

ARCHIVES INTERNATIONALES

DE

PHYSIOLOGIE

PUBLIÉES PAR

LÉON FREDERICQ
Liège



PAUL HEGER
Bruxelles

**Influence de la nutrition
sur le métabolisme chimique et énergétique
chez les sangsues**

PAR

K. BIALASZEWICZ

LIÈGE

H. VAILLANT-CARMANNE

PLACE SAINT-MICHEL, 4



PARIS

GASTON DOIN

ÉDITEUR

PLACE DE L'ODÉON, 8

Les auteurs des travaux destinés à être publiés dans les *Archives internationales de Physiologie*, sont priés de tenir compte des observations suivantes.

Titre et rédaction. — Nous recommandons aux auteurs de choisir un titre qui donne une idée précise du contenu de leur travail et de condenser leur rédaction de manière à ne dépasser qu'exceptionnellement l'étendue d'une ou de deux feuilles d'impression (16 à 32 pages). Nous leur demandons de ne nous fournir que des manuscrits dont la rédaction soit *entièrement terminée*, afin d'éviter sur les épreuves les remaniements et les corrections importantes. (Prière d'écrire lisiblement les termes spéciaux et les noms propres et de souligner deux fois ces derniers).

Résumé. — Il est à désirer que chaque mémoire soit suivi d'un court résumé, rédigé d'une façon objective, de manière à pouvoir être utilisé directement comme « *Analyse* » par les rédacteurs des « *Revue annuelle de Physiologie* » et des « *Physiological abstracts* ».

Citations. — Pour les citations, nous proposons de suivre les règles formulées par CH. RICHERT dans son art. *Bibliographie* du *Dictionnaire de Physiologie* (Paris, 1897, II, 95-137). Chaque citation comprendra :

1° Prénom (ou initiales) et nom de l'auteur en petites capitales (souligner deux fois dans le manuscrit); 2° titre complet en caractères ordinaires; 3° titre abrégé du recueil en italiques (souligner une fois dans le manuscrit); 4° année; 5° tome (en chiffres romains); 6° série s'il y a lieu (chiffres arabes entre parenthèses); 7° première et dernière pages du mémoire en chiffres arabes; 8° s'il y a lieu, nombre de planches ou de figures.

Les indications *Vol., T., Bd., pag.* seront supprimées.

Exemple : H. ZWAARDEMAKER (Utrecht). Sur une phase réfractaire du réflexe de déglutition. *Arch. int. Physiol.* 1904, I, 1-16, 12 fig.

Exemples d'abréviations des titres des principaux recueils :

Arch. ital. Biol. — *Arch. Biol.* — *Arch. int. Physiol.* — *Arch. néerl. Physiol.* — *C. R. Soc. Biol.* — *C. R. Acad. Sc.* — *Journ. Physiol. et Path. gén.* — *Arch. di Fisiol.* — *Arch. f. Physiol.* — *Arch. f. d. ges. Physiol.* — *Biochem. Centralbl.* — *Biochem. Zeits.* — *Biophysik. Centralbl.* — *Hofmeister's Beitr.* — *Fahresber. f. Thierchem.* — *Skandin. Arch. f. Physiol.* — *Zentralbl. f. Physiol.* — *Zeits. f. Biol.* — *Zeits. f. physiol. Chem.* — *Zeits. t. allgem. Physiol.* — *Journ. of Physiol.* — *Amer. Journ. of Physiol.* — *Quart. Journ. of Physiol.*

Figures. — Conformément au vœu formulé au 5^e Congrès de Physiologie à Turin, il est désirable que les graphiques, dessins, figures, destinés à la publication, *puissent être reproduits sans retouche par des procédés dérivant de la photographie.*

Les tracés sur papier enfumé se prêtent bien à la reproduction directe par la photo-zincogravure, à condition que les lignes se détachent en blanc sur un fond uniformément noir.

(La suite à la 3^{me} page de la couverture.)

Reçu le 8 juillet 1924.

INFLUENCE DE LA NUTRITION SUR LE MÉTABOLISME CHIMIQUE ET ÉNERGÉTIQUE CHEZ LES SANGSUES

par K. BIALASZEWICZ

(Laboratoire de Physiologie de l'Institut Nencki, Varsovie.)

LES variations de l'intensité et du caractère des processus chimiques de l'organisme homéotherme sous l'influence de la nutrition, ont été l'objet de nombreuses et importantes recherches. L'influence spécifique-dynamique des substances nutritives, l'équivalence isodynamique, l'influence limitante exercée par les substances ternaires sur le catabolisme des protéines, enfin l'assimilation des principes du corps, voilà les problèmes, qui forment le centre de nos idées générales sur le métabolisme chimique et énergétique.

Par contre, les études sur le métabolisme des animaux alimentés, dépourvus de facultés thermorégulatrices n'en sont qu'à leur début. En dehors de travaux de PUTTER (9), de WEISS (14), d'ELSAS (6), de PRZYLECKI et KARCEWSKI (8) et de VIEWEGER (15, 16), qui ont étudié l'influence des divers principes alimentaires sur le métabolisme des animaux poïkilothermes, on ne trouve dans la littérature que des observations isolées.

Les difficultés qu'on rencontre dans ces sortes de recherches expliquent en partie leur rareté : on est forcé de trouver pour chaque cas des méthodes permettant de doser les aliments, de recueillir et de séparer quantitativement les produits du métabolisme. Les problèmes mentionnés, appliqués aux poïkilothermes ont pourtant une importance et une portée générale, vu que l'assimilation de la protéine est actuellement un des problèmes le plus important de la physiologie, et que les études de physiologie comparée peuvent aider à le résoudre.

Les sangsues (*Hirudo medicinalis* L) constituent, comme l'a démontré PUTTER (9), pour ce genre de recherches un objet extrêmement favorable : le caractère protéique de leur alimentation, les gran-

(¹) Une communication sur ces recherches a paru en polonais dans *Travaux de la Société des Sciences de Varsovie*, n° 32, 1919.

des quantités de sang que les animaux sont capables d'ingérer à la fois, la réduction énorme du poids du corps sous l'influence de l'inanition et la vitesse avec laquelle les pertes subies sont réparées après ingestion d'aliments, — voilà autant de circonstances favorables qui facilitent les recherches expérimentales.

En laissant pour le moment de côté ceux des résultats qui concernent le chimisme d'assimilation de protéines, je n'expose plus bas que les données concernant l'influence de la nutrition sur l'intensité du métabolisme.

Le procédé général d'expérimentation fut le suivant.

Un certain nombre d'animaux, dont le métabolisme d'inanition avait été préalablement étudié, était nourris avec du sang de chien ou de lapin. On calculait la quantité de sang ingéré d'après la différence de poids des animaux avant et après le rassasiement. Cependant les sangsues secrètent pendant l'absorption même du sang, par toute la surface de leur corps un liquide aqueux (PUTTER 9) dont il doit être tenu compte, si on veut éviter une erreur dans la détermination de la quantité de l'aliment ingéré. J'ai donc eu soin de placer les sangsues au moment où elles ingéraient le sang, dans des éprouvettes qui recueillaient ce liquide, dont il fut ensuite tenu compte dans mes calculs. Après l'ingestion du sang, les animaux étaient placés dans de l'eau et abandonnés à eux-mêmes. Selon le cas, je les employais ensuite à l'étude des différents facteurs du métabolisme : la production de la chaleur, l'échange des gaz, ou le métabolisme du carbone et de l'azote.

La quantité de sang que la sangsue est capable d'ingérer dépend des dimensions de l'animal et du degré de l'inanition. Dans les cas extrêmes, cette quantité s'élève jusqu'à 9 gr. par animal, elle dépasse donc jusqu'à cinq fois le poids moyen d'un animal inanitié. Une telle quantité d'aliment constitue une réserve énorme : la chaleur de combustion de 9 gr. de sang (de chien) comporte comme il résulte de mes déterminations (3), environ 10.1 Cal. (18.5% de substance sèche dont 1 gr. a une chaleur de combustion de 6.386 Cal.). Environ 58% d'aliment protéique ingéré peut être énergétiquement utilisé par les sangsues (1), ce qui fait en somme 5.9 Cal. d'énergie disponible pour l'organisme, tandis que la valeur bioénergétique de la substance organique du corps d'une sangsue inanitiée pesant 2 gr. en moyenne représente 1.1 Cal. seulement, ou autrement dit, constitue moins d'un cinquième de l'énergie contenue dans l'aliment (3).

Après ingestion de sang, les sangsues se fixent à l'aide de leur ventouse aux parois du récipient de façon à ce que la partie antérieure de leur corps se trouve au-dessus du niveau de l'eau. Elles gardent cette position sans presque se mouvoir pendant de longues périodes de temps.

Comme l'a démontré PUTTER (9), le poids des animaux diminue dès le début de la période qui suit l'ingestion. La cause de ce phénomène n'est autre, que la sécrétion du liquide aqueux qui commence déjà pendant l'ingestion du sang. PUTTER a démontré que ce liquide provient directement de la nourriture. Le processus de la sécrétion qui se produit pendant quelques jours conduit à la condensation du sang ingéré dans l'intestin ; mes observations démontrent que les animaux perdent au cours des 2 ou 3 premières journées (25°C) presque la moitié de l'eau absorbée avec la nourriture.

Les expériences d'essai en cours desquelles j'ai mesuré l'intensité d'échange respiratoire des animaux inanitiés et nourris m'ont déjà convaincu, que la nutrition exerçait une influence énorme sur le métabolisme. Quoique les sangsues perdent leur agilité après l'ingestion de la nourriture, l'intensité de leur métabolisme augmente plusieurs fois.

Dans la première expérience d'essai, j'ai étudié dans l'appareil GODLEWSKI (7) l'absorption de l'oxygène seulement. Les animaux inanitiés au nombre de 25 (v. tabl. 1) ont passé 3 jours dans l'appareil respiratoire. Pendant ce temps l'air fut changé trois fois, et je relevais trois fois l'état du baromètre, du manomètre et de la température. Durant les 52.7 heures de l'expérience, les animaux ont absorbés 202.6 cc. d'oxygène, c'est-à-dire 3.69 cc. par animal et par 24 heures.

L'expérience d'inanition une fois finie, une partie des animaux (12) fut nourrie et pesée de nouveau avec toutes les précautions mentionnées. Les animaux ingérèrent 7.23 gr. de sang en moyenne par animal, c'est-à-dire une quantité qui surpassait jusqu'à quatre fois (396.9%) le poids de leur corps. La détermination de l'intensité de l'oxydation après l'ingestion des aliments a montré une intensification considérable des processus de désintégration. Pendant le premier jour l'absorption de l'oxygène augmente de 3.69 à 8.24 cc. c'est-à-dire plus de deux fois. Au cours des jours suivants, l'intensité de la respiration s'accrut encore et atteignit son maximum (11.07 cc. par animal et 24 heures) le septième jour (29-30-VII) ; ce maximum est trois fois plus grand que la quantité d'oxygène absorbée à l'état d'inanition.

La nutrition exerce son influence non seulement sur la vitesse de l'oxydation, mais elle accélère en même temps et presque au même degré tout le complexe des processus du métabolisme. Ceci a été prouvé par les expériences en cours desquelles j'étudiais la production calorifique de ces animaux, l'échange respiratoire (O_2 et CO_2) et le métabolisme du carbone et de l'azote.

Les tableaux II, III et IV donnent les résultats des mesures calorimétriques directes ⁽¹⁾, exécutées dans le calorimètre TANGL(12). Dans l'expérience rapportée sur le tableau II, la calorification des animaux inanitiés fut d'abord mesurée pen-

(1) Ces mesures ont été exécutées dans l'Institut de Chimie Physiologique à Budapest, sous la direction de M. le professeur FRANCIS TANGL.

TABLEAU I.

N° de l'expérience	Date	Durée de l'expérience h.	Nombre d'animaux	Poids des animaux gr.	Poids moyen d'un animal gr.	Température O°	Quantité d'oxygène absorbé	
							durant l'expérience cc.	par animal en 24 heures cc.
1	19-22-VII (Inanition)	52.7	25	71.80	2.87	26.3	202.6	3.69
2	22-23-VII	21.7	12	121.17	10.10	26.2	89.4	8.24
3	23-24-VII	23.7	12	—	—	26.4	91.3	7.70
4	24-VII	7.7	12	—	—	26.9	34.9	9.06
5	27-28-VII	24.5	6	52.90	8.82	27.8	59.0	9.65
6	28-29-VII	21.1	6	—	—	27.9	54.4	10.31
7	29-30-VII	21.5	6	—	—	27.5	58.4	11.07
8	30-31-VII	21.0	6	—	—	26.3	50.3	9.58
9	31-VII-1-VIII	23.2	6	48.92	8.15	25.7	46.1	7.95

TABLEAU II.

N ^o d'expérience	Date	Durée de l'expérience h.	Nombre des animaux	Poids des animaux gr.	Température O ^c	Quantité de chaleur			
						compensée cal.	comme corrigé cal.	dégagée par les animaux durant l'expérience cal.	
1	7-14-VII	52.0	40	83.12	24.5	649.0	-23.1	625.9	7.2
2	14-VII	8.5	20	211.30	24.2	294.3	-26.1	268.2	37.9
3	17-VII	5.0	20	140.74	24.5	173.2	-26.1	147.1	35.3
4	25-VII	4.5	15	103.80	27.8	91.6	+26.7	118.3	42.1
5	26-VII	8.0	15	98.71	27.3	208.1	+47.8	225.9	45.2
6	7-VIII	5.5	15	100.58	26.2	132.2	-1.5	130.7	37.9
7	8-VIII	6.0	15	90.95	26.0	144.3	+13.7	158.0	42.1
8	14-VIII	6.0	15	95.08	25.0	132.9	+22.2	155.1	41.4

dant 7 jours ; après l'ingestion de la nourriture, les déterminations de la production de chaleur furent poursuivies pendant un mois, à divers intervalles de temps. La quantité de la chaleur dégagée monta après le rassasiement de 7.2 cal. à 45.2 cal. (le 12^e jour). Les expériences de courte durée rapportées sur les tableaux III et IV montrèrent une augmentation moins importante de la production de la chaleur sous l'influence de quantités de nourriture différentes.

L'intensité des processus respiratoires subit des variations parallèles à celles de la production de la chaleur. Des expériences respiratoires de plus d'un mois de durée, exécutées dans mon appareil respiratoire (2), au cours desquelles le dégagement de CO₂ et l'absorption de

TABLEAU III.

N° d'expérience	Date	Durée de l'expérience h.	Nombre des animaux	Poids des animaux gr.	Température O°	Quantité de chaleur			
						compensée cal.	comme correction cal.	dégagée par les animaux durant l'expérience cal.	
1	10-25-VIII	19.5	30	77.60	25.4	468.4	-29.7	438.7	18.0
2	11-12-VIII	6.0	20	181.77	25.5	289.3	-33.1	256.2	51.2
3	17-VIII	5.0	20	145.75	23.3	222.4	+51.2	273.6	65.7
4	18-VIII	5.5	20	130.05	23.2	260.7	-38.8	221.9	48.4
5	24-VIII	6.5	20	136.65	25.7	240.3	-17.2	223.1	41.2

TABLEAU IV.

N° d'expérience	Date	Durée de l'expérience h.	Nombre des animaux	Poids des animaux gr.	Température O°	Quantité de chaleur			
						compensée cal.	comme correction cal.	dégagée par les animaux durant l'expérience cal.	
1	1-10-VII	63.5	42	100.59	23.7	776.4	+25.5	801.9	7.2
2	5-6-VII	9.5	30	223.10	23.3	328.9	+113.2	442.1	37.2
3	6-VII	8.0	30	—	23.4	492.5	-84.3	408.2	40.8
4	7-VII	3.0	28	190.52	22.7	110.9	+44.6	155.5	44.4

TABLEAU V.

N ^o de l'expérience	Date	Durée de l'expérience h.	Nombre des animaux	Poids		Quantité de CO ₂ dégagée		Quantité de O ₂ absorbée		QR	Température
				de tous les animaux gr.	d'un animal gr.	pendant l'expérience cc.	par un animal en 24 heures cc.	pendant l'expérience cc.	par un animal en 24 heures cc.		
1	14-24-VII (Inanition)	171.5	18	30.69	1.70	284.2	2.21	389.5	3.03	0.729	24.5
2	25-26-VII	21.0	10	99.88	9.90	65.6	7.50	72.9	8.33	0.900	26.9
3	26-27-VII	21.0	10	—	—	59.4	6.79	84.7	9.68	0.701	26.9
4	27-28-VII	23.0	10	—	—	71.4	7.45	106.8	11.14	0.668	27.1
5	28-29-VII	23.0	10	—	—	65.5	6.83	96.7	10.09	0.677	27.1
6	29-30-VII	16.7	10	—	—	49.9	7.17	69.0	9.92	0.724	26.9
7	31-VII-1-VIII	21.5	10	—	—	44.1	4.70	68.0	7.59	0.648	24.9
8	1-2-VIII	21.2	10	—	—	48.6	5.50	67.8	7.68	0.717	25.2
9	2-3-VIII	21.7	10	—	—	51.4	5.68	69.1	7.64	0.744	25.5
10	3-4-VIII	22.5	10	—	—	45.1	4.81	67.9	7.24	0.664	25.1
11	4-5-VIII	47.0	10	—	—	105.1	5.37	145.6	7.43	0.722	25.1
12	6-7-VIII	26.6	10	59.66	5.97	61.0	5.50	85.9	7.75	0.710	25.1
13	8-9-VIII	22.2	9	56.43	—	42.8	5.14	63.2	7.59	0.677	25.0
14	9-10-VIII	21.7	9	—	—	41.9	5.15	60.8	7.47	0.690	24.8
15	10-11-VIII	21.7	9	—	—	38.9	4.78	60.5	7.43	0.643	24.8
16	20-22-VIII	47.7	8	40.03	5.00	63.2	3.97	95.7	6.02	0.661	23.4

O₂ furent mesurés simultanément, ont prouvé que l'échange de ces deux gaz subit sous l'influence de la nourriture une accélération à peu près égale. En conséquence, le quotient respiratoire durant un mois après l'ingestion du sang ne varie presque point.

Les expériences d'essai avaient déjà démontré, que l'intensité du métabolisme augmentait subitement après l'ingestion de la nourriture mais ne se maintenait pas longtemps au même niveau ; après avoir monté jusqu'à un maximum, qui était atteint dans les diverses expériences après un laps de temps inégal, l'intensité du métabolisme commençait à diminuer.

Ainsi par exemple, dans la série d'expériences rapportées sur le tableau I, le maximum fut atteint au bout de huit jours, dans l'expérience calorimétrique du tableau II, au bout de douze jours seulement, et dans l'expérience respiratoire du tableau V au bout de trois jours. L'instabilité de la température est sans doute une des causes de cette diversité, ses variations ont naturellement une grande influence sur les processus biochimiques et changent le parcours si caractéristique de la courbe du métabolisme pendant la période d'assimilation.

Pour établir le parcours réel de cette courbe, j'ai effectué une série d'expériences où la production de l'azote (méthode de KJELDAHL) et de l'acide carbonique (PETTENKOFER) fut simultanément mesurée (tableau VI); une température de 25°C fut rigoureusement entretenue durant toute la durée des expériences, depuis la période préparatoire jusqu'à la fin de la période expérimentale. Les données du tableau VI démontrent que le métabolisme est le plus intense durant les premiers jours qui suivent le rassasiement ; le maximum apparaît seulement au cours du second jour. Au bout de onze jours environ la production de CO₂ baisse jusqu'aux deux tiers environ de la valeur maximum. A partir de là, l'intensité des échanges gazeux baisse encore, mais beaucoup plus lentement et proportionnellement à la diminution graduelle des réserves nutritives.

Le parcours de ces processus peut être commenté comme suit : l'ingestion de grandes quantités de nourriture constitue au premier moment un stimulant puissant, qui excite sensiblement les processus du métabolisme chimique et énergétique. Cette période de métabolisme intensifié a probablement pour cause non seulement l'influence spécifiquement dynamique de la protéine des aliments, mais elle peut être aussi considérée comme un effet énergétique des pro-

TABLEAU VI.

N° de l'expérience	Date	Durée de l'expérience h.	Nombre des animaux	Poids		N dégage		CO ₂ dégage	
				de tous les animaux gr.	d'un animal gr.	durant l'expérience mgr.	par un animal en 24 heures mgr.	durant l'expérience mgr.	par un animal en 24 heures mgr.
1	3-1-1-II (Inanition)	617.2	23	14.96	0.65	63.7	0.108	837.6	1.42
2	2-5-II	77.5	10	20.05	2.00	18.1	0.560	140.7	4.36
3	5-7-II	47.0	10	13.41	1.34	10.4	0.531	99.0	5.06
4	7-10-II	72.5	10	13.58	1.36	11.8	0.391	116.2	3.84
5	10-13-II	69.5	10	13.23	1.32	9.3	0.321	95.1	3.28
6	13-17-II	95.5	10	13.08	1.31	10.1	0.254	130.5	3.27
7	17-19-II	48.2	10	12.61	1.26	5.8	0.289	51.1	2.54
8	19-22-II	71.2	10	12.27	1.23	7.8	0.263	92.9	3.13
9	22-25-II	70.2	10	12.24	1.22	7.8	0.267	93.3	3.19
10	25-28-II	70.2	10	12.16	1.22	7.2	0.246	90.4	3.09
11	28-11-4-III	116.2	10	11.84	1.18	9.3	0.192	130.0	2.69
12	4-7-III	74.7	10	11.70	1.17	7.2	0.231	88.0	2.83
13	7-10-III	72.0	10	11.91	1.19	7.4	0.247	91.8	3.06
14	10-13-III	71.7	10	11.36	1.14	6.0	0.201	83.2	2.78
15	29-III-2-IV	96.5	9	10.48	1.16	6.2	0.171	103.8	2.87
16	2-6-IV	100.0	9	10.30	1.14	5.8	0.154	104.3	2.78

cessus de sécrétion, qui se produisent pendant l'élimination du liquide aqueux. On pourrait aussi supposer que l'aliment contient des substances stimulantes qui sont éliminées lors de l'excrétion intensifiée. La période suivante, période de stabilisation de la vitesse des processus de désassimilation, résulte de l'établissement d'un équilibre entre la quantité de réserves dans l'intestin et la vitesse de leur consommation.

Le parallélisme qui existe entre la réduction du poids du corps par suite de l'élimination de l'eau et la réduction de l'intensité du métabolisme, pourrait suggérer l'idée que l'accroissement initial du métabolisme n'a point pour cause l'influence spécifique de la nourriture, mais uniquement l'augmentation du travail musculaire résultant de l'accroissement du poids d'un corps. Cette supposition serait en quelque sorte confirmée par les recherches de COHNHEIM et UEXKULL (4, 5), qui ont constaté chez les sangsues la grande influence du travail musculaire sur la vitesse de l'échange respiratoire.

On pourrait soulever bien des objections contre cette interprétation. Avant tout, la mobilité des animaux diminue après l'ingestion de la nourriture, et même si elle augmentait, les auteurs mentionnés ont démontré qu'un poids plusieurs fois plus grand que celui du maximum de nourriture serait nécessaire pour intensifier à un tel point l'échange gazeux. Ensuite les expériences au cours desquelles les variations de l'intensité du métabolisme ne concordent point avec les variations du poids du corps ne permettent pas une telle interprétation. Ainsi dans la dernière série expérimentale (tableau VI), l'élimination de CO_2 est le plus intense entre le troisième et le cinquième jour, tandis que le poids du corps diminue pendant ce temps de 2.00 à 1.34 gr., c'est-à-dire jusqu'à 70%. Dans d'autres expériences, surtout dans les expériences calorimétriques, le métabolisme énergétique se maintient durant une période assez longue au même niveau quoique le poids d'un corps subit en même temps une réduction considérable.

Les recherches de RUBNER (11) relatives à l'influence des différentes sortes de nourriture sur le métabolisme énergétique des homéothermes faisaient prévoir que l'augmentation du métabolisme des sangsues dépendrait aussi de la quantité de nourriture absorbée. RUBNER avait constaté que l'action dynamique de la protéine comporte environ 31% et que l'augmentation de la production de la chaleur est proportionnelle à la quantité de nourriture ingérée.

TABLEAU VII.

N ^o de la série d'expérience	Numéro du tableau	Poids de l'animal inanité	Quantité de sang absorbé par une sangsue		Intensité du métabolisme				Augmentation du métabolisme	
			en grammes	en pour cent du poids du corps	unités de la mesure	à l'état d'inanition	après ingestion de la nourriture	en unités absolues	en pour cent du métabolisme d'inanition	
1	VIII	0.99	1.28	28.3	mgr. CO ₂	2.98	4.65	1.67	56	
2	VI	0.65	1.35	107.7	mgr. CO ₂	1.42	4.71	3.29	231	
3	II	2.39	5.05	111.2	cal.	7.2	39.0	31.8	442	
4	III	2.59	6.50	150.9	cal.	18.0	58.4	40.4	224	
5	I	2.84	7.26	155.6	cc. O ₂	3.69	8.33	4.64	125	
6	IV	2.08	8.48	307.7	cal.	7.2	36.6	29.4	408	
7	V	1.70	8.29	387.6	cc. O ₂	3.03	9.0	5.97	197	

Un rapport analogue se dessine nettement déjà dans la série d'expériences exposée plus haut et dont les résultats furent recueillis sur le tableau VII; la quantité de nourriture ingérée a été exprimée en pour cent du poids du corps, et son influence dynamique en pour cent du métabolisme d'inanition; l'intensité du métabolisme a été calculée d'après les moyennes des quelques premières mesures de chaque série. Quoique l'accélération des processus cataboliques soit visiblement influencée par la quantité de nourriture ingérée, les chiffres cités montrent de grandes déviations, qui ont leur cause dans la diversité du matériel étudié et des méthodes employées et aussi dans les conditions variables de température.

Il était donc nécessaire d'entreprendre une série d'expériences dans des conditions aussi uniformes que possible, où la quantité de nourriture seule varierait d'expérience en expérience. Une série d'expériences répondant à ces conditions (tableau VIII) a

TABLEAU VIII.

N° de la série d'expérience	État des animaux	Quantité de sang ingéré		Date	Durée de l'expérience h.	Nombre d'animaux	Poids		Quantité de N dégage		Quantité de CO ₂ dégage	
		durant l'expérience gr.	depuis le début par un animal gr.				durant l'expérience gr.	d'un animal gr.	durant l'expérience mgr.	par un animal en 24 heures mgr.	durant l'expérience mgr.	par un animal en 24 heures mgr.
I	Inaniés	0	0	25-27-I	47.7	15	15.95	1.06	3.3	0.111	102.8	3.45
		0	0	27-29-I	43.3	15	—	—	5.7	0.211	90.9	3.36
		0	0	29-I-3-II	126.0	15	—	—	10.7	0.136	202.8	2.58
		0	0	3-11-II	186.7	15	14.93	0.99	15.6	0.133	297.9	2.55
II	Nourris	3.13	0.313	16-19-II	73.0	10	12.71	1.27	13.9	0.457	152.9	5.03
		3.13	0.313	19-23-II	95.2	10	—	—	15.0	0.378	169.5	4.27
		3.13	0.313	23-26-II	71.7	10	—	—	12.0	0.401	121.4	4.06
		3.13	0.313	26-II-6-III	186.5	10	12.98	1.30	21.2	0.273	251.4	3.23
III	Nourris	4.97	0.810	6-8-III	52.2	10	17.95	1.79	15.4	0.708	136.1	6.26
		4.97	0.810	8-10-III	42.5	10	—	—	10.4	0.587	110.8	6.26
		4.97	0.810	10-12-III	47.7	10	—	—	7.2	0.361	116.9	5.88
		4.97	0.810	14-16-III	44.7	10	17.07	1.71	11.2	0.601	146.5	7.87
IV	Nourris	27.5	3.585	16-17-III	27.5	10	44.82	4.48	10.4	0.908	167.5	14.6
		27.5	3.585	17-18-III	23.0	10	—	—	20.0	2.087	126.4	13.2
		27.5	3.585	18-20-III	47.5	10	—	—	23.8	1.203	237.4	12.0
		27.5	3.585	20-23-III	72.0	10	44.20	4.42	35.8	1.170	370.9	12.4

été exécutée sur les mêmes animaux. On mesure la quantité de CO₂ et d'azote produits pendant l'inanition et après l'ingestion de diverses quantités de sang; la température était égale à 25°C pendant toute la durée de la série. Durant la première période, les animaux se trouvaient à l'état d'inanition, au début de la seconde, ils furent nourris d'une petite quantité de sang (0.313 gr. par animal), au début des deux périodes suivantes on augmenta la ration jusqu'à 0.810 et 3.585 gr. par animal.

L'étude du tableau nous apprend que l'accélération du métabolisme chimique dépend de la quantité de nourriture ingérée et que cette accélération est sensiblement proportionnelle à la quantité de nourriture absorbée à la fois. Ce rapport ressort clairement des données du tableau IX, qui n'est qu'un extrait des résultats de l'expérience

TABLEAU IX.

N° de la série d'expérience	État des animaux	Quantité de sang ingéré par une sangsue gr.	Quantité de CO ₂ produit par un animal en 24 heures mgr.	Accroissement de la production de CO ₂ correspondant à la nourriture ingérée mgr.	Accroissement de la production de CO ₂ correspondant à 1 gr. de nourriture.	
					en mgr. de CO ₂	en % du métabolisme d'inanition %
I	Inanition	0	2.98	—	—	—
II	Ingestion de nourriture	0.313	4.15	1.17	3.73	125.8
III	» »	0.497	6.39	2.24	4.51	151.3
IV	» »	2.775	13.05	6.66	2.40	80.5
					3.55	119.2

précédente. L'accroissement moyen de la production de CO₂ qui suit l'ingestion de différentes rations de sang y est calculé.

Il ressort de ces calculs, que dans les conditions d'expérimentation, c'est-à-dire lorsqu'un animal soumis à l'inanition pèse 1.02 gr. et sa production de CO₂ est égale à 2.98 mgr., l'ingestion d'un gramme de sang provoque une augmentation de la production de ce gaz égale à 3.55 mgr. en 24 heures. De là nous arrivons à la conclusion suivante : la quantité de nourriture contenue dans 1 gr. de sang (environ 685 cal. d'énergie chimique physiologiquement utilisable) qui dépasse 160 fois le taux journalier à l'état d'inanition d'un gramme de poids vivant augmente l'intensité des processus cataboliques de 120%

en comparaison avec le métabolisme d'inanition. Comme dans certains cas les sangsues sont capables d'introduire dans leur intestin une quantité de sang dépassant cinq fois le poids de leur corps, on peut se faire une idée des réserves énormes de nourriture dont les sangsues peuvent se munir en une seule fois, et de la prodigalité avec laquelle elles utilisent l'énergie de la nourriture qui leur est physiologiquement disponible.

Dans la série rapportée sur le tableau VIII j'ai déterminé outre le CO^2 dégagé, l'azote des excréta : les chiffres présentés démontrent que sous l'influence de la nourriture, la quantité d'azote excrété augmente au commencement beaucoup plus que la production de CO^2 . Dans cette série d'expériences, les périodes d'observations après ingestion de nourriture furent d'assez courte durée et ne nous donnent aucune idée sur le rapport de CO^2 : N dans les périodes plus tardives du métabolisme d'assimilation.

Ces conditions ont été remplies dans une autre série d'expériences, représentée sur le tableau X ; cette série dura deux mois. En examinant les chiffres de ce tableau nous constatons ici que l'augmentation de l'excrétion d'azote dure relativement peu de temps : après quinze jours environ la production de l'azote diminue et atteint bientôt le niveau d'inanition.

Comme la production de CO^2 ne présente qu'une mesure approximative du métabolisme des substances organiques, j'ai déterminé en outre dans la même expérience le carbone des excréta solides dissous dans l'eau (méthode de MESSINGER-TANGL) (1) , il a été ainsi possible d'établir le rapport du carbone et de l'azote dégagé pendant la période de métabolisme d'assimilation.

Ces données (tableau X) confirment et élargissent les résultats précédemment obtenus. La valeur du rapport C : N qui donne la mesure du métabolisme des composés azotés et non-azotés, s'abaisse subitement après l'ingestion de la nourriture, comme il était à prévoir que l'augmentation de l'excrétion de l'azote dans cette période : de 4.12 (pendant l'inanition) la valeur C : N s'abaisse jusqu'à 2.54. Durant les périodes suivantes le métabolisme de l'azote décroît graduellement par rapport au métabolisme du carbone, ce qui se traduit par l'accroissement progressif du rapport C : N. Si nous divisons toute la série en

(1) V. FR. TANGL et G. V. KERESZTY (13).

TABLEAU X.

N° de l'expérience	Date	Durée de l'expérience h.	Nombre d'animaux	Poids des animaux gr.	CO ₂			C			N dans les excreta mgr.	C/N
					dans l'air mgr	dans l'eau mgr.	production totale mgr.	dans les excré- tions solides mgr.	en CO ₂ mgr.	quantité totale dans les pri- dills de désas- similation mgr.		
1	2-5-II	77.5	10	20.05	105.5	35.2	140.7	7.6	38.4	46.0	18.1	2.54
2	5-7-II	47.0	10	13.41	73.1	25.9	99.0	9.5	27.0	36.5	10.4	3.52
3	7-10-II	72.5	10	13.58	90.9	25.3	116.2	7.2	31.7	38.9	11.8	3.30
4	10-13-II	69.5	10	13.23	73.8	21.3	95.1	8.4	25.9	34.3	9.3	3.70
5	13-17-II	95.5	10	13.08	104.6	25.9	130.5	8.1	35.6	43.7	10.1	4.31
6	17-19-II	48.2	10	12.61	34.4	16.7	51.1	4.6	13.9	18.5	5.8	3.20
7	19-22-II	71.2	10	12.27	74.2	18.7	92.9	5.5	25.4	30.9	7.8	3.98
8	22-25-II	70.2	10	12.24	76.2	16.5	93.3	8.5	25.4	33.9	7.8	4.35
9	25-28-II	70.2	10	12.16	74.1	16.3	90.4	6.4	24.6	31.0	7.2	4.29
10	28-II-4-III	116.2	10	11.84	109.4	20.6	130.0	7.4	35.4	42.8	9.3	4.59
11	4-7-III	74.7	10	11.70	66.9	21.1	88.0	5.9	24.0	29.9	7.2	4.15
12	7-10-III	72.0	10	11.91	68.4	23.4	91.8	7.1	25.0	32.1	7.4	4.31
13	10-13-III	71.7	10	11.36	63.6	19.6	83.2	5.4	22.7	28.1	6.0	4.65
14	29-III-2-IV	96.5	9	10.48	84.2	19.6	103.8	13.2	28.3	41.5	6.2	6.71
15	2-6-IV	100.0	9	10.30	95.2	9.1	104.3	5.5	28.4	33.9	5.8	5.88

quatre périodes égales, nous obtenons les valeurs moyennes suivantes pour le rapport C : N = 3.26-3.96-4.23-5.14.

Ce rapport possède durant les premiers jours une valeur très basse, ne répondant pas à la proportion de ces éléments dans les protéines du corps des sangsues (= 3.33), ce qui témoigne qu'une partie du carbone protéique n'apparaît point dans les produits du métabolisme. La rétention du carbone d'autre part, prouverait que la molécule de protéine alimentaire ne subit qu'une désintégration partielle. Comme il est certain que des processus d'assimilation ont lieu durant la période du métabolisme intensifié, et il est possible qu'après le détachement de l'azote, le reste de la molécule protéique se transforme en substances ternaires, déposées dans l'organisme comme substances de réserves — surtout en glycogène — qui prend une part plus active que les autres principes du métabolisme d'inanition (BIALASZEWICZ 3).

Avec le temps, par suite de la participation de plus en plus intense des principes ternaires, la désintégration des protéines alimentaires diminue graduellement.

Une interprétation définitive de nos résultats est actuellement impossible et cela pour deux raisons. Il est avant tout sûr que le sang principal aliment des sangsues, contient de l'azote non-protéique, et que le dégagement intense de cet azote masque le métabolisme protéique proprement dit. En outre, comme les transformations chimiques qui ont lieu dans le corps même des animaux alimentés nous sont inconnues, nous ne possédons pas de preuves directes qui pourraient élucider le rôle et les transformations des substances protéiques dans le métabolisme d'assimilation.

BIBLIOGRAPHIE.

1. K. BIALASZEWICZ. — Ueber den Nutzeffekt der beim hungernden Bluteigel zerfallenden stickstoffhaltigen Körpersubstanz. *Compt. Rend. de la Société des Sc. de Varsovie*, VIII, 127-144. 1915.
2. ID. — Appareil d'analyse respiratoire pour les animaux inférieurs. *Ibid.*, IX, 991-1008. 1916.
3. ID. — Études comparées sur le métabolisme chimique et énergétique. L'inanition et la nutrition chez les Hirudinées. *Travaux de la Société des Sc. de Varsovie*, n° 32, 1-114. 1919.
4. O. COHNHEIM. — Ueber den Gaswechsel von Tieren mit glatter und quergestreifter Musculatur. *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, LXXVI, 298-313. 1912.

5. O. COHNHEIM UND S. UEXKULL. — Die Dauerkontraktion der glatten Muskeln. *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, LXXVI, 1912.
 6. B. ELSAS. — Der Einfluss der Nahrungszufuhr auf den Gaswechsel des Kaltblüters. *Zeitschr. f. Biol.* LXII, 1913.
 7. E. GODLEWSKI (sen). — O nitryfikacji amonjaku. *Rozpr. Akad. Umiej. w Krakowie*. 1896.
 8. ST. J. PRZYLECKI ET W. KARCZEWSKI. — Le métabolisme protéique chez les grenouilles à jeün et après une nourriture hydrocarbonée. *Arch. Intern. de Physiol.*, XXII, 208-218. 1923.
 9. A. PUTTER. — Der Stoffwechsel des Blutegels. (*Hirudo medicinalis* L.) Teil I. *Zeitschr. f. allg. Physiol.*, VI, 217-286. 1907.
 10. — Der Stoffwechsel des Blutegels. (*Hirudo medicinalis* L.). Teil II. *Zeitschr. f. allg. Physiol.*, VII, 16-61. 1908.
 11. M. RUBNER. — Die Gesetze des Energieverbrauchs bei der Ernährung. Berlin und Wien. 1902.
 12. FR. TANGL. — Ein Kalorimeter für kleine Tiere. *Bioch. Zeitschr.* LIII, 21-35. 1913.
 13. FR. TANGL UND G. V. KERESZTY. — Zur Methodik der Bestimmung des Kohlenstoffes organischer Verbindungen auf nassem Wege. *Bioch. Zeitschr.*, XXXII, 1911.
 14. G. WEISS. — Influence de l'albumine et de la glucose sur les échanges gazeux de la grenouille. *C. R. Soc. Biol.*, XLVIII, 732-735. 1910.
 15. J. VIEWEGER. — Sur les conditions de l'assimilation des protéines chez les animaux poikilothermes pendant la période post-jeünale. *Travaux de l'Institut Nencki (Varsovie)*, I, 1-42. 1922.
 16. ID. — Sur la production des réserves non-azotées pendant l'assimilation des protéines chez les animaux poikilothermes. *Travaux de l'Institut Nencki (Varsovie)*, II, n° 30, 1-23. 1923.
-

On peut d'ailleurs, sans leur faire perdre la valeur probante des originaux, retoucher les lignes blanches à la gouache, ou les fonds noirs à l'encre de Chine. Les lettres ou les inscriptions surajoutées doivent être bien lisibles.

Quant aux graphiques tracés sur papier quadrillé, on est prié de n'employer pour leur confection que du papier millimétré *imprimé en noir*.

Les clichés obtenus ainsi doivent avoir des dimensions qui ne dépassent pas la *justification* des Archives, de façon à pouvoir être *intercalés* dans le texte, ce qui constitue un mode de publication à la fois moins onéreux et plus agréable pour le lecteur que celui qui consiste à réunir les figures en planches reportées *à la fin* du mémoire.

La photographie sur zinc permet d'ailleurs de réduire en toute proportion (d'un quart, d'un tiers, de moitié, etc.) les dimensions des graphiques qui dépasseraient notablement la justification du texte. On peut également couper un grand graphique en deux ou plusieurs sections, à placer les unes à la suite des autres.

Les mêmes remarques s'appliquent aux autres figures à intercaler dans le texte. Les dessins au trait faits à la plume (hachures et points) sont les plus faciles à reproduire par la zincographie, soit en grandeur naturelle, soit mieux encore en réduction (fournir dans ce cas un dessin de grandeur double, triple...) Les traits doivent être faits à l'encre bien noire (encre de Chine) sur du papier lisse ou du bristol. Les dessins au lavis à l'encre de Chine, les bonnes photographies (prière de joindre le négatif quand on le possède) etc. se prêtent également bien à la confection directe de clichés (en similitravure).

Il y a avantage à ne pas faire exécuter séparément les très petits graphiques, mais à les grouper (voir par ex. la fig. de la p. 129, tome V) de manière à constituer des clichés d'environ 50 centimètres carrés. En effet, le prix des clichés est le même, quelle que soit leur surface, quand celle-ci ne dépasse pas ce minimum de 50 c. c. Dans ce cas, on peut numéroter les différents graphiques d'un même cliché et les séparer par un liseré blanc ou noir.

Archives Néerlandaises de Physiologie de l'homme et des animaux

Ces Archives, publiées par W. EINTHOVEN, H. J. HAMBURGER, C. A. PEKELHARING, G. VAN RYNBERK et H. ZWAARDEMAKER, paraissent en fascicules publiés quatre fois par an. Chaque volume, d'environ 600 pages, contient à peu près l'ensemble de la production scientifique des physiologistes hollandais. La Rédaction publie une analyse des travaux non publiés dans ces Archives : ainsi les Archives néerlandaises donneront un aperçu complet du développement de la physiologie en Hollande.

Le prix de l'abonnement est fixé à 15 florins par volume. On s'abonne chez tous les libraires ou chez Martinus Nyhoff, éditeur, Lange Voorhout 9. La Haye.

Archives internationales de Physiologie

SOMMAIRE DU FASCICULE 3, VOL. XXIII

(54 figures).

	Pages
XVI. D. DANIELOPOLU (<i>Bucarest</i>). — Action de l'excitation mécanique du vague au cou sur la motilité de l'estomac chez l'homme (9 figures) ...	205
XVII. K. BIALASZEWICZ (<i>Varsovie</i>). — Influence de la nutrition sur le métabolisme chimique et énergétique chez les sangsues	218
XVIII. S. LA FRANCA (<i>Naples</i>). — Les variations du tonus cardiaque chez l'homme	235
XIX. I. GUNZBURG (<i>Bruxelles</i>). — Action des ions radioactifs sur le muscle strié de la grenouille (35 figures)	250
XX. J. HOET, G. LECLEF et G. DELRUE (<i>Louvain</i>). — Recherches sur la synthèse des vitamines B par les microorganismes (4 figures)	284
XXI. D ^r GUERRA (<i>Bruxelles</i>). — Contribution à l'étude du travail du cœur de la grenouille (6 figures)	299

Les Archives Internationales de Physiologie sont l'organe des Publications des Laboratoires de Physiologie des Universités de Belgique.

Elles sont ouvertes également à la production scientifique des laboratoires des pays alliés ou neutres.

Les clichés sont offerts aux auteurs à titre gracieux.

Conditions de la souscription

Les Archives Internationales de Physiologie paraissent par fascicules de 100 à 120 pages. Quatre fascicules forment un volume.

Le prix de l'abonnement est de quarante francs belges par volume pour la Belgique et de quarante francs français pour la France et l'Étranger. Les anciens volumes disponibles se vendent au même prix.

Les auteurs reçoivent gratuitement 40 tirages à part de leurs travaux. Ils peuvent en obtenir un plus grand nombre à leurs frais.

Le prix de ces tirages supplémentaires *sans remaniement* (minimum 50 exemplaires) est fixé provisoirement à 27 ½ c. par feuille ou fraction de feuille, 7 ½ c. par couverture, 5 c. pour brochage (par feuille).

On est prié d'adresser tout ce qui concerne la rédaction des *Archives internationales de Physiologie* à LÉON FREDERICQ, Liège (Belgique), Boulevard Frère-Orban, 3 bis. Les abonnements se prennent chez Gaston DOIN, éditeur à Paris, place de l'Odéon, 8.