

## Poglavlje 6

### Pomen temperature pri reji prašičev

Milena Kovač<sup>1,2</sup>, Špela Malovrh<sup>1</sup>

#### Izvleček

Prašič ima drugačne potrebe po topotnem ugodju kot človek. Vsaka aktivnost, kot npr. zauživanje krme, gibanje, poveča produkcijo topote, ki je najmanjša znotraj območja termoneutralnega ugodja. Za prašiče je pomembno, da jim zagotavljamo termoneutralno območje, saj pri povišani temperaturi lahko doživijo vročinski stres, pri nizkih temperaturah pa povečajo vzdrževalne potrebe, saj porabijo krmo tudi za ohranjanje telesne temperature. Ko je izguba topote večja kot produkcija topote, nastopi stanje hipotermije. Prepoznamo jo po gručenju živali v skupini in drgetanju. Nasprotno se ob visokih temperaturah in visoki relativni vlažnosti pojavi hipertermija, ko se živali odmikajo od sovrstnikov, sopejo, valjajo po mokrih tleh, škropijo z vodo iz napajalnikov. Težave rešujemo tako, da ob gradnji predvidimo možnost ogrevanja ali hlajenja. Z ventilacijo moramo v prostoru zagotoviti minimalni dotok svežega zraka, hkrati pa uravnnavamo tudi temperaturo v hlevu. Pomembno je tudi, da izoliramo streho in stene, in tako zmanjšamo prehod topote v ali iz hleva. Hlev po potrebi tudi ogrevamo, zlasti pri mlajših kategorijah prašičev.

Ključne besede: temperatura, termoneutralna cona, vročinski stres, prašiči

#### Abstract

Title of the paper: **Importance of temperature in pig rearing.** Thermal comfort needs of pigs and humans differs. Activities such as feeding and moving, increases heat production, which is the lowest within thermoneutral cone. For pigs, it is very important to be reared within thermoneutral cone, due to high possibility of heat stress at high temperatures, while feed conversion increases at low temperature, due to use of energy from feed to maintain body temperature. When body losses more heat than it produces, hypothermia is observed. In this case pigs are grouping and they shivers. On contrary, with high ambient temperature and humidity hyperthermia occurs, when pigs move away from their pen mates, hyperventilate, lying on vet floors, sprinkle the water. Facilities for cooling and warming of stalls must be predicted before building. Ventilation system also manages indoor temperature. It is also important to insulate roof and walls to prevent heat transfer into or from the barn. Barns are heated if needed, especially for younger categories.

Key words: temperature, termoneutral cone, heat stress, pigs

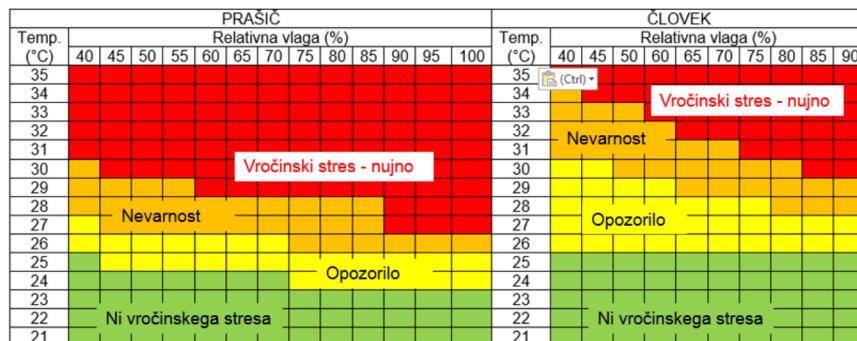
---

<sup>1</sup>Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, Groblje 3, 1230 Domžale

<sup>2</sup>E-pošta: milena.kovac@bf.uni-lj.si

## 6.1 Uvod

Med okoljskimi parametri ima za počutje prašičev temperatura največji pomen. Domači prašiči imajo v nasprotju z drugimi vrstami domačih živali zelo slabo zaščito s ščetinami (Craig, 1981). Največ zaščite jim nudi debela plast podkožnega maščobnega tkiva. Redke ščetine dovoljujejo izhlapevanje preko kože. Prašiči se ne morejo potiti, ko so izpostavljeni vročini, ampak se lahko hladijo le z vlaženjem in kalužanjem. Bolj so izpostavljeni višjim temperaturam, kot nižjim. Potrebe prašičev po toplotnem ugodju se razlikujejo od potreb ljudi (slika 1). Normalna telesna temperatura pri prašiču je 39 °C, z razponom 38.7 do 40 °C. Prašiči se najbolje počutijo pri temperaturi okolja med 18 in 20 °C, razen pujskov in tekačev na začetku vzreje. Vsaka aktivnost, kot npr. zauživanje krme, gibanje, poveča produkcijo toplote.

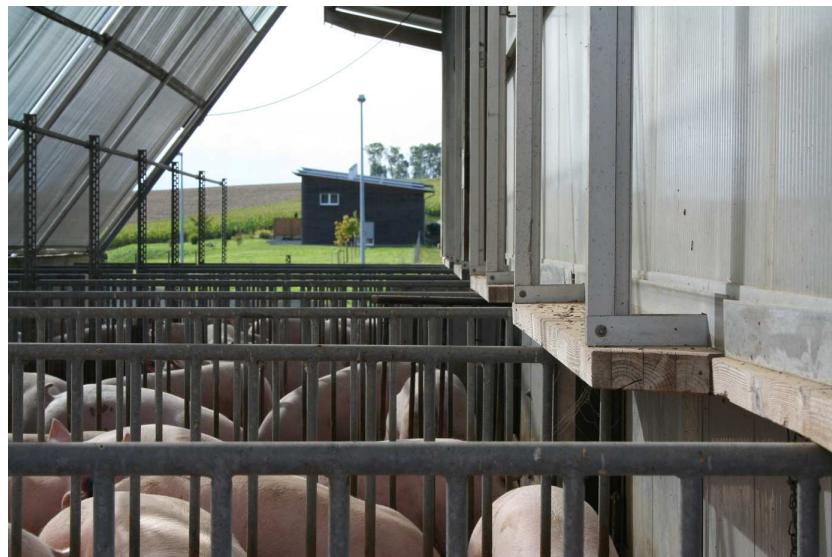


Slika 1: Primerjava območij temperaturnega ugodja za prašiča in človeka (Hea, 2012, 2015)

Prašiči ne trpijo, če so izpostavljeni dežju ali soncu. Ležanje na soncu jim je všeč, vendar lahko povzroča opeklino. Tako izpuste raje zasenčimo (slika 2), streha nad izpusti pa omogoča tudi odvajanje meteorne vode. Izbira materiala omogoča prehajanje zadostne količine svetlobe. Kadar prašiče držimo na prostem, potrebujejo zavetje.

Težji prašiči proizvedejo več telesne toplotne in so bolj občutljivi na vročinski stres (Quiniou in sod., 2000). Lažje prenašajo nižje temperature. Resnične težave nastopijo, ko se temperature okolja živali dvigne nad 30 °C. Če notranja telesna temperatura pri prašiču doseže 43 °C, prašič pogine zaradi odpovedi srca. Pri višjih temperaturah prašiči več pijejo in pospešeno dihajo. Pri rektalni temperaturi 38.5 °C prašič vdihne 20 krat na min, pri 2 °C višji telesni temperaturi pa se dihanje pospeši na 80 vdihov na min (Ingram, 1974). Telesno temperaturo poskušajo vzdrževati preko dihanja.

S poskusi so dokazali, da se prašiči hitro naučijo aktivno uravnavati temperaturo zraka. Na osnovi tega lahko sklepamo, kako moteči so proučevani okoljski dejavniki. Pri nemotečih dejavnikih bodo prašiči ravnali kot običajno, pri manj prijetnih pa bodo pripravljeni tudi



Slika 2: Pokriti izpust (Foto: Anita Ule)

Tabela 1: Optimalna temperatura (°C) za različno težke prašiče na različnih tipih tal brez prepiha in na prepihu (Kyriazakis in Whittemore, 2006)

Telesna masa (kg)	Nastil, brez prepiha	Nastil, srednji prepih	Polna, mokra, betonska tla, brez prepiha	Polna, mokra, betonska tla srednji prepih
<b>Sesni pujski:</b>				
<2	>32	>38	NA	NA
<5	29	36	NA	NA
<11	21	26	NA	NA
<b>Tekači in pitanci:</b>				
9-16	18	23	NA	38
16-30	16	20	32	38
30-60	14	18	29	36
60-125	13	17	26	31
<b>Breje svinje:</b>				
individualno	14	17	28	34
skupinsko	12	16	24	29
<b>Doječe svinje:</b>				
Merjasci:	14	18	28	34

aktivno spremeniti okolje. Tako mladi kot odrasli prašiči so se hitro navadili, da pritisnejo z rilcem na stikalo, da se ogrevajo z infrardečo svetlobo (Baldwin in Ingram, 1967b,a, 1968a,b; Baldwin in Lipton, 1973; Baldwin, 1974; Heath, 1980). Pogostnost prižiganja je bila odvisna od padca temperature (Swiergiel in Ingram, 1986). Podobno se lahko naučijo, da izključijo ventilatorje, ki povzročajo pihanje ali aktivirajo pršenje, ko se temperatura preveč dvigne (Bray in Singletary, 1948).

Višja temperatura povzroča pogosteje pojavljanje želodčnega čira.

## 6.2 Osnovni pojmi

**Temperatura** je mera za kinetično energijo molekul v snovi in odraža toplotno stanje telesa. Temperatura je lastnost stanja snovi in jo lahko merimo s termometri (v K, °C, °F). Ni odvisna od števila molekul, ampak le od njihove kinetične energije. Temperatura ne prehaja iz enega na drugo telo.

**Relativna vlažnost** je določena kot razmerje med absolutno vlažnostjo (maso vodne pare na  $m^3$  zraka) in nasičeno vlažnostjo (največjo mogočo absolutno vlažnostjo) pri določeni temperaturi (Strnad, 1977). Če temperaturo počasi znižujemo, pride pri neki točki do kondenzacije pare in iz vlažnega zraka se začnejo izločati kapljice vode. Tej temperaturi pravimo rosišče.

**Toplotna** ( $Q$  v J) je vrsta energije, ki prehaja iz toplega telesa (predmeta) na hladnejše. Ko se prenos zaključi, se prenesena energija shrani v obliki notranje energije (gibanja molekul), na osnovi česar je definirana temperatura. Toplotno ( $Q$ ) izračunamo na osnovi sprememb temperature telesa ( $\Delta T$ ). Pri tem upoštevamo maso ( $m$ ) telesa in specifično toploto ( $c$ ) snovi. V našem primeru je ta snov voda s specifično toploto 4186 J/(kg·K), kar pomeni, da se za ogrevanje 1 kg vode za 1 K porabi 4186 J energije.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad [6.1]$$

Topote ne moremo meriti, merimo le temperaturne spremembe, ki jih prenos topote povzroča. Več molekul prenaša toploto (energijo) bolj učinkovito.

**Zaznavna toplotna** je toplotna, ki se sprošča ali porablja pri temperaturnih spremembah in jo čutimo zaradi temperaturnih razlik.

**Latentna toplotna** je toplotna, ki se porabi ali sprosti pri spremembah agregatnega stanja (pri faznih spremembah) in ne temperaturnih spremembah. Toplotna se porabi pri izparevanju in taljenju, sprošča pa pri kondenzaciji in zamrzovanju. Snov ob tem ne spremeni temperature. Označujemo jo tudi kot utajena ali prikrita toplotna.

**Prehajanje toplote** iz toplejšega telesa na hladno lahko ponazorimo s toplotnim tokom ( $P$  v J/s), ki predstavlja spremembo toplote ( $\Delta Q$ ) v času ( $\Delta t$ ). Načini prenašanja toplote so prevajanje oz. kondukcija, prenašanje oz. konvekcija in sevanje.

$$P = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad [6.2]$$

**Temparaturno vlažnostni indeks** je merilo občutka vročine v kombinaciji temperature in relativne vlažnosti. Temparaturno vlažnostni indeksi se razlikujejo med vrstami živali in tudi posameznimi kategorijami znotraj vrst. Tako temparaturno vlažnostni indeks pri vremenski napovedi ni povsem primeren za vse prašiče. Uporablja se tudi korekcija temparaturno vlažnostnega indeksa na pretok zraka in sevalne toplote (npr. sončnih žarkov). Kot pripomoček lahko uporabljamo grafikone, ki imajo pri posameznih kombinacijah temperature in vlažnosti polja označeno s stopnjo nevarnosti za vročinski stres: opozorilo, nevarnost in najvišja stopnja nevarnosti. Pri prašičih izberemo kategorijo, ki bo v reji najtežje prenašala vročino (odrasle, produktivne živali, živali s predobro kondicijo).

**Vetrovni ohladitveni indeks** je povprečen občutek temperature človeka v vetrovnem vremenu. Za ta občutek ne obstajajo meritne naprave. Tako v času brez vetra lahko človek temperaturo zraka zelo dobro ugane, v vetrovnem vremenu pa občuti nižjo temperaturo, ki se z meritvami lahko tudi precej razhaja. V močnem vetrju je lahko občutek temperature tudi za več kot 10 °C nižji od izmerjenih vrednosti. Pri hitrosti vetra 32 km/h in temperaturi zraka -1 °C se bo povprečen človek počutil kot pri -15 °C brez vetra. Občutek bo med ljudmi zelo variiral: suhi bodo občutili še večji mraz, bolj močni pa bodo mraz lažje prenašali. Pri močnem, hladnem vetru telo oddaja toploto. Ker se okolica znova in znova ohlaja ter odvzema telesno toploto, imamo občutek, da nas prepiha do kosti. Tudi ta občutek se lahko med vrstami živali močno razlikuje. Na stres zaradi mraza pa so bolj občutljive mlajše živali in živali v slabši kondiciji.

### 6.3 Temperaturna območja

Obstaja precej literature, ki opisuje termalna območja, termoregulacijo in adaptacijske procese pri živalih. V živinoreji nas še posebej zanimajo območja, ki so vezana na optimalno pritejo. Prašiči so toplokrvni organizmi, ki vzdržujejo stalno telesno temperaturo, ne glede na temperaturo v okolju. To pomeni, da sta produkcija in oddajanje toplote v ravnotežju. Kadar je okolje hladno, je oddajanje telesne toplote povečano, kar mora telo kompenzirati s povečano produkcijo toplote iz krme. Tako lahko pričakujemo večjo konzumacijo, slabšo konverzijo krme in zmanjšano pritejo. Na drugi strani pa se ob visokih temperaturah okolja lahko telesna temperatura povečuje, živali zaužijejo manj krme in tudi v tem primeru trpi priteja.



Slika 3: Vplivi na občutek efektivne temperature okolja

Producija toplotne v telesu je najnižja znotraj termoneutralnega območja. V tem območju se vzdržuje stalna telesna temperatura. Zunaj tega območja se produkcija toplotne poveča. Ko je izguba toplotne večja kot produkcija toplotne, nastopi stanje hipotermije, zaradi močne podhladitve lahko nastopi tudi smrt. Hipotermijo napoveduje težnja po gručenju živali v skupini in drgetanje. Tudi v primeru, ko žival ne more oddati odvečne toplotne, lahko nastopi smrt. Stanje, ki lahko nastane ob visokih temperaturah in visoki relativni vlažnosti, imenujemo hipertermija. Hipertermijo prepoznamo po odmikanju od sovrstnikov, sopenju, valjanju po mokrih tleh, težnja po pršenju ... Težave rešujemo tako, da že ob gradnji predvidimo možnost ogrevanja ali hlajenja.

### 6.3.1 Efektivna temperatura okolja

Efektivna temperatura okolja je skupni učinek določenega okolja na toplotno ravnotežje pri živali. To je temperatura, ki jo žival občuti. Je kombinacija temperature suhega zraka, relativne zračne vlage, gibanja zraka in izgube telesne toplotne s sevanjem in kondukcijo. Na efektivno temperaturo vpliva tudi aktivnost. S kombinacijo učinkov dosežemo občutek znosne temperature. Če je temperatura okolja previsoka, lahko z gibanjem zraka (prepihom) zmanjšamo toplotni stres. To uporabimo v zaprtih hlevih, ko s prisilno ventilacijo izboljšamo počutje živali v vročih dneh (Baker, 2004). Pri nizkih temperaturah pa prepričemo občutek in učinke mraza, zato je takrat neugoden. Efektivne temperature okolja ne moremo meriti, približati se ji želimo s (korigiranim) temperaturno vlažnostnim indeksom in vetrovnim ohladitvenim indeksom. Je specifična za prašiče in človeka, kakor tudi za kategorije.

### 6.3.2 Zgornja kritična temperatura

Zgornja kritična temperatura je najvišja temperatura, nad katero se vzpostavijo fiziološki mehanizmi za preprečevanje naraščanja telesne temperature nad normalno. Prašiči poskušajo vzdrževati telesno temperaturo z evaporacijo z dihanjem, zaradi česar povečajo frekvenco dihanja, krvne žile na periferiji se razširijo. Pri preseganju te meje nastopijo resni problemi, saj prašiči ne morejo več dovolj hitro odvajati odvečne toplice in se jim prične zviševati telesna temperatura. Brez učinkovitega hlajenja lahko proces privede do smrti. Pod zgornjo kritično temperaturo je temperaturno območje, kjer je prašičem že neudobno, a lahko še z izdihavanjem uravnavajo telesno temperaturo. To temperaturno območje, ki obsega pas med zgornjo kritično temperaturo in do 6 - 8 °C nižje temperature, imenujemo tudi evaporacijska kritična temperatura.

#### Znaki za pretoplo okolje pri prašičih:

- ležijo posamično in pretežno v stranski legi,
- poskušajo se škropiti, kalužati ali valjati na mokrih tleh ali celo v iztrebkih,
- zmanjšana konzumacija krme, manjši prirasti,
- prašiči več pijejo (tudi do 6x več),
- prašiči več urinirajo, povečana izguba elektrolitov,
- očitno nelagodje, stiska, slabša higiena v kotcih,
- počasnost, utrujenost, zaspanost,
- slabša obarvanost, hrapava koža,
- tresenje mišic, otopelost, opotekanje, krči, povečana smrtnost,
- zmanjšan srčni utrip, povečana frekvenca dihanja.

### 6.3.3 Spodnja kritična temperatura

Spodnja kritična temperatura je najnižja temperatura okolja, pod katero mora telo povečati produkcijo toplice s presnovom, da vzdržuje normalno telesno temperaturo. Vzpostavijo se tudi procesi zadrževanja telesne temperature, kot so zoženje žil na periferiji, naježenje ščetin in kože ... Pojavijo se vzorci obnašanja, s katerimi poskusijo živali zmanjšati izgubo toplice in s tem tudi pokažejo, da jih zebe. Se zgrbijo, naježijo in poskusijo zmanjšati izpostavljenost površino telesa. Ležijo v prsnici legi, na slami ali bolje izoliranih, polnih tleh. Se gručijo ali stiskajo v kotcih, ob polnih stenah - tam, kjer je manj prepiha. Pri veliki količini slame se zarijejo vanjo. Prašiči bolje prenašajo nizke temperature, ki so značilne za naše kraje, če

le imajo suha in topla ležišča, saj jih ščiti sorazmeroma debel sloj podkožnega maščobnega tkiva. Občutljivejši so le mlajši in lažji prašiči, še predvsem sesni pujski in tekači.



Slika 4: Zaščita vodovodne napeljave (Foto:  
Karmen Ložar)

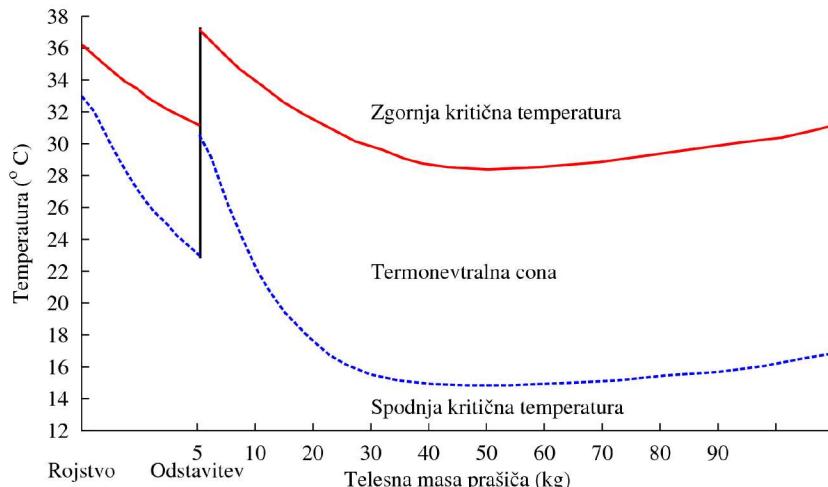
Tudi v literaturi redkeje najdemo navodila za ukrepanje za mrzle zimske dni kot za vroče. V mrzlem vetrovnem vremenu preprečujemo prepih. Preverimo in popravimo morebitne razpoke, tesnjenje odprtin in grelne naprave. Zelo primerno je, če imamo tudi nadomestno varianto za gretje. Zanimiva rešitev so zaprta in pokrita ležišča, saj je na ta način možno poskrbeti za ogrevanje manjšega volumna, pri ogrevanju pa precej doprinesejo tudi prašiči. Zaščititi je potrebno vodovodno napeljavo proti zmrzovanju, saj morajo prašiči imeti na voljo ves čas pitno vodo (slika 4). Vodovodna napeljava je zaščitena z debelim slojem izolacije, še posebej pa so poskrbeli za razcepe, ki so še dodatno obdani z izolacijo iz stiropora. Prilagodimo tudi sestavo in/ali količino obrokov, da nadomestimo izgube zaradi vzdrževanja telesne temperature. V hlevih za prašiče so v zimskem času posebej nadležni glodavci, ki tudi iščejo zatočišče in hrano na toplem, in zato redno skrbimo za deratizacijo.

#### Znaki za prehladno okolje pri prašičih:

- živali se usločijo, ščetine se naježijo,
- ni sprememb v frekvenci dihanja,
- ležijo v pretežno v prsnih legih,
- se gručijo in stiskajo,
- drgetajo,
- večja pojavnost obolenosti in bolezni,
- večja poraba energije za vzdrževanje telesne temperature, slabša konverzija krme,
- slabša rast, manjše nalaganje proteinov.

#### 6.3.4 Termoneutralno območje

Termoneutralno območje (slika 5) je dokaj ozko temperaturno območje, v katerem za oddajanje ali zadrževanje toplote živalim ni potrebno izvajati nič posebnega. Znotraj te cone



Slika 5: Termonevralno območje

je produkcija toplote neodvisna od temperature zraka in je zato določena le s telesno maso in zauživanjem krme. Prašiči znotraj termoneutralne cone najbolje izkoriščajo krmo. Ker za vzdrževanje življenjskih funkcij porabijo najmanj hranil, je tudi znotraj termoneutralnega območja prireja največja.

**Termalno komfortno območje** je območje toplotnega udobja, kjer prašiči vzdržujejo normalno telesno temperaturo brez večjega napora, termoregulacijo poteka z oddajanjem toplote pri normalni frekvenci dihanja in brez drugih fizioloških sprememb in sprememb v obnašanju. Frekvenca dihanja lahko variira glede na starost, maso, aktivnosti, počivanje in krmiljenje.

**Homeotermično območje** je območje, kjer telo s termoregulacijo vzdržuje stalno telesno temperaturo ne glede na vplive okolje. Telesna temperatura je običajno (a ne vedno) večja kot temperatura okolja in je običajno znotraj ozkega razpona. Le tako lahko živali ostanejo zdrave in produktivne.

**Preživitveno območje** je temperaturno območje, znotraj katerega žival še lahko preživi, četudi je podhlajena (hipo-) ali pregreta (hipertermična).

### 6.3.5 Termoregulacija

Termoregulacija je sposobnost organizma za ohranjanje telesne temperature v določenih me-jah, tudi ob znatno drugačni temperaturi okolja. Nabor procesov je odvisen od pogojev v okolju in občutja efektivne temperature okolja. Je proces homeostaze, ki vzdržuje dinamično ravnovesje med količino nastale oziroma prejete in oddane toplice. V primeru, da organizem ni več zmožen ohranjati normalne telesne temperature in se le-ta povija znatno nad normalno vrednost, se pojavi stanje hipertermije. Nasprotno stanje, hipotermija, se pojavi v primeru, da se temperatura organizma zniža pod to vrednost. Ohranjanje stalne telesne temperature je izjemnega pomena zaradi normalnega poteka biokemijskih reakcij in optimalnega delovanja encimov.

Telesno temperaturo uravnava centralni regulacijski sistem v hipotalamusu v osrednjem živčevju. Ta center sprejema sporočila toplotnih receptorjev, ki so povsod po telesu z namenom, da ohranijo telesno toploto ali zmanjšajo izgubo toplote. Toplota nastaja z delovanjem mišic, zauživanjem in presnovi hrane (spreminjanje hranilnih snovi v sestavine, lastne organizmu) ter s procesi, ki prispevajo k bazalni presnovi, izgublja pa se preko sevanja, prevajanja toplote in izhlapevanja vode iz dihalnih poti in kože, v manjši meri pa tudi preko urina in iztrebkov.

**Prilagajanje** omogočajo prenekaterje reakcije živali, da si v ponujenem okolju oblikuje znosno življenje. Praktično je nemogoče, da bi bila žival stalno v ravnovesju in v harmoniji z okoljem, v katerem živi. Prašiči so zelo prilagodljivi, kar lahko povzroči, da lahko spregledamo opozorilne znake potencialnih problemov. Pogosto prilagajanje zahteva ceno: porabi se več energije za vzdrževanje ter zadovoljitev potreb po energiji za samo prilagajanje in je tako ostane manj za pritejo. Ta je npr. drgetanje odziv na stres zaradi mraza, ko se energija porablja za generiranje toplote ob krčenju mišic. Ta reakcija prašičev je pogosto spregledana ali zanemarjena, vendar se energija krme porablja za vzdrževanje telesne toplote namesto za rast. Ta poraba po prašiču se nam lahko zdi majhna, vendar pa pri večjem številu pitancev vpliva na gospodarnost priteje.

Poznamo tri oblike prilaganja:

**Aklimacija** je fiziološki proces, s katerim se prilagodi organizem na en konkretni stresni dejavnik okolja v nekaj dneh ali tednih. Pogosto se pojavi v eksperimentalnih pogojih. Že pri preseljevanju pa lahko nastopi več stresorjev hkrati.

**Aklimatizacija** je fiziološki proces postopnega prilaganja organizma na več stresnih sprememb v okolju, ki se hkrati spremenijo, v časovnem intervalu nekaj dni do nekaj tednov. Proses omogoča preživetje oziroma prilagoditev novim razmeram. Običajno gre za spremembo v temperaturi okolice, svetlobe, vlage ipd. Proses aklimatizacije je reverzibilen in poteka samodejno. Proses je lahko postopen in neopazen, lahko pa je pogojen s spremenjanjem letnih časov. Primer tega je menjavanje zimske in poletne dlake pri sesalcih, ki živijo v okolju, kjer je izrazito menjavanje letnih časov. Določeni odzivi vključujejo adaptacijo z zauživanjem krme in vode, spremembami v presnovi in izolacijo telesa s dlakami ali maščobnim tkivom.

**Privajanje** (habituation) je rezultat, ko se stresni dejavnik pogosto ponavlja. Organizem se nanje navadi in to z vzorci obnašanja. Pri ureditvi objektov lahko ponujen prostor strukturiramo in prašiči se navadijo izbirati območje, ki jim najbolj odgovarja glede na temperaturo okolja, vrsto tal ipd. Tudi pri navajanju na ponujene materiale za zaposlitev poteka proces privajanja, ki je pri naravnih materialih sorazmeroma hiter. Nepravilna uporaba sodobnih tehnoloških rešitev s strani rejca, npr. napačna ventilacija, lahko celo poslabša razmere in lahko v primeru slabega zraka privede do težav z dihanjem in pojava pljučnic.

#### 6.4 Vročinski stres pri prašičih

Vročinski stres je lahko kratkotrajen in dolgotrajen. Temperatura lahko niha, tako da so prašiči izpostavljeni visokim temperaturam večkrat zaporedoma, vmes pa so krajša obdobja z nižjimi temperaturami. Intervali se lahko pojavlajo v konstantni ali ciklični oblikah. To je lahko tudi poletni dnevni ritem, ko se podnevi temperatura dvigne, ponoči pa ohladi.

Prvi znaki reakcije prašičev na povečanje temperature okolja so spremembe v obnašanju.

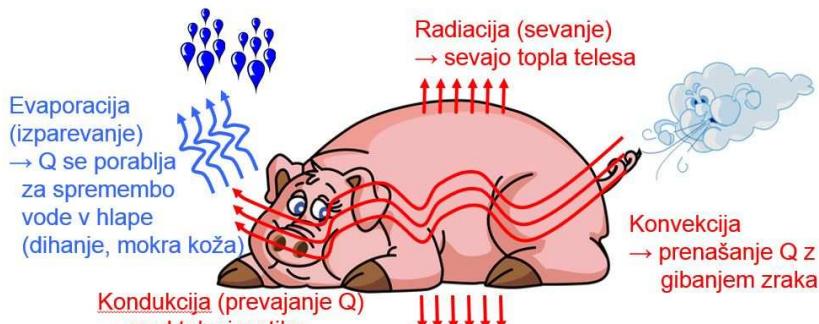
- Kalužanje je ena prvih sprememb, ki se pojavi že pri relativno nizkih temperaturah okolja med 16 in 17 °C.
- Ležanje na rešetkah in blatenje na polnih tleh se opazi pri temperaturah nad 19 do 20°C.

**Fiziološki** pokazatelji neugodja prašiča zaradi fiziološkega stresa so:

- povečana frekvenca dihanja, kar je opazno od 22 °C dalje
- naraščajoča rektalna temperatura, kar lahko zaznamo, ko temperatura okolja naraste nad 26 °C.

#### 6.5 Načini izmenjave toplote

Da bi razumeli, kako prašič oddaja ali sprejema toploto, si poglejmo načine izmenjave toplote med živaljo in okoljem. Toplotu se prenaša iz toplega v hladno okolje na štiri načine (slika 6): s kondukcijo, konvekcijo, sevanjem in evaporacijo. Prašiči imajo sicer žleze znojnice, vendar niso funkcionalne. Torej se ne morejo potiti in se na tak način ohlajati. Posebnost pri prašiču je tudi sorazmeroma debel podkožni sloj maščobnega tkiva, ki ga dobro ščiti pred mrazom, v vročem okolju pa je odveč.



Slika 6: Načini izmenjave toplote prašiča z okoljem

### 6.5.1 Prevajanje toplote

Prevajanje ali kondukcija toplote nastopi, ko je prašič v neposrednem fizičnem kontaktu s površino telesa, ki ima drugo temperaturo. Toplota se prenaša s toplejšega na hladnejše telo neposredno preko kontakta teles oz. predmetov po mirujoči snovi, torej brez mešanja snovi, dokler temperatura teles ni izenačena. Nekoliko bliže nam je kondukcija toplote preko sten, saj jo srečujemo tudi v vsakodnevniem življenu, zato si jo najprej oglejmo na tem primeru.

S prevajanjem toplote se srečamo tudi pri prehodu toplote preko stene, stropa ali tal iz toplejše notranjosti v hladnejše okolje zunaj hleva ali obratno. Pri vsakem gradbenem materialu poznamo izolativno sposobnost, ki jo predstavljamo s specifično topotno prevodnostjo ( $\lambda$ ). Topotni tok ( $P$ , enačba 6.3) je sorazmeren do specifične topotne prevodnosti, razlike v temperaturi ( $\Delta T$ ) ter površine ( $S$ ), skozi katero prehaja toplota, in obratno sorazmeren do debeline stene ( $d$ ). Kadar je stena zgrajena iz različnih materialov, je tok toplote skozi steno enak vsoti tokov preko posameznih slojev. Prevodniki (npr. železo) omogočajo večji topotni tok. To so torej snovi z večjo prevodnostjo, torej s slabšo izolacijsko sposobnostjo. Razmerje med razliko v temperaturi in debelino imenujemo tudi temperaturni gradient.

$$P = \lambda \cdot S \cdot \frac{\Delta T}{d} \quad [6.3]$$

Prevajanje toplote med živaljo in okoljem deluje na istih principih. Prašič s telesno temperaturo 39 °C npr. leži na betonskih tleh s temperaturo 21 °C in oddaja toploto tlem. Razlika v temperaturi je 18 °C. Toplota prehaja iz toplejšega telesa (prašiča) v hladnejši material (betonska tla) s prenosom preko tkiv in nato tal. Razlika v temperaturi, površina kontakta in topotna prevodnost tkiv ter materialov v tleh določajo topotni tok. Stojeci prašič na ta način izgubi zelo malo toplote, saj je kontaktna površina majhna (samo parklji). Več jo odda pri ležanju, zlasti v stranski legi, kjer je kontaktna površina največja. Na ta način oddajajo toploto, ko je vroče. V hladnih dneh prašič izbira raje nastlana, polna tla. Slama je dober

izolator, kar pomeni, da preprečuje oddajanje toplote v tla. Kadar pa imamo urejeno talno gretje, bi nastil zmanjšal prehod toplote iz tal na prašiča, kar pomeni, da bi bil učinek gretja manjši. Pri talnem gretju ne uporabljamo veliko nastila.

### 6.5.2 Prenašanje toplote

Prenašanje ali konvekcija toplote (enačba 6.4) je način prenosa ali širjenja toplote z gibanjem snovi. Odvisna je od koeficiente konvekcije ( $k$ ), površine telesa ( $S$ ) in razlike v temperaturi telesa (prašiča, stene) in okolja (npr. zraka, vode). Konvekcija je lahko naravna ali prisilna (črpalke, ventilatorji). Pri naravnih konvekcijih se topel plin ali tekočina dvigata, hladna pa padata. To pomeni kroženje in mešanje snovi.

$$P = k \cdot S \cdot \Delta T \quad [6.4]$$

Ta metoda prenosa toplote je rezultat tega, da je prašič v neposrednem fizičnem kontaktu z zrakom, vodo ali blatom, ki ima drugo temperaturo kot prašič. Prenos toplote se izvrši zaradi temperaturnih razlik med površino kože prašiča in okoliške tekočine oz. zraka. Ker se tekočina ali plin premikata (zaradi temperaturnih razlik ali prisilnega gibanja - mešanja), se toplota prenaša tudi drugam po prostoru. Količina izmenjane toplote je odvisna od razlike med temperaturama kože in zraka (tekočine) v okolju, hitrosti gibanja zraka in kontaktne površine. Ta način hlajenja koristimo, kadar z ventilatorji povečujemo gibanje zraka, da bi zmanjšali vročinski stres. V hladnem okolju pa lahko občutimo ob povečani ventilaciji še večji mraz, kjer ima konvekcija negativen učinek. Lahko pa s konvekcijo tudi ogrevamo prostor (kroženje tople vode pri talnem ogrevanju ali z radiatorji).

### 6.5.3 Sevanje toplote

Sevanje toplote (radiacija) je elektromagnetno valovanje, ki nastaja pri toplotnem gibanju nabitih delcev snovi. Črno telo s sevanjem oddaja elektromagnetno valovanje in s tem povzroča tok toplote ( $P$ , enačba 6.5). Pretok je odvisen od Stefanove konstante ( $\sigma = 5.7 \cdot 10^{-8} W/m_2 K^4$ ), površine ( $S$ ) in temperature telesa ( $T$ ). Sevanje ni odvisno od snovi v okolju, v katerem se telo nahaja in je enako tudi v vakuumu.

$$P = \sigma \cdot S \cdot T^4 \quad [6.5]$$

Telesa v okolju tudi sevajo, tako opazovano telo tudi sprejema toploto, ki jo sevajo druga telesa. Tok toplote zaradi sevanja (enačba 6.6) predstavlja razliko med prejeto ( $P_p$ ) in oddano ( $P_o$ ) toploto.

$$P = P_o - P_p = \sigma \cdot S \cdot (T_o^4 - T_p^4) \quad [6.6]$$

Pri črnih telesih je sevanje največje, pri belih telesih pa sevanja ni. Vmes so siva telesa, pri katerih je sevanje (enačba 6.7) zmanjšano glede na emisivnost ( $\varepsilon$ ).

$$P = P_o - P_p = \varepsilon \sigma \cdot S \cdot (T_o^4 - T_p^4) \quad [6.7]$$

Konstanta  $\varepsilon$  znaša 1 za črno telo in 0 za belo telo. Dokaj dober približek črnega telesa je oglje, večina kovin ima v spektru krajše valovne dolžine, ki jih zaznavamo kot svetlejše tone in pri izbrani temperaturi izgledajo svetlejše. V enačbi 6.7 smo sicer poenostavili, da opazovano telo (prašiča) obdaja drugo telo iz istega materiala. Ker imamo v hlevu različne materiale (beton, kovine, les, steklo), je pri prejeti topotli za posamezno telo v okolju potrebno upoštevati temperaturno razliko med telesom prašiča in drugega telesa iz okolja ter le tisto "vidno" oz. izpostavljenou površino telesa prašiča.

Topota se prenaša tudi brez materije, torej le z žarjenjem. Energija sevanja se tako spremeni v topoto šele, ko naleti na trdno telo: steno, tla ali strop v hlevu, opremo, drugo žival ... Glede na kakovost površine in vrsto materiala bo telo vpadajoče sevanje absorbiralo, odbilo ali prepustilo. Absolutno črno telo absorbira celotno vpadajoče sevanje v nasprotju z absolutno belim, ki celotno sevanje odbije. Dolgovalovno elektromagnetno sevanje prodira skozi zrak, ne da bi ga ogrelo. Nevidni del sevanja se absorbira v obsevanih predmetih ali telesih. Telesa, ki so prejela topotno sevanje, tudi sama sevajo oziroma oddajajo sekundarno dolgovolovno sevanje. Temperaturna razlika med obsevanim in ne obsevanim področjem povzroči določeno konvekcijo, (minimalno segrevanje zraka izven območja obsevanja).

Prenos topote s sevanjem lahko hitro predstavlja 50 % sprejete ali oddane topote. Primer: ko v ogrevani sobi pozimi stojimo pred oknom izgubljamo topoto in občutimo hlad, ker smo izpostavljeni mrzli površini okna. Enak občutek je tudi, kadar so slabo izolirane stene mrzle. Prenos topote s sevanjem je odvisna od izpostavljenosti prašiča drugim površinam v hlevu, odsevne značilnosti prašiča in drugih površin ter "vidljivosti" drugih površin. Hladne stene hleva tako s sevanjem ogrevajo prašiči le z razkrito površino telesa. Tudi pri žarenju nitke npr. žarnica oddaja svetlobo, ki predstavlja oddano energijo v obliki sevanja. Žarnica oddaja vidni spekter svetlobe, telo človeka ali živali pa oddaja - seva infrardečo svetlobe.

#### 6.5.4 Izhlapevanje

Znotraj termoneutralnega območja prašič oddaja odvečno topoto na podoben način kot človek in druge živali in mu to tudi zadošča (Ingram, 1965). Pri visokih temperaturah pa hlajenje preko kože ne zadošča. Izloča le  $30 \text{ g/h/m}^2$ . Prašiči, tako novorojeni pujski kot starejši prašiči, praktično oddajajo odvečno topoto z izhlapevanjem le preko dihal. Pomemben način hlajenja z izhlapevanjem je pasiven, ko voda za izhlapevanje s površine kože po vlaženju oz. škropljenju porablja energijo iz telesa.

Za prašiče (in ljudi) je lažje, če je pregret zrak suh. Oddajanje odvečne topote z izhlapevanjem je na zraku z visoko relativno vlažnostjo oteženo. V naravi poznamo kalužanje prašičev, kjer valjanje v blatu in vodi ali celo lastnem blatu in urinu služi tudi hlajenju. Blato

omogoča čiščenje kože in jo tudi ščiti pred neposredno izpostavljenostjo soncu in opeklimi. Oddajanje vode hitro poraste na okrog  $800 \text{ g}/\text{h} \cdot \text{m}^2$  (Ingram, 1965) ne glede na to, ali je prašič samo zmočen z vodo ali pa povaljan v blatu. Po eni urji je bilo izhlapevanje vode pri samo mokri koži precej zmanjšano, medtem ko je pri blatni koži začelo upadati šele po dveh urah, čeprav se živali v tem času niso valjale v blatu. Hlajenje blatne kože traja dlje časa. Ščetine prepričujejo luščenje blata. Ker so redke, pa omogočajo neposreden stik blata in kože ter neposreden prehod telesne topote. Gosta dlaka pri drugih vrstah je pravzaprav izolativna plast, ki otežuje ta prehod. Čeprav na prvi pogled izgleda, da prašič ni prilagojen na vročo klimo, ima pravzaprav visok potencial za toleranco vročine, če mu le omogočimo njegovo naravno obnašanje. Valjanje v blatu razumemo pogosto drugače, saj v njem vidimo velik potencial za prenos bolezni in neustreznou higieno.

Tako se za hlajenje uporablja pravilno naravnane razpršilce vode, da se z njimi moči kožo in umetno nadomesti mehanizem potenza pri prašičih. Glavna komponenta hlajenja pri pršenju je izhlapevanje vode iz površine kože, ki je odvisna od relativne vlage, temperatura zraka v neposredni okolini prašiča, hitrosti gibanja zraka nad mokro površino kože, površina mokre kože in količine vdihanega zraka na prašiča v enoti času. Bližja kot je temperatura okolja telesni temperaturi prašiča, bolj postaja izhlapevanje edini način izgube odvečne topote, ki ohranja prašiča pri življenju. Pri pršenju ni najbolj pomembna količina uporabljenih vode. Večji učinek lahko dosežemo s pravilno razporeditvijo vode in pršenjem v primernih intervalih kot s polivanjem prašičev.

Pri izhlapevanju srečamo dve obliki hlajenja na osnovi izhlapevanja. Pri posrednem ohlajamo zrak in zmanjšamo temperaturo zraka, pri neposrednem pa odvzemamo topoto prašiču. Čeprav sistemi hlajenja delujejo pretežno na enem principu, se lahko hkrati odvijata oba procesa.

**Pri posrednem načinu** se porabi energija za prehod vode iz tekočega stanja, to je razprtih vodnih kapljic v zraku, v plinasto, v paro oz. vodne hlapo. Količina energije v zraku ostaja enaka, spremeni se le porazdelitev. Zaznavna topota se pri posrednem ohlajanju pretvori v latentno z izhlapevanjem vode. Zmanjšana zaznavna topota povzroča znižanje temperature zraka. Sorazmerno temu se zaradi latentne topote poveča relativna vлага v zraku.

**Neposredno (direktno) hlajenje** koristimo pri pršenju prašičev, ko jih zmočimo (navlažimo) in pustimo posušiti. Izhlapevanje vode s kože prašiča hladi, ker mu odvzema energijo za izhlapevanje. Izhlapevanje omogoča učinkovito hlajenje, saj se za izhlapevanje 1 kg vode za  $1^\circ\text{C}$  porabi 4455 kJ energije. Prašiče lahko z izhlapevanjem učinkovito hladimo, če jih lahko pršimo in nato počakamo, da se posušijo. Prav zato pa je pomembno, da v vročih dneh poskrbimo v hlevih za izdatno gibanje zraka in zračenje, da odstranimo vлагo v zraku.

Posredno hlajenje dosežemo s hlajenjem prihajajočega zraka skozi blazinice, ki jih hladimo z izparevanjem vode. Ko pri zračenju potegnemo zrak skozi mokre površine blazinic, voda

izpareva in odvzema topoto, a povečuje relativno vlogo vpihajočemu zraku. Povečana relativna vlažnost zraka lahko predstavlja omejitev za učinkovito hlajenje.

Med posrednim (indirektnim) ohlajanjem znotraj blazinic lahko temperaturo znižujemo, dokler je relativna vlažnost nižja od 85 %. Ker je relativna vlažnost omejitveni faktor pri tem načinu hlajenja, je začetna relativna vlažnost pomembna za učinkovitost sistema hlajenja. Pri visoki relativni vlažnosti (nad 70 %) se bo temperatura bolj malo znižala (za 3 do 6 °C), medtem ko lahko s posrednim hlajenjem pri nizki relativni vlažnosti (manj kot 55 %) dosežemo znatno znižanje temperature (tudi za 10 °C). Tudi pri srednji relativni vlažnosti med 55 % in 70 % še vedno lahko dosežemo pomembno zmanjšanje temperature.

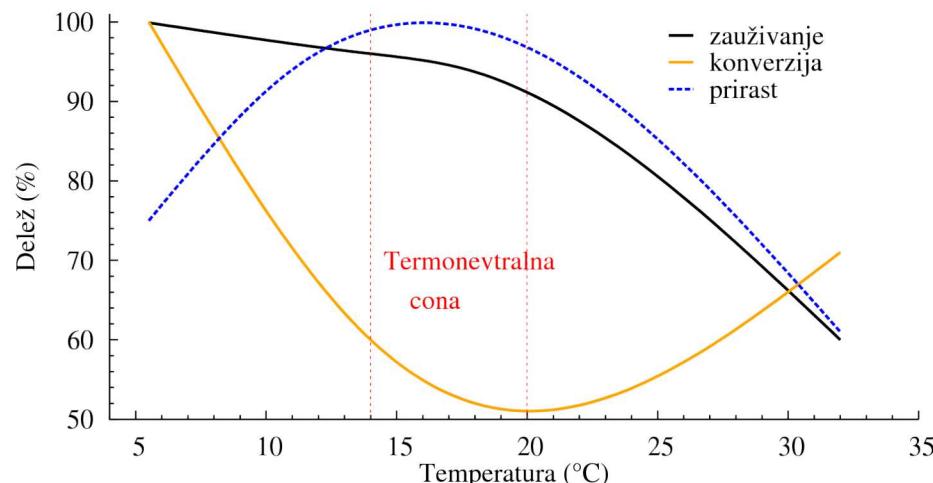
Tudi v obdobjih ali predelih z visoko relativno vlažnostjo je lahko tak način še vedno uporaben. Če je vremenska situacija stabilna, se temperatura ozračja dviga podnevi, ponoči pa pade. Temperatura rosišča ostaja dokaj konstantna, spreminja pa se tudi relativna vлага. Ko se podnevi temperatura zraka dviguje, relativna vлага pada. Tako je relativna vlažnost preko dneva, zlasti popoldan, zmerna (pogosto pod 60 %), kar omogoča posredno hlajenje z evaporacijskimi blazinicami.

V obdobjih ali območjih, ko je relativna vлага visoka daljše obdobje, prašiče hladimo z izmenjevanjem pršenja z vodo in sušenja, kar jim zagotovo olajša prenašati vročinski stres, čeravno je relativna vlažnost blizu 100 %. Pri povečanemu gibanju zraka na nivoju prašiča povečamo občutek olajšanja, saj preprih omogoča občutek nižjih temperatur. Pri hitrosti zraka 1.5 m/s (5.5 km) se občuti za 10 °C nižja temperatura zraka. Povečana ventilacija ima poleg neposrednega učinka hlajenja še nalogo odstranjevanja vlage, ki nastaja pri izhlapevanju s kože prašiča.

## 6.6 Termoneutralno območje pri prašičih

Termoneutralno območje in mejne vrednosti (slika 5) niso konstantne in so odvisne od živali in okolja. Starost, masa, genotip, fiziološki status so najpomembnejše karakteristike prašičev, ki določajo termoneutralno območje. Na termoneutralno območje vplivajo tudi številni specifični pogoji v hlevu, ki omogočajo, da živali lažje prenesejo visoke ali prenizke temperature. Na občutek temperature vpliva tako vrsta tal, način prezračevanja, prisotnost nastila, preprih, higiena, izpusti ipd. Bolj kot na samo temperaturo zraka se pri presoji pogojev opremo na obnašanje prašičev. Če je v hlevu hladno, se prašiči stiskajo na kupu, drgetajo in hkrati več pojedo. Ko pri prašičih opazimo, da se izogibajo telesnim kontaktom s sovstniki v kotcu, jedo manj, polivajo z vodo po sebi in tleh, če je le mogoče, blatijo povsod in tako zamažejo kotec in s tem tudi ležalne površine (Aarnink in sod., 2005), dihajo hitreje (več kot 50 vdihov na min.), potem jim je preveč toplo.

Ko prašiči rastejo, meje kritične temperature padajo (slika 5). Pujskom po rojstvu prija višja temperatura (32 do 34 °C), do odstavitev pri 4 tednih lahko temperaturo postopoma zmanjšujemo na 25 °C. Pujski imajo zelo malo podkožnega maščobnega tkiva in izredno slabo razvito termoregulacijo, zlasti prve dni po rojstvu. Prve dni po odstavitev se priporočajo v vzrejališču nekoliko višje temperature (28 °C), kasneje pa lahko temperature v vzreji okrog



Slika 7: Vpliv temperature okolja na prirejo pitancev (Coffey in sod., 1995)

25 °C, pri lažjih pitancih pa 20 °C. Deterministični model za izračun spodnje kritične temperaturje sta razvila Bruce in Clark (1979). V skupini s 15 rastočimi prašiči na betonskih tleh in gibanju zraka z 0.15 m/s temperatura pada postopoma s konkavno krivuljo od 15 °C pri 20 kg težkih prašičih do 9 °C pri 60 kg, nato pa se s konveksno krivuljo dvigne na 13 °C za 100 kg prašiče. Pri prašičih, ki jih nastiljamo s slamo, so spodnje kritične temperature nižje za 6 °C pri vseh masah.

Prašiči zaznavajo termoneutralno območje in so se v primeru, da jih zadržujemo v hladnem okolju, pripravljeni potruditi in prižigati infrardeče grelce, da bi vzpostavili temperaturo znotraj termoneutralne cone (Baldwin in Ingram, 1967a). Model, ki sta ga razvila Bruce in Clark (1979), ne prikazuje učinka nivoja krmljenja na produkcijo toplote pod spodnjo kritično temperaturo. Mlajši prašiči z obilnejšo prehrano bodo prižigali infrardeče grelce manj pogosto kot sovrstniki s skromnejšo prehrano (Baldwin in Ingram, 1968a). Kondicija prašičev vpliva na njihovo reakcijo na temperaturo v okolju. Prašiči, ki so rejeni v hladnejšem okolju, imajo raje višje temperature kot prašiči, rejeni v toplejših hlevih, saj imajo tanjšo podkožno maščobno tkivo in s tem manj izolacije.

Pri brejih svinjah so izmerili višji nivo kortizola pri nizkih (2 °C) in visokih (32 °C) temperaturah, v primerjavi s temperaturo (18 °C) v termoneutralnem območju (Bate in Hacker, 1985). To kaže na to, da so prašiči izven temperaturnega območja pod stresom.

Kadar je presežena zgornja kritična temperatura (25 - 27 °C), prašiči izbirajo gola betonska tla, prisotnost večjih količin slame je celo neugodna. Nad zgornjo kritično temperaturo se poveča poraba energije, da bi se prašič znebil odvečne toplote, vendar nad to mejo prašič ne more več zadrževati normalne telesne temperature. Te pogoje prepoznamo po zmanjšani aktivnosti, prašič spremeni obnašanje ob počivanju in poskuša zmanjšati temperaturo z va-

Ijanjem v vodi ali celo lastnih iztrebkih. Posledično so ležalne površine precej zamazane, še posebej na polnih tleh (McKinnon in sod., 1989). Da bi zmanjšali produkcijo topote, prašiči manj jedo in zato tudi slabše rastejo. Svinjam zakasni ali izostane estrus, doječe svinje zmanjšajo pirejo mleka, zato so pujski slabše oskrbljeni in je več pogina.

## 6.7 Načini uravnavanja temperature

### 6.7.1 Zadrževanje topote in ogrevanje

Če temperatura bližine prašiča pade pod spodnjo kritično temperaturo, prašič porabi del energije za vzdrževanje telesne topote. Starejši prašiči imajo nižjo spodnjo kritično temperaturo in lažje prenašajo nižje temperature za kratek čas brez pojavljanja bolezni, poslabšana pa bo konverzija krme in pireja, saj bodo prašiči porabili nekaj krme za vzdrževanje telesne topote. Prašičem pa ne ustreza izpostavljenost vetru, zato iščejo zavetje ali pa se stiskajo v skupino, da bi ohranili topoto. To obnašanje naj bi bilo prirojeno, saj takoj po rojstvu opazimo gručenje (Mount, 1960). Ta navada je pravzaprav močna, saj se pitanci ponoči raje stiskajo, kot da bi prižgali grelno telo (Baldwin, 1974).

### 6.7.2 Odvajanje topote in hlajenje

Če temperatura neposredno okoli prašiča preseže zgornjo kritično temperaturo, bo prašič močno pod stresom. Zgornja kritična temperatura se z naraščanjem starosti znižuje. V hladnem okolju prezebajo bolj mladi prašiči, starejše in večje živali pa so bolj občutljive na višje temperature. Vzdrževanje normalne telesne temperature postane zelo problematično ali že praktično nemogoče, ko je v okolju temperatura višja od 28 °C in relativna vlažnost zraka presega 50 %. Huynh in sod. (2005) so zabeležili dvig temperature v rektumu že pri 26 °C, kar je znak pregrevanja. Ko se relativna vlažnost zraka povečuje, se zmanjšuje možnost uravnavanja telesne temperature z izhlapevanjem iz pljuč in kože.

Temperature nad 27 °C so na splošno nezaželene pri tekačih (razen prvi teden po naselitvi), pitancih in plemenskih živalih. Toda, če je zadostno gibanje zraka na nivoju prašičev, lahko vročinski stres v suhem okolju zmanjšamo s pršenjem, ki haldi iz izhlapevanjem vode iz površine kože. Ta način hlajenja, kakor tudi hlajenje z izdihavanjem, postane manj učinkovito pri višji relativni vlažnosti. Tako ni pametno s pršenjem prostor v hlevu preveč navlažiti.

Pri temperaturi okolja 28 °C in 50 % relativni vlagi, že pade ješčnost in se zmanjša dnevni prirast. Težji in bolj zamaščeni prašiči so bolj občutljivi na topotni stres. Le-ti pogosto rastejo več kot 1 kg na dan, zato proizvedejo več telesne topote, a jo težje odvajajo, saj odvajanje topote maščevje dodatno ovira. Prašiči nimajo aktivnih znojnic razen v rilcu in so torej odvisni od drugih načinov odvajanja topote. Pogosto spreminja drže je alarmni znak, saj se s tem poskušajo prašiči hladiti s povečevanjem površine kože, ki oddaja topoto s konvekcijo (oddajanjem), kondukcijo (dovajanjem) in radiacijo (sevanjem).

Pri temperaturi 34 °C in relativni vlažnosti 40 % prašiči oddajo 80 % odvečne topote z evaporacijo, pri isti temperaturi in 50 % relativni vlagi oddajo z evaporacijo le še polovico

toplote. To lahko privede do povišanja telesne temperature. Kadar je v zraku veliko vlage, ko je relativna vlaga visoka, ne more vsrkati dovolj vlage iz pljuč, zato se poveča frekvenca dihanja. Hitrost dihanja se poveča tudi pri višjih zunanjih temperaturah. Kadar je vroče in vlažnost visoka, prašiči ne morejo dihati dovolj hitro, da bi iz telesa odvedli odvečno toploto. Ko se to dogaja, se postopoma povečuje telesna temperatura, dokler ne nastopi smrt.

### 6.7.3 Prezračevanje

Neodvisno od pogojev v okolju moramo v prostoru zagotoviti vsaj najmanjšo količino svežega zraka, ki pa je odvisna od števila in kategorije prašičev. Hkrati s prezračevanjem odstranimo vodne hlapne, ogljikov dioksid, amoniak, prah, bakterije in smrad. Z ventilacijo uravnavamo tudi temperaturo zraka. Vendar ne moremo v celoti zagotoviti optimalne temperature samo s prezračevanjem, zato je pomembno, da izoliramo streho in stene, da bi zmanjšali prehod toplote v ali iz hleva. Hlev tudi po potrebi ogrevamo, zlasti pri mlajših kategorijah prašičev.

#### Funkcije prezračevanja:

- uravnavanje temperature,
- uravnavanje relativne vlažnosti (odvajanje vodnih hlapov),
- odvajanje potencialno škodljivih plinov ( $CO_2$ ,  $H_2S$ ,  $NH_3$  ...),
- odvajanje prašnih delcev in bakterij,
- dovajanje svežega zraka ( $O_2$ ).

Če v hlev vpihujemo mrzel zrak, mora ventilacija omogočiti kroženje zraka v hlevu tako, da ne piha mrzel zrak neposredno po živalih, ampak se pred tem ogreje. Pri naravni ventilaciji kombiniramo prezračevalne jaške ali greben na strehi z odprtinami (okni) v stenah.

**Naravna ventilacija** deluje dobro, kjer je klima topla ali pa je na voljo globok nastil, ki prašičem omogoči vzpostavitev tople mikro-klime. Kjerkoli je urejena naravna ventilacija, je težje regulirati temperaturo znotraj hleva. V času, ko temperature niso visoke, že sam termični dvig zadostuje za zadostno izmenjavo zraka (Büscher in sod., 2004). Tudi v hlevih z zunanjim klimo večino leta z odpiranjem in zapiranjem odprtin v steni lahko uravnavamo temperaturo in kakovost zraka (Wiedmann, 2009, 2011). Pri teh hlevih precej poudarjajo tudi lego, da se izognemo prepihu, neposredni izpostavljenosti soncu v poletnih dneh in izkoristimo sonce v zimskih dneh.

V hladnem okolju je lahko prednost, če v tunelu uredimo ležišča ali jih pokrijemo. Pokrov ima lahko spredaj zavesice ali drugače urejeno zaščito (stena), da še dodatno ščiti ležalni

del kotca. To omejuje gibanje zraka in izgube toplote iz neposredne bližine, kjer živali počivajo. S telesno temperaturo prašiči segrevajo omejen prostor in tako vzpostavijo toplejšo mikro-klimo. Pri mlajših kategorijah prašičev (tekačih in lažjih pitancih) kotce opremimo z dodatnim ogrevanjem. Običajno izberemo talno ogrevanje z vodo, ki ga v vročih poletnih dneh lahko uporabimo za hlajenje.

Reja v tunelu je nekoliko manj primerna, saj je v njej težje čiščenje ter nastiljanje kotcev. Otežen je lahko tudi pregled živali zaradi omejenega prostora in slabše vidljivosti. Pri pokrovih lahko uredimo tudi odpiranje na motorni pogon, kar omogoča lažje prilaganje potrebam živali in lažje delo. Pokrove dvignemo ob rednih pregledih, pokladanju nastilja in čiščenju. Ob tem se ležalni del tudi prezrači.

Naravna ventilacija je cenejša za izgradnjo in tudi preprosta za vzdrževanje. Pri prezračevanju je potrebno nekaj več ročnega dela z reguliranjem odprtin v prezračevalnem jašku, zapiranja in odpiranja odprtin v steni, odkrivanjem pokrovov itd. Več dela uvrščamo med slabosti, če pa istočasno opravimo tudi pregled živali, dodajamo material za zaposlitev, lahko opazimo težave posameznih živali v zelo zgodnji fazи, ko so ukrepi še zelo učinkoviti. Torej v tem primeru to ni slabost. V gručastem ali gosto naseljenem naselju je lahko sistem moteč sosedom, zlasti v dneh z nizkim pritiskom.

**Prisilna ventilacija** omogoča več možnosti za natančnejšo regulacijo temperature v hlevu s termostati. Uporaba termostatov omogoča regulacijo prezračevanja, z možnostjo dodatnega ogrevanja, kjer je to mogoče. Tako se v hlevu vzdržuje primerna temperatura kljub nihanju temperature izven hleva. Takšen način zahteva sicer večji vložek kapitala pri izgradnji in tudi stroške delovanja. Izolacija zgradbe lahko pomaga pri vzdrževanju primerenega okolja v hlevu. Hlevi s prisilno ventilacijo morajo biti tudi brez odprtin in razpok, kjer je mogoča nekontrolirana izmenjava zraka.

Prisilno prezračevanje lahko deluje na osnovi nadpritiska in podpritiska v prostoru (Baxter, 1984). S sistemom z nadpritiskom, ki ima prezračevalne jaške pod rešetkami, lahko uspešno vzdržujemo boljšo kakovost zraka za prašiče s preprečitvijo porasta škodljivih plinov iz gnojevke. Možne so lahko različne smeri prezračevanja. Tako so npr. prezračevalni sistemi z veliko zmogljivostjo načrtovani tako, da vzdržujejo primerno temperaturo in razliko v hitrosti gibanja zraka v predelih za ležanje in blatenje, posredno pomaga vzdrževati tudi čistočo v kotcih z delno rešetkastimi tlemi.

#### 6.7.4 Izolacija hlevov

Izolacija, ki vsebuje dodatno zaporo za paro, zmanjšuje kondenzacijo vlage. Vodna zapora ščiti notranjost hleva pred vlaženjem notranjih sten in stropa in zmanjšuje potrebno ventilacijo.

## 6.8 Gibanje zraka

Prašiči razmeroma dobro prenašajo nižje temperature, če le ni v prostoru, kjer so naseljeni, prepiha. Prepih lahko znatno zniža kritično temperaturo. Nevarna področja za prepih so razpoke v steni ali blizu talnih površin, slaba stičišča med pregradami pri polnih stranicah kotca, poškodovane pregrade, končne odprtine na jaških, ki povzročajo prepih nad rešetkastimi tlemi ali odtočnimi režami, itd. Prepih lahko nastane tudi v kotcu, saj ga lahko povzročijo tudi nepokrita ogrevalna telesa (luči) v sicer hladni zgradbi. Pojavi se pri tleh, kjer hladen zrak izpodriva toplega.

Hitro premikanje zraka, ki ga poimenujemo tudi prepih in veter, je drug pomemben dejavnik s potencialnim vplivom na počutje živali. Prašičem je veter zelo neugoden, celo bolj kot dež, zaradi močnega občutka ohlajevanja. Veter močno poveča neugodno počutje zaradi mraza. Odstavljeni pujski, ki so izpostavljeni mrazu, imajo precejšnje zdravstvene probleme (Le Dividich in Herpin, 1994). Kadar so izpostavljeni prepihu, so bolj nemirni. Pomagamo si s polnimi pregradami, polnimi tlemi in pokrovi v predelu, namenjenemu počivanju, kar precej preusmeri smer gibanja zraka (Fritsch, 1975). S tem lahko določimo tudi površino za blatenje stran od ležalnih površin. Nekontrolirano gibanje zraka je za prašiče stres, ki neugodno vpliva na obnašanje (Scheepens in sod., 1991). Učinek prepiha na občutek mraza je večji pri mladih ali lažjih prašičih kot pri odraslih in težjih, saj imajo prvi relativno večjo površino telesa, preko katere izgubljajo toploto, v primerjavi z volumnom telesa.

Hitrost gibanja zraka  $0.05 \text{ m/s}$  povzroči prisiljeno izgubo telesne temperature s konvekcijo za  $1 \text{ K} (=1^\circ\text{C})$  pri  $25 \text{ kg}$  tekačih, pri  $60 \text{ kg}$  pitancih pa dobimo isto izgubo pri dvakrat večji hitrosti zraka (Close, 1981). Sällvik in Walberg (1984) sta uvedla enačbo 6.8 za "vetrovni ohladitveni indeks" ( $F$ , v  $\text{W/m}^2$ ), ki naj bi bila povezana z razliko v temperaturi kože ( $T_a$ , v  $^\circ\text{C}$ ) in temperature zraka ( $T_x$ , v  $^\circ\text{C}$ ) ter hitrosti gibanja zraka ( $v_x$ , v  $\text{m/s}$ ),

$$F = 10 * (T_a - T_x) * v_x \quad [6.8]$$

Ta faktor je pomemben, ker telesna masa vpliva na produkcijo toplotne in to v nadaljevanju vpliva na reakcijo živali na klimo. Sällvik in Walberg (1984) sta pokazala, da je optimalen vetrovni ohladitveni indeks med  $60$  in  $80 \text{ W/m}^2$ , da bi dobili najboljši odziv za različne parametre: kratek čas ležanja v blatišnjem delu, manj grizenja repov, primerena higiena kotca in večji dnevni prirast.

V tabeli 2 prikazujemo povezavo med hitrostjo gibanja zraka, temperaturo zraka, telesno maso ter faktorjem hlajenja. Služi nam lahko kot pripomoček za določanje primerenega obsegata prezračevanja pri posameznih temperaturah. Ko se temperatura zraka dviguje, je priporočljiv večji pretok zraka. Prav tako živali z večjo maso potrebujejo za hlajenje pri višjih temperaturah večji pretok. Pri večjem pretoku zraka, dosežemo večji učinek (faktor) hlajenja, kar je zaželeno pri višjih temperaturah, nikakor pa ne pri nižjih.

Prašiči, rejeni na prostem, z omejenim krmljenjem laže prenašajo večje hitrosti gibanja zraka kot drugi, krmljeni po volji (Ingram in Legge, 1970). Niso pa zaznali razlik pri izbiri

Tabela 2: Primerna hitrost gibanja zraka glede na temperaturo zraka, vetrovni ohladitveni indeks in telesno maso ( po Sällvik in Walberg, 1984)

Vetrovni ohladitveni indeks ( $W/m^2$ )	60			80		
	50	70	90	50	70	90
Telesna masa (kg)						
Temperatura zraka ( $^{\circ}C$ )	Hitrost gibanja zraka ( $m/s$ )					
12	0.10	0.11	0.13	0.17	0.19	0.22
16	0.14	0.16	0.18	0.25	0.28	0.33
20	0.21	0.25	0.30	0.38	0.44	0.53
24	0.33	0.40	0.50	0.50	0.71	0.89
28	0.74	0.84	1.00	1.14	1.31	1.78

temperature območja za počivanje. Isto velja v primerih z intenzivno rejo. V vročem poletju prašiči počivajo z rilcem v območju prepiha (Hafez in Signoret, 1969). Toda pri mrzlem prepihu počivajo v nasprotni smeri: prašiči ležijo z repom v smeri prepiha, kar nakazuje, da ta lega zmanjšuje izgubo toplotne (Close in sod., 1981).

Proti neprijetnemu prepihu se prašiči borijo z obnašanjem. Pujski, odstavljeni na 28. dan, so že pri zmernem prepihu nemirni in se stiskajo v skupini, kar je tipičen odziv na hlad, in se uležejo, če je le mogoče, na polna tla ali na sovrstnike. Tudi krmilno korito izkoristijo kot zavetje pred prepihom (McInnes in Blackshaw, 1984). Odstavljeni pujski, uhlevljeni v vzrejo s temperaturo  $24^{\circ}C$  in z veliko hitrostjo gibanja zraka ( $0.4\text{ m/s}$ ), rastejo počasneje (Riskowski in Bundy, 1990). Odziv tekačev in pitancev v skupinah z devetimi prašiči je pokazal, da je najugodnejša smer svežega zraka usmerjena navpično proti površini, namenjeni blatenju (Sällvik in Walberg, 1984). Ko uporabljamo ventilatorje nad kotci, je potrebno paziti, da se izognemo vpihanju zraka naravnost proti prašičem, zlasti pri mlajših kategorijah.

Geers in sod. (1989) so pokazali, kako lahko z usmerjanjem zraka in temperaturo vzdržujemo termoneutralno območje. Ko je talna temperatura višja kot temperatura zraka ( $14 - 25^{\circ}C$ ), imajo prašiči radi ležalno površino, kjer piha s hitrostjo  $0.3\text{ m/s}$ . Niso pa stali na tleh, ki so bila hladnejša od zraka. Tako ni bilo umazanih ležalnih površin. Za čistočo tal so precej pomembne hitrost gibanja zraka, temperatura zraka in tal. Tudi pujski stari 4-tedne ponoči radi ležijo na površinah v zavetru (pod  $0.15\text{ m/s}$ ) in se stiskajo v gruči kot odziv na padec temperature na površini kože.

## 6.9 Zaključki

V prispevku smo predstavili temeljna znanja glede zaznavanja temperature v okolju, počutju prašičev in načinu vzdrževanja telesne temperature.

- Predstavili smo osnovne parametre, s katerimi opisujemo temperaturo in kakovost zraka.

- Za prašiče je pomembno, da jih redimo v termoneutralnem območju, saj pri povišani temperaturi lahko doživijo vročinski stres, pri nizkih temperaturah pa povečajo vzdrževalne potrebe, saj porabijo krmo tudi za uravnavanje telesne temperature.
- Podajamo pregled literature, ki nam daje vpogled v območje temperaturnega udobja po kategorijah in fizioloških stadijih prašičev.
- Navajamo znake, po katerih prepoznamo, kdaj je prašičem prevroče ali prehladno, in so najboljši pokazatelji počutja prašičev.
- Pri izvedbi tehnoloških rešitev moramo preveriti učinkovitost posameznih načinov izmenjevanja topote.

## 6.10 Viri

2012. Controlling heat stress in swine. <http://www.thepigsite.com/articles/4038/controlling-heat-stress-in-swine/> (2015-10-13).
2015. Cattle heat stress (THI). <http://kestrelmeters.com/blogs/news/27481668-cattle-heat-stress-thi> (2015-10-13).
- Aarnink A.J.A., Schrama J.W., Heetkamp M.J.W., Stefanowska J., Huynh T.T.T. 2005. Temperature and body weight affect fouling of pig pens. *J. Anim. Sci.* 84,8: 2224–2231.
- Baker J.E. 2004. Effective environmental temperature. *J. Swine Health Prod.* 12,3: 140–143.
- Baldwin B.A. 1974. Behavioural thermoregulation. *Heat Loss from Animals and Man*. Butterworths, London, U.K, 97–117.
- Baldwin B.A., Ingram D.L. 1967a. Behavioural thermoregulation in pigs. *Physiol. Behav.*, 2: 15–21.
- Baldwin B.A., Ingram D.L. 1967b. The effect of heating and cooling the hypothalamus on behaviour thermoregulation of the pig. *J. Physiol.*, 191: 375–392.
- Baldwin B.A., Ingram D.L. 1968a. The effects of food intake and acclimatization to temperature on behavioural thermoregulation in pigs and mice. *Physiol. Behav.*, 3: 395–400.
- Baldwin B.A., Ingram D.L. 1968b. Factors influencing behavioural thermoregulation in pigs. *Physiol. Behav.*, 3: 409–415.
- Baldwin B.A., Lipton J.M. 1973. Central and peripheral temperatures and EEG changes during behavioural thermoregulation in pigs. *Acta Neurobiol. Exp.*, 33: 433–447.
- Bate L.A., Hacker R.R. 1985. Effect of cannulation and environmental temperature on the concentration of serum cortisol in pregnant sows. *Can. J. Anim. Sci.*, 65: 399–404.

- Baxter S.H. 1984. Intensive Pig Production. Granada Publishing Ltd, London, U.K., 588 str.
- Bray C.I., Singletary C.B. 1948. Effect of hog wallows on gains of fattening swine. *J. Anim. Sci.*, 7: 521–522.
- Bruce J.M., Clark J.J. 1979. Models of heat production and critical temperature for growing pigs. *Anim. Prod.*, 28: 353–369.
- Büscher W., Franke G., Haidn B., Müller H., Niethammer F., Leuschner P. 2004. Lüftung von Schweineställen. DLG-Arbeitsunterlage, 59 str.
- Close W.H. 1981. The climatic requirements of the pig. V: Environmental Aspects of Housing for Animal Production. Clark J.A. (ur.), Butterworths, London, 149–166.
- Close W.H., Heavens R.P., Brown D. 1981. The effects of ambient temperature and air movement on heat loss from the pig. *Anim. Prod.*, 32: 75–84.
- Coffey R.D., Parker G.R., Laurent K.M. 1995. Feeding growing-finishing pigs to maximize lean growth rate. University of Kentucky Extension publication ASC=147.
- Craig J.V. 1981. Domestic Animal Behaviour. Causes and implications for animal care and management. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, USA, 364 str.
- Fritschen R. 1975. Toilet Training Pigs on Partly Slotted Floors. Cooperative Extension Service Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska.
- Geers R., Dellaert B., Goedseels V., Hoogerbrugge A., Vranken E., Maes F., Berkmans D. 1989. An assessment of optimal air temperatures in pig houses by the quantification of behavioural and health-related problems. *Anim. Prod.*, 48: 571–578.
- Hafez E.S.E., Signoret J.P. 1969. The behaviour of swine. V: The Behaviour of Domestic Animals. Hafez E.S.E. (ur.), Bailliere Tindall and Cassell, London, U.K, 149–166.
- Heath M.E. 1980. Effect of rearing-temperature on the thermoregulatory behaviour of pigs. *Behav. Neural Biol.*, 28: 193–202.
- Huynh T.T.T., Aarnink A.J.A., Verstegen M.W.A., Gerrits W.J.J., Heetkamp M.J.W., Kemp B., Canh T.T. 2005. Effects of increasing temperatures on physiological changes in pigs at different relative humidities. *J. Anim. Sci.*, 83: 1385–1396.
- Ingram D.L. 1965. Evaporative cooling in the pig. *Nature*, 207: 415–416.
- Ingram D.L. 1974. Heat loss and its control in pigs. V: Heat Loss from Animals and Man; J. L. Monteith and L. E. Mount, 233–254.
- Ingram D.L., Legge K.F. 1970. The thermoregulatory behaviour of young pigs in a natural environment. *Physiol. Behav.*, 5: 981–990.

- Kyriazakis I., Whittemore C.T. 2006. Whittemore's science and practice of pig production. John Wiley and Sons: 704 str.
- Le Dividich J., Herpin P. 1994. Effects of climatic conditions on the performance, metabolism and health status of weaned piglets: a review. *Livest. Prod. Sci.*, 38: 79–90.
- McInnes S.J., Blackshaw J.K. 1984. The effect of air movement on the activity, lying position and huddling behaviour of weaned piglets. *Aust. Vet. J.*, 61: 387–392.
- McKinnon A.J., Edwards S.A., Stephens D.B., Walters D.E. 1989. Behaviour of groups of weaner pigs in three different housing systems. *Brit. Vet. J.*, 145: 367–372.
- Mount L.E. 1960. The influence of huddling and body size on the metabolic rate of the young pig. *J. Agric. Sci.*, 55: 101–105.
- Quiniou N., Dubois S., Noblet J. 2000. Voluntary feed intake and feeding behavior of group-housed growing pigs are affected by ambient temperature and body weight. *Livest. Prod. Sci.*, 63: 235–253.
- Riskowski G., Bundy D.S. 1990. Effect of air velocity and temperature on growth performance of weaning pigs. *T. ASABE*, 33: 1669–1675.
- Sällvik K., Walberg K. 1984. The effects of air velocity and temperature on the behaviour and growth of pigs. *J. Agr. Eng. Res.*, 30: 305–312.
- Scheepens C.J.M., Hessing M.J.C., Laarakken E., Schouten W.G.P., Tielen M.J.M. 1991. Influences of intermittent daily draught on the behaviour of weaned pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 31: 69–82.
- Strnad J. 1977. Vsakdanje izkušnje in specialna teorija relativnosti. *Anthropos*, str. 187.
- Swiergiel A.H., Ingram D.L. 1986. Effect of diet and temperature acclimation on thermoregulatory behaviour in piglets. *Physiol. Behav.*, 36: 637–642.
- Wiedmann R. 2009. Pigport 123. Books on Demand GmbH, Nordestedt, Germany: 176 str.
- Wiedmann R. 2011. Gruppenhaltung tragender Sauen. Books on Demand GmbH, Nordestedt, Germany: 216 str.