się wyłącznie pod postacią chlorków (tab. IX).

Z porównania wartości Δ , obliczonych z analiz ultraprzesączo- w, z wartościami, otrzymanymi z bezpośrednich pomiarów krjoskopowych, wynika, zgodnie zresztą z poprzednimi rozważaniami, że sole nieorganiczne pokrywają zaledwie część całkowitego stężenia osmolarnego komórek jajowych (tab. IX). Tak np. dwie pierwsze serje pomiarów, przeprowadzonych na jajach *Torpedo* i *Maja*, wykazały stosunek stężeń obliczonych do znalezionych, jak 0.167° do 0.726° w pierwszym przypadku, oraz 0.113° do 0.490° — w drugim, w obu zaś doświadczeniach — zgodną wielkość pokrycia związkami mineralnymi całkowitej wartości krjoskopowej, wynoszącą zaledwie 23%.

Bardziej jednak odbiegające liczby notujemy w pozostałych dwu doświadczeniach. U *Sepia* udział wykrytych elektrolitów w obniżaniu punktu zamarzania ooplazmy wynosi zaledwie 9%: liczba ta, ze względu na wspomniany poprzednio deficyt zasad w przesączach, jest bez wątpliwości mniejsza od rzeczywistej. U *Arbacia* natomiast znajdujemy odchylenie w kierunku przeciwnym: tutaj znowu, z powodu nieuniknionych zanieczyszczeń materiału wyjściowego wodą morską, znaleziona wartość 61% jest prawdopodobnie zbyt wysoka.

Jakkolwiekbyż interpretowalibyśmy te odchylenia, to jednak w świetle wyników powyższych nie ulega wątpliwości, że w komórkach jajowych o dużym stężeniu osmolarnem na związki nieorganiczne przypada mniej, niż połowa całkowitego efektu osmotycznego.

Mamy więc tutaj do czynienia ze zjawiskiem, które mogli-

byśmy nazwać „hipotonją mineralną“ elementów komórkowych w stosunku do osocza krwi. Ten deficyt związków mineralnych w protoplazmie komórkowej jest szczególnie jaskrawo wyrażony u większości morskich zwierząt pojkilosmotycznych, których cieczy odżywcze posiadają prawie identyczne z wodą morską stężenie soli nieorganicznych (FREDERICQ '84, '22, BOTTAZZI '97, 05, DUVAL '25), przy bardzo nieznacznej zawartości krystaloidów organicznych (BAGLIONI '06/07).

Tabela IX.

Obniżenie punktu zamarzania roztworów ooplazmy, rozcieńczonej wodą destylowaną, i zawartość w ultraprzesączach substancji mineralnych i organicznych.
Abaissement du point de congélation des solutions d'ooplazme, étendu d'eau distillée et teneur des liquides ultrafiltrés en substances minérales et organiques.

№ doświadczenia de l'expérience		43	38 b	42	41	
Gatunek zwierzęcia Espèce animale		Torpedo ocellata	Maja verrucosa	Sepia officinalis	Arbacia pustulosa	
Mieszanka Mélange	Stopień rozcieńczenia ooplazmy Degré de dilution de l'ooplazme	2	3	3	3	
	Objętość fazy rozdrobnionej Volume de la phase dispersée	29.5%	14.2%	14.5%	7.0%	
	Obniżenie punktu zamarzania Abaissement du point de congélation	0.726°	0.490°	0.471°	0.716°	
Ultraprzesącz Liquide ultrafiltré	Stężenie zasad mineralnych w ultraprzesączach, w gramocząstkach w litrze Concentration des bases minérales dans les liquides ultrafiltrés, en grammes-molécules par litre.	K·	0.0417	0.0214	0.0040	0.0471
		Na·	0.0021	0.0011	0.0021	0.0611
		Ca·	0.0020	0.0035	0.0026	0.0031
		Mg·	0.0005	0.0027	0.0012	0.0076
	Obliczone Δ chlorków katyonów oznaczanych Δ calculé des chlorures des cations dosés	w °C	0.167°	0.113°	0.042°	0.435°
		w % Δ mieszaniny en % du Δ du mélange	23%	23%	9%	61%
	Zawartość w gramach w litrze ultraprzesącza Teneur en gr. par litre de liquide ultrafiltré	Substancji suchej Substance sèche	40.0	30.0	28.2	23.6
		N	3.34	3.38	2.24	1.99
		S	1.66	2.08	2.47	0.36
		mocznika urée	8.43	0	0	0
Obliczone stężenie tauryny, w gramach na litr Concentration calculée de la taurine (gr. pour un litre)		6.48	8.12	9.64	1.39	
Obliczone Δ przypadające na mocznik i taurynę Δ calculé, correspondant à la teneur en urée et en taurine	w °C	0.368°	0.120°	0.144°	0.021°	
	w % Δ mieszaniny en % du Δ du mélange	51%	25%	31%	3%	

Grupę jakgdyby przejściową stanowią ryby spodouste, Osocze krwi tych zwierząt jest wprawdzie izotoniczne w stosunku do wody morskiej, w której one żyją, lecz zawiera prawie o połowę mniej soli mineralnych (FREDERICQ '84, 01, QUINTON

'12). U zwierząt tych, dzięki znacznej redukcji zawartości soli we krwi, hipotonja mineralna elementów komórkowych jest zaznaczona już w stopniu znacznie mniejszym (por. tab. X).

Tabela X.

Stężenie całkowite zasad mineralnych w cieczy międzycząstkowej jaj i w cieczach ciała zwierząt.
Concentration globale des bases minérales dans le liquide intermicellaire des oeufs et dans les liquides nourriciers des animaux correspondants.

Gatunek zwierzęcia <i>Espèce animale</i>	a	b	Stosunek tych stężeń <i>Rapport entre ces concentrations</i>
	Stężenie zasad mineralnych <i>Concentration des bases minérales</i>		
	w cieczy międzycząstkowej jaj <i>dans le liquide intermicellaire des oeufs</i>	w cieczach ciała zwierząt <i>dans les liquides nourriciers des animaux</i>	$\frac{a}{b}$
	g. eq./l	g. eq./l	
<i>Salmo</i>	0.136	0.175 ¹⁾	0.77
<i>Torpedo</i>	0.165	0.244 ¹⁾	0.68
<i>Paracentrotus</i>	0.284	0.596 ²⁾	0.48
<i>Maja</i>	0.169	0.596 ²⁾	0.28

¹⁾ Według moich analiz. *D'après les analyses de l'auteur.*

²⁾ Obliczone na podstawie analiz wody Morza Śródziemnego, według Forchhammera. *Calculée d'après les analyses de l'eau de la Méditerranée, suivant Forchhammer.*

U wyższych kręgowców, w których osoczu stężenie elektrolitów jest blisko cztery razy mniejsze, niż w wodzie morskiej, prawie całkowite ciśnienie osmotyczne ooplazmy jest wyrównane przez związki mineralne jej ośrodka dyspersyjnego.

4. Przesączalne związki organiczne ooplazmy.

W konsekwencji powyższych faktów nasuwa się dalsze pytanie: do jakiej kategorii związków należą substancje, które kompensują wspomnianą różnicę stężeń? Jak wskazuje tabela IX, stężenie tych substancyj w ooplazmie niektórych zwierząt może być bardzo znaczne i dochodzi do wartości, równoważnej około 1.6° obniżenia punktu zamarzania. Jasnym jest, że nie mogą to być substancje koloidalne (STARLING '95, SÖRENSEN '15/17, '19, FAHR i SWANSON '26), aczkolwiek znajdują się one tutaj w stężeniach kilkakrotnie większych, niż w surowicy, lecz raczej związki organiczne o stosunkowo niewielkim ciężarze cząsteczkowym, odznaczające się dobrą rozpuszczalnością w wodzie.

Jeżeli chodzi o zwierzęta morskie o dużej koncentracji ciał osmotycznie czynnych w tkankach ($\Delta = \text{ca. } 2.1^\circ$), to w literaturze współczesnej znajdujemy wskazówki, pozwalające domyślać się, że substancjami temi są t. zw. wyciągowe związki azotowe. Na specjalną uwagę zasługują trzy z pośród nich, mianowicie — mocznik, tauryna i glikokol, w które bardzo obfitują tkanki niektórych zwierząt morskich.

O ile sądzić można na podstawie dotychczasowych badań, to rola mocznika, jako krystaloidu, pełniącego funkcję osmoregulacyjną w organizmie, ogranicza się do jednej tylko grupy zwierząt pojkilomotycznych, mianowicie — do ryb spodoustych (STAEDLER i FRERICHS '58, v. SCHROEDER '90, RODIER '00, BAGLIONI '05, DELAUNEY '13, MACALLUM '10, '26). Obecność tej substancji została wykryta, jak wiadomo, nie tylko we krwi, gdzie występuje w stężeniach około 2.6%, ale również, wprawdzie w ilościach mniejszych, w tkankach ciała tych zwierząt (według SCHROEDERA, w wątrobie — 1.36%, w mięśniach — 1.95%) oraz w żółtku jaj (u *Torpedo*, według GORI'EGO '20).

Druga z kolei substancja wyciągowa — tauryna, jest bardziej rozpowszechniona. Jak wykazały badania szeregu autorów (VALENCIENNES i FRÉMY '54, '55, CHITTENDEN '75, FREDERICQ '78, KELLY '04, MENDEL '04, HENZE '04/05, '08, BUGLIA i CONSTANTINO '13, JENSEN '13, KOSSEL i ELDBACHER '15, SCHMIDT i WATSON '18 i inni), związek ten występuje w dosyć znacznych ilościach w tkankach (mięśnie, wątroba, nerki) wielu bezkręgowców morskich (*Octopus*, *Haliotis*, *Sycotypus*, *Fulgur*, *Pecten*, *Mytilus*, *Astropecten*), głównie zaś — u przedstawicieli dwu grup zoologicznych: mięczaków i szkarłupni. Obecność znacznych ilości tauryny w jajach (*Octopus*, *Astropecten*, *Paracentrotus*) została stwierdzona dzięki badaniom VALENCIENNA i FREMY'EGO ('54) oraz KOSSELA i ELDBACHERA ('15).

Wreszcie glikokol, pełniący zapewne analogiczną do poprzednio wymienionych związków rolę, został wykryty w większych ilościach w mięśniach szeregu gatunków mięczaków morskich (według CHITTENDENA '75 i KELLY'EGO '04, w mięśniach *Pecten* znajduje się około 0.4 — 0.7%) oraz w jajnikach i jądrach szkarłupni (u *Astropecten* i *Paracentrotus*, według KOSSELA i ELDBACHERA '15).

Należy pozatem zwrócić uwagę na szereg związków azoto-

wych o charakterze alkaloidów, których obecność została stwierdzona przez KUTSCHERA i ACKERMANN (26) w tkankach wielu bezkręgowców morskich.

Nie wydaje się natomiast rzeczą prawdopodobną, ażeby równie wybitne znaczenie w tym kierunku mogły mieć związki bezazotowe. Przynajmniej badania, dotyczące specjalnie glukozy, wykazały, że w żółtku jaj ptasich (DIAMARE '09, '10, '11, '16, SALKOWSKI '11, GORI '19, '20, GADASKIN '26) i w jajnikach łososia (GREENE '21) zawartość glukozy jest bardzo nieznaczna, brak zaś jej zupełnie zarówno w jajach płazów, jak i w żółtku jaj *Torpedo ocellata* (GORI '19). Z badań HENZE'GO ('08) wiemy, że jaja *Octopus* zawierają, w obliczeniu na masę suchą, niespełna 0.79% pentozy.

Moje analizy, których wyniki zostały streszczone w omawianej już poprzednio tabeli IX, miały na celu jedynie ogólną charakterystykę organicznych związków przesączalnych w jajach kilku gatunków zwierząt morskich. Analizy te dotyczyły zawartości w ultraprzesączach części stałych, azotu całkowitego, mocznika i siarki organicznej.

Jak wynika z tej tabeli, już oznaczenia substancji suchej łącznie z analizami składników mineralnych wskazują na obecność znacznych ilości przesączalnych związków organicznych. Tak np. w jednym litrze ultraprzesączu, otrzymanego z żółtka *Torpedo ocellata* dwukrotnie rozcieńczonego wodą, znajdujemy około 40 g części stałych, w których, według dokonanych obliczeń, na związki organiczne przypada około 36.3 g. Podobnież i w potrójnie rozcieńczonych mieszaninach ooplazmy trzech innych gatunków wykrywamy dość pokaźne ilości substancyj organicznych, wynoszące, w obliczeniu na tę samą objętość ultraprzesączów, 27.4 g (*Maja*), 26.9 g (*Sepia*) i 13.9 g (*Arbacia*).

Co się tyczy siarki organicznej, to najwięcej jej zawierają jaja *Sepia* (0.247% w cieczy międzycząstkowej potrójnie rozcieńczonej ooplazmy), wyraźnie mniej — jaja *Maja*, *Torpedo* i *Arbacia*. Jeżeli zgodnie z autorami (KELLY '04, MENDEL '04, HENZE '04, '05) zawartość tauryny obliczymy na podstawie znalezionych ilości siarki organicznej, to stężenie tego związku w cieczy międzycząstkowej jaj wyniesie: 4.37% — u *Sepia*, 3.62% — u *Maja*, 2.23% — u *Torpedo* i 0.49% u *Arbacia*. Wynik ten pozostaje w zgodzie z poszukiwaniem FREDERICQA ('78), a zwłaszcza HENZE'GO ('04), który w różnych tkankach głowonogów znalazł bardzo znaczne

ilości (w mięśniach — około 0.5% wagi świeżej) dokładnie przez siebie zidentyfikowanej tauryny.

Obecność mocznika zdołaliśmy stwierdzić tylko w jajach ryb spodoustych (*Torpedo*, *Scyllium*): przesącze, otrzymane z innych gatunków jaj, dały zupełnie ujemną próbę ureazową i ksanthydrolową. Nasze ilościowe oznaczenia, przeprowadzone w przesączach podwójnie rozcieńczonego żółtka *Torpedo* przy pomocy metody FOSSE'A ('13, '14), zmodyfikowanej przez NICLOUX i WALTERA ('21), wykazały około 8.4 g mocznika w litrze, co odpowiada 3.04% stężeniu w ośrodku dyspersyjnym ooplazmy nierozcieńczonej¹⁾.

Biorąc zatem pod uwagę tylko dwie ostatnio rozpatrywane substancje wyciągowe i obliczając ich stężenie w stopniu przypadającego na nie obniżenia punktu zamarzania, stwierdzamy (tab. IX), że w jajach *Torpedo* są one równoważne 51 procentom stężenia osmolarnego cieczy międzycząstkowej, wobec poprzednio ustalonych 23%, pokrytych przez składniki mineralne. Na samą tylko taurynę przypada w jajach *Sepia* i *Maja* — 31% i 25% całkowitego ciśnienia osmotycznego.

Na nieoznaczoną resztę organiczną, będącą prawdopodobnie mieszaniną różnych substancyj wyciągowych, przypadają w naszych analizach następujące wartości Δ : dla *Torpedo* — 0.191°, dla *Maja* — 0.257°, dla *Sepia* — 0.285° i dla *Arbacia* — 0.260°, co jest równoważne deficytowi, wynoszącemu odpowiednio 26%, 52%, 61% i 36% całkowitego ciśnienia osmotycznego.

Na podstawie przybliżonych, mających jedynie wartość orientacyjną obliczeń, w których bierzemy pod uwagę ilość azotu i obniżenie punktu zamarzania, przypadające w ultrapresączach na tę niezdefiniowaną resztę organiczną, możemy ją scharakteryzować, jako mieszaninę związków o zawartości azotu, wahającej się od 7 do 16%, i o stosunkowo małym (60 — 200) średnim ciężarze cząsteczki.

Sądzymy, że wyodrębnienie, utożsamienie i oznaczenie ilościowe tych substancyj w tkankach przedstawicieli różnych grup zwierząt morskich może stanowić ciekawe zadanie specjalnie w tym kierunku przedsięwziętych poszukiwań.

Reasumując rozdział niniejszy, możemy zarówno na podstawie badań dotychczasowych, jak też na zasadzie własnych

¹⁾ We krwi tego samego gatunku zwierzęcia VON SCHROEDER ('90) znalazł około 2.6% mocznika.

analiz uważać za fakt dostatecznie uzasadniony, że tkanki ciała i komórki jajowe zwierząt o dużym stężeniu osmolarnem cieczy odżywczych zawierają znaczne ilości krystaloidów organicznych o charakterze wyciągowych związków azotowych. Związki te nie są identyczne w tkankach przedstawicieli różnych grup zwierzęcych: dla ryb spodoustych tym związkiem charakterystycznym jest mocznik, dla mięczaków i skorupiaków — tauryna. Z pośród szeregu zapewne ważnych, a w chwili obecnej nieznanym nam zadań, jakie spełniają one w organizmie, niezawodnie przypada im w udziale rola ciał, regulujących ciśnienie osmotyczne komórki.

IV. Omówienie wyników.

Na specjalną uwagę zasługują dwie kwestje, które w pracy niniejszej staraliśmy się wyświetlić: pierwsza z nich dotyczy stężenia elektrolitów w komórkach jajowych, drugą zaś jest zagadnienie składu chemicznego cieczy międzycząstkowej tych komórek.

Kwestja „hipotonji mineralnej“ tkanek u zwierząt, odznaczających się dużą zawartością substancji osmotycznie czynnych w cieczach odżywczych, nie jest zagadnieniem zupełnie nowym, stwierdzone zaś przez nas słabe stężenie soli mineralnych w jajach tych zwierząt nie jest faktem odosobnionym, odnoszącym się wyłącznie do będącego w mowie typu histologicznego elementów komórkowych.

Zasługę zwrócenia poraz pierwszy uwagi na to zagadnienie i przeprowadzenie pierwszych w tym kierunku badań należy przypisać fizjologowi belgijskiemu, FREDERIC'OWI ('84, '01). Punktem wyjścia ogólnień tego autora było stwierdzenie faktu, że w tkankach (głównie — w mięśniach) wielu zwierząt morskich (robaki, mięczaki, skorupiaki, ryby spodouste) zawartość rozpuszczalnych w wodzie składników popiołu jest znacznie mniejsza, niż w wodzie morskiej. Opierając się na analizach tych składników w popiele tkanek i we krwi wielu gatunków zwierzęcych, FREDERICQ wyróżnia: 1^o, tkanki o identycznej z wodą morską zawartości soli nieorganicznych (zwierzęta pelagiczne); 2^o, tkanki, wykazujące jednakowe z wodą morską obniżenie punktu zamar-

zania, lecz zawierające znacznie mniejsze ilości składników mineralnych (większa część zwierząt morskich), i wreszcie — 3^o, tkanki o zredukowanym w porównaniu z wodą morską stężeniu ciał osmotycznie czynnych, zawierające składniki mineralne w stężeniu prawie tem samym, co w cieczach ciała (większość zwierząt kręgowych, włącznie z grupą ryb kostnoszkieletowych).

Badania nasze stanowią dalszy przyczynek do tego ciekawego i ważnego zagadnienia, któremu od czasu ogłoszenia pierwszych prac FREDERICQA tak mało poświęcano uwagi.

W pracy niniejszej posługiwaliśmy się odmienną metodą badań. Polegała ona na oznaczaniu ilościowo najważniejszych składników mineralnych, znajdujących się w protoplazmie komórkowej w stanie właściwego roztworu, t. j. pod postacią, w jakiej składniki te posiadają największą aktywność osmotyczną. W ten sposób zostały uzyskane dane, określające ogólne stężenie związków nieorganicznych w cieczy, która wypełnia przestrzeń między zawieszonymi cząstkami fazy rozdrobnionej komórki.

O ile można sądzić na podstawie naszych analiz, które zostały przeprowadzone na materiale komórkowym wielu gatunków zwierzęcych, przynależnych do bardzo od siebie odległych pod względem stopnia organizacji grup układu zoologicznego, możemy przyjąć za regułę, że stężenie soli nieorganicznych w cieczy międzycząstkowej ooplazmy jest zawsze mniejsze, niż w bezpośrednim środowisku komórki, i że różnica między temi stężeniami jest tem większa, im większe stężenie osmolarne wykazuje to środowisko.

W myśl powyższego, stan rozmieszczenia soli mineralnych przedstawialibyśmy sobie w ten sposób, że tkanki zwierzęce charakteryzuje pewne, w przybliżeniu prawie jednakowe u różnych zwierząt, stężenie związków nieorganicznych, których zawartość w protoplazmie komórkowej jest w znacznym stopniu niezależna od zawartości tych związków w cieczach międzykomórkowych.

U zwierząt niższych, żyjących w morzu i pozbawionych zdolności osmoregulacyjnych, stężenie elektrolitów w komórkach organizmu jest kilkakrotnie mniejsze, niż w cieczach ciała. Tkanki tych zwierząt cechuje obecność bardzo znacznych ilości przesączalnych związków organicznych, będących swoistemi produktami przemiany białkowej, które w cieczy międzycząstkowej

występują w stężeniach, wyrównywujących izotonję elementów komórkowych w stosunku do osocza krwi.

Drugą grupę krańcową stanowią wyższe zwierzęta kręgowce o zredukowanej zawartości elektrolitów w osoczu i o bardzo słabo wyrażonej hipotonji mineralnej tkanek w stosunku do cieczy międzykomórkowych. W związku z tem tkanki tych zwierząt zawierają stosunkowo bardzo nieznaczne ilości wyciągowych związków azotowych.

Należałoby przypuszczać, że stadja pośrednie tego procesu, przebiegającego w związku z przejściem organizmów ze środowiska słonego do słodkowodnego, polegałyby na stopniowym ubożeniu cieczy ustrojowych w związki mineralne i na współcześnie i równolegle odbywającym się obniżaniu zawartości krystaloidów organicznych w elementach komórkowych. I odwrotnie, przejście organizmu pojkilosmotycznego lub homojosmotycznego z osmoregulacją niedoskonałą (DAKIN '08) ze środowiska słodkowodnego lub słabo słonego do środowiska o większej koncentracji elektrolitów, winno pociągnąć za sobą zwiększenie się w elementach komórkowych zawartości krystaloidów organicznych, powstających pod wpływem podniety osmotycznej.

Bardzo ciekawą pod tym względem grupę przejściową reprezentowałyby żyjące w morzu i nie posiadające zdolności osmoregulacyjnych ryby spoudoste, u których stwierdzamy poraz pierwszy właściwą wyższym kręgowcom redukcję ogólnego stężenia elektrolitów w cieczach ciała. Rolę krystaloidu organicznego, kompensującego różnicę stężeń elektrolitycznych między organizmem i otoczeniem, pełni w danym przypadku głównie mocznik (VON SCHROEDER '90), który rozmieszcza się równomiernie pomiędzy fazą wodną osocza a cieczą międzycząstkową tkanek.

Inne stadja przejściowe omawianego powyżej zjawiska, polegającego, z jednej strony, na redukcji stężenia składników mineralnych w cieczach ciała, z drugiej zaś — na ubożeniu tych cieczy oraz tkanek ustroju w krystaloidy organiczne, zjawiska, niezawodnie związanego ze stopniowym wykształcaniem się funkcji osmoregulacyjnej, nie są nam, niestety, znane.

Pozostaje również nierozstrzygniętą kwestja, czy hipotonja mineralna jest zjawiskiem pierwotnem i powszechnem, właściwem również i najniżej organizowanym, żyjącym w morzu, ustrojom zwierzęcym, czy też — jest zjawiskiem wtórnem, występującem

dopiero w tkankach przedstawiciele wyższych grup bezkręgowców morskich? Jak już wiemy, ostatni z tych poglądów został wypowiedziany przez FREDERICQA, który przyjmuje, że tkanki zwierząt pelagicznych zawierają składniki mineralne w tem samym stężeniu, co woda morska. Pierwsza natomiast hipoteza jest wysuwana w tych rozważaniach, które biorą pod uwagę związek przyczynowy, jaki rzekomo ma zachodzić między hipotonją mineralną tkanek obecnie żyjących organizmów morskich a małą słonością oceanu pierwotnego, w którym powstało życie (por. MACALLUM '10, '26). W sprawie tej, nie pozbawionej zresztą znaczenia ogólnego, nie posiadamy jednak danych, któreby zagadnienie to mogły rozstrzygnąć ostatecznie¹⁾. Przeprowadzenie odpowiednich poszukiwań nad zawartością elektrolitów przesączalnych w cytoplazmie morskich zwierząt jednokomórkowych dałoby niezawodnie ciekawe i definitywnie rozstrzygające w tym kierunku wyniki.

Jakkolwiekby zagadnienie to zostanie w przyszłości rozstrzygnięte, jest faktem nie ulegającym wątpliwości, że ogólne stężenie elektrolitów w tkankach zwierzęcych nie przekracza w większości przypadków pewnej, dosyć niskiej, wartości. Jakie znaczenie może mieć to zjawisko dla przebiegu procesów życiowych w komórce?

Do zagadnienia tego istnieją obecnie, zdaniem naszym, dwie drogi podejścia: mianowicie, możemy zagadnienie to traktować, 1^o, z punktu widzenia wpływu, jaki stężenie elektrolitów w cieczy międzycząstkowej może wywierać na stopień dyspersji koloidów komórkowych i 2^o, od strony związku, jaki ewentualnie zachodzi pomiędzy stężeniem, wzgl. zależnym od niego stopniem dysocjacji elektrolitów ośrodka dyspersyjnego protoplazmy, a przepuszczalnością dla tych elektrolitów żywej błony komórkowej. Możliwe, mianowicie, przypuszczać, że stężenie elektrolitów, które w większości przypadków stwierdzamy, a które zwykle nie przekracza granic $\Delta = 0.5 - 0.8^{\circ}$, jest tą koncentracją, w której stopień rozdrobnienia koloidów białkowych, warunkujący wielkość powierzchni ich zetknięcia się z ośrodkiem dyspersyjnym, osiąga wartość optymalną dla przebiegu procesów biochemicznych w ko-

¹⁾ Wykonane przez nas poprzednio ('26) analizy popiołu w jajach niektórych pierścienic (*Arenicola Claparedii* Lev., *Sipunculus nudus* L) wykazały, podobnie jak i u innych bezkręgowców morskich, bardzo małą zawartość składników mineralnych.

mórcie. Za takim pojmowaniem przemawiają, między innymi, spostrzeżenia, stwierdzające, iż wszelka zmiana w stężeniu elektrolitów w komórce, wywołana działaniem płynów hipo- i hipertonicznych, sprowadza zwolnienie tempa procesów życiowych (BIAŁASZEWICZ '21). Z drugiej zaś strony, opierając się na badaniach OSTERHOUTA ('25, '26), który przyjmuje nieprzepuszczalność żywej błony komórkowej dla soli całkowicie zdysocjowanych, możnaby sądzić, że słabe stężenie elektrolitów w komórce stwarza najbardziej pomyślne dla retencji tych składników warunki.

Nie mniejsze znaczenie ogólnofizjologiczne może posiadać kwestja składu chemicznego cieczy międzycząstkowej, tego właściwego środowiska wewnętrznego komórki, które jest terenem nigdy nie ustającej wymiany krystaloidów pomiędzy rozdrobnionymi składnikami cytoplazmy a jej otoczeniem. Badania nasze wykazały, że stosunek, w jakim główne składniki mineralne występują w tej cieczy, jest wszędzie prawie jeden i ten sam, i—o ile można sądzić na podstawie naszych analiz—jest on zupełnie niezależny zarówno od stopnia organizacji zwierzęcia, jak też od składu chemicznego i ogólnego stężenia elektrolitów w cieczach odżywczych ustroju. Jedną z cech charakterystycznych składu chemicznego tej cieczy jest bardzo wybitna przewaga chlorku potasu nad innymi solami alkalicznymi i ziem alkalicznych.

Jak wiemy, stosunek ilościowy tych składników mineralnych w ośrodku dyspersyjnym cieczy odżywczych ciała jest zgoła odmienny. Należałoby więc przypuszczać, że duża zawartość soli potasowych w elementach komórkowych organizmu jest czynnikiem pierwszorzędного znaczenia dla tych reakcyj biochemicznych, które w nich przebiegają.

Zdaje się, że sole potasowe stanowią główny składnik mineralny ośrodka dyspersyjnego również i innych komórek ustroju zwierzęcego. W tym kierunku przemawiają przede wszystkim badania VAN SLYKE'A, HASTINGSA, HEIDELBERGA i NEILLA ('22), którzy wykazali, że w warunkach normalnego stężenia jonów wodorowych w surowicy ($\text{pH} = \text{ca. } 7.4$) więcej niż 50% potasu, zawartego w czerwonych ciałkach krwi, znajduje się w formie niezwiązanej z hemoglobina. Również i badania RINGERA ('23, '25) przemawiają za małą zdolnością soli potasowych wiązania się z białkami. Ponadto istnieje w piśmiennictwie cały szereg da-

nych, które wskazują na bardzo znaczną zawartość potasu przesycającego w komórkach mięśniowych: wymienić tutaj wypada przede wszystkim prace MITCHELA i WILSONA ('22), STANSONA ('23) i WOJTCZAKA ('27) nad przepuszczalnością mięśni dla soli potasowych, oraz badania RAABA ('27), który, wbrew otrzymanym przez NEUSCHLOSZA ('23 — '26) wynikom, wykazał w mięśniach obecność znikomo małych ilości potasu niedyfundującego. W tym też kierunku należy interpretować wyniki prac nad przewodnictwem elektrolitycznym komórek i tkanek żyjących (HÖBER '12, '13, HARTREE i HILL '21, BROOKS '23, '25, GELFAN '27).

Wreszcie wypada nam zwrócić uwagę na bardzo bliski związek wyników naszych poszukiwań z rezultatami analiz soku komórkowego roślin. Ciekawe są zwłaszcza rezultaty, otrzymane przez MAYERA ('91, '92), HANSENA ('93, '96) i OSTERHOUTA ('23, '25) w badaniach nad niektórymi wodorostami morskimi. Przytaczamy poniżej — w celu porównania — nasze dane, dotyczące zawartości czterech zasad mineralnych (K, Na, Ca i Mg) w cieczy międzycząstkowej komórek jajowych, oraz wyniki, uzyskane przez OSTERHOUTA ('23) w pracy nad składem mineralnym soku wodniczkowego u *Valonia macrophysa* (w obliczeniu na 100 g potasu):

	K	Na	Ca	Mg
Ciecz międzycząstkowa jaj	100	3—16	2—14	1—13
Sok wodniczek <i>Valonia macrophysa</i>	100	10.3	3.4	ślady

Zgodność tych dwu szeregów cyfr mogłaby stanowić bardzo interesujący punkt wyjścia do badań nad rozmieszczeniem elektrolitów w protoplazmie komórek roślinnych.

V. Streszczenie wyników.

Wyniki naszych poszukiwań dadzą się streścić w następujących punktach zasadniczych:

1°. Popiół jaj badanych gatunków zwierzęcych cechuje ogólnie bardzo duży procent potasu, wielokrotnie mniejsze ilości sodu, wapnia i magnezu, oraz zawartość chloru, która nie pokrywa równoważnie sumy rodników zasadowych. Najbardziej zmiennymi składnikami popiołu są metale ziem alkalicznych, zwłaszcza — wapń. Składniki mineralne są rozmieszczone mię-

dzy fazą rozdrobnioną a ośrodkiem dyspersyjnym komórek jajowych w sposób bardzo charakterystyczny.

2°. Substancje organiczne, stanowiące fazę rozdrobnioną komórek i występujące pod postacią mieszaniny koloidów, kropelek emulsyj i zawiesin deutoplazmatycznych, zajmują znaczną część (20 — 63%) objętości ooplazmy, ograniczając przez to w znacznym stopniu przestrzeń międzycząstkową, wypełnioną przez roztwór wodny ciał dializujących.

3°. Składniki popiołu komórek jajowych są związane z substancjami fazy rozdrobnionej w stopniu niejednakowym. Przeważna część metali alkalicznych i chloru występuje w protoplazmie pod postacią związków przesączalnych. Natomiast stosunkowo największy procent związków niedializujących tworzą metale dwuwartościowe oraz fosfor.

4°. Uwzględniając specyficzne różnice zarówno w składzie popiołu, jak i w stosunku jego składników do zmiennej zawartości substancyj rozdrobnionych w jajach różnych gatunków zwierzęcych, stwierdzamy w rozmieszczeniu związków mineralnych w ooplazmie wyraźną prawidłowość. Prawidłowość ta zaznacza się w tem, że poszczególne składniki ujawniają na granicy podziału cząstek rozdrobnionych i ośrodka dyspersyjnego stałe i charakterystyczne różnice stężeń: ujemną w stosunku do rozpuszczalnika różnicę wykazują pierwiastki jednowartościowe (potas, sód i chlor), które są typowymi składnikami cieczy międzycząstkowej, dodatnią natomiast — jony dwuwartościowe (wapń, magnez), występujące w komórkach jajowych przeważnie pod postacią związków nieprzesączalnych.

5°. Ostatnio wymieniona grupa składników mineralnych (Ca, Mg) różni się od pierwszej (K, Na, Cl) również i pod tym względem, że ich połączenia niedyfundujące łatwiej ulegają rozszczepieniu pod wpływem rozcieńczenia cieczy międzycząstkowej. Krzywe, wyrażające zależność stopnia wiązania się tych ciał z fazą rozdrobnioną od ich stężenia w ośrodku dyspersyjnym, posiadają w pierwszym przybliżeniu charakter izoterm adsorbcyjnych.

6°. Jest rzeczą uderzającą, że pomimo różnorodności czynników, które wpływają na rozmieszczenie składników nieorganicznych w jajach, skład mineralny cieczy międzycząstkowej ooplazmy jest prawie jednakowy u zwierząt, należących nawet do bardzo odległych grup układu zoologicznego. Ogólnie można

powiedzieć, że ciecz międzycząstkowa komórek jajowych jest roztworem soli alkaliów i ziem alkalicznych ze znaczną przewagą chlorku potasu nad związkami sodu, wapnia i magnezu, które znajdują się w roztworze w ilościach mniej więcej do siebie zbliżonych. Przeciętnie na 100 części wagowych potasu przypada w cieczy międzycząstkowej komórek jajowych około 10 części sodu i po 7 — wapnia i magnezu.

7°. Ciecz międzycząstkowa ooplazmy stanowi więc roztwór o swoistym i wybitnie różniącym się od cieczy ciała składzie mineralnym. W stosunku do tych cieczy cechuje ją znacznie większe stężenie soli potasowych i wielokrotnie mniejsza koncentracja związków sodowych, wobec prawie jednakowego stężenia wapnia w obu wspomnianych roztworach wodnych.

8°. Uniezależnienie się ośrodka dyspersyjnego komórek jajowych od ich środowiska zewnętrznego zaznacza się również i w całkowitem stężeniu związków mineralnych, koncentracja bowiem tych związków w elementach komórkowych zwierząt wyższych, żyjących na lądzie, nie o wiele różni się od stężenia tych związków w tkankach niższych organizmów morskich. Wskutek tego w komórkach zwierząt o znacznym stężeniu ciał osmotycznie czynnych, na związki mineralne przypada bardzo niewielka, wynosząca niespełna 25%, część całkowitego stężenia osmolarnego protoplazmy.

9°. Różnicę między całkowitem stężeniem osmolarnem ooplazmy a stężeniem w niej dyfundujących związków nieorganicznych kompensują związki organiczne o charakterze produktów przemiany białkowej (mocznik, tauryna, glikokol). Metabolity te występują w szczególnie dużej koncentracji w jajach morskich zwierząt pojkilosmotycznych, odznaczających się znacznym ciśnieniem osmotycznym tkanek i cieczy ciała.

10°. Substancjom tym przypada w udziale rola ciał, regulujących w stosunku do cieczy międzykomórkowych wysokość ciśnienia osmotycznego protoplazmy.

Tabela XI.

Tabela ogólna. Wartości obliczone na podstawie danych liczbowych tabel XII—XV: d_0 — objętość (w cm^3) cieczy międzycząstkowej w jajach; δ_0 — iloraz rozmieszczenia składników mineralnych; u_0 — stężenie ich (mg w 1 cm^3) w cieczy międzycząstkowej; c_0 — stężenie ich (mg w 1 cm^3) w ooplazmie.

Tableau général des données, concernant le volume (en cm^3) du liquide intermicellaire dans les oeufs (d_0), le quotient de la répartition des composants minéraux (δ_0) et leur concentration (mgr./ 1 cm^3) dans le liquide intermicellaire (u_0) et dans l'ooplazme (c_0) des diverses espèces animales. Les valeurs ont été calculées d'après les données des tableaux-protocoles XII—XV.

№ doświad. de l'expér.	12	13	16	15	32	43	21/22	37	41	34	24	
Gatunek zwierzęcia Espèce animale	<i>Gallus domesticus</i>	<i>Gallus domesticus</i>	<i>Rana temporaria</i>	<i>Salmo fontinalis</i>	<i>Labrax lupus</i>	<i>Torpedo ocellata</i>	<i>Scyllium canicula</i>	<i>Maja verrucosa</i>	<i>Arbacia pustulosa</i>	<i>Paracentrotus li- vidus</i>	<i>Septia officinalis</i>	
d_0	0.549	0.289	0.601	0.792	0.728	0.410	0.830	0.368	0.822	0.793	0.500	
K	c_0	2.246	1.580	2.528	2.848	3.232	2.300	2.466	1.677	5.235	7.928	0.299
	δ_0	0.637	0.722	1.000	0.890	0.768	1.000	0.870	0.967	1.000	0.945	0.800
	u_0	2.606	3.947	4.206	3.200	3.411	5.610	2.585	4.407	6.368	9.448	0.478
Na	c_0	0.249	0.200	0.468	0.690	0.055	1.352	0.383	0.655	5.329	0.469	0.059
	δ_0	0.953	0.942	0.567	0.509	0.331	0.051	—	0.080	0.728	1.000	1.000
	u_0	0.432	0.655	0.441	0.443	0.025	0.168	—	0.142	4.719	0.591	0.118
Ca	c_0	1.342	1.722	0.212	0.550	0.219	0.332	0.327	0.400	0.518	0.468	0.160
	δ_0	0.131	0.093	0.391	0.274	0.169	0.321	0.760	0.474	0.696	0.505	1.000
	u_0	0.320	0.554	0.136	0.190	0.051	0.260	0.299	0.515	0.438	0.296	0.320
Mg	c_0	0.212	0.216	0.720	0.780	0.090	0.073	0.176	0.176	0.816	0.568	0.101
	δ_0	0.519	0.295	0.460	0.321	0.380	0.157	0.410	0.707	0.631	0.272	0.491
	u_0	0.201	0.220	0.551	0.316	0.047	0.028	0.087	0.338	0.626	0.195	0.099
P	c_0	4.281	3.770	6.334	3.348	1.148	5.070	3.471	6.610	3.118	3.355	3.545
	δ_0	0.027	0.025	0.244	0.100	0.275	0	0	0.040	0.318	0.186	0
	u_0	0.212	0.331	2.572	0.423	0.436	0	0	0.716	1.207	0.787	0
Cl	c_0	—	2.844	1.752	2.272	2.574	3.190	3.010	1.543	11.292	10.91	2.346
	δ_0	—	0.555	0.905	1.000	0.567	0.943	1.000	0.970	1.000	1.000	0.766
	u_0	—	5.461	2.641	2.868	2.006	7.330	3.626	4.067	13.73	13.75	3.594

Tabele XII—XV.

Protokóły doświadczeń.

Znaczenie symbolów:

$u_1, u_2 \dots$ stężenie składników w ultraprzesączach rozcieńczonych roztworów ooplazmy (mg w 1 cm^3);

$n_1, n_2 \dots$ stopień rozcieńczenia ooplazmy w tych roztworach;

$c_1 \dots$ stężenie całkowite składników w roztworze najmniej rozcieńczonym (mg w 1 cm^3).

Protocoles d'expériences.

Signification des symboles:

$u_1, u_2 \dots$ concentrations des composants dans les liquides ultrafiltrés des solutions diluées de l'ooplasme (mgr. dans 1 cm^3);

$n_1, n_2 \dots$ degré de dilution de l'ooplasme dans ces solutions;

$c_1 \dots$ concentration totale des composants dans la solution la moins diluée (mgr. dans 1 cm^3).

Tabela XII.

Gatunek zwierzęcia i charakterystyka materiału <i>Espèce animale et caractéristique du matériel</i>		<i>Gallus domesticus L.</i> Żółtko jaj zniesionych <i>Jaune d'oeufs pondus</i>										
№ doświadczenia i data de l'expérience et date		№ 12. — 21.XII.25					№ 13. — 30.XII.25					
Ciecz rozcieńczająca <i>Liquide employé à la dilution</i>		0.7% Li_2SO_4					0.7% LiNO_3					
Stopień rozcieńczenia ooplazmy <i>Degré de dilution de l'ooplasme</i>		$n_1 = 2.08$	$n_2 = 4.17$	$n_3 = 6.25$	$n_4 = 8.33$	$n_5 = 10.4$	$n_1 = 2$	$n_2 = 4$	$n_3 = 6$	$n_4 = 10$		
Stężenie składników w mieszaninach i w ultrafiltrach <i>Concentration des composants dans les solutions et dans les liquides ultrafiltrés</i>		c_1	u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	c_1	u_1	u_2	u_3	u_4
K		1.080	0.869	0.356	0.235	0.180	0.134	0.790	0.870	0.327	0.201	—
Na		0.120	0.146	—	—	—	—	0.100	0.146	—	—	—
Ca		0.645	0.144	0.088	0.088	0.069	0.068	0.861	0.152	0.088	0.061	0.048
Mg		0.102	0.070	0.028	0.026	0.019	—	0.108	0.058	0.029	0.023	—
P		2.058	0.079	0.044	0.032	—	0.017	1.885	0.078	0.034	0.023	0.013
Cl		—	1.080	0.472	0.306	0.222	—	1.422	1.225	0.493	0.296	0.165

Tabela XIII.

Składniki oznaczone <i>Composants dosés</i>	<i>Rana temporaria L.</i> Miazga jaj z jajnika <i>Oeufs ovariens broyés</i>		<i>Salmo fontinalis L.</i> Jaja dojrzałe z jamy ciała <i>Oeufs mûres, tirés de la cavité du corps</i>						
	№ 16. — 13.I.26		№ 15. — 5.I.26						
	0.7% LiNO_3		0.7% LiNO_3						
	$n = 2$		$n_2 = 4$		$n_1 = 2$		$n_2 = 4$		$n_3 = 8$
	c_1	u_1	u_2	c_1	u_1	u_2	u_3		
K	1.264	1.940	0.786	1.424	1.436	0.686	0.333		
Na	0.234	0.165	0.072	0.345	0.196	—	—		
Ca	0.106	—	0.042	0.275	0.095	0.055	0.036		
Mg	0.360	—	0.138	0.390	0.142	—	0.042		
P	3.167	—	0.508	1.674	0.194	0.098	0.052		
Cl	0.877	0.992	0.441	1.136	1.290	0.608	0.298		

Tabela XIV.

Składniki oznaczone Composants dosés	<i>Labrax lupus</i> Cuv. Jaja w stadium 2—8 blastomerów <i>Oeufs au stade de 2—8 blastomères</i>			<i>Torpedo ocellata</i> Raf. Jaja z macicy <i>Oeufs tirés de l'utérus</i>			<i>Maja verrucosa</i> M. Edw. Jaja z odwłoka, wczesne stadja <i>Oeufs tirés de l'abdomen, premières stades</i>		
	№ 32. — 10.III.26			№ 43. — 25.IV.26			№ 37. — 26.III.26		
	1% LiNO ₃			H ₂ O			1% LiNO ₃		
	n ₀ = 1		n ₁ = 2	n ₁ = 2		n ₂ = 4	n ₁ = 3		n ₂ = 6
	c ₀	u ₀	u ₁	c ₁	u ₁	u ₂	c ₁	u ₁	u ₂
K	3.232	3.411	1.438	1.150	—	0.676	0.559	0.703	0.316
Na	0.055	0.025	0.007	0.675	0.863	—	0.218	0.022	—
Ca	0.219	0.051	0.027	0.166	0.081	0.038	0.133	0.110	0.064
Mg	0.090	0.047	0.022	0.036	0.012	0.009	0.059	0.056	0.025
P	1.148	0.434	0.163	2.535	0	0	2.203	0.149	0.085
Cl	2.574	2.006	0.976	1.595	2.099	0.838	0.771	0.569	0.251

Tabela XV.

Składniki oznaczone Composants dosés	<i>Paracentrotus lividus</i> Lm. Jaja dojrzałe, niezaplod- nione. <i>Oeufs mûres, non fécon- dés</i>			<i>Arbacia pustulosa</i> Gray Jaja dojrzałe, niezaplod- nione <i>Oeufs mûres, non fécon- dés</i>			<i>Sepia officinalis</i> L. Jaja z jajowodów <i>Oeufs de l'oviducte</i>		
	№ 34. — 13.III.26			№ 41. — 9.IV.26			№ 24. — 22.II.26		
	H ₂ O			H ₂ O			1% LiNO ₃		
	n ₁ = 5		n ₂ = 10	n ₁ = 3		n ₂ = 6	n ₁ = 5		n ₂ = 10
	c ₁	u ₁	u ₂	c ₁	u ₁	u ₂	c ₁	u ₁	u ₂
K	1.585	1.563	0.766	1.745	1.842	0.871	0.060	0.053	0.025
Na	0.094	—	—	1.815	1.405	—	0.018	0.019	0.009
Ca	0.094	0.057	0.033	0.176	0.124	0.055	0.045	0.049	0.023
Mg	0.114	0.057	0.043	0.277	0.186	0.089	0.020	0.016	0.010
P	0.671	0.199	0.139	1.060	0.423	—	0.709	0	0
Cl	2.334	2.276	1.218	3.764	3.610	1.750	0.469	0.399	0.189

Piśmiennictwo.

- Asher L. und R. Rosenfeld. 1907. Über die physikalisch-chemischen Bindungsverhältnisse verschiedener Stoffe im Blute. *Bioch. Zeitschr.* **3** (335). Ausberger A. 1925. Ultrafiltration und Kompensationsdialyse. Ein Beitrag zur Frage der Ionenbindung im Blutserum. *Erg. d. Physiol.* **24** (618). Backman L. und J. Runnström. 1909. Physikalisch-chemische Faktoren bei Embryonalentwicklung. Der osmotische Druck bei der Entwicklung von *Rana temporaria*. *Bioch. Zeitschr.* **22**. Baglioni S. 1905. Die Bedeutung des Harnstoffs bei den Selachiern. *Zentr. f. Physiol.* **19** (385). Baglioni S. 1906. Zur Kenntnis des N-Stoffwechsels der Fische. *Zentr. f. Physiol.* **20** (105). Baglioni S. 1906-07. Einige Daten zur Kenntnis der quantitativen Zusammensetzung verschiedener Flüssigkeiten von Seetieren (Fischen und einigen Wirbellosen). *Hofmeister's Beiträge.* **9** (50). Bálint M. 1924. Jodometrische Mikrobestimmung des Natriums. *Bioch. Zeitschr.* **150** (424). Bell R. D. and E. A. Doisy. 1920. Rapid colorimetric methods for the determination of phosphorus in urine and blood. *Journ. of biol. Chem.* **44** (55). Białaszewicz K. 1908. Beiträge zur Kenntnis der Wachstumsvorgänge bei Amphibienembryonen. *Bull. Acad. des Sc. de Cracovie*. Białaszewicz K. 1912. Untersuchungen über die osmotischen Verhältnisse bei der Entwicklung der Frosch- und Hühnerembryonen. *Bull. Acad. des Sc. de Cracovie* (1). Białaszewicz K. 1912. Über das Verhalten des osmotischen Druckes während der Entwicklung der Wirbeltierembryonen. *Arch. f. Entw. Mech.* **31** (489). Białaszewicz K. 1921. O wpływie ciśnienia osmotycznego na szybkość rozwoju zarodków. (Influence de la pression osmotique sur la vitesse du développement des embryons). *Trav. Inst. Nencki (Varsovie)*. **1**. Białaszewicz K. 1926. O składzie mineralnym komórek jajowych. (Sur la composition minérale des oeufs). *Trav. Inst. Nencki (Varsovie)*. **3**, № 52. Białaszewicz K. 1927. O zastosowaniu ultrafiltracji w badaniach nad rozmieszczeniem elektrolitów w cytoplazmie. (Sur l'emploi de l'ultrafiltration pour l'étude de la répartition des électrolytes dans le cytoplasme). *Trav. Inst. Nencki (Varsovie)*. **4**, № 57. Białaszewicz K. 1928a. Sur la composition minérale des cellules-oeufs. *Publicaz. della Stazione Zool. di Napoli*. Białaszewicz K. 1928b. L'ultrafiltration appliquée à l'étude de la répartition des électrolytes dans le cytoplasme. *Ann. de Physiologie*. **4**. Bottazzi F. 1897. La pression osmotique du sang des animaux marins. *Arch. ital. de Biol.* **28** (72). Bottazzi F. 1905. Sulla regolazione della pressione osmotica negli organismi animali. *Arch. di Fisiol.* **2** (420). Bottazzi F. et G. Quagliariello. 1912. Recherches sur la constitution physique et les propriétés chimico-physiques du suc des muscles lisses et des muscles striés. *Arch. intern. de Physiol.* **12** (305). Bogucki M. 1926. Z badań nad dzieworódtwem doświadczalnym. (Recherches sur la parthénogénèse expérimentale). *Trav. Institut. Nencki (Varsovie)*. **3** (1-25). Bogucki M. 1928. Badania nad przepuszczalnością błon oraz ciśnieniem osmotycznym jaj ryb łososiowatych. (Recherches sur

la perméabilité des membranes et sur la pression osmotique des oeufs des Salmonides). Acta Biol. Experim. 2 (w druku). Briggs A. P. 1922. A modification of the Bell-Doisy phosphate method. Journ. of biol. Chem. 53 (13). Brooks S. C. 1923. Conductivity as a mesure of vitality and death. Journ. of gen. Physiol. 5 (365). Brooks S. C. 1925. The electrical conductivity of pure protoplasme. Journ. of gen. Physiol. 7 (327). Bunge G. 1885. Analyse der organischen Bestandteile des Muskels. Zeitschr. f. physiol. Chem. 9 (60). Chittenden R. H. 1875. Über Glykogen und Glikokol im Muskelgewebe von *Pecten irradians*. Ann. d. Chem. u. Pharm. 178 (266). Collip J. B. 1920. Osmotic pressure of serum and erythrocytes in various vertebrate types as determined by the cryoscopic method. Journ. of biol. Chem. 42 (204). Collip J. B. 1920. Osmotic pressure of tissue as determined by the cryoscopic method. Journ. of biol. Chem. 42 (221). Collip J. B. 1920. Maintenance of osmotic pressure within the nucleus. Journ. of biol. Chem. 42 (227). Constantino A. 1911. Über den Gehalt der (weissen und roten) quergestreiften und glatten Muskeln verschiedenen Tiere an Kalium, Natrium und Chlor. Bioch. Zeitschr. 37 (52). Csápo J. und J. Faubl. 1924. Calciumgehalt der Serumweißfraktionen. Bioch. Zeitschr. 150 (509). Cushny A. R. 1920. The colloid-free filtrate of serum. Journ. of Physiol. 53 (391). Dakin H. D. 1908. Variations in the osmotic concentration of the blood and coelomic fluids of aquatic animals, caused by changes in the external medium. Bioch. Journ. 3 (473). Dhéré Ch. 1904. Présence de cuivre et de fer dans l'oeuf de la sèche. Compt. Rend. Soc. Biol. 57 (209). Diamare V. 1909. Sulla compositione dell'uovo in rapporto a questione biologiche. Rend. R. Accad. di Scienze fis. e matem. Napoli. Fasc. 8—12. Diamare V. 1910. Ulteriori ricerche sul glucosio dell'uovo ed il suo significato biologico. Rend. R. Accad. di Scienze fis. e matem. Napoli. Fasc. 7—9. Diamare V. 1911. Die Biologie des Eies, als eine chemisch-anatomische Koordination. Anat. Anz. 40 (205). Diamare V. 1916. Ancora sul glucosio nell'uovo. Comportamento nel corso dello sviluppo embrionale. Rend. R. Accad. di Scienze fis. e matem. Napoli. Fasc. 3—4. Dubois R. 1900. Sur le cuivre normal dans la série animale. C. R. Soc. Biol. 52 (392). Duval M. 1924. Relation entre la concentration moléculaire du sang des Crustacés et celle du milieu extérieur. C. R. Acad. Sc. 178 (1754). Duval M. 1925. Recherches physico-chimiques et physiologiques sur le milieu intérieur des animaux aquatiques. Ann. Inst. Océanogr. 2 (233). Duval M. et P. Portier. 1922. Variation de la pression osmotique du sang des Sélaciens sous l'influence de la modification de la salinité d'eau de mer environante. C. R. Acad. Sc. 174 (№ 23). Duval M. et P. Portier. 1923. Imperméabilité à l'urée de divers tissus des poissons Sélaciens. C. R. Acad. Sc. 176 (920). Fahr G. 1908. Über den Natriumgehalt der Skelettmuskeln des Frosches. Zeitschr. f. Biol. 52 (72). Fahr G. F. and W. W. Swanson. 1926. The „effective“ osmotic pressure of the plasma proteins. Amer. Journ. of Physiol. 76 (201). Fauré-Frémiet E. 1925. La cinétique du développement. Multiplication cellulaire et croissance. Paris. Fauré-Frémiet E. et H. Garrault. 1922. Constitution de l'oeuf de Truite (*Trutta fario*). C. R. Acad. Sc. 174 (1375). Fauré-Frémiet E. et H. Garrault. 1922. Étude des substances grasses et lipoides de l'oeuf de Truite. Bull.

Soc. Chim. Biol. 4 (378). **Forchhammer G.** 1865. On the composition of sea-water in the different parts of the ocean. *Philos. Trans.* 155 (203). **Fosse R.** 1913. Sur l'identification de l'urée et sa précipitation des solutions extrêmement dilués. *C. R. Acad. Sc.* 157 (948). **Fosse R.** 1914. Analyse quantitative gravimétrique de l'urée. *C. R. Acad. Sc.* 158 (1076). **Fosse R.** 1914. Analyse quantitative gravimétrique de l'urée dans l'urine. *C. R. Acad. Sc.* 158 (1688). **Fredericq L.** 1878. Recherches sur la physiologie du poulpe commun. *Arch. Zool. expér. et gén.* 7 (533). **Fredericq L.** 1884. Composition saline du sang et des tissus des animaux marins. *Liv. jubil. Soc. Méd. Gand* (271). **Cytowane wedł. Duvala** ('25). **Fredericq L.** 1885. Influence du milieu ambiant sur la composition du sang des animaux aquatiques. *Arch. Zool. expér. et gén.* (II sér.) 3 (34). **Fredericq L.** 1901. Sur la concentration moléculaire du sang et des tissus chez les animaux aquatiques. *Acad. Roy. de Belgique. Bull. de la Classe des Sc.* (428). **Fredericq L.** 1911. Sur la concentration moléculaire des tissus solides chez les animaux aquatiques. *Arch. intern. Physiol.* 11 (24). **Fredericq L.** 1922. Action du milieu marin sur les Invertébrés. *Arch. intern. Physiol.* 19 (309). **Gadaskin J. D.** 1926. Über den Gehalt an ungebundenen Zucker in dem Weissen und Dotter der Hühnereier bei Ontogenese. *Bioch. Zeitschr.* 172 (447). **Gelfan S.** 1927. The electrical conductivity of protoplasm and a new method of its determination. *Univ. of California Publ. in Zoology.* 29, № 17 (453). **Gori G.** 1919. Sulla questione del glucosio e il suo stato nelle uove dei vertebrati. *R. Accad. dei Fisiocritici in Siena.* **Gori G.** 1920. Ricerche ulteriori sul glucosio nelle uova dei vertebrati. *R. Accad. dei Fisiocritici in Siena.* **Greene Ch. W.** 1904. Physiological studies of the chinook salmon. *Bull. of the Bur. of Fisheries.* 24 (431). **Greene Ch. W.** 1921. Chemical development of the ovaries of the king salmon during the spawning migration. *Journ. of biol. Chem.* 48 (59). **Greene Ch. W.** 1921. Carbohydrate content of the king salmon during the spawning migration. *Journ. of biol. Chem.* 48 (429). **Griffiths A. B.** 1892. The physiology of the invertebrata. London. **Griffiths A. B.** 1892. On the blood of invertebrata. *Proc. Roy. Soc. Edingb.* 19 (117). **Gueylard F.** 1922. Variations de poids de l'Epinoche passant de l'eau douce dans les solutions de chlorure de sodium à différentes concentrations. *C. R. Soc. Biol.* 87 (869). **Gueylard F.** 1922. Résistance des Epinoches aux variations de salinité. *C. R. Soc. Biol.* 89 (78). **Hansen A.** 1893—95. Über Stoffbildung bei den Meeresalgen. *Mitt. Zool. Stat. Neapel.* 11 (255). **Hartree W. and A. V. Hill.** 1921. The specific electrical resistance of frog's muscle. *Bioch. Journ.* 15 (379). **Hecht G.** 1923. Bestimmung des Organkalkes nach de Waard. *Bioch. Zeitschr.* 143 (342). **Henderson J. L.** 1908. A note of the union of the proteins of serum with alkali. *Amer. Journ. of Physiol.* 21 (169). **Henze M.** 1904-05. Beiträge zur Muskelchemie der Octopoden. *Zeitschr. f. physiol. Chem.* 43 (477). **Henze M.** 1908. Chemische Untersuchungen an Octopoden. *Zeitschr. f. physiol. Chem.* 55 (433). **Hirth et C. Tschimbler.** 1924. Technique de l'ultrafiltration; détermination du pH et du calcium, du magnésium, du sodium et du phosphore dans l'ultrafiltrat. *C. R. Soc. Biol.* 91 (592). **Höber R.** 1912. Ein zweites Verfahren die Leitfähigkeit im Innern von Zellen zu messen. *Arch. f. ges. Physiol.* 148 (189). **Jansen B. C. P.** 1913.

Extraktivstoffe aus den Schliessmuskeln von *Mytilus edulis*. Zeitschr. f. physiol. Chem. 85 (231). **Japelli A.** 1906. Rôle du tissu musculaire dans la régulation de la pression osmotique du sang. Arch. intern. Physiol. 4 (369). **Katz J.** 1896. Die mineralische Bestandteile des Muskelfleisches. Arch. f. ges. Physiol. 63 (1). **Kelly A.** 1904. Beobachtungen über das Vorkommen von Taurin und Glycerin bei niederen Tieren. Hofmeister's Beitr. 5 (377). **Kojo K.** 1911. Zur Chemie des Hühnereies. Zeitschr. f. physiol. Chem. 75 (1). **Kolb H.** 1901. Chemische Untersuchungen der Eier von *Rana temporaria* und ihrer Entwicklung. Inaug. Diss. Zürich. **Kossel A.** und **S. Eldbacher.** 1915. Beiträge zur chemischen Kenntnis der Echinodermen. Zeitschr. f. physiol. Chem. 94 (264). **Kramer B.** and **F. F. Tisdall.** 1921a. A simple method for the direct quantitative determination of sodium in small amounts of serum. Journ. of. biol. Chem. 46 (467). **Kramer B.** and **F. F. Tisdall.** 1921b. A clinical method for the quantitative determination of potassium in small amounts of serum. Journ. of biol. Chem. 46 (339). **Kramer B.** and **F. F. Tisdall.** 1921c. The direct quantitative determination of sodium, potassium, calcium and magnesium in small amounts of blood. Journ. of biol. Chem. 48 (223). **Kramer B.** and **F. F. Tisdall.** 1921d. A simple technique for the determination of calcium and magnesium in small amounts of serum. Journ. of biol. Chem. 47 (475). **Kramer B.** and **F. F. Tisdall.** 1922. The distribution of sodium, potassium, calcium and magnesium between the corpuscles and serum of human blood. Journ. of. biol. Chem 53 (241). **Krüger v. F.** 1925. Die Chemie des Blutes. Handb. d. vergl. Physiol. Bd. 1. Th. 1 (1117). **Kutscher Fr.** und **D. Ackermann.** 1926. Vergleichend-physiologische Untersuchungen von Extrakten verschiedener Tierklassen auf tierische Alkaloide, eine Zusammenfassung. Zeitschr. f. Biol. 84 (180). **Libermann L.** und **S. Bugarszky.** 1898. Über das Bindungsvermögen eiweissartiger Körper für Salzsäure, Natriumhydroxyd und Kochsalz. Arch. f. ges. Physiol. 72 (51). **Loeb J.** 1913. Artificial parthenogenesis and fertilisation. **Loeb J.** 1920. Influence of the concentration of electrolytes on some physical properties of colloids and crystalloids. Journ. of gen. Physiol. 2 (273). **Loewy A.** und **N. Zuntz.** 1894. Über die Bindung der Alkalien in Serum und Blutkörperchen. Ein Beitrag zur Theorie der Athmung. Arch. f. ges. Physiol. 58 (511). **Macallum A. B.** 1910. The inorganic composition of the blood in vertebrates and invertebrates, and its origin. Proc. Roy. Soc., B, 82 (602). **Macallum A. B.** 1926. The paleochemistry of the body fluids and tissues. Physiol. Rev. 6 (316). **Mendel L. B.** 1904. Über das Vorkommen von Taurin in den Muskeln von Weichtieren. Hofmeister's Beitr. 5 (582). **Meyer A.** 1891-92. Notiz über die Zusammensetzung des Zellsaftes von *Valonia utricularis*. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 9 (77). **Michaelis L.** und **S. Kawai.** 1925. Die Aktivität des Natriums im Blutserum. Bioch. Zeitschr. 163 (1). **Michaelis L.** und **P. Rona.** 1908. Untersuchungen über den Blutzucker. IV. Die Methode der osmotischen Kompensation. Bioch. Zeitschr. 14 (476). **Mitchel Ph.** und **W. Wilson.** 1922. The selective absorption of potassium by animal cells. I. Condition controlling absorption and retention of potassium. Journ. of gen. Physiol. 4 (45). **Neuhausen B. S.** 1922. Free and bound water in the blood. Journ. of biol. Chem. 51 (435). **Neuhausen B. S.** and **E. K. Marshall.** 1922. An electroche-

mical study of the concentration of several electrolytes in the blood. Journ. of biol. Chem. **53** (365). Neuhausen B. S. and J. B. Pincus. 1923. A study of the condition of several inorganic constituents of serum by means of ultrafiltration. Journ. of biol. Chem. **57** (99). Neuschlosz S. M. 1923. Über die Bedeutung des K-Jonen für den Tonus des quergestreiften Skelettmuskulatur. Arch. f. ges. Physiol. **199** (410). Neuschlosz S. M. 1925. Die Beziehungen der Erregungscontractur zum Gehalte der Muskeln an gebundenen Kalium. Arch. f. ges. Physiol. **207** (27). Neuschlosz S. M. 1926. Über den Einfluss der Elektrolyten der Spülflüssigkeit auf den Gehalt der Muskeln an gebundenem Kalium. Arch. ges. Physiol. **213** (47). Neuschlosz S. M. 1926. Über die physico-chemischen Bedingungen der Ionenbindung an hydrophile Gele. Arch. ges. Physiol. **213** (58). Neuschlosz S. M. 1926. Untersuchungen über die Kaliumbindung in der Kammermuskulatur und ihre Bedeutung für die Herzfunktion. Arch. f. ges. Physiol. **213** (19). Neuschlosz S. M. und R. A. Trelles. 1924. Über die Menge und die Bindungsweise des Kaliums in quergestreiften Muskeln unter normalen und pathologischen Bedingungen. Arch. f. ges. Physiol. **204** (374). Nicloux N. et G. Welter. 1921. Micro-analyse quantitative gravimétrique de l'urée. Application au dosage de l'urée dans 1 cm³ de sang. C. R. Acad. Sc. **173** (1490). Nitscke A. 1925. Über die Zustandsform des Calciums im Serum. Bioch. Zeitschr. **165** (229). Nitscke A. und H. J. Freyschmidt. 1926. Über die Zustandsform des Calciums im Serum. Bioch. Zeitschr. **174** (287). Osterhout W. J. V. 1923. Some aspects of selective absorption. Journ. of gen. Physiol. **5** (225). Osterhout W. J. V. 1925. On the importance of maintaining certain differences between cell sap and external medium. Journ. of gen. Physiol. **7** (561); Stud. Rockefeller Inst. **7** (311). Osterhout W. J. V. 1926. Is living protoplasm permeable to ions? Journ. of gen. Physiol. **8** (131). Parnas J. K. 1926. Allgemeines und Vergleichendes des Wasseraushaltes. Handb. d. norm. u. path. Physiol. **17** (137). Polányi M. 1920. Studien über Leitfähigkeitserniedrigung und Adsorption durch lyophile Kolloide. Bioch. Zeitschr. **104** (237). Przyłęcki St. J. 1917. Warunki powstawania periwitelinu w jajach niezaplodnionych żaby płowej. Sprawozd. Tow. Nauk. Warsz. Przyłęcki St. J. 1917. Spadek ciśnienia osmotycznego i rola periwitelinu w jajach płazów. Sprawozd. Tow. Nauk. Warsz. Przyłęcki St. J. 1921. Zmiany ciśnienia osmotycznego w czasie rozwoju dzieworodnego zarodków rozwielitek (Recherches sur la pression osmotique chez les embryons de Cladocères, provenant des oeufs parthénogénétiques). Trav. Inst. Nencki. **1** (1—31). Przyłęcki St. J. 1921. Zmiany ciśnienia osmotycznego w czasie rozwoju zapłodnionych jaj rozwielitek. (Recherches sur la pression osmotique chez les embryons de Cladocères, provenant des oeufs fécondés). Trav. Inst. Nencki. **1** (1—16). Quinton R. 1912. L'eau de mer, milieu organique. Constance du milieu marin original, comme milieu vital des cellules, à travers la série animale. 2-me édition. Paris. Raab E. 1927. Über die Bindung des Kaliums im Muskel. Arch. f. ges. Physiol. **216** (540). Richter-Quittner M. 1924. Le potassium dans l'ultrafiltration du sérum sanguin. C. R. Soc. Biol. **91** (594). Ringer W. E. 1923. Eiweiss und Natrium- und Kaliumionen. Zeitschr. f. physiol. Chem. **130** (270). Ringer W. E. 1925. Eiweiss und Kaliumionen.

Zeitschr. f. physiol. Chem. 144 (85). **Rodier R.** 1900. Sur la pression osmotique du sang et des liquides internes des poissons Sélaciens. C. R. Acad. Sc. (1008). **Rona P.** und **P. György.** 1913. Beitrag zur Frage der Ionenverteilung im Blutserum. Bioch. Zeitschr. 56 (416). **Rona P., Haurowitz F.** und **H. Petow.** 1924. Beitrag zur Frage der Ionenverteilung im Blutserum. Bioch. Zeitschr. 149 (393). **Rona P.** und **G. Mellì.** 1925. Beitrag zur Frage der Ionenverteilung im Blutserum. Bioch. Zeitschr. 166 (242). **Rona P.** und **H. Petow.** 1923. Beitrag zur Frage der Ionenverteilung im Blutserum. Bioch. Zeitschr. 137 (356). **Rona P., H. Petow** und **E. Wittkower.** 1924. Beitrag zur Ionenverteilung im Blut. Bioch. Zeitschr. 150 (468). **Rona P.** und **D. Takahashi.** 1911. Über des Verhalten des Calciums im Serum und über den Gehalt der Blutkörperchen an Calcium. Bioch. Zeitschr. 31 (336). **Rona P.** und **D. Takahashi.** 1913. Beitrag zur Frage nach dem Verhalten des Calciums im Serum. Bioch. Zeitschr. 49 (370). **Runnström J.** 1920. Über osmotischen Druck und Eimembranfunktion bei den Lachsfischen. Acta Zoologica. **Runnström J.** 1925. Über den Einfluss des Kaliummangel auf das Seeigelei. Publ. della Staz. Zool. di Napoli. 6 (1). **Salkowski E.** 1911. Über das Vorkommen von Traubenzucker und Kreatinin im Hühnerei. Bioch. Zeitschr. **Schmidt C. L. A.** and **T. Watson.** 1918. A method for the preparation of taurin in large quantities. Journ. biol. Chem. 33 (499). **Schroeder von W.** 1890. Über die Harnstoffbildung der Haifische. Zeitschr. f. physiol. Chem. 14 (576). **Van Slyke D. D., A. B. Hastings, M. Heidelberger** and **J. M. Neill.** 1922. The alkali-binding and buffer values of oxyhemoglobin and reduced hemoglobin. Journ. of biol. Chem. 54 (481). **Van Slyke D. D., H. Wu** and **F. C. McLean.** 1923. Factors controlling the electrolytes and water distribution in the blood. Journ. of biol. Chem. 56 (765). **Van Slyke D. D.** 1926. Factors affecting the distribution of electrolytes, water and gases in the animal body. Philadelphia—London. **Sörensen S. P. L.** 1915-17. Studies on proteins. Compt. Rend. Labor. Carlsberg. 12. **Sörensen S. P. L.** 1919. Proteinstudien. V. Über den osmotischen Druck der Eialbuminlösungen. Zeitschr. f. physiol. Chem. 106 (1). **Ssobkiewitsch A. J.** 1913. Analysen des Vogelblutes. Arb. aus d. med.-chem. Labor d. Univ. Tomsk. 2 (111). **Cyt. wdl. Krügera** (1925). **Staedler G.** und **Fr. Th. Frerichs.** 1858. Über das Vorkommen von Harnstoff, Taurin und Seylit in den Organen der Plagiostomen. Journ. f. prakt. Chem. 73 (48). **Stanson R. E.** 1923. The selective absorption of potassium by animal cells. Journ. of gen. Physiol. 5 (461). **Starling E. H.** 1895. On the absorption of fluids from the connective tissue spaces. Journ. of Physiol. 19 (312). **Terroine E.** et **H. Barthélemy.** 1923. La composition des oeufs et des organismes producteurs au cours de l'ovogénèse chez la grenouille russe (*Rana fusca*). Arch. intern. Physiol. 21 (250). **Tisdall F. F.** and **B. Kramer.** 1921. Methods for the direct quantitative determination of sodium, potassium, calcium and magnesium in urine and stools. Journ. of biol. Chem. 48 (1). **Tschimble H.** et **C.** 1923. Technique de l'ultrafiltration du plasma; détermination du pH et du calcium, du magnésium, du sodium et du phosphore dans l'ultrafiltrat. C. R. Soc. Biol. 91 (592). **Urano F.** 1907. Neue Versuche über die Salze des Muskels. Zeitschr. f. Biol. 50 (217). **Valenciennes A.** et **Frémy.** 1854. Recherches sur la com-

position des oeufs dans la série des animaux. C. R. Acad. Sc. **38** (469, 525, 570). **Valenciennes A. et Frémy.** 1855. Recherches sur la composition des muscles dans la série animale. C. R. Acad. Sc. **41** (735). **De Waard D. J.** 1919. Eine Mikrobestimmung des Calciums in Blut, Serum und anderen organischen Substanzen. Bioch. Zeitschr. **97** (176). **Warburg O.** 1908. Beobachtungen über die Oxydationsvorgänge im Seeigelei. Zeitschr. f. physiol. Chem. **57** (1). **Wetzel G.** 1907. Die chemische Zusammensetzung der Eier des Seeigels, der Seespinne, des Tintenfisches und des Hundhaies. Arch. f. (Anat. u.) Physiol (507). **Wha Ch.** 1924. Beitrag zum Verhalten von Calcium, Kalium, Chlor und Phosphor in der Milch und zur Technik der Ultrafiltration. Bioch. Zeitschr. **144** (278). **Whitehorn J. C.** 1921. A system of blood analysis. Simplified method for the determination of chlorides in blood plasma. Journ. of biol. Chem. **45** (449). **Wojtczak A.** 1927. Badania nad przepuszczalnością mięśni dla elektrolitów w stanie pracy i spoczynku. (Recherches sur la perméabilité des muscles pour les électrolytes pendant le travail et le repos). Trav. Inst. Nencki. **4**, № 58. **Zdarek E.** 1904. Untersuchung der Eier von *Acanthias vulgaris* Risso. Zeitschr. f. physiol. Chem. **41** (524). **Zsigmondy R.** 1926. Über feinporige Filter und neue Ultrafilter. Bioch. Zeitschr. **171** (198). **Zsigmondy R. und W. Bachmann.** 1918. Über neue Filter. Zeitschr. f. anorg. u. allg. Chem. **103** (1).

[„Prace Instytutu im. Nenckiego“. № 64*]

M. Bogucki.

Badania nad przepuszczalnością błon oraz ciśnieniem osmotycznym jaj ryb łososiowatych.

Recherches sur la perméabilité des membranes et sur la pression osmotique des oeufs des Salmonides.

Rękopis nadesłany w dniu 23. I. 1928.

Le présent mémoire se propose d'étudier la perméabilité de la membrane de l'oeuf de la Truite et du Saumon, en rapport avec la pression osmotique de l'oeuf avant et après la fécondation. La perméabilité des membranes était mesurée au moyen d'une sorte de dialysateurs, construits avec une membrane ovulaire, fixée sur un tube de verre d'un diamètre approprié. Le dialyseur contenant la solution de la substance examinée, était placé dans une éprouvette remplie d'eau distillée. Après des intervalles fixés d'avance, on déterminait dans l'éprouvette la quantité de substance dialysée.

A cet effet, on appliquait la méthode de WHITEHORN (pour les chlorures) et celle de MICHAELIS (pour la glucose).

La pression osmotique était mesurée au moyen de la méthode cryoscopique.

La quantité d'eau absorbée par l'oeuf, était mesurée de deux façons différentes: 1^o par la mensuration des changements que subissait son volume et 2^o par la détermination des changements du poids de l'oeuf.

Les résultats obtenus par l'auteur peuvent être résumés comme suit.

La membrane ovulaire (chorion) se distingue par une structure fibrillaire (fig. 1). Lorsqu'elle provient d'un oeuf „sec“¹⁾,

*) Z Zakładu Fizjologii Instytutu im. Nenckiego.

1) C'est à dire d'un oeuf qui n'a pas été en contact avec de l'eau.

elle est extrêmement délicate et flexible. Les membranes des oeufs qui ont séjourné quelque temps (plusieurs minutes) dans l'eau, deviennent élastiques et reprennent leur forme sphérique, après avoir été déformées par la pression.

Les membranes des oeufs „secs“ sont facilement détruites par l'action du NaOH à 1%, dans lequel elles se déchirent après environ 30 minutes de sorte que leur contenu s'épanche.

Dans les mêmes conditions, les membranes des oeufs „hydratés“ restent intactes pendant des jours entiers, quoique les oeufs augmentent considérablement de volume (v. le tabl. I).

Les membranes ovulaires sont perméables aux crystalloïdes (NaCl, KCl, CaCl₂, glucose, lactose, acides aminés) et imperméables aux colloïdes (protéines, amidon, rouge de Congo).

La perméabilité des membranes n'est pas modifiée d'une façon appréciable au cours du développement de l'oeuf (tabl. III).

Placés dans de l'eau, les oeufs fécondés et vierges, absorbent des quantités d'eau qui atteignent près de 20 pour-cents de leur volume initial (fig. 2 et 4, tabl. VI).

Le processus de l'absorption de l'eau est accompagné de la formation du périvitellin, dont le volume augmente parallèlement à l'accroissement de celui de l'oeuf, de sorte que le volume du périvitellin est à peu de chose près égal à la différence entre le volume final et initial de l'oeuf (tabl. VII).

Le volume de la cellule ovulaire des oeufs placés dans de l'eau ne varie qu'entre des limites très restreintes. Au cours des quelques premières minutes que l'oeuf passe dans l'eau, la cellule ovulaire subit une contraction plus ou moins prononcée qui dépasse les limites des erreurs commises pendant la mensuration (tabl. VIII).

Les faits ci-dessus nous autorisent à admettre que presque toute l'eau absorbée par l'oeuf est retenue dans le périvitellin.

Si l'on ne perd pas de vue que la phase aqueuse du plasma de l'oeuf équivaut approximativement à 63.6% de son volume, on s'aperçoit que la quantité d'eau absorbée (20% du volume initial de l'oeuf) doit produire un abaissement très marqué de la pression osmotique de l'oeuf. Cet abaissement de la pression osmotique correspond à 30 — 40% de sa valeur initiale; en effet le Δ des oeufs „secs“ s'élève à 0.64°, tandis que celui des oeufs au stade de 8 — 12 blastomères est égal à 0.42°. Cette diminution

de la pression osmotique peut aussi bien être observée dans des oeufs fécondés que dans des oeufs vierges placés dans de l'eau ($\Delta = 0.38 - 0.39^{\circ}$).

Les solutions hypotoniques des électrolytes (décinormales) arrêtent la formation du périvitellin. Par contre, celui-ci se forme normalement dans des oeufs placés dans des solutions hypertoniques d'anélectrolytes, comme la glucose de 0.7 M., et l'urée de 0.8 M. (tabl. XII).

Ces faits nous font admettre que la turgescence de l'oeuf de la Truite, la formation du périvitellin et l'augmentation du volume de l'oeuf, ne s'expliquent pas par les lois de la diffusion et de l'osmose. On peut supposer plutôt qu'une partie des colloïdes plasmatiques éliminés dans l'espace périvitellinaire au moment de la contraction de la cellule ovulaire, s'imbibe d'eau et provoque l'augmentation du volume total de l'oeuf et du périvitellin ainsi que la turgescence de l'oeuf.

Z prac ATKINSA (ptaki '09), BACKMANNA i RUNNSTRÖMA (płazy '09 i '12), BIAŁASZEWICZA (płazy i ptaki '12), PRZYŁĘCKIEGO (płazy i skorupiaki '17, '18, '21) wiemy, że ciśnienie osmotyczne jaj zapłodnionych, rozwijających się w wodzie słodkiej, jest znacznie niższe, niż w jajach jajnikowych. Ciśnienie osmotyczne tych ostatnich zbliżone jest do ciśnienia osmotycznego, panującego we krwi. Nadto, według PRZYŁĘCKIEGO, spadek ciśnienia osmotycznego jaj zachodzi również w jajach niezapłodnionych przeniesionych do wody. Aczkolwiek ciśnienie osmotyczne jaj zmniejsza się w niektórych przypadkach bardzo znacznie, to jednak zawsze pozostaje ono wyższe, niż ciśnienie otaczającego środowiska.

Nie jest ustalone dotychczas, w wyniku jakich procesów dochodzi do skutku omawiany spadek ciśnienia osmotycznego w jajach: czy mamy tu do czynienia wyłącznie z pobraniem wody przez jajko, czy z wydalaniem substancji osmotycznie

czynnych do środowiska, czy wreszcie jest on wynikiem obu tych procesów, lub też skutkiem adsorpcji elektrolitów przez koloidy plazmy, jakto przypuszczają BACKMANN i RUNNSTRÖM ('12).

Nierozstrzygnięte również pozostaje pytanie, w jaki sposób utrzymuje się różnica między ciśnieniem osmotycznym, panującym w jajach i w otaczającym środowisku.

Z prac wyżej przytoczonych autorów wynika, że spadek ciśnienia osmotycznego w jajach zwierząt słodkowodnych jest zjawiskiem powszechnym, gdyż występuje on u przedstawicieli tak różniących się pod względem organizacyjnym gromad, jak skorupiaki, płazy i ptaki.

Jednakże badania dokonane w tym kierunku na jajach ryb dały wyniki niejasne. Według RUNNSTRÖMA ('20) w jajach *Salmo salvelinus* następuje po zapłodnieniu nieznaczny spadek ciśnienia osmotycznego (ca. 7%), podczas gdy GRAY ('20) w jajach pokrewnego gatunku, mianowicie w jajach *Salmo fario*, zjawiska tego nie dostrzegł wcale. Na podstawie tych danych trudno jest zdecydować, czy istotnie jaja ryb w przeciwieństwie do jaj wyżej wspomnianych zwierząt słodkowodnych odznaczają się niezmiennością ciśnienia osmotycznego, jak to podaje HÖBER ('26)¹⁾ zwłaszcza, że wyniki GRAYA, na których HÖBER oparł swój pogląd, budzić mogą poważne wątpliwości.

Zadaniem pracy niniejszej jest zbadanie przepuszczalności błon jajowych (chorionu) w związku z ciśnieniem osmotycznym, panującym w jajach ryb łososiowatych.

W badaniach swych zwróciłem uwagę na punkty następujące:

1° przepuszczalność błony jajowej (chorionu),

2° pobieranie wody przez jajko,

3° powstawanie periwitelinu,

4° ciśnienie osmotyczne, panujące w jajku przed i po przeniesieniu go do wody.

¹⁾ HÖBER R. Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe. VI Aufl. str. 347. „Die Senkung des osmotischen Druckes bei der Befruchtung ist aber keineswegs eine allgemein verbreitete Erscheinung. GRAY zeigte für Forelleneier, RUNNSTRÖM für Lachseier, die beide in Süßwasser ihre Entwicklung durchmachen, dass der Druck sich fast nicht ändert, bzw. dass keine Elektrolyte aus dem Innern austreten“.

Celem uniknięcia nieporozumień zaznaczam, że pod pojęciem jajko rozumieć będę komórkę jajową wraz z błoną (chorionem) i periwitelinem.

Przeprowadzenie tych badań umożliwione było dzięki specjalnemu zasiłkowi Ministerstwa Rolnictwa.

Uważam za swój miły obowiązek złożenie na tem miejscu serdecznego podziękowania Panu Feliksowi Jurkowskiemu za pozwolenie korzystania z materiału pstrągarni w Złotym Potoku oraz ułatwienia przy jego transportowaniu.

I. Materiał i metoda.

Do badań używałem jaj pstrąga (*Salmo fontinalis* Mit., *Salmo irideus* Gib.), oraz jaj łososia (*Salmo salar* L.).

Dla scharakteryzowania przepuszczalności błon jajowych sporządziłem z nich rodzaj dializatorów, nakładając oczyszczoną z ooplazmy w wodzie destylowanej błonę na odpowiedniej średnicy rurkę szklaną. Nałożona na rurkę błona była następnie przymocowywana nitką, owiniętą kilkakrotnie dokoła rurki.

Dializatory, zawierające zazwyczaj 0.5 cm³ badanego roztworu, umieszczane były w probówkach, w których znajdowała się destylowana woda. Średnica próbówki, zawierającej wodę, była tak dobrana, ażeby różnica poziomu cieczy w dializatorze i próbówce była możliwie stała i niewielka. Nie dochodziła ona nigdy do 1 cm.

Podczas doświadczenia rurki znajdowały się w komorze wilgotnej w temperaturze 16—20°.

Po ukończeniu doświadczenia oznaczałem ilość substancji, która przedyfundowała do wody, posługując się metodą WHITEHORNA ('21) dla oznaczania chlorków (Na, K) i metodą MICHAELISA ('14) dla oznaczania glukozy.

Do doświadczeń nad przepuszczalnością mogłem używać tylko błon jaj, które były czas pewien w wodzie. Błony jaj „suchych“ okazały się tak delikatne, że nie można było ich umocować na rurce, gdyż były przecinane przez nią podczas przewiązywania.

Ciśnienie osmotyczne mierzyłem metodą krjoskopową.

II. Zmiany własności błon jajowych po przeniesieniu jaj do wody.

Błony jaj wyjętych z jamy ciała, czyli błony jaj „suchych“, są bardzo delikatne, wiotkie i przezroczyste. Po przeniesieniu jaj do wody, już po kilkunastominutowym w niej pobycie, błony tracą swą przezroczystość i stają się wybitnie sprężyste. Błony

jaj „suchych“, izolowane od plazmy, nie odzyskują po zgnieceniu swego kształtu. Natomiast błony jaj „mokrych“, t. j. takich, które nawet czas krótki pozostawały w wodzie, po zniekształceniu zawsze odzyskują kształt kulisty.

Tabela I.

Zmiany objętości jaja w NaOH.
Changements du volume de l'oeuf en cm³ après

NaOH	Objętość 1 jaja w cm ³ , po upływie <i>Volume d'un oeuf en cm³ après</i>							
	początkowa <i>initial</i>	4.5 godz. <i>heures</i>	6.5 g. h.	9.5 g. h.	21.5 g. h.	29 g. h.	46 g. h.	60 g. h.
2%	0.06	0.13	0.16	0.18	0.29	0.31	0.39	—
1.5%	0.06	0.13	0.16	0.20	0.25	0.34	0.36	—
1%	0.06	0.13	0.15	0.17	0.22	0.25	0.28	0.28
0.5%	0.06	0.14	0.15	0.15	0.15	0.13	0.10	—

Jaja „suche“, włożone do 1% NaOH, silnie pęcznieją i już po kilkunastu minutach błony ich pod naporem pęczniejącej plazmy pękają. W przeciwieństwie do powyższego błony jaj „mokrych“ wytrzymują działanie ługu w ciągu kilku dni, pomimo że w tym czasie objętość jaj zwiększa się kilkakrotnie (tabela I).



Rys. 1. Przekrój poprzeczny błony jajowej pstrąga.

Fig. 1. Section transversale de la membrane ovulaire de la Truite.

Grubość błon jaj „suchych“ i „mokrych“ mierzyłem na skrawkach jaj zamrożonych. W obu przypadkach wynosi ona około 90 mikronów. Załączony rysunek № 1 ilustruje budowę błony jajowej pstrąga. Przeplatające się włókna występują ostrzej w błonach jaj „mokrych“, niż w błonach jaj „suchych“.

Jest to jedyna różnica, jaką zauważyłem w budowie błon pod wpływem pobytu jaj w wodzie.

III. Przepuszczalność błon.

Stosując omówiony w części metodycznej sposób badania dyfuzji przez błony, stwierdziłem, że błony jaj pstrąga i łosia są przepuszczalne dla całego szeregu krystaloidów.

Z pośród tej kategorii ciał badane były następujące: 1) chlorki sodu, potasu i wapnia, 2) glukoza i laktoza, 3) kwasy aminowe

(glikokol, fenyloalanina, leucyna), 4) barwki (krystalviolet, eożyna, auramina).

Wszystkie powyższe substancje już po kilkunastogodzinnej dializie wykrywane były w wodzie, w której zanurzone były dializatory.

Tabela II.

Dyfuzja KCl, NaCl i glukozy przez błony jajowe.
Diffusion du KCl, du NaCl et de la glucose à travers les membranes.

Gatunek <i>Espèce</i>	<i>Salmo fontinalis</i>			<i>Salmo salar</i>		
Rodzaj doświadczenia <i>Genre de l'expérience</i>	Czas trwania doświadczenia <i>Durée de l'expérience</i>	Ilość substancji, która przedyfundowała w % <i>Quantité de substance dialysée en %</i>	Średnio <i>Moyenne</i>	Czas trwania doświadczenia <i>Durée de l'expérience</i>	Ilość substancji, która przedyfundowała w % <i>Quantité de substance dialysée en %</i>	Średnio <i>Moyenne</i>
	h			h		
W dializatorze: KCl — 0.5 cm ³ <i>Dans le dialysateur:</i>	64	41	41	16	40	42
	64	37		16	41	
	64	46		16	45	
	64	55*		16	30*	
W próbówce: 1 cm ³ wody <i>Dans l'éprouvette:</i>	64	39*	49	16	52*	42
	64	52*		16	46*	
	64	37		16	40	
	64	45		16	57	
W dializatorze: NaCl — 0.5 cm ³ <i>Dans le dialysateur:</i>	64	49	46	16	37*	43
	64	54		16	50*	
	64	54*		—	—	
	64	51*		—	—	
W próbówce: 1 cm ³ wody <i>Dans l'éprouvette:</i>	64	51*	49	—	—	—
	64	51*		—	—	
	64	40*		—	—	
	64	16		—	—	
W dializatorze: glukoza — 0.5 cm ³ <i>Dans le dialysateur: glucose</i>	18	19	19	—	—	—
	18	20		—	—	
	18	16		—	—	
	18	23		—	—	
	18	23*		—	—	
	18	19*		—	—	
W próbówce: 1.5 cm ³ wody <i>Dans l'éprouvette:</i>	18	19*	20	—	—	—
	18	19*		—	—	
	18	19*		—	—	
	18	20*		—	—	

* W doświadczeniach oznaczonych gwiazdką błony były odwrócone stroną wewnętrzną nazewnątrz.

Dans les expériences marquées par un asterisque les membranes étaient renversées, c'est à dire mises avec leur surface intérieure à l'extérieur.

Inaczej zachowywały się substancje, znajdujące się w stanie koloidalnym, z których badane były: skrobia, białko jaja kurzego, plazma jaj pstrąga oraz czerwień Kongo. Substancje te w do-

świadczeniach trwających 30 — 40 godzin nie przechodziły przez błony. W doświadczeniach trwających tydzień, w których badana była dyfuzja czerwieni Kongo, stwierdzono, że barwik ten przechodzi wprawdzie przez błony, ale w ilościach niezmiernie nikłych.

Z powyższych danych wynika więc, że błony jajowe pstrąga i łososia są łatwo przepuszczalne dla krystaloidów i bardzo trudno przepuszczalne dla koloidów.

Tabela III.

Dyfuzja KCl przez błony zarodków pstrąga. Czas trwania doświadczenia 16 godzin.
Diffusion du KCl à travers les membranes des embryons de Truites. Durée de l'expérience 16 heures.

Wiek zarodków <i>Age de l'embryon</i>	10 dni <i>10 jours</i>	2 dni przed wykluciem <i>2 jours avant l'éclosion</i>
Rodzaj doświadczenia <i>Gengre de l'expérience</i>	Ilość KCl, jaka przedyfundowała, wyrażona w %%% ilości początkowej <i>Quantité dialysée de KCl en %%% de la quantité initiale</i>	
W dializatorze: } 0,5 cm ³ KCl <i>Dans le dialyseur: } (=3.73 mg)</i>	№ 1 . . . 26	№ 1 12
	№ 2 . . . 30	№ 2 31
	№ 3 . . . 30	№ 3 16
	№ 4 . . . 21	№ 4 26
	№ 5 . . . 26	№ 5 22
	№ 6 . . . 32	№ 6 29
	№ 7 . . . 26	
	№ 8 . . . 33	
	№ 9 . . . 25	
	№ 10 . . . 33	
W probówce: } 1 cm ³ wody <i>Dans l'éprouvette: } 1 cm³ d'eau</i>		
średnio <i>moyenne</i>	28%	23%

Celem przekonania się, czy błony są przepuszczalne jednako w obydwu kierunkach, używałem w szeregu doświadczeń dwu rodzajów dializatorów: w jednych błona była przymocowana w położeniu normalnym, t. j. zewnętrzną stroną na zewnątrz, w drugich zaś była ona odwracana stroną wewnętrzną na zewnątrz.

Załączona tabela II stwierdza, że KCl, NaCl i glukoza przechodzą przez błony jednakowo szybko w obydwu kierunkach: z wewnątrz na zewnątrz i odwrotnie.

W tabeli III zestawione są liczby, charakteryzujące przepuszczalność dla KCl błon, zdjętych z zarodków w 10-ym dniu rozwoju i na dwa dni przed wykluciem. Średni odsetek chlorku potasowego, który przedyfundował w jednakowych warunkach doświadczalnych przez te dwie kategorie błon, wynosi w przy-

padku błon wcześniejszych zarodków 28%, w przypadku błon zarodków starszych 23%. Z liczb tych wynika, że przepuszczalność błon jajowych pstrąga nie ulega w czasie rozwoju znaczniejszym zmianom.

IV. Pobieranie wody.

Jaja badanych przeze mnie gatunków, przeniesione do wody, pobierając wodę, zwiększają znacznie swą objętość i turgor. Ilości pobieranej przez jaja wody oznaczałem w sposób dwójaki: metodą wagową i objętościową.

W pierwszym przypadku ważyłem jaja — zwykle 40 do 50 sztuk — bezpośrednio po wyjęciu ich z ryby i po pewnym czasie przebywania w wodzie, osuszając je przed każdym ważeniem bibułą. W przypadku drugim mierzyłem średnicę pionową i poziomą oddzielnych jaj w różnych okresach przebywania ich w wodzie, obliczając następnie objętość według wzoru $\frac{4}{3} \pi ab^2$, gdzie a wyraża połowę średnicy pionowej, zaś b połowę średnicy poziomej.

Poniżej załączona tabela IV wskazuje, że obliczenie objętości jaj na podstawie pomiaru dwu półosi daje wyniki niewiele

Tabela IV.

Objętość jaj, obliczona z pomiaru 2 półosi, wyrażona w jednostkach względnych. Objętość, obliczona z pomiaru 3 półosi = 100.

Volume des oeufs calculé d'après les dimensions de 2 axes et exprimé en unités relatives. Volume calculé d'après les dimensions de 3 axes = 100.

№ 1	100	№ 4	99	№ 7	103	№ 10	107
№ 2	100	№ 5	100	№ 8	106	№ 11	107
№ 3	99	№ 6	103	№ 9	106	№ 12	102

różniące się od tych, jakie otrzymujemy po uwzględnieniu trzech półosi. W tabeli tej podana jest w jednostkach względnych objętość jaj, obliczona na podstawie pomiaru dwu półosi (pionowej i poziomej) w założeniu, że objętość tych samych jaj, obliczona na podstawie trzech półosi, równa jest 100.

Ponieważ wzrost objętości jaj w początkowym okresie przebywania ich w wodzie jest bardzo szybki, a uwzględnianie trzeciej półosi przedłużałoby znacznie każdy pomiar objętości, przeto mierzone były tylko dwie półosie.

Wyniki pomiarów wagowych, zestawione w tabeli V, stwierdzają, że jaja zapłodnione nie różnią się od jaj niezapłodnionych

pod względem ilości pobieranej wody. W obu przypadkach ilości wody wahają się w jednakowych granicach.

Biorąc pod uwagę fakt powyższy, wszystkie pomiary objętości jaj dokonywałem na jajach niezaplodnionych.

Liczby tabeli V wskazują, że ilości chłoniętej wody przez jaja różnych samic różnią się między sobą dość znacznie, waha-
jąc się w granicach 10 — 20% początkowej wagi jaj. Liczby te pozwalają również wnioskować, że woda pobierana jest przez jaja głównie w początkowym okresie przebywania ich w wodzie.

Tabela V.

Przyrost ciężaru jaj pstrąga, umieszczonych w wodzie, w % wagi początkowej.
Augmentation du poids des oeufs de Truites, placés dans leau, en % du poids initial.

Czas przebywania w wodzie <i>Durée de l'expérience</i>	40	55	90	2	3	6	16	17	18	38	43	74	264
	minut <i>minutes</i>	minut <i>minutes</i>	minut <i>minutes</i>	godziny <i>heures</i>	godziny <i>heures</i>	godzin <i>heures</i>	godzin <i>heures</i>	godzin <i>heures</i>	godzin <i>heures</i>	godzin <i>heures</i>	godzin <i>heures</i>	godzin <i>heures</i>	godziny <i>heures</i>
№ 1	—	—	—	19	—	—	—	—	18	—	19	19	22
№ 2	10	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—	—	—
№ 3	—	18	—	—	—	—	—	18	—	20	—	—	—
№ 4	—	—	—	—	10	—	9	—	—	—	—	—	—
№ 5*	—	—	18	—	—	—	—	—	17	—	—	—	—

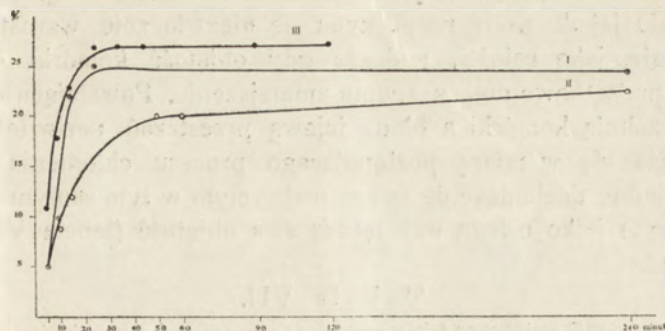
Biorąc pod uwagę, że objętość właściwa plazmy jaj pstrąga wynosi 0.92 (BIAŁASZEWICZ '26), otrzymamy dla pobranej przez jajko wody wartości, wynoszące od 11—22% początkowej objętości jaj.

Obraz przebiegu procesu pobierania wody przez jaja pstrąga dają nam obliczenia objętości, oparte na pomiarach osi jaj w różnych okresach przebywania ich w wodzie. Z tabeli VI wynika, że okresem najintensywniejszego chłonięcia wody jest pierwsze 15 minut, w ciągu których jajko pobiera około $\frac{3}{4}$ ogólnej ilości wody, niezbędnej do ustalenia się nowej równowagi między jajem a środowiskiem wodnym. Ilustruje to nam krzywa (rys. 2), wykreślona na podstawie doświadczenia № 8 tabeli VI. W doświadczeniu tem objętość jaj po dwugodzinnem przebywaniu ich w wodzie wzrasta o 24% i nie zmienia się więcej w ciągu następnych kilkunastu godzin.

Porównując tabele VI i V, widzimy, że stosowane przeze mnie metody (wagowa i objętościowa) oznaczania ilości pobranej przez jajko wody dają nam wyniki bardzo zbliżone.

* Pomiar № 5 dotyczy jaj zapłodnionych, reszta pomiarów — jaj niezaplodnionych.

Dodać należy, że wyniki pomiarów wagowych dają wartości nieco niższe od rzeczywistych, ponieważ jaja przed pierwszym ważeniem nie mogły być osuszone z taką starannością, jak po każdym następnym, a to ze względu na wspomnianą delikatność błon.



Rys. 2. Krzywe przyrostu objętości jaj, wyrażonego w % początkowej ich objętości: I — w wodzie (tab. VI № 8), II — w 0.7 M glukozie (tab. XI a № 2), III — w 0.8 M mocznika (tab. XI b № 1).

Courbes de l'augmentation du volume des oeufs exprimée en pour-cent de leur volume initial: I — dans l'eau (d'après le tabl. VI, Nr. 8), II — dans la glucose de 0.7 M (d'après le tabl. XI a, Nr. 2), III — dans l'urée de 0.8 M (d'après le tabl. XI b, Nr. 1).

Tak więc, na podstawie przytoczonych pomiarów możemy przyjąć, że ilość wchłoniętej przez jajko wody zbliżona jest do 20% początkowej jego objętości.

Tabela VI.

Wzrost objętości jaj pstrąga w wodzie w % objętości początkowej.

Augmentation du volume des oeufs de Truites dans l'eau en % du volume initial.

Czas pozostawania w wodzie <i>Durée du séjour dans l'eau</i>	minut <i>minutes</i>							godzin <i>heures</i>
	5	10	15	20	25	120	240	
№ 1	8	11	—	17	—	—	—	—
№ 2	8	12	—	15	—	—	—	—
№ 3	12	15	—	15	—	—	—	—
№ 4	14	15	—	21	—	—	—	—
№ 5	3	11	—	12	—	—	—	—
№ 6	8	13	15	18	—	—	25	—
№ 7	21	24	27	28	—	—	30	—
№ 8	5	10	22	—	25	24	24	24
№ 9	5	15	15	—	19	22	22	19
№ 10	4	6	8	—	12	14	14	11
№ 11	5	16	16	—	17	21	21	—

VI. Powstawanie periwitelinu.

Z procesem pobierania wody przez jaja związany jest ściśle proces powstawania periwitelinu. W jajku „suchem“ powierzchnia komórki jajowej styka się bezpośrednio z błoną jajową. Po przeniesieniu jaj do wody rozpoczyna się niezwłocznie wzrost objętości jaja, jako całości, podczas gdy objętość komórki jajowej ulega początkowo nieznacznemu zmniejszeniu. Powstająca między powierzchnią komórki a błoną jajową przestrzeń periwitelinarna zwiększa się w miarę postępującego procesu chłonięcia wody przez jajko, dochodząc do swego maksimum w tym samym czasie, w którym jajko osiąga największą swą objętość (tabela VI i VII, rys. 3).

Tabela VII.

Objętość periwitelinu jaja w wodzie w %% początkowej objętości jaja.
Volume du péritellin de l'oeuf placé dans l'eau, en %% du volume initial de celui-ci.

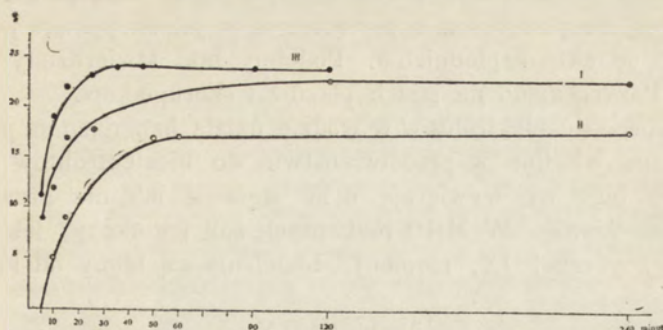
Czas pozostawiania w wodzie <i>Durée du séjour dans l'eau</i>	5 minut <i>minutes</i>	10 minut <i>minutes</i>	15 minut <i>minutes</i>	20 minut <i>minutes</i>	24 minut <i>minutes</i>	30 minut <i>minutes</i>	120 minut <i>minutes</i>	240 minut <i>minutes</i>	15 godzin <i>heures</i>
№ 1	5	12	—	15	—	—	—	—	—
№ 2	4	12	—	16	—	—	—	—	—
№ 3	6	7	—	12	—	—	—	—	—
№ 4	8	12	—	16	—	—	—	—	—
№ 5	8	12	—	14	—	—	—	—	—
№ 6	2	11	15	14	—	16	—	15	—
№ 7	11	17	20	17	—	17	—	20	—
№ 8	9	12	17	—	18	—	23	23	23
№ 9	12	17	18	—	17	—	23	23	24
№ 10	12	15	17	—	18	—	23	19	21
№ 11	8	12	12	—	14	—	18	18	—

Objętość periwitelinu obliczona była z różnicy między objętością jaja a objętością komórki jajowej. Uwzględniano przy tem objętość, przypadającą na błonę; otrzymywano ją z różnicy między objętością jaja „suchego“ i objętością komórki jajowej, w którym to przypadku objętość periwitelinu równa się zeru.

W tabeli VIII zestawione są liczby, dotyczące zmian objętości komórek jajowych w jednostkach względnych w ciągu pierwszych 4 godzin przebywania jaj w wodzie.

Z tabeli tej wynika, że objętość komórki jajowej ulega po przeniesieniu jaj do wody bardzo nieznacznym zmianom. W prze-

ciwieństwie do objętości całego jaja, które od pierwszej chwili zetknięcia się jego z wodą stale wzrasta, objętość komórki jajowej w ciągu pierwszych kilkunastu minut przebywania w wodzie



Rys. 3. Krzywe objętości periwitelinu, wyrażonej w % objętości początkowej jaja: I — w wodzie (tab. VII № 8), II — w 0.7 M glukozie (tab. XII a № 2), III — w 0.8 M moczniku (tab. XII b № 1).

Fig. 3. Courbes du volume du périvitellin exprimé en pour-cent du volume initial de l'oeuf: I — dans l'eau (tabl. VII a Nr. 8), II — dans la glucose de 0.7 M (tabl. XII a Nr. 2), III — dans l'urée de 0.8 M (tabl. XII b Nr. 1).

zmniejsza się w granicach, przekraczających błąd pomiaru. Mamy tu więc do czynienia z tem samym zjawiskiem, jakie obserwował PRZYŁĘCKI ('17 i '18) na zapłodnionych i niezapłodnionych jajach

Tabela VIII.

Zmiany objętości komórki jajowej w wodzie (w jednostkach dowolnych).
Changements du volume de la cellule ovulaire dans l'eau (unités relatives).

Czas przebywania w wodzie Durée du séjour dans l'eau	0 minut minutes	3 minut minutes	5 minut minutes	10 minut minutes	15 minut minutes	20 minut minutes	25 minut minutes	30 minut minutes	120 minut minutes	240 minut minutes
№ 6	100	106	—	101	99	102	—	107	—	109
№ 7	100	109	—	106	105	109	—	109	—	109
№ 8	100	—	96	97	104	—	106	—	99	99
№ 9	100	—	93	97	95	—	98	—	97	97
№ 10	100	—	91	90	91	—	93	—	89	93
№ 11	100	—	95	103	103	—	103	—	102	102

żaby. Skurec komórki jajowej w czasie powstawania periwitelinu stwierdzony również został u *Petromyzon* (PIRLOT '25) oraz u jeźowców (BIAŁASZEWICZ '08, PÉTERFI '27, SNYDER '25, GLASER '14).

Obserwacje nad jajami zapłodnionymi, które najpierw zwróciły moją uwagę na szybkość tworzenia się periwitelinu w jajach pstrąga, w zestawieniu z podanymi w tabeli VII liczbami, ilustrującymi powstawanie periwitelinu w jajach niezapłodnionych, wskazują, że powstawanie periwitelinu w jajach pstrąga jest niezależne od aktu zapłodnienia. Podobny fakt stwierdzony został przez PRZYŁĘCKIEGO na jajach płazów i skorupiaków.

Obecność elektrolitów w wodzie działa hamująco na powstawanie periwitelinu w przeciwieństwie do nieelektrolitów, które wpływu tego nie wywierają, o ile stężenie ich nie przekracza pewnych granic. W M/10 roztworach soli i glukozy, jak wskazują liczby tabeli IX, moment oddzielenia się błony od komórki

Tabela IX.

Powstawanie periwitelinu w M/10 roztworach elektrolitów i glukozy.

Formation du périvitellin dans les solutions decinormales.

Roztwór <i>Solution</i>	NaCl	KCl	LiCl	CaCl ₂	MgCl ₂	K ₂ SO ₄	KNO ₃	KCNS	H ₂ O	glu- koza
Moment oddzielenia się błony od komórki <i>Moment de la separation de la membrane de la cellule ovulaire</i>	68'	28'	113'	34'	7'	9'	18'	15'	3-4'	4'

jajowej występuje w bardzo różnym czasie, licząc od początku doświadczenia, zależnie od rodzaju użytego roztworu. Gdy w wodzie i glukozie błona oddziela się od komórki jajowej już po 4 minutach, w roztworach elektrolitów moment ten występuje znacznie później. Nadto zaś objętość periwitelinu w jajach umieszczonych w roztworach elektrolitów nie dochodzi nigdy do normalnej swej wielkości, jak to występuje w roztworach glukozy lub mocznika.

Nie można przypuszczać, aby w grę tu wchodziło większe ciśnienie osmotyczne roztworów elektrolitów, gdyż roztwór MgCl₂, posiadający wyższe ciśnienie osmotyczne, niż chlorek sodu lub litu, hamuje powstawanie periwitelinu w mniejszym stopniu, niż te ostatnie. Przedewszystkiem zaś przeciwko temu przypuszczeniu przemawia fakt, że periwitelin w jajach pstrąga powstaje nawet w środowiskach wybitnie hipertonicznych. W tabeli X mamy podany przyrost ciężaru jaj, umieszczonych w roztworach glukozy

o wzrastających stężeniach w porównaniu do przyrostu ciężaru jaj umieszczonych w wodzie i w 0.1 M chlorku sodu.

W stężeniach glukozy od 0.1 do 0.75 M w jajach powstaje normalny periwitelin i przyrost ciężaru jest wszędzie jednakowy i zbliżony do przyrostu, osiąganego przez jaja, umieszczone w wodzie. Dopiero w stężeniu jednego mola przyrost jest wybitnie mniejszy i towarzyszy mu cytolyza komórki jajowej.

Tabela X.

Roztwór <i>Solution</i>	Czas trwania doświadczenia <i>Durée de l'ex- périence</i>	Przyrost ciężaru jaj pstrąga w % wagi początkowej <i>Augmentation du poids des oeufs de Truites en % du poids initial</i>
Woda. <i>Eau.</i>	15 min.	15
Glukoza 0.1 M <i>Glucose</i>	90 "	18
"	25 "	24
" 0.2 "	60 "	26
" 0.25 "	50 "	24
" 0.375 "	75 "	23
" 0.5 "	85 "	21
" 0.75 "	100 "	24
" 1.0 "	110 "	9 cytolyza; <i>cytolysé</i>
NaCl 0.1 "	120 "	5 periwitelin bardzo mały <i>perivitellin peu développé</i>

Jaja umieszczone w chlorku sodu o stężeniu 0.1 M zyskują tylko 5-io procentowy przyrost ciężaru i to po czasie znacznie dłuższym, niż jaja umieszczone w roztworach glukozy i w wodzie.

Również i periwitelin tych jaj jest wybitnie mniejszy, niż w jajach z wody lub glukozy. Doświadczenia moje nad wpływem elektrolitów na tworzenie się periwitelinu są zbyt niedostateczne, aby można było na ich podstawie ocenić ściślej rolę oddzielnych jonów w tym procesie. Niemniej wskazują one, że hipotoniczne roztwory elektrolitów proces ten hamują.

Według RUNNSTRÖMA ('20), jaja *Salmo salvelinus* w izotonicznym roztworze RINGERA nie wytwarzają periwitelinu i błony ich nie nabierają sprężystości. Nawet po 24 godzinach przebywania w tym płynie jaja *Salmo salvelinus* mogą być zapłodnione i rozwijają się normalnie.

Załączona niżej tabela zmian objętości całkowitych jaj (tab. XI), objętości periwitelinu (tab. XII) i komórki jajowej (tab. XIII) w 0.7 M glukozie i w 0.8 M moczniku podkreślają jeszcze wyraźniej, że nawet wysokie stężenia nieelektrolitów nie

hamują powstawania periwitelinu. Objętość jaj w 0.7 M glukozie i w 0.8 M moczniku zwiększa się o blisko 20% podobnie, jak w wodzie (tabela XI).

Tabela XI.

Przyrost objętości jaj pstrąga w hipertonicznych roztworach glukozy i mocznika, w % objętości początkowej.

Augmentation du volume des oeufs de Truites dans des solutions hypertoniques de glucose (A) et d'urée (B), exprimée en % de leur volume initial.

A.									
Czas przebywania w 0.7 M glukozie <i>Durée du séjour dans de la glucose de 0.7 M.</i>	5	10	15	25	30	50	60	240	
	minut <i>minutes</i>	minut <i>minutes</i>	minut <i>minutes</i>	minut <i>minutes</i>	minut <i>minutes</i>	minut <i>minutes</i>	minut <i>minutes</i>	minut <i>minutes</i>	minut <i>minutes</i>
№ 1	2	5	4	—	—	7	7	9	
№ 2	5	9	12	—	—	20	20	22	
№ 3	5	9	7	—	—	16	16	19	
№ 4	—	6	11	14	18	—	—	—	
№ 5	—	2	5	11	11	—	—	—	
№ 6	—	11	17	20	20	—	—	—	
№ 7	—	6	8	16	19	—	—	—	
№ 8	—	4	11	12	14	—	—	—	

B.									
Czas przebywania w 0.8 M moczniku <i>Durée du séjour dans de l'urée de 0.8 M.</i>	5	10	15	25	35	45	90	120	godzin
	minut <i>minutes</i>	minut <i>minutes</i>	minut <i>minutes</i>	minut <i>minutes</i>	minut <i>minutes</i>	minut <i>minutes</i>	minut <i>minutes</i>	minut <i>minutes</i>	18 <i>heures</i>
№ 1	11	18	23	27	27	27	27	27	25
№ 7	6	13	17	20	20	20	20	20	17

Objętość komórki jajowej w tych roztworach ulega podobnym zmianom, jakie zachodzą w komórkach, umieszczonych w wodzie. I tu bowiem zaznacza się niewielki skurecz, występujący w początkowym okresie przebywania jaj w nowym środowisku (tab. XIII). Periwitelin w glukozie (0.7 M) występuje z pewnym opóźnieniem wprawdzie, dochodzi jednak do znacznej objętości podobnie, jak i w 0.8 M moczniku (tabela XII).

Pomimo, że używane w moich doświadczeniach roztwory cukru i mocznika posiadały ciśnienie osmotyczne przeszło 2 razy większe, niż ciśnienie osmotyczne, panujące w jajach ($\Delta = 0.6^\circ$, patrz rozdział następny), to jednak objętość umieszczonych w nich jaj wybitnie wzrastała i periwitelin powstawał w jajach. Fakty powyższe stwierdzają, że proces powstawania periwite-

Tabela XII.

Objętość periwitelinu jaj umieszczonych (A) w 0.7 M glukozie i (B) w 0.8 M moczniku, w % % początkowej objętości jaja.

Volume du périvitellin des oeufs placés: dans de la glucose de 0.7 M et (B) dans de l'urée de 0.8 M., en % % du volume initial de l'oeuf.

Czas przebywania w glukozie <i>Durée du séjour dans la glucose</i>	5 minut <i>minutes</i>	10 minut <i>minutes</i>	15 minut <i>minutes</i>	25 minut <i>minutes</i>	30 minut <i>minutes</i>	50 minut <i>minutes</i>	60 minut <i>minutes</i>	240 minut <i>minutes</i>
№ 1	2	7	8	—	—	14	14	14
№ 2	0	5	9	—	—	17	17	18
№ 3	0	1	8	—	—	14	14	15
№ 4	—	4	8	12	14	—	—	—
№ 5	—	4	8	12	13	—	—	—
№ 6	—	4	9	13	14	—	—	—
№ 7	—	5	9	12	12	—	—	—
№ 8	—	3	9	11	12	—	—	—

B.

Czas przebywania w moczniku <i>Durée du séjour dans l'urée</i>	5 minut <i>minutes</i>	10 minut <i>minutes</i>	15 minut <i>minutes</i>	25 minut <i>minutes</i>	35 minut <i>minutes</i>	45 minut <i>minutes</i>	90 minut <i>minutes</i>	120 minut <i>minutes</i>	18 godzin <i>heures</i>
№ 1	11	19	22	23	24	24	24	24	20
№ 2	10	13	19	19	22	22	22	22	15

Tabela XIII.

Zmiany objętości komórki jajowej (A) w 0.7 M glukozie i (B) w 0.8 M moczniku, w jednostkach względnych.

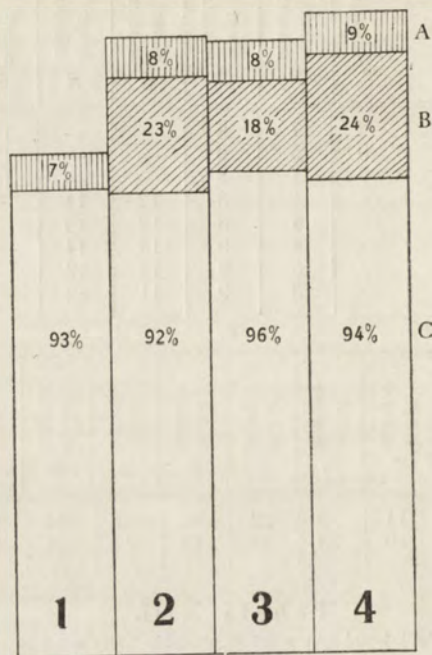
Changements du volume de la cellule ovulaire (A) dans de la glucose de 0.7 M et (B) dans de l'urée de 0.8 M (unités relatives).

Czas przebywania w glukozie <i>Durée du séjour dans la glucose</i>	0 minut <i>minutes</i>	5 minut <i>minutes</i>	10 minut <i>minutes</i>	15 minut <i>minutes</i>	50 minut <i>minutes</i>	60 minut <i>minutes</i>	240 minut <i>minutes</i>
№ 1	100	100	97	95	92	92	95
№ 2	100	105	103	103	102	102	103
№ 3	100	105	107	99	102	102	102

B.

Czas przebywania w moczniku <i>Durée du séjour dans l'urée</i>	0 minut <i>minutes</i>	5 minut <i>minutes</i>	10 minut <i>minutes</i>	15 minut <i>minutes</i>	20 minut <i>minutes</i>	25 minut <i>minutes</i>	30 minut <i>minutes</i>	50 minut <i>minutes</i>	120 minut <i>minutes</i>	18 godzin <i>heures</i>
№ 1	100	100	98	100	97	103	101	101	101	103
№ 2	100	93	99	96	98	100	97	97	97	101

linu i pobierania wody przez jajko jest w szerokich granicach niezależny od ciśnienia osmotycznego środowiska (rys. 2, 3 i 4).



Rys. 4. Zmiany objętości jaj pstrąga w różnych środowiskach. 1 — objętość jaja „suchego”, 2 — objętość jaja po dwugodzinnym pozostawaniu w wodzie, 3 — objętość jaja po dwugodzinnym pozostawaniu w 0.7 M glukozie, 4 — objętość jaja po dwugodzinnym pozostawaniu w 0.8 M moczniku. A — objętość błony, B — objętość periwitelinu, C — objętość komórki jajowej. Wszystkie wartości liczbowe wyrażone w procentach objętości początkowej jaj.

Fig. 4. Changements du volume des oeufs de Truite dans les différents milieux. 1 — volume de l'oeuf „sec”, 2 — volume de l'oeuf après le séjour de 2 heures dans l'eau, 3 — volume de l'oeuf après le séjour de 2 heures dans la glucose de 0.7 M, 4 — volume de l'oeuf après le séjour de 2 heures dans l'urée de 0.8 M. A — volume de la membrane, B — volume du périvitellin, C — volume de la cellule ovulaire. Toutes les valeurs numériques expriment les pour-cents du volume initial de l'oeuf.

Hamujące działanie hipotonicznych roztworów elektrolitów na powstawanie periwitelinu ma charakter specyficzny, którego natury w chwili obecnej określić nie można.

VII. Ciśnienie osmotyczne.

Pomiary ciśnienia osmotycznego w jajach ryb łososiowatych robione były przez SCHMIDT-NIELSENA ('10)¹⁾, RUNNSTRÖMA ('20) i GRAYA ('20). Podobnie, jak wspomniani autorowie, posługiwałem się w swych badaniach metodą krjoskopową, używając do pomiarów aparatu DEKHUYZENA.

W celu stwierdzenia, czy ciśnienie osmotyczne jaj, umieszczonych w wodzie ulega obniżeniu, na co wskazywało pobieranie przez nie znacznych ilości wody, oznaczałem obniżenie punktu zamarzania miazgi jaj „suchych“ oraz miazgi jaj zapłodnionych i niezapłodnionych, które czas pewien pozostawały w wodzie.

Wyniki pomiarów, wykonanych na jajach, pochodzących od jednej samicy, są następujące:

	Δ
1° jaja „suche“	0.640°
2° „ niezapłodnione po 30 godz. przebywania w wodzie	0.383°
3° płyn coelomatyczny	0.615°.

Z pomiarów tych wynika, że miazga jaj niezapłodnionych, umieszczonych w wodzie, ma ciśnienie osmotyczne wybitnie mniejsze, niż miazga jaj, które w kontakcie z wodą nie były.

Następne pomiary, wykonane na jajach innych samic, potwierdzają zasadniczo fakt stwierdzony wyżej:

	Δ
a) jaja „suche“ (<i>Trutta iridea</i>)	0.644°
b) „ zapłodnione po 18 godzinach (stadium 8 blastomerów)	0.446°
c) „ zapłodnione po 20 godzinach (stadium 12 blastomerów)	0.437°
d) „ niezapłodnione po 23 dniach przebywania w wodzie	0.391°.

Z przytoczonych liczb wynika, że 1° jaja pstrąga po opuszczeniu jajników znajdują się w środowisku (płyn coelomatyczny), którego ciśnienie osmotyczne ($\Delta = 0.615^\circ$) bardzo jest zbliżone do ciśnienia osmotycznego samych jaj ($\Delta = 0.64^\circ$), i 2° ciśnienie osmotyczne tak zapłodnionych, jak i niezapłodnionych

¹⁾ Cytowane według RUNNSTRÖMA '20.

jaj pstrąga po przeniesieniu ich do wody ulega wyraźnemu obniżeniu wynoszącemu 30—40% ciśnienia, jakie panuje w jajach „suchych“, wyjętych bezpośrednio z jamy ciała.

Według GRAYA ('20) ciśnienie osmotyczne jaj pstrąga nie ulega zmianie po zapłodnieniu. Podane przez tego autora wartości ciśnienia osmotycznego wynoszą

dla jaj niezapłodnionych $\Delta = 0.46^{\circ}, 0.52^{\circ}, 0.48^{\circ}$

„ „ „ zapłodnionych $\Delta = 0.44^{\circ}, 0.53^{\circ}, 0.47^{\circ}$.

Z tych danych GRAY wyprowadza wniosek, że jaja pstrąga, w przeciwieństwie do jaj płazów, nie zmieniają ciśnienia osmotycznego pod wpływem zapłodnienia.

Wniosek GRAYA słuszny jest w tej tylko części, która mówi o niezależności ciśnienia osmotycznego od zapłodnienia. Istotnie, bowiem, zapłodnienie samo, t. j. wniknięcie plemnika do wnętrza jaja, nie jest przyczyną spadku ciśnienia osmotycznego w jajach.

Natomiast druga część wniosku, przeciwstawiająca jaja pstrągów jajom płazów pod względem zachodzących w nich zmian ciśnienia osmotycznego, nie jest słuszna, polega ona na nieporozumieniu.

GRAY bowiem w doświadczeniach swoich uwzględnia jaja niezapłodnione, które były już czas pewien w wodzie. Jaja zaś takie, pobierając wodę również chciwie, jak jaja zapłodnione (patrz rozdział III i IV niniejszej pracy), obniżają jednocześnie ciśnienie osmotyczne o 40% w porównaniu z ciśnieniem, panującym w jajach niezapłodnionych „suchych“, t. j. nie będących jeszcze w kontakcie z wodą.

Pod tym więc względem jaja pstrąga bynajmniej nie przeciwstawiają się jajom płazów.

PRZYŁĘCKI ('17) stwierdził, że jaja żaby (*Rana fusca*) tak zapłodnione, jak i niezapłodnione obniżają swe ciśnienie osmotyczne w jednakowym stopniu. Gdy, mianowicie, w jajach niezapłodnionych, wziętych z jajowodów, $\Delta = 0.492^{\circ}$, to w jajach zapłodnionych i niezapłodnionych, przebywających około 3 godzin w wodzie, Δ wynosi $0.15—0.05^{\circ}$. Są to te same wielkości, które znalezione były przez BACKMANA i RUNNSTRÖMA ('09 i '12) dla zapłodnionych jaj żaby. RUNNSTRÖM ('20), badając jaja *Salmo salvelinus*, stwierdził również, że ciśnienie osmotyczne w jajach zapłodnionych jest niższe, niż w jajach „suchych“. Δ tych ostatnich równa się 0.645° , wynosi więc tyleż, co w jajach pstrąga według moich oznaczeń. Natomiast w jajach zapłodnionych (po

4 godzinach pobytu w wodzie) Δ wynosi 0.599°, czyli jest tylko o 7% mniejsza, niż w jajach niezaplodnionych „suchych“.

Znaczna różnica między spadkiem ciśnienia osmotycznego, stwierdzonym przez RUNNSTRÖMA w jajach *Salmo salvelinus*, a spadkiem, obserwowanym przez mnie w jajach pstrąga, może polegać na odmienności gatunkowej badanego materiału, bądź też jest ona przypadkową tylko. Jak wynika bowiem z moich pomiarów, ilość pobieranej wody przez jaja tego samego gatunku osobników waha się dość znacznie.

W wyniku powyższych uwag należy stwierdzić: 1° że wbrew poglądom GRAYA, w jajach ryb łososiowatych, przeniesionych do wody, zachodzi mniej lub więcej znaczny spadek ciśnienia osmotycznego, występujący zarówno w jajach zapłodnionych, jak i niezaplodnionych, 2° że zjawisko to ma charakter powszechności, obserwowano je bowiem we wszystkich badanych pod tym względem grupach zwierzęcych, rozwój jaj których odbywa się w środowisku hipotonicznym: u ptaków, płazów, ryb i skorupiaków.

Wewnątrz organizmu rodzicielskiego jaja znajdują się w środowisku izotonicznym. Złożone do wody, jaja pobierają znacznej ilości, co naturalnie musi mieć wpływ na obniżenie ciśnienia osmotycznego w jajach.

Powstaje tu pytanie, w jakim stopniu ilość pobranej wody może wpływać na obniżenie ciśnienia osmotycznego w jajach pstrąga. Czy spadek tego ciśnienia może być objaśniony przez przyrost pobranej ze środowiska wody, czy też dokonywa się jednocześnie wydalanie z ooplazmy substancyj osmotycznie czynnych?.

Średnia ilość wody, pobieranej przez jaja pstrąga, wynosi około 20% objętości jaj „suchych“, zaś ciśnienie osmotyczne spada o 30—40%. Gdybyśmy ooplazmę traktowali jako roztwór zwykły, to dodanie 20% wody mogłoby obniżyć panujące w niej ciśnienie osmotyczne tylko o 16.7%. Ponieważ jednak plazma jest roztworem niejednorodnym, zawierającym obok fazy wodnej fazę rozdrobnioną, która tylko w bardzo nieznacznym stopniu może wywierać wpływ na ciśnienie osmotyczne komórki, przeto stopień obniżenia się ciśnienia osmotycznego w komórce zależy nie od stosunku objętości pobranej wody do objętości ooplazmy, lecz do objętości jej fazy wodnej.

Dla należytej więc oceny wpływu pobranej przez jajko wody na jego ciśnienie osmotyczne należy ustalić, jaką objętość w komórce jajowej zajmuje faza wodna.

W pierwszym przybliżeniu wielkość tę obliczyć można z danych, dotyczących zawartości wody w komórce jajowej.

Ilość wody w jajach pstrąga wynosi, według TANGLA i FARKASA ('04) 66.12%, według FAURÉ-FREMIET i GARRAULTA ('22) — 58.5% i według KRÖNFELDA i SCHEMINZKY'EGO ('26) od 66.2 do 68.5%.

Dane TANGLA i FARKASA oraz SCHEMINZKYEGO i KRÖNFELDA odnoszą się do jaj, które już czas jakiś były w wodzie. W rozważaniach więc naszych możemy oprzeć się tylko na liczbach FAURÉ-FREMIET'a i GARRAULT, którzy podają zawartość wody w jajach „suchem“, równą 58.5% wagi jaj.

Uwzględniając objętość właściwą plazmy, która według BIALASZEWICZA ('27) wynosi 0.92, otrzymamy ilość zawartą w niej wody równą 63.6% objętości jaja, która to liczba daje nam przybliżoną wartość dla objętości fazy wodnej w „suchem“ jajku pstrąga. Ponieważ przeniesione do wody jaja pobierają ilości wody, wynoszące około 20% pierwotnej objętości jaja, przeto ilość pobranej wody stanowić będzie 31,5% fazy rozpuszczającej. Na podstawie tych rozważań należałoby się spodziewać, że spadek ciśnienia osmotycznego w jajach przeniesionych do wody wyniesie około 24%. Według pomiarów moich wielkość ta stanowi 30—40%. Jak widzimy więc, liczby doświadczenia i liczby teoretyczne są bardzo do siebie zbliżone. Zgodność tych liczb byłaby prawdopodobnie jeszcze większa, gdybyśmy uwzględnić mogli ilości wody, które są ściśle związane ze składnikami koloidalnymi plazmy. Ilości wody trwale związanej ze składnikami koloidalnymi plazmy są, według RUBNERA ('22), dość znaczne, wynoszą bowiem w aorcie 17.4% w mięśniu sercowym wołu 18.3%, w mięśniu szkieletowym 24.1%, w ciałkach krwi 42.7% ogólnej ilości wody w danej tkance.

Zgodność liczb teoretycznych z liczbami doświadczenia pozwala przypuszczać, że mniejsze ciśnienie osmotyczne miazgi jaj pstrąga, pozostających czas jakiś w wodzie, w porównaniu do ciśnienia osmotycznego miazgi jaj „suchych“ uzależnione jest, jeśli nie wyłącznie, to w przeważnej mierze, od ilości pobranej przez jajko wody. Strata elektrolitów przez jajko

może być tylko bardzo nieznaczną. Wniosek powyższy zgadza się z wynikami doświadczeń GRAYA ('20). GRAY stwierdził mianowicie, że przewodnictwo elektrolityczne wody, w której znajdowały się jaja pstrąga, nie ulega wydatniejszym zmianom. To samo stwierdził Mc CLENDON u *Esox* i *Fundulus* ('14 i '15b), których jaja, przeniesione do wody, nie tracą elektrolitów.

Zestawiając dane, dotyczące zmian ciśnienia osmotycznego, zachodzących w jajach płazów i ryb, widzimy, że w jajach płazów spadek ciśnienia osmotycznego jest znacznie większy, niż w jajach ryb. Gdy u płazów wynosi on około 90% ciśnienia początkowego (BACKMANN i RUNNSTRÖM '09, '12 i PRZYŁĘCKI '17), to w jajach ryb, według wyżej przytoczonych moich pomiarów, wykonanych na miaradze jej pstrąga nie przekracza on 40%.

Na podstawie posiadanych obecnie danych, w jajach ryb spadek ten byłby głównie uwarunkowany ilością pobranej przez jaja wody, w jajach zaś żaby spadek ciśnienia osmotycznego byłby wynikiem pobierania wody oraz jednoczesnego wydalania elektrolitów z plazmy do otaczającego środowiska (Mc CLENDON '15a, Voss '26).

Spadek ciśnienia osmotycznego w jajach żaby tłumaczony był przez BACKMANA i RUNNSTRÖMA w sposób następujący: pod wpływem zapłodnienia zmienia się stan skupienia plazmy jajowej, powstają w niej procesy żelifikacji, podczas których część elektrolitów jest adsorbowana przez składniki koloidalne. Ilości pobranej przez jaja wody są, według tych autorów, zbyt nikłe, aby mogły spowodować tak znaczny spadek ciśnienia osmotycznego, jaki był przez nich obserwowany.

Jednakże zaznaczyć należy, że ilość pobieranej wody przez jaja nie była przez nich mierzona, nadto zaś, że nie uwzględniali oni w swych rozumowaniach tego, iż spadek ciśnienia osmotycznego w jajach jest zależny od stosunku pobranej wody do fazy rozpuszczającej plazmy, a nie do całości plazmy komórkowej.

Inne tłumaczenie omawianego zjawiska w jajach żaby podaje BIAŁASZEWICZ ('12). Autor ten przypuszcza, że spadek ciśnienia osmotycznego jest wynikiem wydalania przez jajko substancji osmotycznie czynnych, które, pozostając w przestrzeni periwitelinarnej wskutek nieprzepuszczalności błony, powodują powstanie periwitelinu.

Żadna z tych hipotez, jak widzimy, nie znajduje potwierdzenia w wynikach moich badań nad jajami pstrąga.

Ponieważ błona jajowa pstrąga jest przepuszczalna dla krystaloidów, przeto wydalone do periwitelinu osmotycznie czynne substancje, mogąc dyfundować do otaczającej wody, nie mogą powodować powstania periwitelinu i związanego z tem turgoru komórki.

Zjawisko powstawania periwitelinu w jajach pstrąga i prawdopodobnie innych ryb może być wytłumaczone w sposób następujący: plazma jajowa podczas skurczu, który występuje po kilkominutowym pobycie jaja w wodzie, wydała do przestrzeni periwitelinowej substancje koloidalne, posiadające wybitną zdolność chłonięcia wody. Substancje te pęcznią pod wpływem chłonięcej wody i, nie mogąc dyfundować nazewnątz jaja poprzez błonę (chorion), która jest dla nich nieprzepuszczalna, warunkują szereg zjawisk, występujących w jaju: turgor, wzrost objętości jaja, oraz powstanie periwitelinu. Zmiany powyższe byłyby zależne w głównej mierze od intensywności pęcznienia substancyj koloidalnych, wydalanych do periwitelinu.

Za hipotezę powyższą przemawiałby fakt, powstawania periwitelinu w środowisku hipertonicznem nieelektrolitów.

Możnaby przypuszczać, że w środowisku takim objętość jaja ulegnie zmniejszeniu. Wyniki doświadczeń moich przeczą jednak temu. Objętość jaj w roztworach glukozy (0.7—0.75 M) i w moczniku (0.8 M) zaczyna bowiem wzrastać od chwili zetknięcia się jaj z roztworem i dochodzi do wielkości mało różniącej się od tej, jaką osiągają jaja umieszczone w wodzie (rys. 2). Dopiero stężenie jednego mola glukozy powoduje zmniejszenie się objętości jaja, połączone z jego deformacją i cytolizą komórki jajowej. Gdyby ilości pobieranej przez jajko wody i związany z tem wzrost periwitelinu jaj, znajdujących się w środowisku hipertonicznem, były wynikiem różnicy ciśnień osmotycznych między środowiskiem i jajkiem, to należałoby przypuszczać, że ciśnienie osmotyczne jajka jest większe, niż ciśnienie 0.7 molarnego roztworu glukozy. Temu jednak przeczą pomiary krjoskopowe.

Jeżeli więc w tak wysokich stężeniach objętość jaj wzrasta, to powinniśmy przyjąć istnienie czynnika, któryby stanowił przeciwwagę odwadniającaemu działaniu hipertoni.

Czynnik ten jest zlokalizowany w przestrzeni periwitelinarnej, ponieważ sama komórka jajowa nie uległa znaczniejszym

zmianom objętości, i winien być reprezentowany przez substancje niedyfundujące przez błonę jajową, a więc znajdować się w stanie koloidalnym. Wzrost objętości jaj w środowisku hipertonicznym oraz zwiększanie się objętości periwitelinu jest wypadkową dwu przeciwdziałających sobie procesów: mamy tu do czynienia z odwadniającym działaniem hipertonji oraz z pobieraniem wody przez jajko wskutek pęcznienia koloidów.

Ponieważ z toku niniejszej pracy wynika, że objętość jaj i periwitelinu wzrasta najintensywniej w pierwszym kilkunastominutowym okresie przebywania jaj w hipertonji, kiedy różnica ciśnień osmotycznych w jajach i środowisku nie jest wyrównana, przeto fakt ten daje nam pewne wyobrażenie o stopniu powinowactwa koloidów periwitelinu do wody.

Co się tyczy pytania, postawionego we wstępie niniejszej pracy, w jaki sposób utrzymuje się różnica ciśnień między jajkiem i otaczającym go środowiskiem wodnym po spadku ciśnienia osmotycznego, to i na to pytania, sędzę, podana wyżej hipoteza, daje nam częściowo odpowiedź.

Pęcznienie koloidów periwitelinu znajduje na drodze zwiększania swej objętości przeciwwagę we wzrastającej sprężystości błony jajowej. W miarę pobierania wody przez koloidy periwitelinu powinowactwo ich do wody maleje, jednocześnie zaś wzrasta napięcie błony jajowej w miarę zwiększania się objętości jaja i utrudnia coraz więcej pobieranie wody, hamując dalszy wzrost objętości jaja. Ostateczna objętość jaja jest wyrazem stanu równowagi między procesem pęcznienia koloidów periwitelinu i przeciwdziałającym mu oporem błony jajowej.

W tym stanie równowagi koloidy periwitelinu, nie będąc jeszcze całkowicie nasycone wodą, nie mogą pobierać jej więcej z otoczenia i chronią komórkę jajową przed nadmiernym przenikaniem do jej wnętrza wody z otaczającego środowiska, co musiałoby nastąpić wobec znacznej różnicy ciśnień między środowiskiem a komórką jajową. Ilość wody, przedostająca się z periwitelinu do komórki jajowej, byłaby uzależniona od stopnia uwodnienia koloidów periwitelinu.

Streszczając powiedziane wyżej, możemy, w myśl podanej hipotezy, scharakteryzować rolę błony i periwitelinu w rozwoju zarodka w sposób następujący: trudno rozciągliwa błona jajowa ogranicza stopień uwodnienia koloidów

periwitelinu, które dzięki temu ze swęj strony ograniczają dopływ wody do komórki jajowej.

Streszczenie.

- 1°. Błony jaj pstręga posiadają budowę włóknistą.
- 2°. Po przeniesieniu jaj pstręga do wody błony ich stają się wybitnie sprężyste i odporne na działanie ługów (patrz RUNNSTRÖM '20).
- 3°. Błony jaj są przepuszczalne w obu kierunkach dla krystaloidów i bardzo mało przepuszczalne dla koloidów.
- 4°. Przepuszczalność błon nie zmienia się w ciągu rozwoju jaja (tab. III).
- 5°. Przeniesione z jamy ciała do wody, jaja pstręga pobierają wodę w ilości około 20% objętości pierwotnej (tab. V i VI, rys. 2).
- 6°. Ciśnienie osmotyczne tak zapłodnionych, jak i niezapłodnionych jaj pstręga zmniejsza się w wodzie o 30—40% w stosunku do ciśnienia osmotycznego jaj, które nie były w kontakcie z wodą.
- 7°. Spadek ciśnienia osmotycznego w jajach pstręga jest więc niezależny od aktu zapłodnienia. Zjawisko to jest uwarunkowane w głównym stopniu ilością pobranej przez jajko wody.
- 8°. Zjawisko powstawania periwitelinu przebiega równolegle do procesu chłonicenia wody przez jajko (tab. VI, VII i rys. 3, 4). Objętość periwitelinu jest zbliżona do objętości pobranej wody.
- 9°. Hipotoniczne roztwory elektrolitów hamują proces tworzenia się periwitelinu. Periwitelin powstaje natomiast w hipertonicznych roztworach nieelektrolitów (tab. XII).
- 10°. Powyższe fakty pozwalają przypuszczać, że powstawanie periwitelinu i wybitny turgor jaj w wodzie są wynikiem pęcznienia koloidów, wydalanych przez plazmę do przestrzeni periwitelinarniej.

Piśmiennictwo.

- Atkins W. R. 1909. The osmotic pressure of the blood and eggs of birds. Dublin Sci. Proc. Roy. Soc. 12 (123). Backmann E. L. und J. Runnström. 1909. Physikalisch-chemische Faktoren bei der Embryonalentwicklung. Der osmotische Druck bei der Entwicklung von *Rana temporaria*.

Bioch. Zeitschr. 22 (290). **Backman E. L.** und **J. Runnström.** 1912. Der osmotische Druck während der Embryonalentwicklung von *Rana temporaria*. Pflüg. Arch. 144 (287). **Backman E. L.** und **J. Runnström.** 1912. Die Einwirkung der Befruchtung auf den osmotischen Druck der Eier von *Bufo vulgaris* und *Triton cristatus*. Pflüg. Arch. 148. **Białaszewicz K.** 1908. Beiträge zur Kenntnis der Wachstumsvorgänge bei Amphibienembryonen. Bull. Acad. Sc. Cracovie (783). **Białaszewicz K.** 1912. Über das Verhalten des osmotischen Druckes während der Entwicklung der Wirbeltierembryonen. Arch. f. Entw.-Mech. 34 (489). **Białaszewicz K.** 1921. Wpływ ciśnienia osmotycznego na szybkość rozwoju zarodków. Prace Instytutu im. Nenckiego. 1, № 10. (L'influence de la pression osmotique sur la vitesse du développement des embryons. Trav. de l'Institut Nencki. 1, № 10). **Białaszewicz K.** 1927. O zastosowaniu ultrafiltracji w badaniach nad rozmieszczeniem elektrolitów w cytoplazmie. Ibid. 4, № 57. (Sur l'emploi de l'ultrafiltration pour l'étude de la répartition des électrolytes dans le cytoplasme. Ibid. 4, № 57). **Fauré-Fremiet E.** et **H. Garrault.** 1922. Constitution de l'oeuf de Truite. Comptes Rend. Acad. des Sc. 174 (1375). **Glaser O.** 1914. The change in volume of *Arbacia* and *Asterias* eggs at fertilisation. Biol. Bull. 26 (84). **Gray J.** 1920. On the relation of the animal cells to electrolytes. I. A physiological study of the egg of the trout. Jour. of Physiol. 53 (308). **Höber R.** 1926. Physikalische Chemie der Zelle und Gewebe. VI Auflage. **Kronfeld P.** und **F. Scheminzky.** 1926. Beiträge zur physikalisch-chemische Biologie der Forellenentwicklung. II Mitteilung. Wachstum, Dotterresorption und Wasserhaushalt. Arch. f. Entw.-Mech. 107 (129). **McClendon J. F.** 1914. On the parallelism between increase in permeability and abnormal development of fish eggs. Internat. Zeitschr. f. phys.-chem. Biol. 1 (28). **McClendon J. F.** 1915a. The preservation of the life of the frogs egg and the initiation of development by increase in permeability. Amer. Jour. of Physiol. 38 (163). **McClendon J. F.** 1915b. The action of anesthetics in preventing increase of cell permeability. Ibidem (173). **Michaëlis L.** 1914. Eine Mikroanalyse des Zuckers im Blut. Bioch. Zeitschr. 59 (166). **Péterfi T.** 1927. Die Abhebung der Befruchtungsmembran bei Seeigeleiern. Arch. f. Entw.-Mech. 112 (660). **Pirlot.** 1925. Sur l'activation traumatique des oeufs de *Petromyzon fluviatilis*. Comptes rend. de la Soc. de Biol. 93 (830). **Przyłęcki S.** 1917. Spadek ciśnienia osmotycznego i rola periwitelinu w jajach płazów. Sprawozdanie Tow. Nauk. Warsz. 10 (323). (La diminution de la pression osmotique et le rôle du liquide périvitellin dans les oeufs d'Amphibiens. Comptes Rend. de la Soc. des Sc. de Varsovie. 10, 323). **Przyłęcki S.** 1918. Warunki powstawania periwitelinu w jajach niezapłodnionych żaby płowej. Sprawozdania Tow. Nauk. Warsz. 11 (751). (Les conditions de la formation du périvitellin dans les oeufs vierges de *Rana temporaria*. Ibidem. 11, 751). **Przyłęcki S.** 1921. Zmiany ciśnienia osmotycznego w czasie rozwoju dzieworodnego zarodków rozwielitek. Prace Instytutu im. Nenckiego. 1, № 6. (Recherches sur la pression osmotique chez les embryons de Cladocères provenant des oeufs parthénogénétiques. Travaux de l'Institut Nencki. 1, № 6). **Przyłęcki S.** 1921. Zmiany ciśnienia osmotycznego w czasie rozwoju zapłodnionych jaj rozwielitek. Ibidem, № 13. (Recherches sur la

pression osmotique chez les embryons de Cladocères provenant des oeufs fécondés. Ibidem, № 13). **Rubner M.** 1922. Über die Wasserbindung in Kolloiden mit besonderer Berücksichtigung des quergestreiften Muskels. Abhandl. d. Preussisch. Akad. d. Wissensch. **Runnström J.** 1920. Über osmotischen Druck und Eimembranfunktion bei den Lachsfischen. Acta Zoologica (1). **Schmidt-Nielsen S.** 1910. Saltvandsfiske i ferskvand. Nyt Naturvidensk. Magazin. **Snyder Ch. D.** 1925. Egg-volumen and fertilisation membrane. Biol. Bull. 49 (54). **Tangl F.** und **K. Farkas.** 1904. Beiträge zur Energetik der Ontogenese IV. Über den Stoff- und Energieumsatz in bebrüteten Forellenei. Arch. f. d. ges. Physiol. 104 (624). **Voss H.** 1926. Entwicklungsphysiologische Untersuchungen am Froschei. Arch. f. Entw.-Mech. 107 (241). **Whitehorn J. C.** 1921. Simplified method for determination of chlorides in blood or plasma. Journ. of biol. Chem. 45 (449).