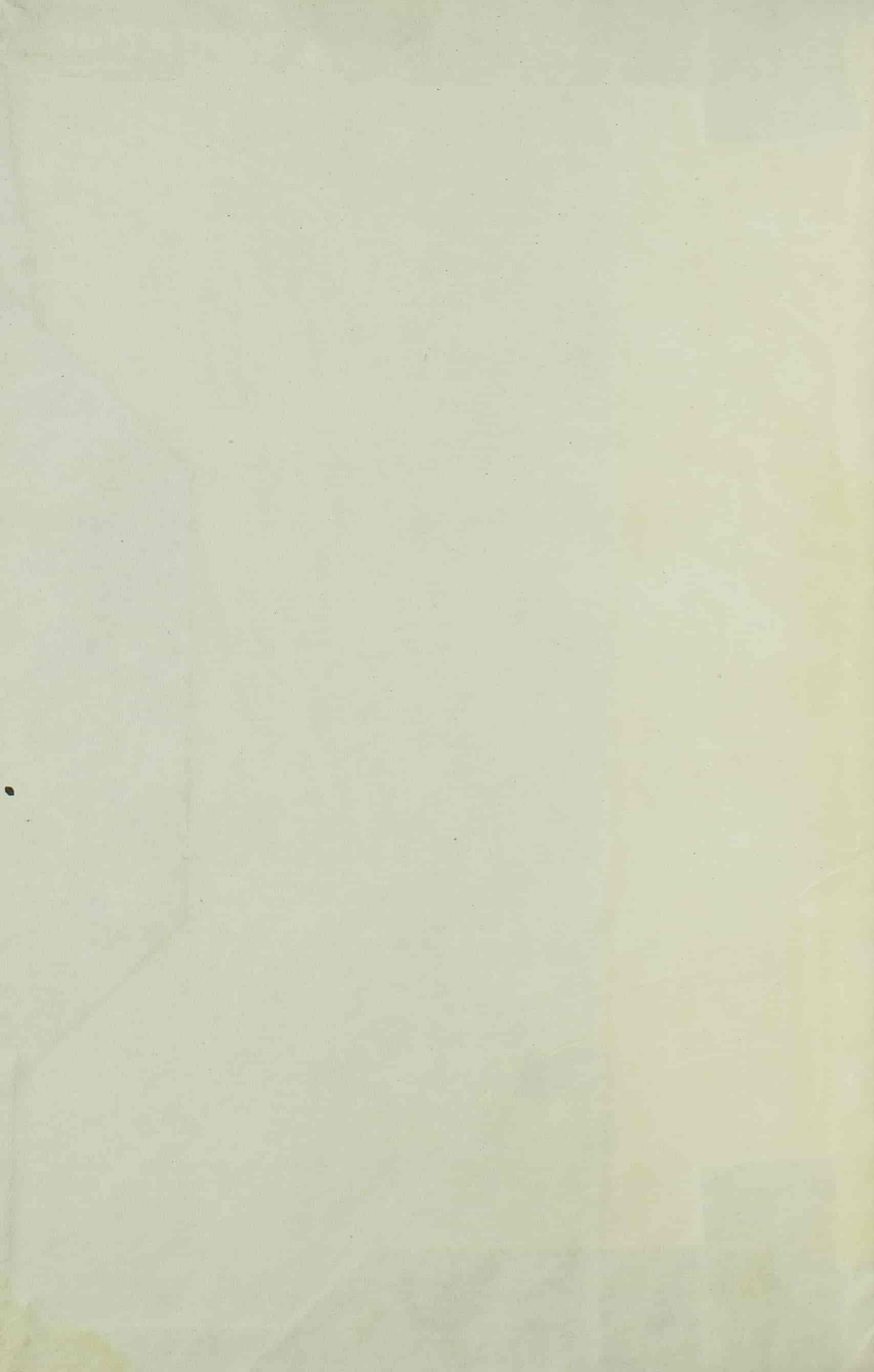


H 413



№ 113

УНИВ. БИБЛИОТЕКА

И. Бр. 111159

О ПРИРОДИ ГОРИВА У ПРОИЗВОДЊИ ДОПУНСКЕ ТОПЛОТЕ

ИЗУЧАВАЊЕ КОЛИЧНИКА ДИСАЊА

од

ИВАНА БАЈЕ и БРАНИМИРА МАЛЕША



О ПРИРОДИ ГОРИВА У ПРОИЗВОДЊИ ДОПУНСКЕ ТОПЛОТЕ

ИЗУЧАВАЊЕ КОЛИЧНИКА ДИСАЊА

Од ИВАНА БАЈЕ и БРАНИМИРА МАЛЕША

(Приказано на скупу Академије Природних Наука од 10. јуна 1927.)

УВОД

I. ЦИЉ ОВОГА РАДА

У изучавању допунске топлоте и врхунског метаболизма, једно од најважнијих питања које се поставља јесте: шта организам сагорева да би произвео вишак топлоте у разним стањима исхране, кад прелази са температуре термичне неутралности на нижу температуру? У крајњој борби против хладноће нашли смо да разне животиње производе 3—5 пута више топлоте него на термичној неутралности и другим погодбама добивања основнога промета. Запитали смо се: које гориво употребљава, које резерве мобилише организам, у разним стањима исхране, када са термичне неутралности прелази на нижу температуру или који је хлађењем приморан развити свој врхунски метаболизам. То питање, чини нам се, спада у основне проблеме биоенергетике као и проблем горива у мишићноме раду. Па ипак, док је овај последњи исцрпно изучаван, није нам ништа познато о питању које изложисмо.

II. НЕКОЛИКА ТЕОРИЈСКА РАЗМАТРАЊА

Ова неколика теоријска разматрања која ћемо сада учинити послужила су нам као вођ у постављању наших огледа и у тумачењу резултата до којих смо дошли.

Запитајмо се најпре да ли организам може производити допунску топлоту не тичући своје резерве, и, ако их већ тиче да ли их може одмах надокнадити градивом које доноси храна?



Јасно је да организам то може учинити ако је кадар без прекида производити допунску топлоту а уз то одржавати се дуже времена у равнотежи своје тежине. У томе случају организам налази у храни, непосредно или посредно, гориво потребно допунској топлоти. А може ли организам стално, без прекида, производити допунску топлоту? Најпре, нема сумње да ни један хомеотерм није кадар живети стално на режиму врхунског метаболизма. Кад се има на уму да је калоријска вредност врхунског метаболизма, као што рекосмо, 3—5 пута већа од базалног метаболизма, требало би да апарат за варење у томе односу стално повећа свој рад да би могао задовољити потребе производње топлоте те да организам не губи своје резерве. Осим тога нема сумње да живчани механизам који управља тим крајњим топлотним напором не може радити без одмора. Али опет исто је тако несумњиво, чини нам се, да неке животиње могу без прекида производити *један део само* своје допунске топлоте. Тице нарочито, кокоши, патке, гуске, — да поменемо само оне домаће које смо проматрали, — могу живети а да не буду ни један тренутак на термичној неутралности, чак ни за спавања. Допунска топлота може се, изгледа, производити и за сна. У човека пак, у кога иначе цело питање производње допунске топлоте није јасно, не може се исто тврдити. Човек тражи термичну неутралност нарочито за спавање и пати ако то не може остварити. Истина је да и многе животиње траже термичну неутралност за свој отпочинак, пас и мачка на пример. Али свако зна да те животиње, пас нарочито, може спавати и на хладноћи, на температурама које су далеко испод термичне неутралности. Сумњиво је да све дивље животиње могу зими за спавање остварити термичну неутралност. Многе теже томе, сисари нарочито, скривајући се у своје јазбине, где се чланови једне породице једно уз друго тискају да би смањили своју површину а са њом и губитак топлоте. У истоме циљу животиње се на разне начине згуре, савију у клупче, растресу своје перје и искоришћују топлоту издисаног ваздуха стављајући главу под крило или пазухо. Осим тих средстава која, чини нам се, готово све животиње употребљују, има животиња које иначе слабо хају за то на којој ће температури отпочинути. Наша домаћа живина спава, поред отворених кокошињака, под ведрим небом, на температури од — 10° и нижој још. Гуске и патке и на најјачим цичама

које у нас бивају, као да смањују своју топлотну депердицију једино стављајући кљун под крило и стојећи на једној ноzi. Истина је, тице су зими боље заштићене својим перјем; затим треба и на то помишљати да има, може бити, физиолошких механизма, који могу врло знатно мењати топлотну депердицију, тако да се у тих животиња и сама температура термичне неутралности може мењати, премда смо у патке нашли увек знатно већу потрошњу кисеоника на 17° него на 25° (термична неутралност).

Као што рекосмо, неки хомеотерми могу без прекида производити допунску топлоту, бар до извесне висине према врхунскоме промету. То се стално калорификовање може упоредити са аутоматским мишићним радом срца, апарата за дисање и др., са том разликом што тај мишићни рад узима много мањи удео у целокупном промету енергије него што може узети на себе стална допунска топлота.

Почем производња допунске топлоте може бити стална функција, то се она, као и све друге сталне функције, може снабдевати горивом а да се стање хранљивих резерва не промени. Ако та функција захтева какву од тих резерва за своје потребе, ова је с места надокнађена градивом које доноси храна, тако да то не утиче на крајњи резултат организмовог метаболизма материје. Средњи количник дисања оног организма који производи допунску топлоту и који је у равнотежи исхране, мора бити, јасно је, једнак количнику дисања који та храна даје. Разуме се, у ствари ће бити мало друкчије од ових теоријских разлагања, јер, најпре, пристизање хране у крвоток, с обзиром на периодичност, више или мање сталну, њена узимања, не врши се равномерно, па према томе ни надокнађивање резерва; затим ни производња допунске топлоте не може преко целог дана бити увек иста, ако не ради чега другога а оно ради мишићнога рада, чија се топлота одузима од допунске топлоте. У неколико речи: равнотежа у случају допунске топлоте, као многе друге равнотеже у физиологији, само је алгебарски збир неуравнотежених појава које се нижу у току дужих или краћих периода времена.

III. УПОТРЕБЉЕНА ТЕХНИКА

Да би се дознало које гориво организам употребљује у датим погодбама исхране за производњу допунске топлоте, потребно је изучавати његове материјалне размене упоредно на температури термичне неутралности, на којој је допунска топлота сведена на нулу, и на нижој температури. У овоме раду смо изучавали количник дисања (QR) упоредно на термичној неутралности и у погодбама у којима је организам приморан развити или један део своје допунске топлоте, или целокупну допунску топлоту, т. ј. свој врхунски метаболизам.

Своје смо огледе вршили на одраслој патци. Изабрали смо ту животињу што се може хранити сваковрсном храном, што је уопште издржљива и што је по својој величини згодна за апарат који употребљавамо а који ћемо ниже описати. Резултатима добивеним на патци додаћемо оне које смо раније добили на пацову, у кога смо у другоме циљу забележили вредност количника дисања на термичној неутралности и на нижим температурама.

За мерење гасовитих размена већих животиња као што је патка, удесили смо апарат на принципу непрекидног проветравања.

Кроз ковчег одређене запремине, у који ће се сместити животиња, протиче ваздух који се, пошто је прошао кроз ковчег прикупља у газометру. Одређивањем састава ваздуха 1. који улази у ковчег, 2. који је у ковчегу у почетку огледа, 3. који је у ковчегу на крају огледа, и 4. који се налази у газометру, лако је израчунати колико је кисеоника нестало а колико се је угљен-диоксида појавило у току огледа.

Ковчег у који се ставља животиња јесте стаклени аквариум, тако да се животиња може видети и проматрати у току огледа. Дименције су му 39 цм. дужине, 23,5 цм. ширине и 24,5 цм. висине. Кроз метални заклопац којим је савршено затворен, спуштају се четири цеви скоро до дна ковчега. Две, шире, су за проветравање, а од ужих једна је за термометар а друга за узимање примерака ваздуха за анализу.

Проветравање ковчега врши се тако што се регулатор равнотеже газометра Tissot оптерети једним тегом те газометар усисава ваздух у себе. Стављајући већи или мањи тег, отварајући више

или мање славину која је на цеви што везује газометар за ковчег, може се подесити проветравање у разним јачинама. Сав ваздух који је прошао кроз ковчег прикупља се у газометру, из кога се узима примерак за анализу, прочитавши претходно запремину, температуру и притисак тог ваздуха. Да би се ваздух у газометру могао добро измешати, намештена је на рачвастој цеви код славине једна крушка од каучука којом се врши мешање пре узимања пробе.

Према томе на којој температури треба да се оглед изврши, стављали смо ковчег или у термостат регулисан на температури термичне неутралности дате животиње, или у суд са ледом.

Кад је животиња у ковчегу а овај у термостату или у леду, успостави се одмах проветравање, брзином која се искуством показала потребном да би у ваздуху у ковчегу било 2—3 на сто угљен-диоксида. Кад се животиња смирила и кад је апарат попримио температуру средине, проветрава се још неко време да би животиња имала кад да своју терморегулацију подеси према новим приликама. Кад је и то учињено, затвори се славина на газометру и тиме прекине свака веза између њега и ковчега, да се газометар потпуно испразни и тиме прихвати за мерење које има да почне. Узме се из ковчега примерак ваздуха на уобичајени начин: помоћу два суда спојена гуменом цеви а у којима се налази засићен раствор калцијум-хлорида. Да би се пре него што се узме примерак из ковчега, ваздух у њему добро измешао, по неколико пута се ваздух увлачи у суд за узимање примерака и нагло се потискује натраг у ковчег. Најзад се узме примерак за анализу (примерак I) и забележи тачно тренутак кад је то учињено, температура која у томе тренутку влада у ковчегу и барометарски притисак. Затим се успостави проветравање отварањем славине на газометру. Кад се оглед приближује крају, а то је у нашим испитивањима после $\frac{1}{2}$ —1 сата, прекине се проветравање затварањем поменуте славине и затвори се цев на коју је ваздух улазио у ковчег. Узме се поново примерак ваздуха из ковчега (примерак II), промешавши га најпре онако како смо већ рекли. Тренутак коначног узимања примерка назначује крај огледа. Забележи се температура у ковчегу и барометарски притисак. Најзад се забележи температура, притисак и запремина ваздуха у газометру и узме примерак његова ваздуха (примерак III).

А. АНАЛИЗЕ

Анализе ваздуха вршене су апаратом Lanlanié - Plantefol (1) Ево примера сталности резултата у три анализе истог примерка ваздуха у коме је била конфинована једна животиња:

	А	Б	В
N	78,85	78,83	78,83
O ²	17,95	17,96	17,97
CO ²	3,21	3,21	3,20

Б. ИЗРАЧУНАВАЊЕ ГАСОВИТИХ РАЗМЕНА

Анализе примерака I, II и III даће нам процентни састав ваздуха у ковчегу у почетку и на крају огледа, и у газометру. Знајући запремину ковчега и газометра, и температуру и притисак у тренутку узимања примерака, израчунаће се целокупна запремина, на 0° и 760, азота, кисеоника и угљен-диоксида нађених у ковчегу и газометру.

Означимо те запремине :

У ковчегу у почетку огледа са

$$N', O', C';$$

у ковчегу на крају огледа са

$$N'', O'', C'';$$

у газометру са

$$N''', O''', C'''.$$

Тада ће

$$N''' + N'' - N' = N(e)$$

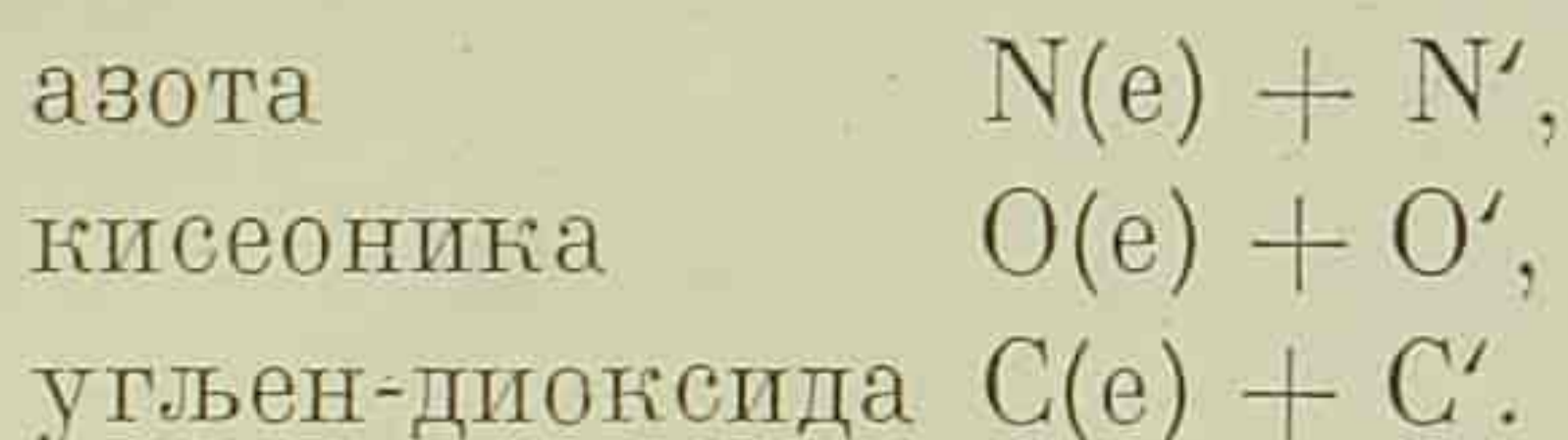
дати запремину азота који је у току огледа унет у апарат проветравањем.

Нека су $K(o)$ и $K(c)$ коефицијенти којима треба помножити азот да би се добила одговарајућа количина кисеоника и угљен-диоксида у ваздуху који је улазио у апарат ; тада ће

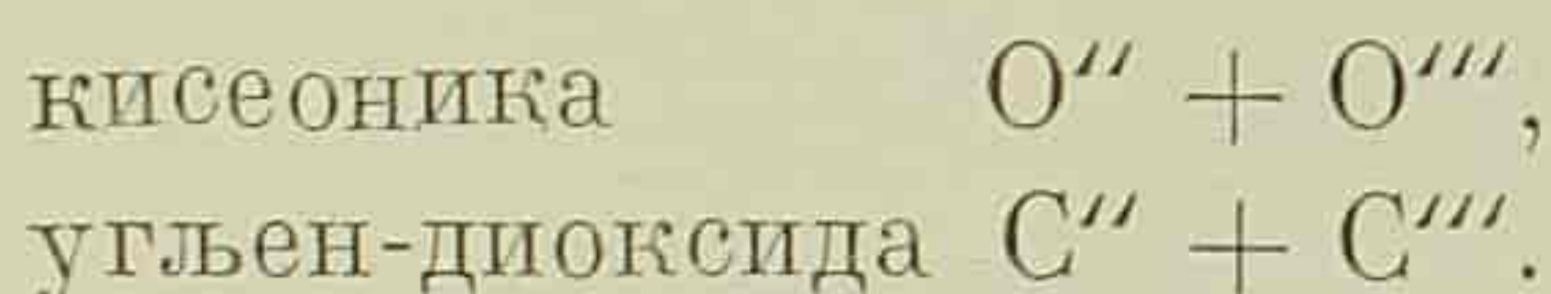
$$N(e) \cdot K(o) = O(e) \text{ и } N(e) \cdot K(c) = C(e)$$

дати запремину унетог кисеоника и угљен-диоксида.

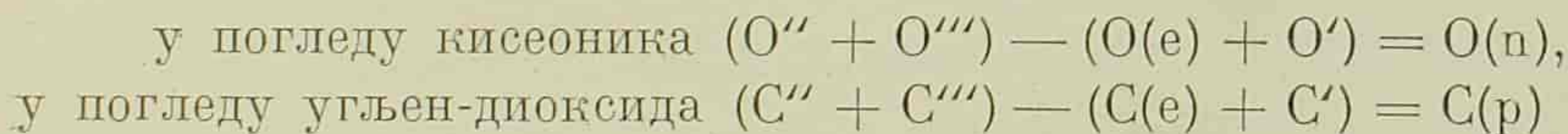
Према томе, да ваздух није претрпео никакве промене процесом дисања, целокупни гасовити садржај на крају огледа био би овај :



Уместо тога нађено је :



Према томе животиња је проузроковала ове промене у садржају ваздуха :



$O(n)$ је нестала количина кисеоника, а

$C(p)$ је произведена количина угљен-диоксида.

Ево пример рачунања у једноме огледу.

Патка бр. 3. Тешка 1950 гр. Гладује два дана. Циљ огледа: базални метаболизам. Запремина ковчега (по одбитку запремине животиње) 21 литар.

Животиња је стављена у ковчег у 8 ч. 30, а овај у термостат регулисан на 30° . Проветравање је одмах успостављено. У 9 ч. 18, пошто је проветравање тренутно прекинуто, узет је из ковчега примерак I. Температура у ковчегу $28,8^{\circ}$; барометарски притисак 749,5.

Газометар је затворен у 10 ч. 10 : казује 61,5 литар на 20° . Узет је из њега примерак III.

Примерак II из ковчега узет је у 10 ч. 18. Температура $29,4^{\circ}$, барометар 749,5.

Анализе дају ове резултате :

Примерак I

Процентни састав.

N	79,53
O ²	18,87
CO ²	1,60

Овога гаса било је на поменутој температури 21 литар. Та запремина сведена на 0° и 760 износи 17,988 л. сувога гаса.¹ Према горњем процентном саставу, та запремина се овако распоређује :

литара сувог, на 0° и 760 :

N	14,307
O ²	3,394
CO ²	0,287.

Примерак II

Процентни састав

N	80,1
O ²	16,7
CO ²	3,2

Литара сувог, на 0° и 760 :

N	14,366
O ²	2,995
CO ²	0,573

Примерак III

Процентни састав

N	79,45
O ²	19,05
CO ²	1,50

литара сувог, на 0° и 760 :

N	43,7
O ²	10,47
CO ²	0,82.

¹ Употребљујући формулу $V_0 = \frac{b_0 - e}{(1 + 0,003670 \cdot t) 760}$ рачунање је олакшано таблицама које дају вредност $\log \frac{b_0 - e}{(1 + 0,003670 \cdot t) 760}$ (на пример у: Abderhalden, Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abt. IV, Th. 10.) Али у тим таблицама се претпоставља да је гас на истој температури на којој и барометар, а то у нашим огледима махом није случај. Таблице које су недавно дали Leroy и Plantefol (Annales de physiologie et de physico-chimie biologique III, 377, 1927.) воде и о томе рачуна и одговарају потпуно потреби тих врста огледа.

У току огледа унето је азота (N(e)) :

$$43,7 + 14,366 - 14,307 = 43,759$$

а са њиме кисеоника (N(e) . K(o)) :

$$43,759 \cdot 0,2642 = 11,561,$$

и угљен-диоксида (N(e) . K(c)) :

$$43,759 \cdot 0,0005 = 0,0218.$$

У ковчегу у почетку огледа било је :

кисеоника 3,30

угљен-диоксида 0,28.

Према томе, да ваздух није претрпео у апарату никакве промене, било би свега :

кисеоника $11,561 + 3,394 = 14,955,$

угљен-диоксида $0,0218 + 0,28 = 0,3018.$

Место тога нађено је :

кисеоника $2,995 + 10,47 = 13,465$

угљен-диоксида $0,573 + 0,82 = 1,393.$

Нестало је дакле кисеоника :

$$14,955 - 13,465 = 1,490$$

а произведено угљен-диоксида :

$$1,393 - 0,3018 = 1,0912.$$

Пошто је оглед трајао тачно један сат, то се ти бројеви односе на ту дужину времена.

Количник дисања QR је дакле :

$$\frac{1,0912}{1,490} = 0,732.$$

В. ОДРЕЂИВАЊЕ КОЛИЧНИКА ДИСАЊА

У оним случајевима у којима нам је било стало само до одређивања количника дисања а не и апсолутне потрошње кисеоника и производње угљен-диоксида, радили смо овако: Ковчег са животињом проветраван је неко време док се животиња не смири и не прилагоди на температуру ; тада се за



неколико тренутака појача проветравање па се онда оно прекине и сви отвори ковчега затворе. После извесног времена, искуством одређеног, пре него што се угљен-диоксид накупио у количини која би могла пореметити нормално дисање, узме се примерак ваздуха и изврши се његова анализа. При израчунавању несталог кисеоника и произведеног угљен-диоксида полази се од нађене количине азота и израчуна се колико њој одговара тих осталих гасова.

Ево један пример :

Примерак гаса узет из ковчега пошто је у њему патка била конфинована извесно време, има овај процентни састав:

N	81,00
O ²	17,50
CO ²	2,50

Пошто ваздух који је улазио у апарат има овај процентни састав :

N	79,10
O ²	20,85
CO ²	0,05

то би нађеној количини азота, 81,00, одговарало у нормалном ваздуху

O ²	21,35
CO ²	0,051

Разлика је дакле, за кисеоник 3,85, а за угљен-диоксид 2,449.

Количник дисања је $\frac{2,449}{3,85} = 0,636$.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО

I. ОДРЕЂИВАЊЕ ТЕМПЕРАТУРЕ ТЕРМИЧНЕ НЕУТРАЛНОСТИ

A. НОРМАЛНА ПАТКА

За мерење основнога промета, — базалнога метаболизма, — потребно је одредити температуру термичне неутралности за животињу која гладује кратко време. У тој сврси почну се мерити гасовите размене на температури која је свакако нижа од температуре термичне неутралности, па се затим мери на све вишој температури док се на тај начин не наиђе на мини-

мум потрошње. Температура тог минимума јесте температура термичне неутралности.

У овоме раду било нам је потребно мерити најмању потрошњу енергије не само у гладовању већ и у разним стањима исхране, да бисмо могли видети како се у тим приликама понаша количник дисања у развијању допунске топлоте.

Температура на којој се та најмања потрошња добива, мора бити различна према природи хране, јер екстра-топлота коју развија специфично динамично дејство појединих састојака хране спустиће температуру термичне неутралности у толико више у колико је то дејство јаче. Према томе морамо очекивати да ће температура термичне неутралности бити најнижа за беланчевинасту храну, па редом све виша за масти и угљене хидрате, а највиша у гладовању.

Тај теоријски предвиђени утицај хране на температуру термичне неутралности може се у патке доказати на прост начин, одређивањем температуре на којој се појављује дахтање. Почетак дахтања при поступно повећаваној температури назначује да је температура термичне неутралности премашена. У колико је температура термичне неутралности нижа у толико ће се и дахтање појавити на нижој температури, па ће вредности температуре дахтања морати бити поређане као и вредности специфичне динамичне акције. Огледи то потврђују.

Дижући постепено температуру средине у којој се налази патка нормално одевена а различно храњена, забележили смо појаву јаснога дахтања (убрзано дисање са притвореним кљупом) на овим температурама (патка бр. 3) :

кратко гладовање	29°—30°
храњена скробом	30°
кљукана скробом	28°
храњена мастима	26°
храњена месом	24°

Термична неутралност, као што нам огледи показаше, налази се на неколико степена (2—4) испод температуре дахтања. У овоме питању треба имати на уму да је кривуља која представља потрошњу енергије у функцији температуре, врло слабо конкавна у пределу термичне неутралности, тако да та

температура не може бити сасвим тачно одређена. Затим треба и то знати да ће се у томе питању наилазити и на личне разлике. На пример, једна наша патка у гладовању није још дахтала на 31° , и на тој температури потрошња је била нешто слабија него на 24° ; друга патка, опет дахтала је већ на 30° . Биће боље, дакле, за сваку јединку најпре проверити температуру неутралности, која је за патку бр. 3, на којој је извршена већина огледа овога рада, била :

у гладовању	око 27°
храна скроб	око 26°
храна маст	око 24°
храна месо	око 20°

Б. ОЧЕРУПАНА ПАТКА

Да бисмо добили врхунски метаболизам, морали смо патку добрим делом очерупати, нарочито по трбуху и леђима. У такве животиње топлотна депердиција је, наравно, повећана, и као последица тога температура термичне неутралности је померена на више.

Патка нормално одевена производила је на 8° око 7,35 калорија на кгр.-час, а кад је очерупана по леђима и трбуху производила је на истој температури 10,2 кал. Неочерупана патка би дала ту производњу, судећи по кривуљи коју смо саградили из неколико експерименталних података, од прилике на 0° , дакле на 8° нижој температури.

Патка, нормално одевена, храњена месом, дахће већ на 23° — 24° . Очерупана као горе, даје прве знаке полипнеје тек после дужег боравка на 30° .

Патка која при гладовању почиње дахтати на 35° кад је очерупана, дахће већ на 30° кад је нормално одевена. Према томе може се узети да је у наше очерупане патке температура термичне неутралности за 5 — 7° виша него у неочерупане.

То су подаци којих смо се држали при мерењу најмањег промета енергије у разним стањима исхране и топлотне депердиционе моћи.

ИЗУЧАВАЊЕ КОЛИЧНИКА ДИСАЊА

А. ГЛАДОВАЊЕ

Оглед I.

Патка бр. 1. Тежина 1380 гр. Храњена кукурузом а 20 часова пред оглед одузета јој је храна.

а) Количник дисања у основном метаболизму

Најпре се тражи температура дахтања. Нађена је на $35,5^{\circ}$. Температура је тада снижена на $33,5$. Мерење гасовитих размена обухвата 45 мин. Животиња је потпуно мировала.

Потрошња кисеоника на сат	1,116 л.
Потрошња угљен-диоксида на сат ...	0,925 л.
Количник дисања	0,829

б) Количник дисања у врхунском метаболизму

Одмах по горњем огледу патка је нахрањена кукурузом па је сутра дан извршено мерење које следи, пошто је животињи одузета храна 14 сати пред то мерење. Тежина 1330 гр.

Да би се добио врхунски промет, животиња је окупана у ледену воду. Температура у клоаци спала је од 41° на 32° . Дрхтање. Стављена у апарат којег је температура $5,4^{\circ}$. Мерење се односи на 45 мин. На крају огледа патка не дрхти више а температура јој је од 37° .

Потрошња кисеоника на сат	4,146 л.
Производња угљен-диоксида на сат	3,085 л.
Количник дисања	0,776

У овоме огледу количник дисања који је у основном метаболизму 0,829, спао је у врхунском метаболизму на 0,776.

Оглед II.

Патка бр. 3. Тежина 1950 гр. Гладује 15 сати. Раније очерупана, сада је обрасла ситним перјем.

а) Количник дисања у основном метаболизму

Претходно животиња борави у апарату 40 минута на $28,8^{\circ}$. Тада отпочиње мерење гасовитих размена. На крају огледа температура у апарату попела се на $29,4^{\circ}$. Оглед траје један сат.

Потрошња кисеоника на сат	1,491 л.
Производња угљен-диоксида на сат	1,063 л.
Количник дисања	0,712

б) Количник дисања у врхунском метаболизму

Чим је измерен врхунски промет, приступи се мерењу врхунскога. Животиња је потпуно очерупана по леђима и трбуху па се добро окупа у ледену воду. Температура тела јој је тада спала на $36,4^{\circ}$. Пошто је постајала 10 мин у апарату на 7° , приступи се почетку огледа, који је трајао пола сата. Тада је у апарату температура 3° .

Потрошња кисеоника на сат	7,048 л.
Производња угљен-диоксида на сат	4,720 л.
Количник дисања	0,669

Оглед III.

Патка бр. 3. Изобилно храњена. Пре огледа 46 сати одузета јој је храна. Тежина 1985 гр. у почетку огледа. Очерупана.

а) Количник дисања у основном метаболизму

Температура апарата варираше је у току огледа од $29,6^{\circ}$ — $30,4^{\circ}$. Животиња је претходно била у апарату 35 минута. Мерење се односи на један сат.

Потрошња кисеоника на сат	1,626 л.
Производња угљен-диоксида на сат	1,151 л.
Количник дисања	0,707

б) Количник дисања у врхунском метаболизму

Одмах после огледа који претходи изврши се овај. Животиња је окупана у ледену воду па је стављена у апарат чија је температура $5,6^{\circ}$. У току огледа који траје 30 мин., температура је спала на 4° . Животиња стоји и дрхти. Извађена из апарата, температура јој је од 35° .

Потрошња кисеоника на сат	6,758 л.
Производња угљен-диоксида на сат	4,716 л.
Количник дисања	0,697

Оглед IV.

Количник дисања на 0° и на термичној неутралности у току дужег гладовања

У овоме огледу изучаван је упоредно количник дисања на термичној неутралности и на температури око 0°. Огледи су вршени на патци бр. 3, нормално одевеној; према томе на 0° се није добивао врхунски промет већ само један део допунске топлоте. Да би се видело да ли ред којим се мери количник дисања на једној и другој температури нема утицаја на однос његових вредности, у овим огледима смо, на супрот ономе што смо радили у огледима који претходе, најпре мерили размене на нижој температури па затим на термичној неутралности. Пре мерења животиња је била изложена бар један сат температури на којој има мерење да се изврши. Мерења на обема температурама вршена су одмах једно за другим.

Дужина гладовања сати	Тежина грама	QR на 27°-28°	QR на 0,5° до + 2°
10	1980	0,800	0,783
23	—	0,875	0,761
38	1895	—	0,797
60	1840	0,825	0,736

Оглед V.

Патка бр. 3. Тежина 1950 гр. Гладује 18 сати. Неочерупана.

а) Количник дисања на 2°—5°

Животиња је држана 1 ч. 25 у апарату на 2°—5°, да би имала времена да се прилагоди новој термичној средини, па је тек онда извршено мерење и то само количника дисања а не и апсолутне вредности гасовитих размена. Тако је вршено у свима идућим огледима у којима није назначена потрошња кисеоника и производња угљен-диоксида већ само вредност количника дисања. У овоме огледу животиња је далеко од тога да даје врхунски промет, већ смо хтели видети да ли количник дисања и онда опада када се развија само мањи део допунске топлоте. У овоме огледу добивено је:

Количник дисања 0,782.

б) Количник дисања на 25°

Одмах после горњег огледа апарат са животињом стављен је у термостат на 25°. После боравка од 50 минута извршено је мерење. Добивено је :

Количник дисања 0,803.

Закључак

Изложени огледи довољни су, мислимо, да би се могло закључити да се у кратком или дужему гладовању вредност количника дисања смањује при развијању допунске топлоте. Судаћи по ономе што се дешава у мишићноме раду, очекивали смо да ће допунска топлота, бар у самом почетку гладовања, кад организам располаже нетакнутим резервама гликогена, изазвати повећање вредности количника дисања. Међутим одмах у почетку гладовања, а, видећемо даље, и у току претежно угљенохидратског храњења, количник дисања опада при развијању допунске топлоте. Опада не само у врхунском метаболизму, већ и онда када се изазива развитак само једног дела допунске топлоте, као у огледу V, на пример, на температури од 2°—5°. Опадање вредности количника дисања некада је слабо, некада опет знатно, али смо га увек констатовали. Ни у једном случају, у гладовању, нисмо нашли да количник дисања повећава своју вредност под утицајем допунске топлоте.

Б. УГЉЕНО-ХИДРАТСКА ХРАНА

У овим огледима извршеним на истој патци на којој и претходни огледи, животиња је храњена на дан-два пред сваки оглед кашом састављеном од скроба, шећера и мало кукурузне проје, све до пред сам оглед. Утврдивши температуру термичне неутралности такву исхрану, одреди се количник дисања на тој температури и на нижој температури или у погодбама у којима се добива врхунски метаболизам.

Оглед VI.

Животиња је храњена у изобиљу поменутом кашом. Тежина 1952 гр. Утврдивши да дахће око 29°, изврши се мерење.

а) Количник дисања на термичној неутралности

Животиња је у апарату на 25,8°. После 35 мин. отпочне се мерење. Добивено је :

Количник дисања 1,00

б) Количник дисања на 8°

Одмах после горњег мерења, апарат се стави на температуру од 8°. После једног сата боравка на тој температури изврши се мерење, које даје :

Количник дисања 0,88.

Оглед VII.

Да би организам имао до крајње мере угљених хидрата на расположењу, патка је у овоме огледу храњена најпре два дана кукурузом па на један сат пре огледа кљукана је са 120 гр. скроба, шећера и кукурузна брашна.

а) Количник дисања на 28°

Та је температура нешто виша од термичне неутралности, јер животиња на крају огледа почиње дахтати.

Количник дисања 1,03.

б) Количник дисања на 0°

После горњег мерења патка је пуштена да се сама окупа. Обрасла је нормално перјем. Затим је стављена у апарат на температури око 0°. Дрхти. Остала је око једног сата на тој температури. Тада је проветравање обустављено, а после 10 минута узета је проба која даје :

Количник дисања 1,00

Оглед VIII.

Овде ћемо уврстити и оглед у коме је патка храњена само кукурузом, дакле претежно угљено-хидратском храном.

а) Количник дисања у основном метаболизму

Пошто је очерупана патка пробавила један сат у апарату на 38°, искључи се проветравање а после још једног сата узме се примерак ваздуха и изврши се анализа која даје :

Количник дисања 1,06.

Затим је опет храњена кукурузом па је истог дана извршено мерење које следи.

б) Количник дисања у врхунском метаболизму

Патка је окупана. Температура јој је 39° . Дрхти. Стављена у апарат на 5° . После 40 минута боравка отпочело је проветравање. У овоме огледу који траје 30 минута добивено је:

Потрошња кисеоника на сат	5,738 л.
Производња угљен-диоксида на сат ...	4,896 л.
Количник дисања	0,85.

Оглед IX.

У огледу VII добивен је на 0° количник 1,00. Почем патка није била очерупана, у томе случају није развијен врхунски метаболизам. Хтели смо видети да ли ће се моћи и у врхунском метаболизму добити такав количник.

а) Количник дисања у основном метаболизму

Патка је кљукана дан раније и пред сам оглед скробом. Тежина 2120 гр. У апарату на $28,5^{\circ}$. Анализа даје

$$\text{Количник дисања} = 1,28.$$

б) Количник дисања у врхунском метаболизму

Четири сата после горњег мерења, патка је опет кљукана скробом. Тежина 2000 гр. Окупана у ледену воду. Тада јој је температура спала на $39,4^{\circ}$. Дрхти. Стављена у апарат на 5° . После 20 минута узме се први примерак ваздуха да би се одредила и вредност врхунског метаболизма. Други примерак узет је пола сата доцније, колико је оглед трајао.

Потрошња кисеоника на сат	5,678 л.
Производња угљен-диоксида на сат ...	6,470 л.
Количник дисања	1,14

Дакле, у врхунском метаболизму, количник може достићи вредност јединице.

Оглед X.

У овоме огледу у коме је иста патка неколико дана претходно кљукана скробом и у коме је врхунски промет достигао већу вредност него раније, количник дисања је испао мањи од јединице :

$$\text{Количник дисања} 0,826.$$

Закључак

Из ових огледа ћемо закључити да и онда када је организам до највеће мере снабдеван угљеним хидратима, вредност количника дисања опада при производњи допунске топлоте, као што смо утврдили и у гладовању. Само што овде, с обзиром на високу вредност коју количник дисања може имати у основном метаболизму, тај количник може у врхунском метаболизму бити једнак јединици.

В. БЕЛАНЧЕВИНАСТА ХРАНА

Оглед XI.

Патка бр. 3., храњена је мршавим говеђим месом. Тежина 2270 гр. Није очерупана.

а) Количник дисања на 6°

Пре него што се приступи узимању примерка ваздуха за анализу, патка је била изложена на 6° читав сат. Добива се

Количник дисања 0,713.

б) Количник дисања на термичној неутралности

После горњег огледа стављен је апарат са патком на 22,5°—23°. Пошто је животиња почела дахтати, температура је спуштена на 20°. На тој температури животиња је остала два сата. Анализа даје :

Количник дисања 0,766.

Оглед XII.

У овоме огледу патка је претходно три дана храњена говеђим месом, доста масним ; последњег дана је два сата пред оглед кљукана месом. Тежина 2120 гр.

а) Количник дисања на термичној неутралности

Оглед је трајао један сат. Температура је била нешто виша од термичне неутралности те је животиња по каткад дахтала.

Потрошња кисеоника на сат	3,134 л.
Производња угљен-диоксида на сат ...	2,287 л.
Количник дисања	0,729

б) Количник дисања у врхунском метаболизму

Очерупана патка је одмах после претходног мерења оку-
пана два пута у ледену воду. Први пут јој је телесна темпера-
тура била спала на 37° , а други пут на $34,6^{\circ}$. Стављена је у
апарат на 9° . Оглед траје пола сата. Извађена из апарата, жи-
вотиња се једва држи на ногама. Температура јој је спала на 32° .

Потрошња кисеоника на сат	7,306 л.
Производња угљен-диоксида на сат ...	5,192 л.
Количник дисања	0,710

Оглед XIII.

Пре огледа патка је храњена три дана само говеђим ме-
сом, око 250 гр. дневно. Тежина 2110. гр.

а) Количник дисања на термичној неутралности

Мерење се односи на један сат. При крају било је слабо
дахтање.

Потрошња кисеоника на сат	2,461 л.
Производња угљен-диоксида на сат ...	1,860 л.
Количник дисања	0,755

б) Количник дисања у врхунском метаболизму

Добивши још мало мяса после горњег огледа, очерупана
патка је окупана као обично. Температура јој је спала на
 $36,6^{\circ}$. Пошто је била двадесет минута у апарату, отпочиње
оглед који траје 30 минута на 5° .

Потрошња кисеоника на сат	7,518 л.
Производња угљен-диоксида на сат ...	5,900 л.
Количник дисања	0,784

Оглед XIV.

Сличан претходном.

Количник дисања на термичној неутралности	0,74
Количник дисања на 5° (окупа претходно)	0,79

Закључак

У два случаја количник дисања опада под утицајем раз-
вијања допунске топлоте; у друга два случаја расте.

Г. МАСНА ХРАНА

У овим огледима патка која је служила претходним огледима, храњена је претежно масном храном, чварцима.

Оглед XV.

Два дана кљукана чварцима. Поново очерупана. Тежина 2270 гр.

а) Количник дисања на термичној неутралности

Након боравка од 40 мин. у апарату на 29° , изврши се анализа ваздуха у ковчегу.

Количник дисања 0,58.

б) Количник дисања у врхунском метаболизму

Охлађена животиња има температуру од 35° у тренутку кад је стављена у апарат на 9° . После 48 мин. боравка у апарату изврши се анализа. Тада је температура животиње $33,4^{\circ}$.

Потрошња кисеоника на сат	6,306 л.
Производња угљен-диоксида на сат ...	4,858 л.
Количник дисања	0,77

Оглед XVI.

И у овоме огледу патка је кљукана чварцима. Тежина 2260 гр.

а) Количник дисања на термичној неутралности

Животиња је била 40 мин. на $29,8^{\circ}$. Анализа ваздуха у ковчегу даје :

Количник дисања 0,67.

б) Количник дисања у врхунском метаболизму

После горњег мерења, очерупана патка је добро окупана у ледену воду. Температура јој је $35,0^{\circ}$ У апарату температура је 6° . После 30 минута изврши се анализа ваздуха у ковчегу:

Количник дисања 0,75.

Закључак

На термичној неутралности, кад је количник под утицајем масне хране нижи него што одговара сагоревању самих масти, тада *количник дисања расте под утицајем производње допунске топлоте* и добива вредност која одговара претежном сагоревању масти уз нешто беланчевина.

ПРЕГЛЕД ДОБИВЕНИХ РЕЗУЛТАТА

А. ГЛАДОВАЊЕ

Број огледа	I	II	III	IV				V	V ^a
QR на терм. неутр.	0,829	0,712	0,707	0,800	0,875	—	0,825	0,803	—
QR на нижој темп.	0,776	0,669	0,697	0,783	0,761	0,792	0,736	0,782	0,621

Б. УГЉЕНО-ХИДРАТСКА ХРАНА

Број огледа	VI	VII	VIII	IX	X
QR на терм. неутр.	1,00	1,03	1,06	1,28	—
QR на нижој температури	0,88	1,00	0,85	1,14	0,826

В. БЕЛАНЧЕВИНАСТА ХРАНА

Број огледа	XI	XII	XIII	XIV
QR на терм. неутр.	0,766	0,729	0,755	0,74
QR на нижој температури ...	0,713	0,710	0,784	0,79

Г. МАСНА ХРАНА

Број огледа	XV	XVI
QR на терм. неутр.	0,58	0,67
QR на нижој температури	0,77	0,75

ОГЛЕДИ НА ПАЦОВУ

На једноме истоме пацову, храњеном поглавито хлебом и кукурузним брашном, у току мерења врхунског метаболизма и метаболизма на термичној неутралности, добивени су ови резултати који могу послужити за питање које изучавамо у овоме раду.

А. МЕШОВИТА ХРАНА

QR на терм. неутр.	0,84	0,90
QR у врхунском метаболизму	0,80	0,80

На истоме пацову, у току гладовања добивени су ови резултати :

В. ГЛАДОВАЊЕ

Дан гладовања	I	II	III	IV	VIII	IX
QR на терм. неутр.	0,77	0,79	—	0,79	0,78	—
QR у врх. метаболизму	0,69	—	0,69	—	—	0,69

Закључак

Ови резултати добивени на пацову слични су онима добивеним на патци : у гладовању као и при мешовитој храни, претежно угљено-хидратској, количник дисања опада при развијању допунске топлоте.

ТУМАЧЕЊЕ ДОБИВЕНИХ РЕЗУЛТАТА

Као што се види из пређашњег прегледа, резултати су врло јасни. Они се своде на ове две главне чињенице :

1. У самоме почетку гладовања као и после краћег или дужијег гладовања, тако исто и у угљено-хидратској исхрани развитак целокупне допунске топлоте (врхунски метаболизам) или само једног њеног дела, производи опадање вредности количника дисања. Та је чињеница јасна и редовна.

2. При беланчевинастој храни, допунска топлота производи или повећање или опадање вредности количника дисања.

3. Кад се храна састоји поглавито из масти и кад је животиња кљукана таквом храном, количник дисања расте при производњи допунске топлоте.

Покушајмо да протумачимо те резултате. Почнимо са гладовањем.

А. Гладовање. Било да је гладовање кратко или дуго, количник опада под утицајем хладноће. Како мешовита храна (кукуруз) даје исту чињеницу, то се ни у коме тренутку од одузимања те хране не посматра друга промена количника дисања осим поменутог опадања. Изван сваке је сумње, дакле, да том опадању не може бити узрок недостатак гликогенских резерва.

На термичној неутралности вредност количника дисања варира од 0,70 до 0,82. Зна се да масти имају количник 0,70, беланчевине 0,83 а угљени-хидрати 1,00. У гладовању, на термичној неутралности, осим беланчевина сагоревају и она друга два састојка. Количник дисања је резултанта та три посебна количника.

Опадање вредности количника дисања под утицајем повећане термогенезе значи да је у првоме реду повећана потрошња масти у односу осталог горива. Почем је количник дисања за масти 0,7, то вредности нешто више од ове изражавају да осим масти и неизбежног трошења беланчевина не може бити говора о знатном трошењу гликогена. Али има случајева да је у врхунском метаболизму при гладовању, количник дисања нижи од 0,7. Истина, та разлика није велика, али и сама вредност 0,7, коју смо добили и у патке и у пацова при гладовању, кад се зна да поред масти мора бити и нека потрошња беланчевина, појава је коју треба покушати објаснити.

Количник нижи од 0,7 није иначе непозната појава. Кад се масти у јачој мери претварају у гликоген, количник дисања добива такву вредност. То се посматра, на пример, у презимара за зимскога сна, када повећавају своје гликогенске резерве на рачун својих масти. Не видимо ни у овоме случају друго могуће објашњење, премда изгледа чудновато да организам у гладовању а под утицајем хладноће повећава своје гликогенске резерве. Допунска топлота мобилише нарочито масти, као што смо већ видели. Али је вероватно да се масти претходно претварају у гликоген: другим речима, допунска топлота би се развијала, у гладовању, поглавито из гликогена, а масти би га с места надокнађивале претварајући се у гликоген. Довољно је сада претпоставити да та регенерација гликогенских резерва из масти може по некад и да премаши саму потрошњу гликогена, да би се добило објашњење чињенице да у врхунском метаболизму количник дисања има вредност 0,7 па и нешто нижу. То је истина у супротности са класичном чињеницом да гликоген ишчезава хлађењем животиње. Па ипак би било могуће да се за кратко време, у почетку борбе против хладноће, дешава обрнуто. Масти су, тако исходи из овога рада, необично покретне резерве, које су одмах мобилисане кад се производи допунска топлота, у циљу, вероватно, да сместа надокнаде потрошени гликоген. У врхунском метаболизму, кад организам има да да свој крајњи термогенетски напор, могуће је да не може одмах да одмери тачно потребу надокнађивања гликогена, већ да мобилизација масти пребаци нешто мало и саму потребу. Приметићемо да је количник мањи од 0,7 само онда добивен кад је развијана *целокупна* допунска топлота, док је у осталим случајевима развијан само један део њен. То је, разуме се, хипотетично објашњење.

Б. *Угљено-хидратска храна*. Сви се резултати без изузетка слажу да при угљено-хидратској храни допунска топлота изазива опадање количника дисања.

На термичној неутралности, при изобилној шећерној храни, количник дисања је био махом већи од јединице. Организам је дакле у тим погодбама претварао један део шећера у масти, што је сасвим природно јер је патка била кљукана скробом.

Опадање количника дисања при развијању допунске топлоте треба тумачити, мислимо, тиме, што је сада један део

шећера који се претварао у масти скренут ка производњи допунске топлоте. У случају да ни целокупна количина угљених хидрата које храна доноси није довољна за подмирење потреба допунске топлоте, мобилисаће се тада масти (да надокнаде гликоген, вероватно) што ће бити такође узрок опадања количника дисања. Могло би бити да је и потрошња беланчевина повећана.

Наши огледи казују да и у врхунском метаболизму количник дисања може бити једнак па чак и виши од јединице. То би значило да и у крајњем напору производње топлоте, кад је животиња кљукана скробом, шећер доспева за потребе врхунског метаболизма, па чак може бити и у маломе вишку који се претвара у масти. То нам изгледа мало чудновато, кад се има на уму да је у патке целокупна производња топлоте у врхунском метаболизму 4—5 пута јача него на термичној неутралности. С друге стране, с обзиром на јаку моћ варења и гојења патке, не изгледа невероватно да организам може бити снабдевен, неко краће време бар, тако изобилним горивом путем апарата за варење, да не мора тицати своје резерве.

В. *Беланчевинска храна.* У огледима у којима је храна била месо, треба водити о томе рачуна да је месо садржавало више или мање масти. Количник који је нађен на термичној неутралности има вредност између 0,7 и 0,8, што одговара мешовитој храни састављеној поглавито из беланчевине и масти, али је ипак у неким случајевима нижи него што се могло очекивати. У два случаја, количник опада при развијању допунске топлоте и приближује се вредности коју има количник дисања за масти. И у овоме случају видимо да су за производњу допунске топлоте употребљене масне резерве. То не значи да беланчевине не могу послужити производњи допунске топлоте, јер је могуће да апарат за варење не може у довољној количини снабдевати организам производима варења беланчевина и да због тога морају масти бити мобилисане. У друга два случаја количник расте приближујући се вредности количника дисања беланчевина.

Г. *Масна храна.* У огледима XV и XVI, количник дисања на термичној неутралности има ниже вредности (0,58 и 0,67) од количника дисања за саме масти. Мислимо да ту чињеницу треба протумачити претварањем масти у гликоген. То је претварање могуће, кад се има на уму да је кљукање мастима

трајало мало времена, да патка уопште није била нарочито претила, те да према томе ни гликогенске резерве, вероватно, нису биле на највишем степену нагомилане.

Под утицајем развијања допунске топлоте, количник дисања повећава своју вредност изнад 0,7. Тај количник одговара сагоревању масти уз нешто беланчевина. У масној исхрани више него довољној за потребе на термичној неутралности, масти, које се претварају у гликогенске резерве, послужиће, на нижој температури, производњи допунске топлоте и тиме ће количник дисања порасти, што се и посматра у нашим огледима. Према томе, ако животиња на термичној неутралности добива само ону количину масти потребну за метаболизам на тој температури, прелазом на нижу температуру организам ће морати трошити своје масне резерве и вредност количника дисања морала би остати иста. Нисмо то још проверили.¹

Горе поменуто повећање количника дисања под утицајем допунске топлоте у масној храни могло би бити проузроковано и сагоревањем шећера; али у том случају, с обзиром на потребе калорификовања, количник би морао бити много већи, близу јединице.

Општи закључак

О природи горива које организму даје допунску топлоту у разним погодбама исхране, можемо на основу испитивања количника дисања закључити ово:

1. Кад апарат за варење излива у крвоток шећера у изобиљу, као што је то случај кад је животиња кљукана скробом, тако да се на термичној неутралности један део шећера претвара у масти, организам извлачи своју допунску топлоту из шећера који му храна доноси. И онда када је развијена целокупна допунска топлота у врхунском метаболизму, шећер може да задовољи потпуно или бар највећи део потребе калорификовања.

2. Ако нема прилива шећера из апарата за варење, организам не троши поглавито свој гликоген, већ му масти служе за производњу допунске топлоте, макар имао гликогенских

¹ У току штампања овога рада добили смо у једном огледу са мастима исти количник 0,71, на термичној неутралности и при развијању допунске топлоте.

резерава у изобиљу. Могло би бити да се при томе масти претходно претварају у гликоген, т. ј. да с места надокнађују потрошени гликоген. Али у производњи допунске топлоте, бар кад она дуго не траје, нема знатног трошења гликогена без тренутног надокнађивања на рачун масти.

3. При беланчевинској храни, резултати нису јасни. Требаће нова испитивања. Изгледа да према интензитету варења допунска термогенеза употребљује у разном односу апсорбоване производе варења беланчевина и масне резерве.

4. Организам поглавито троши масти за производњу допунске топлоте и онда када је у изобиљу храњен мастима. Као и за шећер, масти које се варењем изливају у крвоток могу бити довољне да у патке задовоље потпуно или готово потпуно потребе крајњег термогенетског напора, врхунског метаболизма, бар за краће време.

5. Допунска топлота се разликује од мишићног рада у погледу резерава које су мобилисане. Док мишићни рад, као што је опште примљено, троши нарочито гликоген, допунска топлота троши нарочито масне резерве. Вероватно је да обе функције у неким приликама употребљују исто гориво, гликоген, само што је у допунској топлоти регенерисање гликогена тренутно, док у мишићном раду махом заостаје за његовим трошењем.

Кад се размисли да допунска термогенеза, бар на умереном ступњу и у извесних животиња, може бити стална функција, док мишићном раду увек следује отпочинак, биће јасно да би се у производњи допунске топлоте гликогенске резерве брзо исцрипле, кад не би биле с места надокнађиване из масних резерава које су, бар у животиња које су изложене да подносе хладноћу, обилније од гликогена. Ако мишић заиста потребује гликоген, тада се функција сталне допунске топлоте може упоредити са непрекидним радом аутоматских мишићних функција, као што је срчани рад, у којих се гликоген мора обнављати у оној мери у којој се троши. Па, најзад, нема начелне разлике ни са обичним периодичним мишићним радом, ако се посматрају као целина и периоди одмора и периоди рада, јер се за време одмора регенерише гликоген који је за време рада нестао.

SUR LA NATURE DU COMBUSTIBLE DANS LA PRODUCTION DE LA CHALEUR COMPLÉMENTAIRE. ÉTUDE DU QUOTIENT RESPIRATOIRE

Par J. GIAJA et B. MALEŠ

1. Au cours du jeune et de l'inanition on observe chez le canard d'une façon régulière un abaissement de la valeur du quotient respiratoire, lorsque l'animal passe de la température de la neutralité thermique à une température plus basse l'obligeant à déployer en partie ou en totalité sa chaleur complémentaire.

2. Chez l'animal alimenté d'hydrates de carbone, on observe le même fait: chute de la valeur du QR sous l'influence de la production de la chaleur complémentaire.

3. Il résulte de ces faits, et notamment de la faible valeur du QR dans le métabolisme de sommet, que ce sont surtout les graisses qui sont mobilisées pour la production de la chaleur complémentaire. Si le glycogène est le combustible immédiat, il doit être régénéré, au moins en majeure partie, au fur et à mesure de sa consommation, aux dépens des graisses.

4. Le canard gavé d'hydrates de carbone (QR supérieur à 1) peut n'employer que ceux-ci pour les besoins de la calorification du métabolisme de sommet (QR égal à 1), au moins pour une durée limitée.

5. Dans l'alimentation adipeuse, l'étude du quotient respiratoire indique que ce sont les graisses qui sont surtout employées dans la production de la chaleur complémentaire.

6. Dans l'alimentation protéique les résultats ne sont pas nets. Il semble que lorsque l'apport des produits de digestion des protéiques est suffisant, ces substances servent aux besoins de la calorification. Dans le cas contraire les graisses sont mobilisées pour les compléter.

(Institut de Physiologie de l'Université de Belgrade)



