

A NAGYÜZEMI MALACNEVELÉS FONTOSABB KÖRNYEZET-ÉLETTANI KÉRDÉSEINEK VIZSGÁLATA

KOVÁCS FERENC

az állatorvostudományok doktora

RAFAI PÁL, SALLAI JÓZSEFNÉ

és PETHES GYÖRGY

az állatorvostudományok kandidátusa

Közismert, hogy lakosságunk meglehetősen sok sertéshúst fogyaszt, és a kereslet évről évre nő. A húsigény kielégítése miatt is előtérbe került a fehér hússertés, amely elődeinél szaporább, nagyobb a fejlődési erélye, jobban értékesebb a takarmányt, és az elfogyasztott takarmányból több húst termel, mint zsírt.

A fajtaváltozás kedvező hatása a termelés valamennyi fázisában megmutatkozott, de világossá vált az is, hogy a hazai sertésállomány genetikai képesség tekintetében jóval többre képes, mint amit a termelési eredmények mutatnak. Ez a fontos ágazat hazánkban még mindig keveset és meglehetősen drágán termel. Ennek főként az az oka, hogy egy koca után évenként még mindig kevés malac születik, abból meglehetősen sok hullik el, az életben maradtak pedig nem fejlődnek kielégítően. A legtöbb fiatal állat a hibás tartással összefüggő betegségek miatt hullik el.

A veszteségek csökkentésének alapvető feltétele, hogy megismerjük és a gazdaságosság határain belül ki is elégítsük az újszülött és fiatal malacok környezetigényét. A takarmány mellett az istállók mikroklimája az egyik legfontosabb környezeti tényező. Ezért tettük vizsgálat tárgyává az újszülött és fiatal malacok klíma-élettani igényét különös tekintettel a felnevelés időszakában történő elhullások megelőzésére. Vizsgáltuk az újszülött és fiatal malacok anyagcseréjét, a hőszabályozó-képesség fejlődését, a légmozgás élettani hatását, valamint a hideghez való alkalmazkodás élettani válaszait.

I. Az újszülött és fiatal malacok anyagcseréjének vizsgálata

Mivel az újszülött malac hőmérsékletigényére vonatkozóan egzakt vizsgálatokon alapuló hazai vizsgálatokkal nem rendelkezünk, az irodalomban pedig ezek az adatok meglehetősen eltérőek, megvizsgáltuk, hogy:

1. mely hőmérsékleti értékek között van a különböző korú hazai fehér hússertés malac semleges hőmérsékleti zónája;

2. van-e különbség az egyedileg és csoportosan tartott malacok hőmérséklet-igénye között;

3. végül mennyi hőt termelnek a különböző súlyú malacok, a semleges hőmérsékleti tartományban.

A vázolt kérdésekre az újszülött és fiatal malacok anyagcseréjének vizsgálatával lehet megbízható választ kapni. Az újszülött és korán választott malacok klímaigényének, a klíma anyagcsere kapcsolatának megismerése ezért egy olyan könnyen kezelhető, gyors, ugyanakkor pontos sorozatmérésekre is alkalmas vizsgálati módszer kialakítását tette szükségessé, amelyben a kísérleti állatokat körülvevő levegő hőmérséklete bármely értékre nagy pontossággal beállítható. A vázolt kritériumoknak egy nyitott keringésű, aktív cirkulációs indirekt kalorimeter felelt meg, amely működési szempontból három részből áll:

- a gázanalízist végző Noyons-rendszerű diaferométerből;
- az állat befogadására szolgáló, szabályozott hőmérsékletű anyagcseredobozból;
- a hőmérséklet mérésére és regisztrálására szolgáló hőmérőrendszerből.

Anyag és módszer

A vizsgálathoz két koca 20 malacát használtuk fel. Az állatok anyagcseréjét az 1, 2, 4, 7, 9, 14, 21 és 28 napos korban, különböző környezeti hőmérsékleten egyedileg és esetenként csoportosan mértük. Az 1, 2 és 4 napos malacok oxigénfogyasztását $+36$, $+32$, $+28$ és $+24$ C°-on határoztuk meg úgy, hogy négy malac anyagcseréjét $+24$ C°-tól felfelé, négyet pedig $+36$ C°-tól lefelé haladva mértük. A 7 napos életkortól kezdve az oxigénfogyasztást $+32$, $+28$, $+24$ és $+20$ C°-on határoztuk meg.

Egy adott vizsgálati hőmérsékleten a malacok mintegy 30–35 percet töltöttek, s ezalatt folyamatosan regisztráltuk az anyagcsere és a végbélhőmérséklet változását. Az értékelés során az utolsó 5 perc átlagát vettük figyelembe. Csoportos anyagcserevizsgálat során a csoportot négy állathól alakítottuk ki úgy, hogy két állat a csoportban 1000 g-on aluli, kettő pedig 1000 g-on felüli születési súlyú volt. Az eredmények értékelése során a különböző hőmérsékleten mért tskg-ra eső oxigénfogyasztást vettük figyelembe. Az értékelés során felhasználtuk az egyéb célból végzett anyagcserevizsgálatok eredményeit is. A termoneutrális zónában mért oxigénfogyasztásból számítottuk ki a malacok tskg-ra eső hőtermelését.

Eredmények

A különböző hőmérsékleten mért oxigénfogyasztásból az tűnik ki, hogy az azonos korú (1 napos), de kisebb súllyal született malacok semleges hőmérsékleti zónája magasabb hőmérsékleti értékekre esik, mint a nagyobb súllyal születetteké. Így pl. a 800—950 g súlyú malacok semleges hőmérsékleti zónája $+34,5—+35,0$ C° között, a 950—1100 g-os malacoké pedig a $+33,5—+34,5$ C° között van.

Az 1—2 kg-os malacok (2—4 naposak) kiritikus hőmérséklete már $+32,0$ C°-ra csökken, s a termoneutrális zóna is kiszélesedett ($+32,0—+33,5$ C°). Az egyedileg tartott malacok termoneutrális zónája a 2—4 kg-os súlyhatár között (3 hetes korig) gyakorlatilag nem változik ($+32,0—+33,5$ C°). A különböző súlykategóriákba tartozó malacok semleges hőmérsékleti zónájának és kiritikus hőmérsékleteinek értékei az I. táblázatban láthatók. Ebből

I. táblázat

A malacok semleges hőmérsékleti zónája

A malacok			Semleges hőmérsékleti zóna C°
Kora nap	Súly kg	Tartási módja	
1	0,80—0,95	egyedi	34,5—35,0
1	0,95—1,10	egyedi	33,5—34,5
2—4	1,00—2,00	egyedi	32,0—33,5
2—4	1,00—2,00	csoportos	24,0—30,0
5—9	2,00—3,00	egyedi	29,5—31,5
10—21	3,00—4,00	egyedi	29,5—31,5
10—21	3,00—4,00	csoportos	20,—28,0
25—37	5,00—8,00	egyedi	25,0—28,0
40—52	8,00—15,00	egyedi	23,0—27,0

kitűnik, hogy a malac súlyának növekedésével csökken a kiritikus hőmérséklet értéke, az anyagcsereszint viszont szélesebb hőmérsékleti határértékek között marad változatlan. Vagyis a malac súlyának növekedésével — megfelelő takarmányozás mellett — a termoneutrális zóna alsó (kiritikus) és felső hőmérséklet-értékei is távolodnak egymástól. Ez a malac fizikai hőszabályozásának fejlődésével és növekvő hőtartó-képességével magyarázható.

Abban a hőmérsékleti tartományban ($+24—+35$ C°), amelyben az 1—7 napos malacokat vizsgáltuk, a kiritikus érték alatti hőmérsékleten nő a malacok oxigénfogyasztása. A növekedés üteme a malac korától és súlyától függ. Általában 1 C° hőmérséklet csökkenés tskg-onként $1,10—1,30$ ml-rel növelte az oxigénfogyasztást.

A kritikus hőmérsékletéhez tartozó oxigénfogyasztási értékek azt mutatják, hogy a tskg-ra számított oxigénigény a malacok 8–9 napos koráig növekszik, ezt követően pedig fokozatosan csökken. Így pl. a 0,95–1,10 kg-os, egynapos malacok a kritikus hőmérsékleten 10–11 ml/tskg, 2,0–3,0 kg-os, 7–9 napos malacok pedig 21–28 ml/tskg oxigént igényeltek.

A csoportosan tartott 1,0–2,0 és a 3,0–4,0 kg-os malacok semleges hőmérsékleti zónája jóval szélesebb határértékek között van, mint az egyedileg vizsgált malacoké. Anyagcseréjük még +24 és +20 C° hőmérsékleten sem növekedett, a semleges hőmérsékleti zóna felső határán (+30–+28 C°) viszont az anyagcsere jelentős fokozódását lehetett megfigyelni.

A termoneutrális zónában tartott malacok hő- és széndioxid termelését a II. táblázatban mutatjuk be.

II. táblázat

A termoneutrális zónában vizsgált állatok hőtermelése

Az állatok súlya kg	Hőtermelés Kcal/6/tskg
— 0,7	5,39
0,8— 1,2	4,88
1,3— 1,7	5,12
1,8— 2,5	5,30
2,5— 3,5	4,39
3,5— 4,5	3,99
4,5— 5,5	4,19
5,5— 6,5	4,97
6,5— 7,5	4,49
7,5— 8,5	4,35
8,5— 9,5	4,38
9,5—10,5	4,64
10,5—11,5	3,93
11,5—12,5	4,43
12,5—13,5	4,00
13,5—14,5	3,96
14,5—15,5	4,27

Az adatokat 26 állat 247 vizsgálatának eredménye alapján állítottuk össze. A hőtermelést a fogyasztott oxigén kalória-ekvivalensei alapján számítottuk ki.

Az eredmények értékelése

Annak ellenére, hogy a malacok születésük után még néhány napig az ún. postnatalis poikilotherm fázisban vannak, az anyagcsereválasz tekintetében egy markáns homiotherm típust képviselnek. Anyagcseréjük hideghatásra megnő, oxigénfogyasztásuk többszöröse lehet annak, mint amennyit a semleges hőmérsékleti zónában igényelnek.

Vizsgálataink tehát nem erősítik meg HOLUB és mtsai megállapításait, miszerint az újszülött malac a hideghatásra nem növeli anyagcseréjét és kémiai hőszabályozása a születést követő 20 nap alatt fejlődik ki. Megegyeznek viszont MOUNT vizsgálataival, aki úgy találta, hogy az újszülött malac a környezeti hőmérséklettől függően változtatja anyagcseréjét, azaz fejlett kémiai hőszabályozással rendelkezik.

A malacok semleges hőmérsékleti zónája és kritikus hőmérsékletének meghatározása során kiderült, hogy az egyedileg és csoportosan tartott malacok azonos hőmérsékletre anyagcseréjükkel különböző módon reagálnak. Minél fiatalabb és kisebb súlyú a malac, egyedi elhelyezés esetén, annál szűkebb határok között van a semleges hőmérsékleti zónája és annál magasabb a kritikus hőmérséklete. A csoportosan tartott malacok azonos hőmérsékleten kevesebb oxigént fogyasztanak, semleges hőmérsékleti zónájuk tágabb hőmérsékleti határok között van és kritikus hőmérsékletük is alacsonyabb, mint egyedileg tartott társaiké. Fentiek azzal magyarázhatók, hogy a malacok a kritikus hőmérséklet alatti környezetben összebújnak, „egymáshoz tapadnak” mégpedig annál jobban, minél alacsonyabb a hőmérséklet. Ugyanakkor a kedvező hőmérsékleten tartott malacok kinyújtózva, egymástól távol fekszenek.

Ez a viselkedési tulajdonság pl. $+10$ — $+20$ °C hőmérséklet között mintegy 30—40%-os energiamegtakarítást jelent, amit a malac fejlődéséhez használhat fel, az egyedileg elhelyezett társaival szemben.

Fentiekből az a gyakorlati tanulság vonható le, hogy olyan technológiai rendszerekben, ahol a malacokat egyedi ketrecekben nevelik (házánkban több ilyen üzemel), a malacok sokkal magasabb hőmérsékletet igényelnek. Az ilyen rendszerben előforduló hőmérséklet-ingadozások — éppen a semleges hőzóna szűk határai miatt — súlyosabb következményekkel járhatnak.

A malacok a semleges hőmérsékleti zónában termelnek legkevesebb hőt. A 15—20 kg-os súlyhatárig a termelés során mintegy 2000 kcal/SzÁ/ó hőtermeléssel helye számolni.

Az elmondottakból látható tehát, hogy az újszülött malac fejlett kémiai hőszabályozással jön a világra. Arról már egy korábbi közleményünkben beszámoltunk, hogy az újszülött malac belső hőmérséklete a $+30$ °C körüli hőmérsékletről a születést követő első órákban hirtelen lecsökken, majd megfelelő környezeti hőmérsékleten ismét emelkedik. Azt, hogy ez a hőmérsékletcsökkenés milyen mértékű és mennyi idő szükséges ahhoz, hogy a belső hőmérséklet ismét elérje a fiziológiás értéket, számos tényező befolyásolja, melyek közül a külső hőmérséklet a legjelentősebb.

A testhőmérséklet születés utáni alakulásában a hőmérséklet mellett még jelentősége van a születési súlynak, az effektív zsírréteg hiányának a szopások gyakoriságának, a felvett tej mennyiségének.

II. Az újszülött malac hőszabályozó-képességének fejlődése

Ahhoz, hogy a fiatal malacok hőigényét a leggazdaságosabban lehessen kielégíteni, ismerni kell hőtartó-kapacitás postnatalis fejlődését. Vizsgálataink e részében tehát arra kerestük a választ, hogy:

1. mikor fejlődik ki a malac hőtartó-képessége, amikor a környezeti hőingadozását már úgy viseli el, hogy belső hőmérséklete nem változik;
2. hogyan mérhető a hőtartó-képesség fejlődése;
3. s végül meddig ajánlatos a fiaztatóban a malacok számára póthőforrásról gondoskodni.

Anyag és módszer

E vizsgálatsorozat három részkísérletet foglal magában. Az első részkísérletben egy koca 12 malacát vizsgáltuk. A malacokat felszáradásuk után az 1., 5., 10. és 14 napon, 4—5 órán át váltakozva hideg és meleg hatásnak tettük ki. A hideg periódusban a malacok $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ teremhőmérséklet, 70% relatív páratartalom és 0,1 m/sec légmozgás hatása alatt éltek, míg a meleg periódusban $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$ teremhőmérséklet mellett a malacfészekben $+32\text{ }^{\circ}\text{C}$ felületi hőmérsékletű melegítőlapon és infralámpa alatt tartózkodtak.

A második részkísérlethez ugyancsak 12 malacot használtunk fel. A malacokat a születést követő 10 órán át $+32\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékleten tartottuk. Ez idő alatt a malacok háromszor szoptak. Ezt követően három csoportba osztottuk őket úgy, hogy egy-egy csoportban kisebb (600—1070 g) és nagyobb (1160—1380 g) malacok vegyesen kerültek. Felszáradásuk, majd szoptatásuk után az egyes csoportokat meleg-, hideg-, majd ismét meleghatásnak tettük ki. A hideghatás az egyik malaccsoportnál 2, a másiknál 4, a harmadiknál pedig 6 órán át tartott. A kísérletet a malacok 4, 9 és 14 napos korában megisméltük.

Minden alkalommal $+32\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on (meleghatás) mértük a malacok oxigénfogyasztását, széndioxid-termelését, belső hőmérsékletét, bordaközi és csánktáji hőmérsékletét. Ezt követően a malacokat $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on tartottuk (hideghatás). A hidegperiódus idején 30 percenként ellenőriztük a már említett hőmérsékleti adatokat és a periódus végén az anyagcserét.

A hideghatás vizsgálata után a malacok ismét $+32\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű terembe kerültek, amelyben valamennyi felsorolt mérést a 3. és 6. órában ismét elvégeztük. A malacok kétóránként szoptak.

A harmadik részkísérlet céljaira 10 malac állt rendelkezésünkre. Az újszülött malacokat az előző kísérletben ismertetett módon hideg- és meleghatásnak tettük ki azzal a különbséggel, hogy valamennyi malac 6 órán át tartózkodott a $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékleten úgy, hogy szopásukat nem korlátoztuk. A kísérletet a 4., 9. és 14. napon ismételtük meg, az ellenőrző méréseket az előző részkísérletnél vázoltak szerint végeztük el.

Eredmények

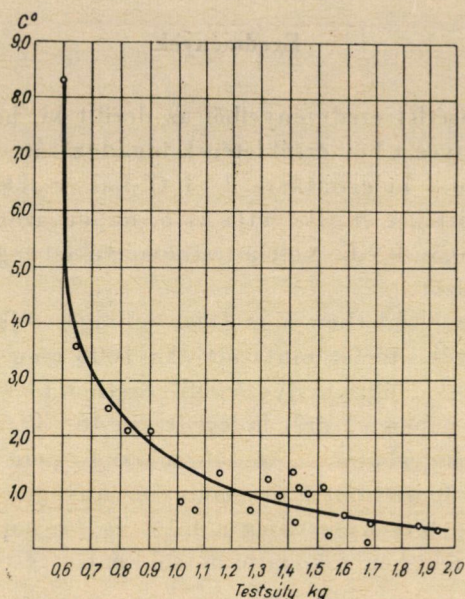
Az első részkísérlet eredményeiből az derült ki, hogy a malacok belső hőmérséklete a környezet hőmérsékletének ingadozását az első napon követte a legjobban, vagyis a hideghatásra 2—3 C°-kal csökkent, a meleghatásra pedig a kiindulási értékre emelkedett. Az 5. napon azonos feltételek mellett 1—1,3 C°, a 10.-en 0,5—0,9 C° volt a testhőmérséklet ingadozása, a 14 napon pedig már alig változott.

A második részkísérletben a malacok anyagcseréje a kísérlet 1., 4., 9. és 14. napján jelentős eltérést mutatott. Az 1000 g-on felüli súlyú malacok oxigénfogyasztása a számukra kedvező környezetben 14—15 ml/tskg · perc volt, s ez az érték az első napon a 2 órás hideghatásra 46—47, a 4 órás hideghatásra 45—46, a 6 órás hideghatásra 44—45 ml/tskg · perc értékre emelkedett. A hideghatás megszűnése után 6 óra múlva az anyagcsere ismét a kiindulási szintre állt be. Ez a törvényszerűség a 4., 9. és 14. napon mindössze annyit változott, hogy a hidegben fokozatosan csökkent a testúlykg-ra eső oxigénfogyasztás.

A rektális hőmérséklet és a bordaközök hőmérséklete a kísérlet első napján egészen közel volt egymáshoz, és a hideghatásra mindkettő mintegy 2 C°-ot csökkent. A belső- és a bordaközi hőmérséklet párhuzamosan változott. A 4. napon a csökkenés mértéke már jóval kisebb volt és a bordaközben mért hőmérséklet mintegy 2 C°-kal alacsonyabb a rektális hőmérsékletnél. A 9. és 14. napon a belső hőmérséklet a hideghatásra már lényegesen nem változott, a bordaközöké viszont 2—3 C°-kal csökkent és 4—6 C°-kal alacsonyabb a rektális hőmérsékletnél. A kor előrehaladtával a bordaközi hőmérséklet kedvező hőmérsékleten is távolodik a belső hőmérséklettől.

A harmadik részkísérlet eredménye az előzőt erősíti meg, azzal a különbséggel, hogy a hőtartóképeség fejlődését még jobban szemlélteti. A +32 C°-on mért 14 ml/tskg · perc oxigénfogyasztás a hideghatásra 39 ml/tskg · perc értékre emelkedett. A későbbiek során az oxigénfogyasztásban az előző kísérlethez hasonló eredményeket kaptunk. Az első napon az egymáshoz közel levő belső és bordaközi hőmérséklet a hideg hatására 4—5 C°-ot csökkent, s a meleg hatására a kiindulási értéket érte el. A 4., 9. és 14. napon a hidegben a bordaköz hőmérséklete mintegy 2,5, 4,5 és 6,5 C°-kal alacsonyabb a rektális hőmérsékletnél.

A kísérletben szereplő 34 malac vizsgálata során összegyűjtöttük a +6 C°-on időegység alatt testsúlykg-ra eső hőmérsékletcsökkenés mértékét és az 1 C° hőmérsékletcsökkenéshez szükséges idő értékeit. Az eredményekből kitűnt, hogy minél kisebb a malac születési súlya, annál rövidebb idő volt szükséges a testhőmérséklet 1 C°-kal történő eséséhez. A nagyobb születési súlyú malacok testhőmérsékletének 1 C°-kal való eséséhez tehát jóval hosszabb időre van szükség (1. ábra).



1. ábra. A rektális hőmérséklet két óra alatt bekövetkező csökkenése a súly függvényében

Az eredmények értékelése

A malac hőtartó-kapacitása a születés után gyorsan fejlődik. Ez a fejlődés lemérhető a rektális és perifériás testrészek hőmérsékletének, valamint a vércukorszint alakulásából akkor, ha a malacokat különböző korban, különböző hőmérsékletingadozásnak tesszük ki. De mérhető azzal az idővel is, amely alatt hideg környezetben a malac testhőmérséklete 1 C° -kal csökken. S ha hosszú ez az idő, nagy a hőtartókapacitás. Ez az idő progresszíven emelkedik a testsúllyal, s emelkedik a 3 napon felüli korral is.

Vizsgálataink szerint a malacok rektális hőmérséklete a környezet 20 C° -os ingadozását az első napon követte a legjobban, vagyis a hideghatásra $2\text{--}3\text{ C}^\circ$ -kal csökkent, a meleghatásra újból a kiindulási értékre emelkedett. Az 5. napon ugyanebben a környezetben $1\text{--}1,3\text{ C}^\circ$, a 10. napon $0,5\text{--}0,9\text{ C}^\circ$ volt a testhőmérséklet ingadozása, a 14. napon pedig már alig változott.

A hőtartóképesség fejlődését a perifériás testrészek hőmérsékletének alakulása is jól szemlélteti. Amíg pl. az első napon a végbél, a bordaköz és a csánk bőrének hőmérséklete meglehetősen közel van egymáshoz és a környezet hőmérsékletének megfelelően arányosan változik, addig a 14. napon a végbél hőmérséklete már hidegben sem változik, a bordaköz és a csánk bőrének hőmérséklete pedig jóval alacsonyabb, mint az első napon volt.

A 10—14 napos malac tehát már jó hőtartóképességgel rendelkezik. Ez a bőr hőszigetelőképességének javulásával (a velészületett $10\text{--}15\text{ g}$ helyett már $150\text{--}250\text{ g}$ zsír van a kötőszövetben), s a kedvezőbb testfelület—testsúly

aránnal magyarázható. Ezt követően a malacok hőigényét már teremhőmérséklettel is ki lehet elégíteni, s ez is megkönnyíti azok korai 14—21 napos korban történő leválasztását.

A hőtartókéesség kifejlődéséig, vagyis a születést követő 14—20 napos korig a fiasztatóban a koca hőigényét a teremhőmérséklettel ($+15—+18\text{ }^{\circ}\text{C}$), a malacokét pedig valamilyen pót-hőforrással (infralámpa, elektromos melegítőlap, padozatfűtés stb.) indokolt kielégíteni.

III. A légmozgás hatása az újszülött malacok szervezetére

A felnevelési eredmények szempontjából nem közömbös az, hogy a malacbúvófészekben a mesterséges hőpótlást milyen módon oldják meg. Az állatok hőtermelését ugyanis a hőmérséklet mellett a légmozgás is jelentősen befolyásolja. Kevésbé ismert az, hogy azonos légtérhőmérséklet mellett a légmozgás milyen hatással van az újszülött és fiatal malacok hőérzetére. Vizsgálatainkban ezért erre is választ keresünk. Vizsgáltuk, hogy:

1. azonos hőmérsékleti feltételek mellett a különböző erősségű légmozgás milyen hatással van az újszülött és fiatal malacok szénhidrátforgalmára, oxigénfogyasztására, hőtermelésére;

2. a malacfészekben mérhető lehűlés nagysága milyen összefüggésben van a különböző légmozgás mellett mért oxigénfogyasztással;

3. s végül azt, hogy milyen legyen a légmozgás nagysága a malacfészekben és a fiasztató teremben.

Anyag és módszer

A felvetett kérdésekre két részkísérlet sorozattal kerestünk választ, melyből az *első* részkísérletben a légáramlásnak a malacok vércukorszintjére és belső hőmérsékletére gyakorolt hatását vizsgáltuk, a *másodikban* pedig a malacok hőtermelése, a környezeti hőmérséklet és a légmozgás kapcsolatának jobb megértéséhez kívántunk adatokat szolgáltatni.

Az *első* részkísérlethez azonos napon ellett két koca 20 malacát négy csoportba osztottuk s az egyes csoportokat $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ teremhőmérséklet és 75% relatív páratartalom mellett 0,1, 0,3, 0,5 és 0,7 m/sec légmozgás hatásának tettük ki. Valamennyi malac a születést követően infralámpa alatt a malacbúvófészekben száradt fel. A születést követő egy óra múlva megmértük a malacok rektális hőmérsékletét, majd a vércukorszint meghatározásához a malacokból vért vettünk. A malacok ezt követően szoptak. A szopás után az infralámpákat leoltottuk és bekapcsoltuk a meghatározott légmozgást szolgáltató ventilátorokat. Ezt követően a 4. órában ismét megmértük a malacok belső hőmérsékletét s a vércukor meghatározásához vérmintát vettünk. A mala-

cok környezetében Hill-féle katatermométerrel mértük a légsebességet és a lehűlés nagyságát. A malacok belső hőmérsékletét termisztoros hőmérővel, a vércukorszintet pedig Fermognost vércukor reagens segítségével határoztuk meg.

A második részkísérlethez két nagy magyar fehér hússertés koca 5—5 malacát használtuk. A csoportosan elhelyezett állatok hőtermelését négy különböző hőmérsékleten 18, 22, 28 és 34 °C-on határoztuk meg. Minden hőmérsékleten 0,08, 0,2, 0,6 és 1,0 m/sec légsebességet állítottunk be. Az anyagcsere mértékét a születést követő 2., 6., 9., és 19. napon határoztuk meg úgy, hogy mindig a legalacsonyabb vizsgálati hőmérsékleten a legnagyobb légáramlási sebességgel kezdtük a mérési sorozatot. Egy-egy anyagcserevizsgálat másfél óráig tartott, melyből 30 perc előperiódus volt. A tényleges mérés 60 percig tartott, melynek utolsó 10 percében kapott eredményeket értékeltük.

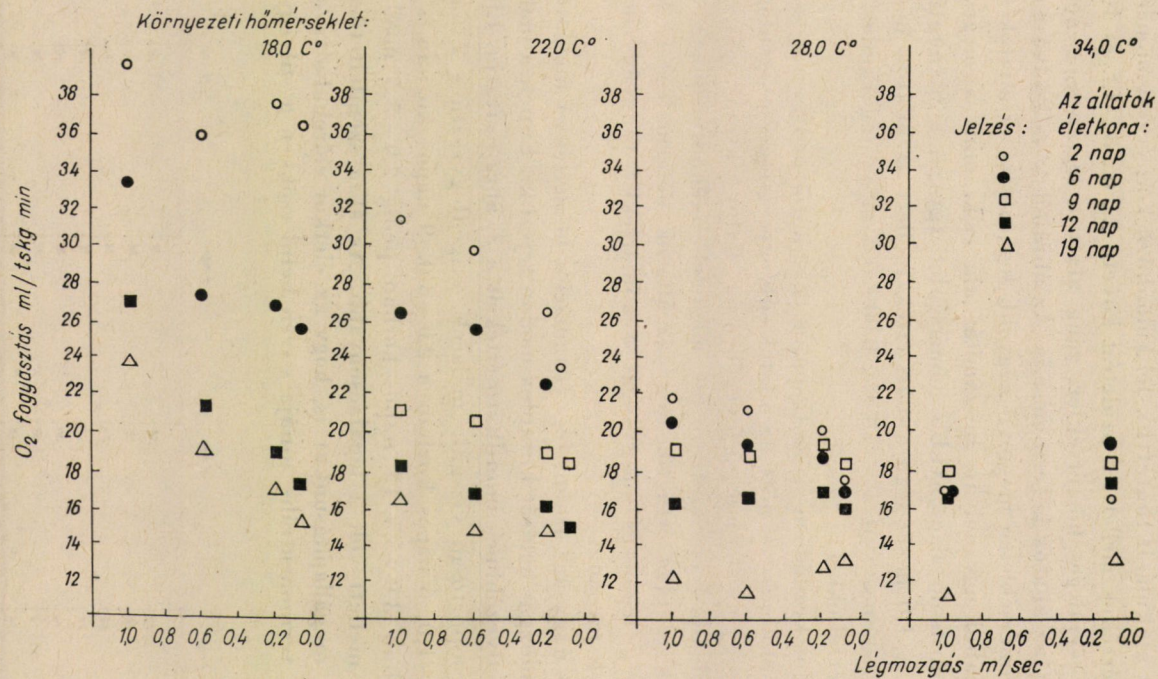
Eredmények

A különböző sebességű légmozgás hatással van az újszülött malacok rektális hőmérsékletére és vércukorszintjére. A légmozgás növelésével csökkent a malacok testhőmérséklete és vércukorszintje. A 0,5 m/sec légmozgáson élő 807 g-os, 0,7 m/sec légmozgás mellett pedig 910 és 1117 g-os malacok hypoglykaemiás tünetek mellett a kísérlet befejezése után elhullottak annak ellenére, hogy szőlőcukrot és koffeint is kaptak. Látható, hogy azonos hőmérsékleten a légmozgás fokozódásával arányosan növekedett a komplex klímahatást kifejező mérőszám, a lehűlés nagysága is. Ebben az életkorban még a nagyüzemi körülmények között gyakran előforduló 14 körüli lehűlésnagyság is jelentős megterhelést jelent a malac szervezetére, amit a belső hőmérséklet mintegy 2 °C-os és a vércukorszint mintegy 25%-os csökkenése is igazol.

A második részkísérletben a kétnapos malacok +18 és +22 °C hőmérsékletű anyagcseredobozban 4—5 perc múlva, még 0,08 m/sec légáramlás mellett is dideregni kezdtek, szőrük felborzolódott, egymásra ugráltak, igyekeztek egymást lenyomni, hogy „boglyát” alakíthassanak ki.

A környezeti hőmérséklet emelkedésével és a légmozgás sebességének csökkenésével, valamint az életkor előrehaladtával változott az állatok viselkedése is. Így pl. +28 °C-on a malacok egymás mellé feküdtek, a +34 °C és 0,08 m/sec légmozgás mellett pedig a rendelkezésükre álló területet teljesen elfoglalták, egymástól távol feküdtek. A +34 °C hőmérsékletű dobozban 1,0 m/sec légáramlás mellett a malacok a ventilátor alatt helyezkedtek el, jelölve annak, hogy a nagyobb légáramlás segíti hőleadásukat.

A születést követően azonban a viselkedési hőszabályozás alacsony környezeti hőmérsékleten nem tudta ellensúlyozni a nagyobb légmozgás hatását. Ezt a 2. ábra eredményei is mutatják, melyen a csoportosan tartott malacok



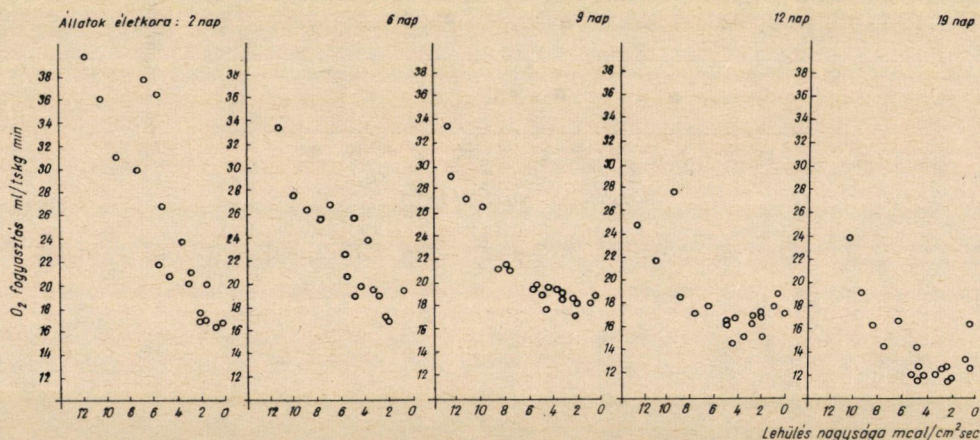
2. ábra. Csoportosan tartott malacok hőtermelésének alakulása a születést követő időszakban különböző környezeti hőmérsékletek és légmozgási értékek között

hőtermelésének alakulását tüntettük fel különböző környezeti hőmérsékletek, és légmozgási értékek mellett, a születést követő 2., 6., 8., 12. és 19. napon. Látható, hogy semleges hőmérsékleti zóna alatt a légsebesség növelésével arányosan nőtt az állatok hőtermelése is. Az ábrából az is kiolvasható, hogy a magasabb hőmérsékleten meglevő nagyobb légáramlás az állatok hőtermelése szempontjából ugyanolyan beszámítás alá esik, mint a megengedhető légmozgással párosuló alacsonyabb hőmérséklet. Így pl. a 6. naptól kezdődően a $+22\text{ }^{\circ}\text{C}$, 1,0 m/sec légáramlási érték mellett az állatok hőtermelése megközelítőleg azonos volt a $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$, 0,08–0,2 m/sec légáramlási sebesség mellett mért értékekkel.

A 6. naptól kezdődően $+34\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on, a 12. naptól pedig már $+28\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on a légmozgás csökkenésével nőtt az állatok súlyegységre eső oxigénfogyasztása jeléül annak, hogy az alig mozgó levegőben az állatoknak már energiát kellett fordítaniuk hőleadási mechanizmusaik megfelelő működtetéséhez.

A fentiek alapján érthető, hogy az állatok hőtermelése és hőleadása szempontjából a légmozgás nagyságát a hőmérséklet függvényében helyes értékelni és kell megadni.

A lehűlés nagysága azonos lég- és radiációs hőmérséklet mellett a hőmérséklet és a légmozgás hatását komplex módon fejezi ki. Ennek a malacfészekben levő, legkedvezőbbnek mondható értékeit a 3. ábra mutatja. Ebből kitűnik, hogy a csoportosan vizsgált malacok oxigénfogyasztása 2 napos életkorban a 0,5–1,0, 6 napos korban a 2,0–3,0, 9 napos korban a 2,0–3,5, 12 napos korban 3,0–5,5, 19 napos korban pedig 2,0–5,5 mcal/cm² · sec lehűlési érték mellett volt a legalacsonyabb. Az ábra szemléltetően tükrözi azt a korábbi megállapításunkat is, hogy az életkor előrehaladtával széleseedik az állatok termoneutrális zónája s ezen belül csökken a súlyegységre eső hőtermelés is.



3. ábra. Csoportosan tartott malacok O_2 fogyasztásának alakulása a születést követő időszakban a lehűlés nagyságának függvényében

Az eredmények értékelése

Mivel a malac hőtartó-képessége meglehetősen későn alakul ki, alacsonyabb hőmérsékleten az erősebb légáramlás jelentősen növeli hőveszteségét. A 2. ábra is mutatja, hogy a fiaztatóban igényelt $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$ teremhőmérsékleten a megengedhető $0,05\text{--}0,1\text{ m/sec}$ -os légmozgáshoz viszonyítva a 12 és 19 napos malacok $1,0\text{ m/sec}$ -os légmozgáson tskg-onként és percenként $9\text{--}10\text{ ml}$ -el több oxigént fogyasztottak, azaz mintegy 60% -kal több hőt veszítettek. Az újszülött malac az elveszített hőmennyiséget a felvett táplálékból nem képes pótolni, ezért csökken a rektális hőmérséklete és vércukorszintje. Ezzel magyarázható, hogy nagyjából azonos, de a kívánnál alacsonyabb hőmérsékletű fiaztatóban elsősorban azok a malacok hullanak el hypoglykaemiában, melyek a „huzatosabb” kutricákban vannak.

Minél idősebbek és nagyobb testűek a malacok, a légmozgás növekedés alacsonyabb hőmérsékleten annál kevesebb hőtermeléssel (oxigénfogyasztással) jár, s ez is mutatja a malac hőtartóképességének a fejlődését. Ahogy nő a malacok testsúlya a semleges hőmérsékleti zóna feletti hőmérsékleten, annál nagyobb lehet a levegő mozgása. A nyáron igen gyakran előforduló $+34\text{--}+30\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű fiaztatóban a megnövekedett légmozgás segíti a direkt úton, ezen belül is az áramlás útján történő hőleadást. Ezzel javul az állatok hőérzete, a hőleadáskor kisebb feladat hárul a légzőkészülékre, ami energia megtakarítást és jobb súlygyarapodást eredményez.

A külső légáramlás és a malachűvőfészek hőmérséklete együttesen határozza meg a malacok áramlás és sugárzás útján való hőleadását. A Hill-féle katatermóméterrel meghatározott lehűlési nagyság az a mérőszám, mellyel ezt a komplex klímahatást jellemezni lehet. Célszerűbb ezért a malacfészek mikroklímáját a lehűlés nagyságával jellemezni, mint a különböző hőmérsékletekhez tartozó légmozgási értékekkel. Vizsgálataink alapján a nagyüzemi fiaztatókat úgy célszerű üzemeltetni, hogy a malachűvőfészekben a megszületést követő $1\text{--}2$ napon $0,5\text{--}1,0$; 6 napos korig $2,0\text{--}3,0$; 9 napos korig $1,0\text{--}3,5$; 12 napos korig $3,0\text{--}5,5$; $18\text{--}20$ napos korig pedig $2,0\text{--}5,5\text{ mcal/cm}^2$ értékek közé essen a lehűlés nagysága. A póthőforrásokat is általában eddig az ideig indokolt használni.

IV. A választott malacok hideghez való alkalmazkodásának vizsgálata

Az iparszerű sertéstartás keretei között nem elsődleges cél, hogy az árutermelő állatok alkalmazkodóképessége, s ezen keresztül konstitúciója minél jobb legyen, hanem az, hogy minél kevesebb takarmány felhasználással lehessen elérni a maximális súlygyarapodást. E feltétel kielégítése viszont megköveteli, hogy megismerjük azokat a környezeti tényezőket, melyekhez árutermelő állományunk jelenleg alkalmazkodni képes azért, hogy az egyes tartás-

technológiák és az állatok élettani igénye között a gazdaságosságot szolgáló egyensúly kialakuljon.

Kísérleteinkben tehát arra kerestünk választ, hogy hogyan alakul a korán leválasztott malacok oxigénfogyasztással jellemzett hőtermelése az életkornak megfelelő optimális tartási feltételek mellett, s az optimálisnál lényegesen alacsonyabb hőmérsékleti értékek között. Választ kerestünk arra is, hogy a hideg környezethez való alkalmazkodás során tapasztalt oxigénfogyasztás növekedése tényleges energiaforgalom fokozódás következménye-e. Figyelembe véve, hogy a sertés izomremegés nélküli hőtermeléssel nem rendelkezik, információkat gyűjtöttünk az alkalmazkodás egyéb élettani mechanizmusairól s vizsgáltuk az alkalmazkodás gazdaságossági kihatásait is.

Anyag és módszer

1. és 2. részkísérlet. E két részkísérletben 2 koca 12 malacát használtuk fel. A második részkísérletben a malacokat 14 napos koruktól fokozatos átmenettel választottuk le, s a választás 5—7 nap alatt fejeződött be. Az első részkísérletben a választást a malacok 20 napos életkorában kezdtük meg. A választás után az állatokat súly, ivar és a választásig elért napi súlygyarapodás alapján csoportosítottuk. A kontroll csoportokat klimatizált istállóinkban $+25 - +26^{\circ}\text{C}$ teremhőmérséklet, 70—85% relatív páratartalom és 0,1—0,2 m/sec légáramlás mellett helyeztük el. A kísérleti csoportok hasonló légnedvesség és légmozgás mellett $+6 - +7^{\circ}\text{C}$ -os hőmérséklet hatásának voltak kitéve klimatizált istállóinkban. Az első részkísérletben a vizsgálat időtartama 14 nap, a második részkísérletben 21 nap volt. A választást követően az állatok egyedi ketrecekben voltak elhelyezve.

Anyagserevizsgálat. Anyagserevizsgáló elrendezésünk segítségével először az állatok számára optimális környezetben, majd azon a vizsgálati hőmérsékleten határoztuk meg a malacok oxigénfogyasztását, széndioxid termelését, végbél- és bordaközi hőmérsékletét, amelyre az állatok az adaptációs időszakban kerültek.

Pajzsmirigy-funkciós vizsgálatok. A malacok az adaptációs kísérletek befejezését követően átlagosan 20 mikro-Curie hordozómentes Na^{131}J -ot kaptak élettani konyhasó oldatban hígítva. A beadást követő 24 óra után az állatokat elvéreztettük, a pajzsmirigyet és a mellékveséket eltávolítottuk, majd megmértük. A pajzsmirigy jódfelvétele mellett meghatároztuk a plazmafehérjéhez kötött radioaktív jódot arányát a plazma összes radiojód aktivitásához, az ún. átalakulási arányt is.

A súlygyarapodás és takarmányértékesülés vizsgálata. Az állatokat naponta lemértük és a napi takarmányfelvételt is pontosan ellenőriztük. Ezek ismeretében számítottuk ki mindenkor a takarmány értékesülését.

3. *kísérlet.* A kísérlet során két Large White előhasi koca malacait használtuk fel. A választás befejezését követően egy 7 napos előperiódus idején az állatokat egyedi ketrecben $+16 - +18^{\circ}\text{C}^{\circ}$ teremhőmérsékleten infralámpás hőpótlás mellett helyeztük el. Az előperiódus idején egy alkalommal meghatároztuk az állatok oxigénfogyasztását és széndioxid termelését $+10$, $+20$, $+25$ és $+30^{\circ}\text{C}^{\circ}$ -on. Az anyagcsere alapadatokat felvételét követően a kísérleti csoport egyedeit egyedi ketrecekben áthelyeztük $+10^{\circ}\text{C}^{\circ}$ teremhőmérsékletre, a kontroll csoportként szolgáló négy malac eredeti helyén maradt. A kísérleti periódus idején az áthelyezést követő 7. és 14. napon ismét meghatároztuk mind a kísérleti, mind a kontroll csoportba tartozó malacok oxigénfogyasztását és széndioxid termelését a már említett hőmérsékleti értékeken.

4. *rész-kísérlet.* Egy koca 9 malacát 3 hetes korban kezdtük leválasztani, a választást a malacok 26 napos korában fejeztük be. A kiindulási anyagcsereértéket az első két rész-kísérlet szerint határoztuk meg. A 28 napos malacokat ezt követően három csoportba osztottuk, melyek közül az 5,51 kg átlagsúlyú kontroll csoportot $+25 - +26^{\circ}\text{C}^{\circ}$ teremhőmérsékleten, 70–85%-os relatív páratartalom és 0,1–0,2 m/sec légmozgás mellett helyeztük el. A kontroll csoportot egyedi elhelyezés mellett ad libitum takarmányoztuk. Az 1. sz. kísérleti csoport (5,25 kg átlagsúly) $+6 - +7^{\circ}\text{C}^{\circ}$ teremhőmérsékleten létfenntartó takarmányon voltak tartva. A kísérleti csoportok is egyedileg voltak elhelyezve a környezetükben a légmozgás és relatív páratartalom megegyezett a kontroll csoport klímakamrájában levő légmozgási és relatív páratartalmi értékkel.

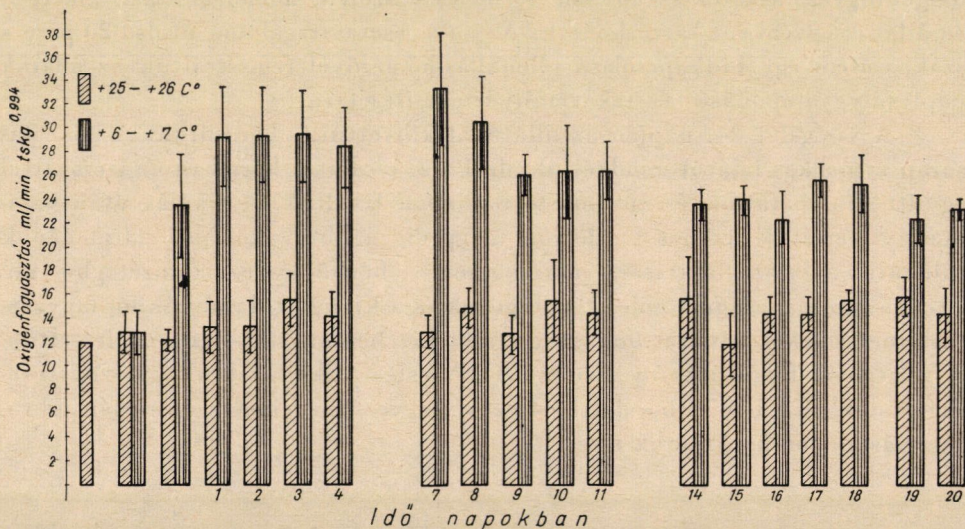
A háromhetes akklimatizációs időszakban naponta mértük az állatok oxigénfogyasztását és széndioxid termelését azon a hőmérsékleten, amelyen az állatok egyébként tartózkodtak. Az anyagcserevizsgálatok utolsó 20 perces szakaszában egy hídkapcsolású ellenállás-hőmérővel regisztráltuk az állatok napi súlygyarapodását és takarmányértékesítését is.

A vizsgálat 24. napján az állatokat kiirtottuk s boncoltuk. A boncolás során a mellkas faláról mindkét oldalról a 8. bordát a bőrrel és az izomzattal együtt kipreparáltuk és 10%-os formalinban fixáltuk. A fixálás után valamennyi sertésből azonos területről, mégpedig a borda középső harmadának tájékáról a borda lefutására merőlegesen, a bőrből és az izomrétegből kb. 15×15 mm nagyságú területet kivágtunk és a kivágott darabkákból fagyaszott metszeteket készítettünk. A metszeteket hematoxin-eozinnal festettük. A zsírszövet kimutatására „Szudán III” festést alkalmaztunk. A szövettani metszetekben a bőr és bőralatti zsírszövet egyes rétegeinek szélességét mikrometriás alapon határoztuk meg.

Eredmények

A különböző hőmérsékleten élő malaccsoportok anyagcseréje — a majdnem azonos kiindulási alaphoz viszonyítva — jelentősen megváltozott. Az első két részkísérlet eredményeit összefoglaló 4. ábrából megállapítható, hogy a $+6 - +7\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on élő malacok oxigénfogyasztása a kísérlet első napján 12,6 ml-ről mintegy 30 ml-re emelkedett. Az oxigénfogyasztás a 7. napig fokozatosan nőtt, majd ezt követően csökkent, s a vizsgáat 14. napján már szignifikánsan alacsonyabb volt a vizsgálat első hét napján ltalált értékeknél. A $+25 - +26\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékleten tartott malacok oxigénfogyasztása a vizsgálat idején jelentősen nem változott, s átlagosan 12—16 ml között mozgott. Lényeges volt azonban a különbség a kétféle hőmérsékleti feltétel között tartott malacok oxigénfogyasztási adataiban. Az ábráról leolvasható, hogy a vizsgálati hőmérsékletre történő áthelyezést követően a hidegben tartott csoport oxigénfogyasztása lényegesen meghaladta az optimális feltételek mellett tartott állatok oxigénfogyasztását, ha az állatok hőtermelését azon a hőmérsékleten vizsgáljuk, amelyen a klímakamrában el voltak helyezve. A vizsgálat időszakában a kísérleti és kontroll csoport végbélhőmérséklete között lényeges eltérés nem volt.

Az első részkísérletben a $+25 - +26\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on élő malacok napi átlagos súlygyarapodása az első héten 260 g, a második héten 480 g volt, szemben a hidegben elhelyezett csoport 164, illetve 318 g súlygyarapodásával. A kedvező környezetben élő csoport az első héten 1,60, a második héten 1,45 kg tápszert használt fel 1 kg súlygyarapodáshoz, a hidegben élő malacok pedig 2,50,

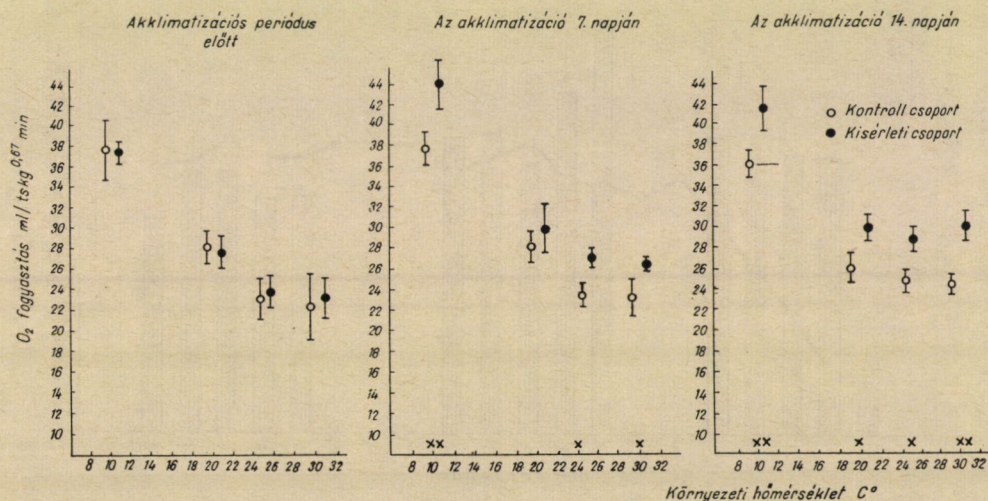


4. ábra. Optimális és vésszónán tartott, ad libitum takarmányozott állatok oxigénfogyasztásának alakulása

illetve 2,05 kg-ot. A malacok súlygyarapodása és takarmányértékesítése a második részkísérletben hasonlóan alakult az első részkísérlet során tapasztalt adatokkal.

Az 1. és 2. részkísérlet során levágott malacok testsúlya, mellékveséik 1 kg testsúlyra vonatkoztatott súlya, a pajzsmirigy abszolút súlya és jódfelvétele, valamint a plazma jódtartalma és a fehérjéhez kötött jódmennyiségének aránya eltérő volt. A hideg környezetben tartott malacok pajzsmirigyének súlya, a jódfelvétel nagyobb aránya s a magasabb R érték egyértelműen a pajzsmirigy fokozott működésére utalnak, és alátámasztják a súlygyarapodás és takarmányértékesítés adatait. Bár a kísérleti csoport pajzsmirigy jódfelvétele még az akklimatizációs periódus 24. napján is meghaladta a kontroll csoport jódfelvételét, a plazmafehérjéhez kötött aktivitás csökkent. Ez arra utal, hogy a hosszantartó hideg hatására — a márkialakult akklimatizáció miatt — már nem növekedik a pajzsmirigy jódmegtermelése. Ez abból is látszik, hogy a hidegben élő malacok pajzsmirigyének átlagsúlya a 3. héten alig valamivel nagyobb (1006 mg/tskg), mint az optimális környezetben tartott malacoké (950 mg/tskg).

Az első két részkísérletben kapott oxigénfogyasztási eredmények egyértelműen igazolták, hogy a hidegben tartott állatok hőtermelése jelentősen meghaladta az optimális hőmérsékleti feltételek között tartott állatok hőtermelését. A kísérlet eredményei nem adnak azonban választ arra, hogy a $+5$ — $+6$ °C hőmérsékleten élő malacok anyagcsere fokozódása valóban meghaladja-e az optimális körülmények között tartott alomtestvéreik energiaszükségletét. E kérdésre a harmadik részkísérletben kerestünk választ. Az eredményeket az 5. ábra foglalja össze. Az ábráról leolvasható, hogy az akkli-

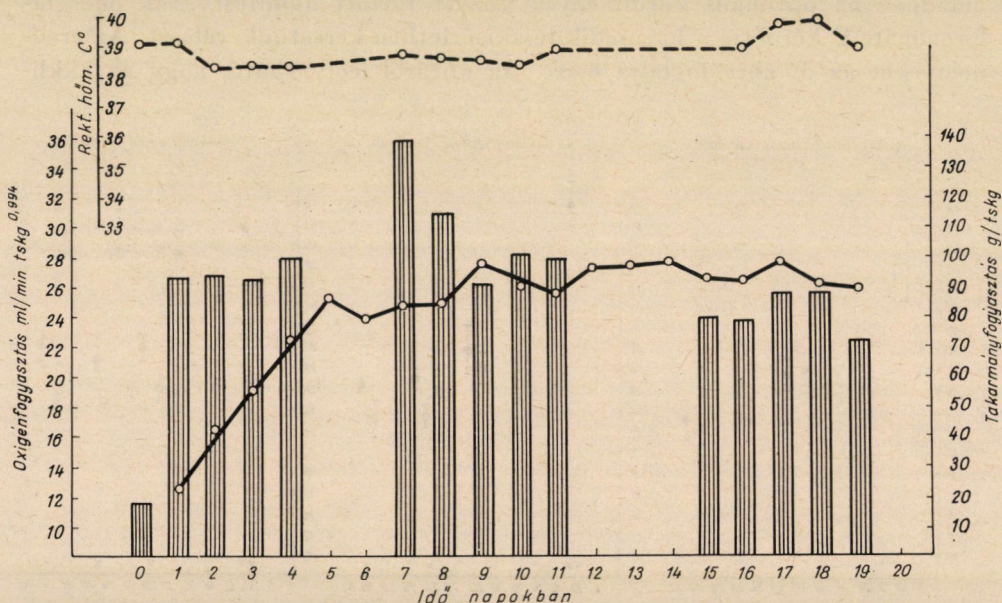


5. ábra. A kísérleti és kontroll csoport O_2 fogyasztása különböző környezeti hőmérsékleten

matizációs periódust megelőzően $+10$, $+20$, $+25$ és $+30$ °C hőmérsékleten felvett oxigénfogyasztási adatok a két csoport esetében azonosak voltak s a két csoport legalacsonyabb oxigénfogyasztási értéke is azonos hőmérsékleti értékre, $+30$ °C-ra esett. Az egyhetes hideghatás következtében a kísérleti csoport oxigénfogyasztása már jelentősen meghaladta a kontroll csoport oxigénfogyasztását $+10$, $+25$ és $+30$ °C, s ez a hatás még a 14. napon is észlelhető. Az eredmények statisztikai értékelése bizonyította, hogy a két csoport oxigénfogyasztásának különbsége ezeken a hőmérsékleteken szignifikáns ($x = P < 0,05$; $xx = P < 0,01$), tehát a hideg környezetben tartott állatok esetében valódi energiaforgalom fokozódásáról van szó.

Az első három rész kísérlet eredménye szerint tehát mintegy 14–15 napra van szükség ahhoz, hogy a fiatal malacok a számukra kedvezőtlen alacsony hőmérsékletre alkalmazkodjanak. Vizsgálataink során ez biológiaiilag teljes értékű és ad libitum fogyasztott takarmány mellett alakult így. Kérdés, hogy milyenek a hideghatásra adott élettani válaszok akkor, ha a malacokat hiányosan takarmányozzák. A 4. rész kísérletben erre a kérdésre kerestünk választ.

A hidegben tartott ad libitum takarmányozott malacok oxigénfogyasztása a kiindulási 11,8 ml-es értékről fokozatosan emelkedett s maximumát (35,8 ml) a 7. napon érte el. Ezt követően a 14–15. napig fokozatosan csökkent és az utolsó 4–5 napban már lényegesen nem változott. Az egyes napokon mért oxigénfogyasztást a 6. ábra mutatja. Az ábrából kitűnik az is, hogy



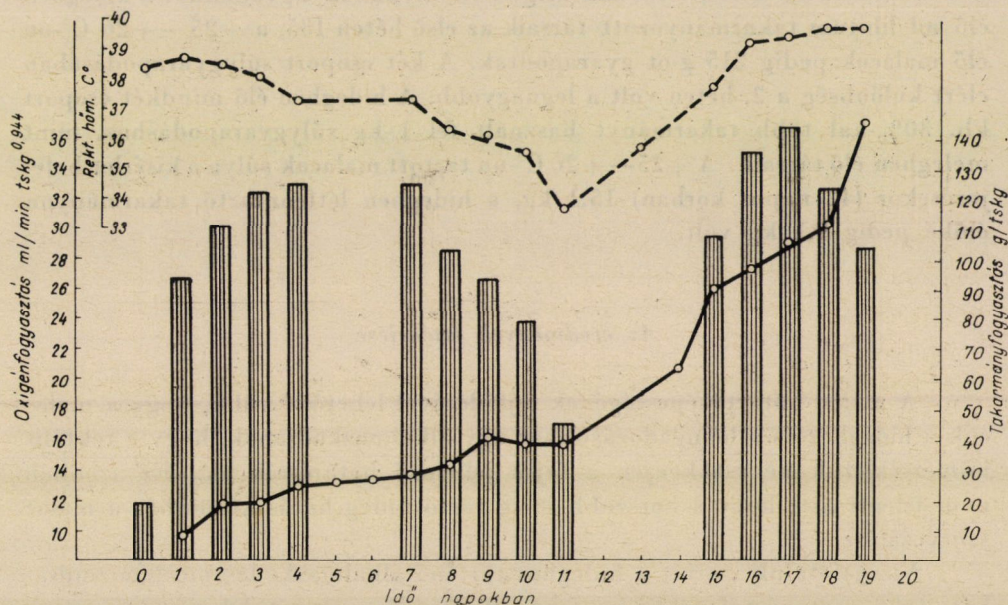
6. ábra. Vészzónán tartott, ad libitum takarmányozott malacok oxigén fogyasztásának rektális hőmérsékletének és testsúlyegységre jutó napi takarmányfogyasztásának alakulása

a malacok végbélhőmérséklete a vizsgálat időpontjában $+38 \mid -+39\text{ }^{\circ}\text{C}$ között ingadozott. Ugyanezen az ábrán tüntettük fel a malacok testsúly kg-jára eső napi átlagos takarmányfogyasztást is. Látható, hogy az akklimatizálódás első 9 napján a malacok takarmányfogyasztása fokozatosan emelkedett, a 9. és 21. nap között azonban már lényegesen nem változott.

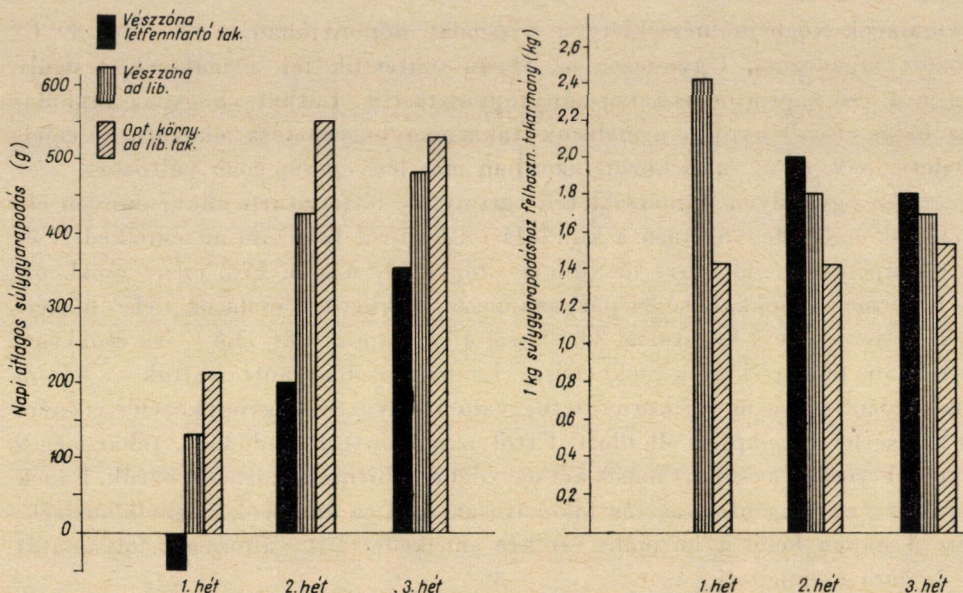
Az ugyanilyen hőmérsékleten tartott, de létfenntartó takarmányon élő malacok oxigénfogyasztása a kiindulási 12 ml-ről fokozatosan emelkedett és a 4. napon elért 33 ml-es maximum után a 14. napon 17,2 ml-re csökkent. A hőtermelés csökkenésével párhuzamosan csökkent a malacok belső hőmérséklete is, amely a kiindulási $38,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ról a 11. napon már $33,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra csökkent. A rektális hőmérsékletek csökkenésével a malacok bágyadtá váltak s a három állat közül egy a meleg környezetbe való áthelyezés és gyógykezelés ellenére is a kísérlet 12. napján elhullott. Ettől az időponttól kezdődően, tehát még 9 napon keresztül a csoport másik két egyedét ad libitum takarmányoztuk. Ennek hatására az oxigénfogyasztás fokozatosan nőtt, a malacok végbélhőmérséklete 3 napon belül a normális értékre emelkedett. A változások folyamatát a 7. ábra szemlélteti.

A kedvező hőmérsékleten tartott és ad libitum takarmányozott malac-csoport oxigénfogyasztása a kísérlet alatt 12,2–14,6 ml között ingadozott. Végbélhőmérsékletük $+38,2+39,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ között változott.

A hidegben és optimális hőmérsékleten tartott malacok napi átlagos súlygyarapodását és takarmányértékesítését a 8. ábra szemlélteti. Ebből kitű-



7. ábra. Vészszónán és létfenntartó takarmányon tartott állatok oxigénfogyasztása, rektális hőmérséklete és testsúlyegységre jutó napi takarmányfogyasztása



8. ábra. Vésszónában, ad libitum és létfenntartó takarmányon, valamint optimális környezetben tartott malacok napi átlagos súlygyarapodása és takarmányértékesítése

nik, hogy a hidegben és létfenntartó takarmányon tartott malacok az első héten veszítettek a kísérletbe állításig elért súlyúkból. Ugyanakkor a hidegben élő ad libitum takarmányozott társaik az első héten 135, a $+25$ – $+26$ °C-on élő malacok pedig 215 g-ot gyarapodtak. A két csoport súlygyarapodásában elért különbség a 2. héten volt a legnagyobb. A hidegben élő mindkét csoport kb. 30%-kal több takarmányt használt fel 1 kg súlygyarapodáshoz, mint melegben élő társaik. A $+25$ – $+26$ °C-on tartott malacok súlya a kísérlet befejezésekor (42 napos korban) 15,1 kg, a hidegben létfenntartó takarmányon élőké pedig 9,1 kg volt.

Az eredmények értékelése

A malac hőtartókéességének fejlődésével lehetővé válik, hogy a malacok a hideghez és a hőingadozásokhoz úgy alkalmazkodjanak, hogy a rektális hőmérsékletük ne csökkenjen a fajra jellemző határérték alá. Ez azonban nem jelenti azt, hogy a hosszabb ideig tartó hideg hatás közömbös a malac szervezetre.

Vizsgálataink szerint a hideghez történő alkalmazkodás mechanizmusában több, egymástól többé-kevésbé elkülönülő szakaszt lehet megfigyelni. Az első szakaszban a malacok összekuporodnak, testfelületüket minimálisra

csökkentik, remegnek s jelentősen fokozzák hőtermelésüket. Ebben a szakaszban a hideghatásnak kitett malacok oxigénfogyasztása szignifikánsan meghaladja az optimális feltételek között élő malacok azonos hőmérsékleti értékeken mért oxigénfogyasztását, tehát energiaforgalmuk valódi fokozódásáról van szó. Ez az állapot csoportonként 5—7 napig tartott s ez idő alatt az oxigénfogyasztás fokozatosan emelkedett. Minden bizonnyal erre az időszakra esett a belsőelválasztású mirigyek fokozott hormontermelése is, melyet azonban technikai okok miatt még nem volt módunkban meghatározni.

A hideghez a malacok 7—8 nap után kezdtek alkalmazkodni. Ezt mutatja az is, hogy oxigénfogyasztásuk a 2. héten fokozatosan csökkent, s már nem is kuporodtak úgy össze, relaxáltabb testhelyzetben pihentek. Változás következett be az alkalmazkodás folyamatában részt vevő endokrin mirigyek működésének állapotában. A mellékvesék és a pajzsmirigy hyperfunkciójuk eredményeként hypertrophysalódtak, abszolút és testsúlyhoz viszonyított súlyuk a hidegben élő malacoknál volt a legnagyobb. E hyperfunkció alapján volt nagyobb a hidegben élő malacok pajzsmirigyének jódfelvétele, magasabb az R érték és nagyobb az oxigénfogyasztás. A pajzsmirigy működésével összefüggő eredményeink megegyeznek SLEBODZINSKI és SØRENSEN vizsgálati eredményével, akik azt találták, hogy a környezeti hőmérséklet csökkenésével fokozódik a thyroxin szekréció.

Az alkalmazkodás harmadik szakaszában (a 3. héten) az ad libitum takarmányozott malacok már alkalmazkodtak a hideg környezethez. Alábbhagyott az endokrin mirigyek hyperfunkciója, ami elsősorban abban nyilvánult meg, hogy a mellékvesék abszolút súlya a hidegben és optimális környezetben élő malacoknál már nem, vagy alig volt különbség. Hasonlóképpen nem volt lényeges különbség a pajzsmirigy súlyában, jódfelvételében és az átalakulási arányban sem.

A szervezet beállott egyensúlyát az is mutatja, hogy oxigénfogyasztásban a 14. és 21. nap között már nem volt lényeges különbség. Az akklimatizálódás folyamatát legjobban az állatok heti súlygyarapodása és takarmányértékesítése szemlélteti. Ezek az értékek az első héten voltak legrosszabbak a harmadik héten a legjobbak.

Ebben a szakaszban az akklimatizációnak egy igen fontos és már a malacok fenotípusát is befolyásoló hatását lehetett megfigyelni. Megváltozott a hidegben élő, ad libitum takarmányozott malacok szőr- és bőrtakarója. Vastagabb lett a bőralatti kötőszövet, jóval sűrűbb és hosszabb a szőrtakaró. A hőszigetelő-képesség ilyen mérvű javulásával magyarázható az anyagcserének egy bizonyos szintre való beállása is.

Vizsgálataink szerint tehát a korán leválasztott malacoknak mintegy három hétre volt szükségük ahhoz, hogy a hideg környezethez alkalmazkodjanak. Az adatok arra utalnak, hogy az alkalmazkodás mechanizmusában döntő jelentősége van az energiaforgalom fokozódásának, majd az

alkalmazkodás későbbi szakaszában a hőszigetelés jelentős mértékű javulásának, mely bizonyos mértékig kompenzálja az izomremegés nélküli hőtermelés lehetőségének hiányát.

A hideg környezet azonban az alkalmazkodóképesség ellenére sem közbős a malacok számára. Az ilyen környezetben élő állatok nem tekinthetők egészségesnek, s ez a vizsgálatok során megmutatkozott abban is, hogy:

a) a hideg környezetben élő malacok súlygyarapodása és takarmányértékesítése jelentősen elmaradt optimális környezetben nevelt alomtestvéreikénél;

b) a hidegben élő malacok 52 napos korukig ennek következtében mintegy 4 kg-mal kisebb súlyt értek el, mint kedvező feltételek között élő társaik;

c) minthogy az alkalmazkodásban döntő jelentősége van a köztakaró és a fenotípus változásának, vizsgálati adataink alapján várható, hogy a hideg környezetben nevelt állatok hús : zsír aránya jelentős mértékben megváltozik;

d) az ilyen malacok nem adtak megfelelő immunválaszt, tehát rosszul vagy nem is immunizálhatók;

e) éppen a hideg terhelő hatására saját globulinképzésük is később indul meg, szintje alacsonyabb, mint a kedvező környezetben élő társaiké.

Amennyiben az ilyen malacokat még egy-két környezeti megterhelés káros hatása éri, egészségesnek látszó állapotuk megszűnik és betegségük klinikai tünetekben megnyilvánuló formát ölt. Ezt éppen a 4. kísérletünkben szereplő létfenntartó takarmányon tartott malacokon kapott eredmények erősítik meg. Ezek az akklimatizálódás 1—4. napján úgy reagáltak a hidegre, mint az ad libitum takarmányozott társaik. Eddig volt energia tartalékuk. Ezután anyagcseréjük fokozatosan csökkent, végbél hőmérsékletük $+33,6^{\circ}\text{C}$ -ra a bordaköz hőmérséklete $+28^{\circ}\text{C}$ -ra esett, bágyadtak voltak és közülük egyet már a gyógyyszeres kezelés ellenére sem tudtunk megmenteni.

Vizsgálataink alapján a gyakorlat számára az a következtetés vonható le, hogy a 14—21 napos korban leválasztott malacok a viszonylag alacsony környezeti hőmérséklethez már alkalmazkodni képesek. Mivel az alkalmazkodás jelentősen megterheli az ilyen malacok szervezetét s súlygyarapodásuk és takarmányértékesítésük is elmarad optimális környezetben tartott társaikénál, a termelés gazdaságossága érdekében célszerűbb az állatok hőmérséklet-igényét fűtéssel kielégíteni.