

Poglavje 5

Uravnavanje temperature v hlevih za prašiče

Milena Kováč^{1,2}, Špela Malovrh¹

Pri reji domačih živali, torej tudi prašičev, ljudje pogosto naredijo napako, ko temperaturo v hlevu uravnavajo po svojih občutkih in ne glede na potrebe živali, ki jih redijo. Pitancem in odraslim prašičem tako ustrezajo nekoliko nižje temperature okolja kot človeku (slika 1). Bolj so izpostavljeni višjim temperaturam. V rejah zmernem pasu doživljajo vročinski stres v vročem poletnem obdobju, v tropskem pasu pa preko celega leta. Prašiči v vročinskem stresu manj priraščajo, se slabše počutijo in bolj onesnažujejo okolje.

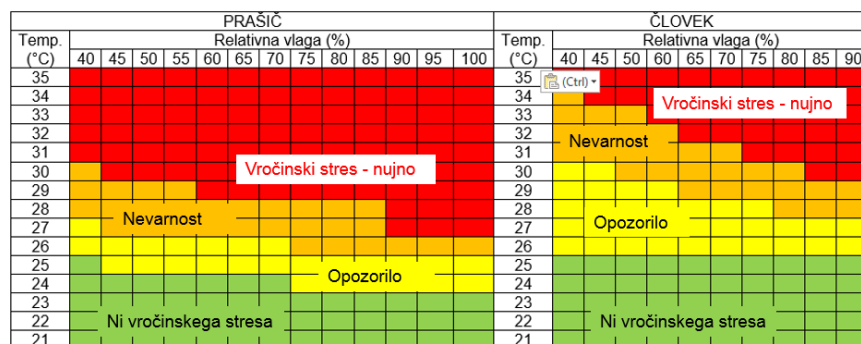
Prašiči ne trpijo, če so izpostavljeni dežju ali soncu. Ležanje na soncu jim je všeč, vendar lahko povzroča opekline. Tako izpuste raje zasenčimo (slika 2), streha nad izpusti pa omogoča tudi odvajanje meteorske vode. Izbira materiala omogoča prehajanje zadostne količine svetlobe. Kadar prašiče držimo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

Med okoljskimi parametri ima za počutje prašičev temperatura največji pomen. Domači prašiči, v nasprotju z drugimi vrstami domačih živali, imajo zelo slabo zaščito s ščetinami (Craig, 1981). Največ zaščite jim nudi debela plast podkožnega maščobnega tkiva. Redke ščetine dovoljujejo izhlapevanje s kože. Prašiči pa se ne morejo potiti, ko so izpostavljeni vročini, se lahko hladijo le z vlaženjem in kalužanjem.

Prašiči potrebujejo določeno temperaturo zraka, da dosežejo temperaturno udobje in dobro prirejo. To lahko dosežemo z vrsto ukrepov, ki so najbolj odvisni od klimatskih razmer in dostopnosti nastila. Normalna telesna temperatura pri prašiču je 39 °C, z razponom 38.7 do 40 °C. Prašiči se najboljše počutijo pri temperaturi okolja med 18 in 20 °C, razen pujskov in tekačev na začetku vzreje. Vsaka aktivnost, kot npr. krmljenje, gibanje, poveča produkcijo toplote.

¹Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, Groblje 3, 1230 Domžale

²E-pošta: milena.kovac@bf.uni-lj.si



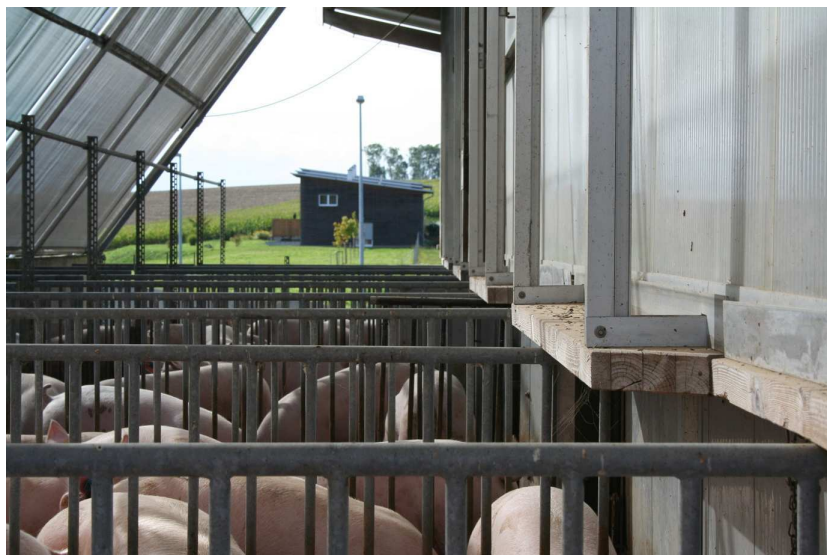
Slika 1: Primerjava območij temperaturnega ugodja za prašiča in človeka (The Pig Site, 2012; KestrelMeters.com, 2015)

Optimalne temperature suhega zraka:

- Presušene svinje: 15 - 20 °C
- Doječe svinje: 10 - 15 °C
- Sesni pujski: 28 - 32 °C
- Odstavljeni pujski, tekači: 25 - 28 °C
- Pitanci 20 - 60 kg: 16 - 22 °C
- Pitanci 60 -110 kg: 15 - 18 °C

Težji prašiči proizvedejo več telesne toplote in so bolj občutljivi na vročinski stres (Quiniou in sod., 2000). Lažje prenašajo nižje temperature. Resnične težave nastopijo, ko se temperatura 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 z izhlapevanjem vode z izdihnjnim zrakom, torej preko pljuč.

S poskusi so dokazali, da se prašiči se 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 pripravljene tudi aktivno spremeniti okolje. Tako mladi kot odrasli prašiči so se hitro navadili, da pritisnejo z rilcem na stikalo, da se ogrevajo z ogrevalom z infrardečo svetlobo (Baldwin in Ingram, 1967b,a, 1968a,b; Baldwin in Lipton, 1973; Baldwin, 1974; Heath, 1980). Pogo-



Slika 2: Pokriti izpust

stnost 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 pogostejše pojavljanje želodčnega čira.

5.1 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.

Toplota (Q v J) je vrsta energije, ki prehaja iz toplega telesa (predmeta) na hladnejše. Ko se prenos zaključí, se prenešana energija shrani v obliki notranje energije (gibanja molekul),

na osnovi česar je definirana temperatura. Toploto (Q) izračunamo na osnovi spremembe temperature telesa (ΔT). Pri tem upoštevamo maso (m) telesa in specifično toploto (c) snovi, ki izhlapeva. V našem primeru je ta snov voda s specifično toploto $4186 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$, kar pomeni, da se za ogrevanje 1 kg za $1 \text{ }^\circ\text{K}$ porabi 4186 J energije.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad [5.1]$$

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

Zaznavna toplota je toplota, ki se sprošča ali porabja pri temperaturnih spremembah in jo čutimo zaradi temperaturnih razlik.

Latentna toplota je toplota, ki se porabi ali sprosti pri spremembi agregatnega stanja (pri faznih spremembah) in ne temperaturnih spremembah. Toplota 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 toplota.

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

$$P = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad [5.2]$$

Toplotni indeks je merilo občutka vročine v kombinaciji temperature in relativne vlažnosti. Toplotni indeksi se razlikujejo med vrstami živali in tudi posameznimi kategorijami znotraj vrst. Tako toplotni indeks pri vremenski napovedi ni povsem primeren za prašiče. Uporablja se tudi korekcija toplotnega indeksa na pretoka 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).

Faktor hlajenja z vetrom je povprečen občutek temperature človeka v vetrovnem vremenu. Za ta občutek ne obstajajo merilne 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 vetru je lahko občutek temperature tudi za več kot $10 \text{ }^\circ\text{C}$ nižji od izmerjenih vrednosti. Pri hitrosti vetra 32 km/h in temperaturi

zraka $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ se bo povprečen človek počutil kot pri $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. 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 ohladi 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.

5.2 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 prirejo. Prašiči so homeotermni organizmi, ki vzdržujejo telesno temperaturo konstantno, 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 nekoliko zmanjšano prirejo, večjo konzumacijo in slabšo konverzijo krme. Na drugi strani pa se ob visokih temperaturah okolja lahko telesna temperatura povečuje.

Produkcija toplote v telesu je najnižja znotraj termonevtralnega območja. V tem območju se vzdržuje konstantna telesna temperatura. Zunaj tega območja se produkcija toplote poveča. Ko je izguba toplote večja kot produkcija toplote, nastopi stanje hipotermije, zaradi močne podhladitve lahko nastopi tudi smrt. Hipotermijo napoveduje težnja po gručanju živali v skupini in drgetanje. Tudi v primeru, ko žival ne more oddati odvečne toplote, 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 ob gradnji predvidimo možnost ogrevanja ali hlajenja.

5.2.1 Efektivna temperatura okolja

Efektivna temperatura okolja je skupen učinek določenega okolja na toplotno ravnovesje pri živali. To je temperatura, ki jo žival občuti. Je kombinacija temperature suhega zraka, relativne zračne vlage, gibanja zraka in izgube telesne toplote s sevanjem in kondukcijo. Na efektivno temperaturo vpliva tudi aktivnost. S kombinacijo vplivov dosežemo občutek znozne temperature. Če je temperatura okolja npr. 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 prepah poveča občutek in učinke mraza, zato je takrat neugoden. Efektivne temperature okolja ne moremo meriti, približati se ji želimo s (korigiranim) toplotnim indeksom in faktorjem hlajenja z vetrom. Je specifična za prašiče in človeka, kakor tudi za kategorije.



Slika 3: Vplivi na občutek efektivne temperature okolja

5.2.2 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 povečajo. Pri preseganju te meje nastopijo resni problemi, saj prašiči ne morejo več dovolj hitro odvajati odvečne toplote 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:

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

5.2.3 Spodnja kritična temperatura

Spodnja kritična temperatura je najnižja temperatura okolja, pod katero mora telo povečati produkcijo toplote s presnovo, da vzdržuje normalno telesno temperaturo. Vzpostavijo se tudi procesi zadrževanja telesne temperature, kot so zoženje žil na periferiji, naježenje kože ... Pojavijo se vzorci obnašanja, s katerimi poskusijo živali zmanjšati izgubo toplote in s tem tudi pokažejo, da jih zebe. Se zgrbijo, naježijo in poskusijo zmanjšati izpostavljeno površino telesa. Ležijo v prsni legi, na slami ali bolje izoliranih, polnih tleh. Se gručijo ali stiskajo v kotih, ob polnih stenah - tam, kjer je manj prepriha. Pri veliki količini slame se zarijejo vanjo. Prašiči dobro 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.

Tudi v literaturi redkeje najdemo navodila za ukrepanje za mrzle zimske dni kot za vroče. V mrzlem vetrovnem vremenu preprečujemo prepriha. Preverimo in popravimo morebitne razpoke, tesnenje odprt 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 (slika 9), pri



Slika 4: Zaščita vodovodne napeljave

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 zaščiten 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 glodalci, ki tudi iščejo zatočišče in hrano na toplem, in zato opravimo tudi deratizacijo med pripravami na zimsko obdobje.

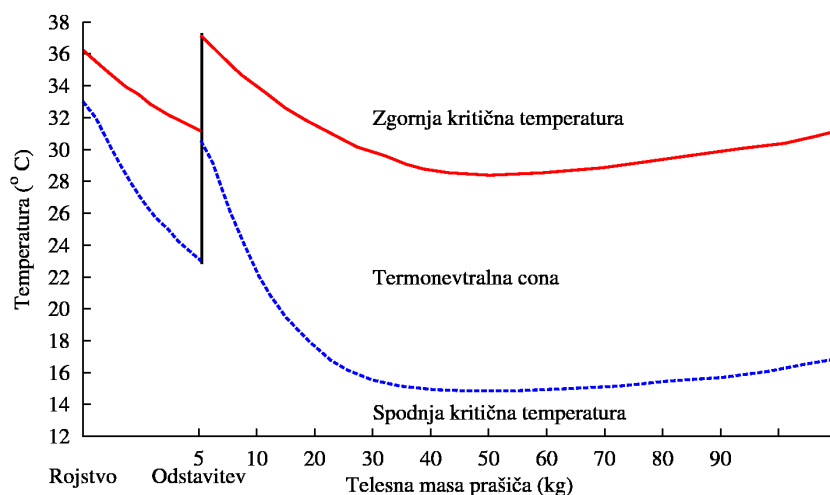
Znaki za prehladno okolje pri prašičih:

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

5.2.4 Termonevtralno območje

Termonevtralno območje (slika 5) je omejeno temperaturno območje, v katerem se za osnovne življenjske funkcije potrebuje najmanj energije. Znotraj te cone je produkcija toplote neodvisna od temperature zraka in je zato določena le s telesno maso in zauživanjem krme. Prašiči znotraj termonevtralne cone najbolje izkoriščajo krmo. Ker za vzdrževanje življenjskih funkcij porabijo najmanj hranil, je tudi znotraj termonevtralnega 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 krmljenje.



Slika 5: Termonevtralno območje

Homeotermično območje je območje, kjer telo s termoregulacijo vzdržuje stalno telesno temperaturo ne glede na vplive okolja. 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 lahko preživi, če-tudi je podhlajena (hipo-) ali pregreta (hipertermična).

5.2.5 Termoregulacija

Termoregulacija je sposobnost organizma za ohranjanje telesne temperature v določenih mejah, 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 toplote. V primeru, da organizem ni več zmožen ohranjati normalne telesne temperature in se le-ta poviša 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 presnovo 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 (fecesa).

Prilagajanje omogočajo prenekatere reakcije živali, da si žival 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 prirejo. Ta je npr. drgetanje odziv na stres zaradi mraza, energija se 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 prireje.

Poznamo tri oblike prilagajanja.

Aklimacija je fiziološki proces, s katerim se prilagodi organizem na en konkreten 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 prilagajanja organizma na več stresnih sprememb v okolju, ki se hkrati speminjajo, v časovnem intervalu nekaj dni do nekaj tednov. Proces omogoča preživetje oziroma prilagoditev novim razmeram. Običajno gre za spremembo v temperaturi okolice, svetlobe, vlage ipd. Proces aklimatizacije je reverzibilen in poteka samodejno. Proces je lahko postopen in neopazen, lahko pa je pogojen s spreminjanjem letnih časov. Primer tega je menjavanje zimske in poletne dlake pri sesalcih, ki živijo v okolju, kjer je izrazito menjavanje letnih časov. Dolgoročni odzivi vključujejo adaptacijo z zauživanjem krme in vode, spremembami v presnovi in izolacijo telesa s dlakami ali maščobnim tkivom.

Privajanje (habituacija) 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 iz strani rejca, npr. napačna ventilacija, lahko celo poslabša zadeve in lahko v primeru slabega zraka privede do težav z dihanjem in pojava pljučnic.

5.3 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 pojavljajo v konstantni ali ciklični obliki. 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

Prašiči se lahko izogonejo naraščanju rektalne temperature v razponu 4 °C.

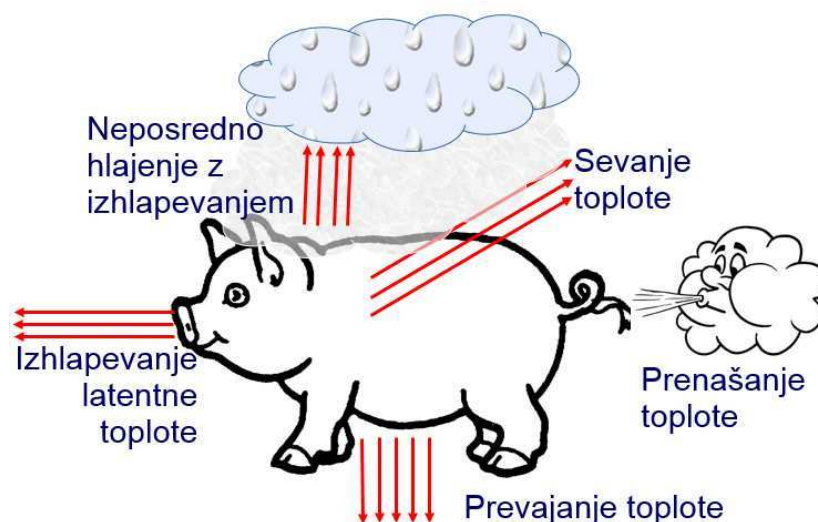
5.4 Načini izmenjave toplote

Da bi razumeli, kako prašič oddaja ali sprejema toploto, si pogledjmo načine izmenjave toplote med živaljo in okoljem. Toplota prenašamo iz toplega v hladno okolje na štiri načine (slika 6): kondukcijo, konvekcijo, sevanjem in evaporacijo. Pri hlajenju živali pa se poslužujemo še evaporacije. 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 ščiti pred mrazom.

5.4.1 Prevajanje toplote

Prevajanje ali kondukcija toplote nastopi, ko je prašič v neposrednem fizičnem kontaktu s površino, ki ima drugo temperaturo. Toplota se prenaša iz toplejšega na hladnejše telo neposredno preko kontakta teles oz. predmetov po mirujoči snovi, torej brez mešanja snovi, dokler temperatura teles ni izenačena. Nekoliko bliže je nam kondukcija toplote preko sten, saj jo srečujemo tudi v vsakodnevem življenju, 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 toplotno prevodnostjo (λ). Toplotni tok (P , enačba 5.3) je sorazmeren od specifične toplotne prevodnosti, razlike v temperaturi (ΔT ter površine (S), skozi katero prehaja toplota, in obratno sorazmeren od debeline stene (d). Kadar je stena zgrajena iz različnih materialov, je tok toplote skozi steno



Slika 6: Načini izmenjave toplote prašiča z okoljem

enak vsoti tokov preko posameznih slojev. Prevodniki (npr. železo) omogočajo večji toplotni tok. To so torej snovi z večjo prevodnostjo, torej s slabšo izolacijsko sposobnostjo. Razmerje med razliko v temperaturi in debelino imenujemo tudi temperaturni gradient.

$$P = \lambda \cdot S \cdot \frac{\Delta T}{d} \quad [5.3]$$

Prevajanje toplote med živaljo in okoljem deluje na istih principih. Prašič s telesno temperaturo 39 °C npr. leži na betonskih tleh s temperaturo of 21 °C oddaja toploto v tla. 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 toplotna prevodnost tkiv ter materialov v tleh določajo toplotni tok. Stoječi 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.

5.4.2 Prenašanje toplote

Prenašanje ali konvekcija toplote (enačba 5.4) je način prenosa ali širjenja toplote z gibanjem snovi. Odvisna je od koeficienta 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 naravni konvekciji se topel plin ali tekočina dvigata, hladna pa padata. To pomeni kroženje in mešanje snovi.

$$P = k \cdot S \cdot \Delta T \quad [5.4]$$

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).

5.4.3 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 5.5). Pretok je odvisen od Stefanove konstante ($\sigma = 5.7 \cdot 10^{-8} \text{W}/\text{m}_2\text{K}^4$), površine (S) in temperature telesa (T). Sevanje ni odvisno od snovi v okolju, v katerem se telo nahaja in je enako tudi v vakuumu.

$$P = \sigma \cdot S \cdot T^4 \quad [5.5]$$

Telesa v okolju tudi sevajo, tako opazovano telo tudi sprejema toploto, ki jo sevajo druga telesa. Tok toplote zaradi sevanja (enačba 5.6) predstavlja razliko med prejeto (P_p) in oddano (P_o) toploto.

$$P = P_o - P_p = \sigma \cdot S \cdot (T_o^4 - T_p^4) \quad [5.6]$$

Pri črnih telesih je sevanje največje, pri belih telesih pa sevanja ni. Vmes so siva telesa, pri katerih je sevanje (enačba 5.7) zmanjšano glede na emisivnost (ϵ).

$$P = P_o - P_p = \epsilon \sigma \cdot S \cdot (T_o^4 - T_p^4) \quad [5.7]$$

Konstanta ϵ 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 5.7 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 toploti za posamezno telo v okolju potrebno upoštevati temperaturno razliko med telesom prašiča in drugega telesa iz okolja ter le tisto "vidno" oz. izpostavljeno površino telesa prašiča.

Toplota se prenaša tudi brez materije, torej le z žarčenjem. Energija sevanja se tako spremeni v toploto 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 toplotno sevanje, tudi sama sevajo oziroma oddajajo sekundarno dolgovalovno sevanje. Temperaturna razlika med obsevanim in ne obsevanim področjem povzroči določeno konvekcijo, (minimalno segrevanje zraka izven območja obsevanja).

Prenos toplote s sevanjem lahko hitro predstavlja 50 % sprejete ali oddane toplote. Primer: ko v ogrevani sobi pozimi stojimo pred oknom izgubljam toploto in občutimo hlad, ker smo izpostavljeni mrzli površini okna. Enak občutek je tudi, kadar so slabo izolirane stene mrzle. Prenos toplote 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 svetlobo.

5.4.4 Izhlapevanje

Znotraj termonevtralnega območja prašič oddaja odvečno toploto 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 g/h/m^2 . Prašiči, tako novorojeni pujski kot starejši prašiči, praktično oddajajo odvečno toploto 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 toplote 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 opeklinami. Oddajanje vode hitro poraste na okrog 800 g/h/m^2 (Ingram, 1965) ne glede na to, ali je prašič samo zmočen z vodo ali pa povaljan v blatu. Po eni uri 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 preprečujejo luščenje blata. Ker so redke, pa omogočajo neposreden stik blata in kože ter neposreden prehod telesne toplote. 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 neustrezno higieno.

Tako se za hlajenje uporablja pravilno naravnane razpršilce vode, da se z njimi moči kožo in umetno nadomesti mehanizem potenja pri prašičih. Glavna komponenta hlajenja pri pršenju je izhlapevanje vode iz površine kože, ki je odvisna od relativne vlage, temperatura zraka v neposredni okolici prašiča, hitrosti gibanja zraka nad mokro površino kože, površina mokre kože in količine vdihanega zraka na prašiča v enoti časa. Bližja kot je temperatura okolja telesni temperaturi prašiča, bolj postaja izhlapevanje edini način izgube odvečne toplote, ki ohranja prašiča pri življenju. Pri pršenju ni najbolj pomembna količina uporabljene 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 odvezemamo toploto 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 razpršenih vodnih kapljic v zraku, v plinasto, v paro oz. vodne hlape. Količina energije v zraku ostaja enaka, spremeni se le porazdelitev. Zaznavna toplota se pri posrednem ohlajanju pretvori v latentno z izhlapevanjem vode. Zmanjšana zaznavna toplota povzroča znižanje temperature zraka. Sorazmerno temu se zaradi latentne toplote poveča relativna vlaga 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 °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 vlago 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 toploto, a povečuje relativno vlago 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.

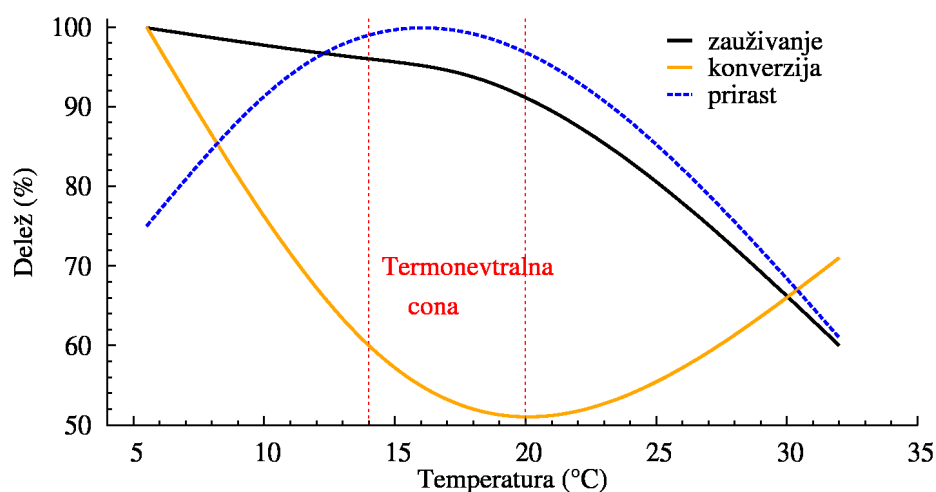
Tudi v obdobjih ali predelih z visoko relativno vlažnostjo je lahko tak način še vedno uporaben. Če je vremenska situacija stabilna, se temperatura ozračja dviga podnevi, ponoči pa pade. Temperatura rosišča ostaja dokaj konstantna, spreminja pa se tudi relativna vlaga. Ko se podnevi temperatura zraka dviguje, relativna vlaga 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 vlaga 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.

5.5 Termonevtralno območje pri prašičih

Termonevtralno 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 termonevtralno območje. Na termonevtralno 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 pojedjo. Ko pri prašičih opazimo, da se izogibajo telesnim kontaktom s sovrstniki 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 odstavitve 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 odstavitvi se priporočajo v vzrejališču nekoliko višje temperature (28 °C), kasneje pa lahko temperature v vzreji okrog 25 °C, pri lažjih pitancih pa 20 °C. Deterministični model za izračun spodnje kritične temperature 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 jim nastiljamo s slamo, so spodnje kritične temperature nižje za 6 °C pri vseh masah.



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

Prašiči zaznavajo termonevtralno območje in so se v primeru, da jih zadržujemo v hladnem okolju, pripravljani potruditi in prižigati infrardeče grelce, da bi vzpostavili temperaturo znotraj termonevtralne 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 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 termonevtralnem 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 izbrazo 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 se obnašanje ob počivanju in poskuša zmanjšati temperaturo s valjanjem 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 toplote, prašiči manj jedo in zato tudi slabše rastejo. Svinjam zakasni ali izostane estrus, doječe svinje zmanjšajo prirejo mleka, zato so pujski slabše oskrbljeni in je več pogina.

5.6 Načini uravnavanja temperature

5.6.1 Zadrževanje toplote in ogrevanje

Če temperatura bližine prašiča pade pod spodnjo kritično temperaturo, prašič porabi del energije za vzdrževanje telesne toplote. Starejši prašiči imajo nižjo spodnjo kritično temperaturo in lažje prenašajo nižje temperature za kratek čas brez pojavljanja bolezni, poslabšana pa bo konverzija krme in prireja, saj bodo prašiči porabili nekaj krme za vzdrževanje telesne toplote. Prašičem pa ne ustreza izpostavljenost vetru, zato iščejo zavetje ali pa se stiskajo v skupino, da bi ohranili toploto. 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).

5.6.2 Odvajanje toplote 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. (2005b) je zabeležil 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 hladi z 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 zmanjša dnevni prirast. Težji in bolj zamaščeni prašiči so bolj občutljivi na toplotni stres. Le-ti pogosto rastejo več kot 1 kg na dan, zato proizvedejo več telesne toplote, a jo težje odvajajo, saj odvajanje toplote maščevje dodatno ovira. Prašiči nimajo aktivnih znojnic razen v rilcu in so torej odvisni od drugih načinov odvajanja toplote. Pogosto spreminjaje drže je alarmni znak, saj se s tem poskušajo prašiči hladiti z povečevanjem površine kože, ki oddaja toploto s konvekcijo (oddajanjem), kondukcijo (dovajanjem) in radiacijo (sevanjem).

Pri temperaturi 34 °C in relativni vlažnosti 40 % prašiči oddajo 80 % odvečne toplote 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.

5.6.3 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 manjših 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 odprtini (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 zunanjo klimo večino leta z odpiranjem in zapiranjem odprt in 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 pokro-

vih lahko uredimo tudi odpiranje na motorni pogon, kar omogoča lažje prilagajanje potrebam živali in lažje delo. Pokrove dvignemo ob rednih pregledih, pokladanju nastilja in čiščenju. Ob tem se ležalni del tudi prezrača.

Naravna ventilacija je cenejša za izgradnjo in tudi preprosta za vzdrževanje. Pri prezračevanju je potrebno nekaj več ročnega dela z reguliranjem odprtih v prezračevalnem jašku, zapiranja in odpiranja odprtih 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 fazi, 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 primerne okolja v hlevu. Hlevi s prisilno ventilacijo morajo biti tudi brez odprtih 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.

5.6.4 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.

5.7 Praktične rešitve za uravnavanje temperature in kakovosti zraka v hlevih

5.7.1 Uravnavanje temperature v prasiliščih

V prasilišču so zahteve za uravnavanje primerne mikroklimе najzahtevnejše, saj se v tem oddelku držijo najmlajša in najstarejša kategorija prašičev. Medtem, ko je najprimernejša temperatura okolja za novorojene pujske med 27 in 34 °C, svinjam prija temperatura, ki je skoraj za pol nižja (med 15 in 20 °C).



Slika 8: Pokrita gnezda s termostatom za regulacijo temperature (Štuhec in sod., 2005)

Ob rojstvu pujski potrebujejo višjo temperaturo, s starostjo jo lahko postopoma znižujemo. Novorojeni pujski imajo ob rojstvu in v prvem tednu slabo razvit termoregulacijski sistem, zato imajo slabo sposobnost za prenašanje hlada oz. mraza. Če temperatura v bližini ostaja pod 16 °C, se hitro povečajo izgube pujskov. Pri temperaturah okolja pod 2 °C se pujski v trenutku (nekaj minutah) usodno podhladijo, če jim pravočasno ne zagotovimo dovolj toplote.

Tako je pomembno, da pujske ob rojstvu pričaka ogreto gnezdo (slika 8). Gnezdo naj bi bilo tudi pokrito in zaprto z zavesicami, da se temperatura v gnezdu kar najboljše ohranja. Zaprta gnezda grejejo tudi pujski z oddano telesno toploto. Ker je poraba energije za ogrevanje gnezd velika, je primerno opremiti gnezda s termostati (Štuhec in sod., 2005), ki ogrevanje tudi izklapljuje, ko je dosežena ustrezna temperatura v gnezdu. Če je v gnezdu pretoplo, pujski ležijo izven gnezda, lahko tudi ob svinji in so tako bolj izpostavljeni, da jih svinja poleži. S termostati v zaprtih gnezdih lahko znatno zmanjšamo porabo energije in s tem tudi stroške priraje, pujskom in tudi svinji pa nudimo kar najboljše toplotno udobje.

V prasilišču zunaj gnezda naj bi bila temperatura nižja, prilagojena potrebam svinj. Za pujske je tako v hlevu hladno, zato dobro sesajo in se nato hitro vračajo v primerno ogreta gnezda, s čimer se lahko pomembno zmanjšajo izgube. Ker je hladno, tudi svinja raje in več je in zato ima več mleka, pujski pa so bolj oskrbljeni s hrano. Pri visokih temperaturah ješčnost pade, prav tako se močno zniža priraje mleka in poslabša iztok mleka. Pujski tako dobijo manj hrane, so zato podhranjeni ali celo lačni, zaostajajo v rasti in so manj vitalni. Posledično je tudi več izgub sesnih pujskov zaradi podhranjenosti ali poleganja.

Phillips in sod. (1992) so proučevali tudi vpliv temperature tal na poškodbe nog pri pujskih. Pri sesnih pujskih se pogosto pojavljajo odrgnine ali poškodbe na prednjih nogah, saj se pri sesanju drgnejo ob tla iz betona, kovine, plastike ali gume. Pri ogretyh tleh (34 °C) je bilo teh poškodb več kot pri hladnih (21 °C). Število in stopnja poškodb so odvisne tudi od materiala in hrapavosti površine.

Ker so v času laktacije svinje tudi najbolj produktivne, jih tudi hitro prizadene vročinski stres. Na trgu ponujajo rešitve, ki omogočajo škropljenje svinj predvsem na predelu plečk in glave. S tem omogočajo neposredno hlajenje z izhlapevanje, hkrati pa obdržijo kotec, kjer so pujski, suh in čist.

5.7.2 Temperatura v pripustiščih in čakališčih

Zmanjšana plodnost in večja pojavnost neplodnosti pri svinjah zaradi različnih vzrokov. Ker je pojavljanje estrusa manj predvidljivo, prepoznavanje znakov bukanja težje in je lahko moteno spolno obnašanje, lahko rejci v večji meri spregledajo bukanje. Tako je pomembno, da se tudi v vročih dneh dosledno opravljajo dela še posebej natančno. Uspešnost pripustov je lahko zmanjšana tudi za 30 %. Tako ugotavljanje pripustov kot pripuste oz. osemenitve premaknemo v čas z nižjimi temperaturami (zgodaj zjutraj in pozno zvečer).

Izpostavljenost merjascev vročinskemu stresu zmanjša količino in kakovost semena in oploditveno sposobnost. Potrebni je kar pet tednov, da se odpravijo negativni učinki in vzpostavi tvorba normalnega semena. Povišane temperature imajo negativen učinek na dozorevanje semenčic in sintezo androgena v modih. Plodost merjascev lahko ohranimo s povečanjem hlajenja z evaporacijo.

Posledice vročinskega stresa:

- zakasnela puberteta,
- večja variabilnost dolžine interim obdobja,
- spremembe v spolnem obnašanju, slabše izraženi znaki estrusa, krajši estrus in več nepravilnosti,
- slabša oploditev,
- povečana embrionalna smrtnost in posledično manjša gnezda,
- več mrtvorojenih pujskov in abortusov,
- resorpcija gnezda,
- zmanjšan libido pri merjascih.

Izpostavljenost merjascev in svinj povišani temperaturi okolja lahko zmanjša prirejo plemenskih prašičev (Wettemann in Bazer, 1985). Ko so merjasci, mladice in svinje izpostavljene vročinskemu stresu, se poveča frekvenca dihanja, da bi se pojačalo hlajenje z evaporacijo. Mladice so še posebej občutljive na vročinski stres med zgodnjo brejostjo. Če so mladice izpostavljene vročinskemu stresu med pripustom in 16. dnem brejosti se zmanjša tako uspešnost pripustov kot velikost gnezda. Med 13. in 19. dnem po pripustu so opazili zmanjšano koncentracijo progesterona in delovanje rumenih telesc je bilo podaljšano do 25. dne pri nebrejih mladica, izpostavljenih vročinskemu stresu. Povečana koncentracija hormona estradiola med 10. in 12. dnem vročinskega stresa je lahko moteča pri normalnem prepoznavanju brejosti. Vročinski stres zmanjša tudi količino embrionalnih tkiv na 16. dan brejosti, toda sinteza proteinov v tkivih se ni spremenila. Razvoj zarodka je lahko ob vročinskem stresu tudi moten. Tako lahko propade nekaj zarodkov, kar se pokaže tudi v velikosti gnezda. Sinteza estrogena v zarodkih in maternici ni spremenjena na 16. dan po pripustu, če so živali izpostavljene vročinskemu stresu zadnjih 8 dni. To dokazuje, da lahko vročinski stres vpliva na endokrini sistem, ki uravnava plodnost, še posebej delovanje funkcije rumenih teles.

Zanimivi so tudi podatki iz 800 prašičerejskih komercialnih obratov za obdobju petih let, ki so jih Paterson in sod. (1978) uporabili pri študiju povezav med poletnimi temperaturami, pojavnostjo pregonitev in velikostjo gnezda. Kadar so bile v tednu pripuščenja povprečne dnevne temperature bile višje od 32 °C, se je povečal delež svinj z zakasnelim ali izostalim estrusom. Število pregonjenih svinj med 15. in 25. dnem po pripustu se skozi leto ni dosti spreminjalo. Slabša plodnost se je pokazala kot povečanje števila svinj s zakasnelo in neredno pregonitvijo. Velikost gnezda, ki je bilo zaplojeno v času poletnega vročinskega stresa, se ni bistveno razlikovala od gnezda iz drugih obdobj. Podatki nakazujejo, da slabša plodnost svinj, pripuščenih v času visokih poletnih temperatur, ni nujno posledica manj uspešne oploditve, večje embrionalne smrtnosti ali povečanega pojava abortusov. Tudi plodnost merjascev ni predstavljalo glavno težavo. Zaključili so, da je najverjetneje vročinski stres v času pripustov vplival na delovanje ovarijev, kar bi lahko povzročilo začasno neplodnost in neravnotežje v endokrinem delovanju in s tem povezano zakasnitvijo in nerednostjo pregonitev.

Vročinski stres pripuščenih in presušenih svinj premagujemo z manjšo gostoto naselitve, hlevi so lahko odprti, vendar so živali zaščitene pred vročim poletnim soncem (slika 2). V hlevu ali na izpustih z betonskimi rešetkami lahko uredimo pršenje. Če je prisoten v hlevu nastil, ga pokladamo v manjših količinah.

5.7.3 Uravnavanje temperature v vzrejališčih in pitališčih

Ob odstavitvi potrebujejo pujski ponovno nekoliko višjo temperaturo, zato vzrejališče pred naselitvijo tekačev ogrejemo na okrog 28 °C, kasneje pa temperaturo znižamo. Tudi v vzrejališčih je lahko poraba energije za ogrevanje in ventilacijo znatna, zato je primerno, če imamo v oddelku vsaj dve klimi, kar dosežemo s pokritimi ležalnimi površinami (slika 9). S pokrovi in zavesicami zadržimo toploto tam, kjer je potrebna, in zmanjšamo prepih v predelu za počivanje. Ker je prostor nad ležišči omejen, ga prašiči znatno ogrejejo že sami in



Slika 9: Pokrita ležišča v hlevih z zunanjo klimo s kontrolnega hodnika

se tako zmanjša poraba energije. Pokrovi in zunanje stene ležalnega prostora naj bodo tudi primerno izolirani. V preostalem delu hleva je hladnjeje, zato je v njem tudi boljša kakovost zraka. Prašiči tam blatijo in urinirajo.

Pri pitancih namestimo pokrove 1 m nad tlemi, pri plemenskih svinjah pa 1.2 m. Pokrovi se v času krmljenja in dodajanja slame dvignejo in tako ima rejec tudi dober pregled nad prašiči. Na drugi strani (slika 10) imajo prašiči dva izhoda na prosto, na zgornjem robu stene pa je tudi odprtina za zračenje. V pokritem delu mora biti dovolj ležalnega prostora za vse prašiče v skupini. Zlasti pri mlajših kategorijah prašičev (pod 60 kg) je potrebno predvideti gretje v ležalnem delu. Primerno je talno gretje.

Reja prašičev pri prenizkih temperaturah ima negativne učinke na zdravje prašičev in obnašanje. Pojavnost kašljanja, diareje in grizenje repov se poveča pri nizkih temperaturah (Sällvik in Walberg, 1984; Geers in sod., 1989). Pokazalo se je tudi, da obstajajo obdobja, ko so težave pogostejše, kot npr. na koncu vzreje in začetku pitanja (med 20 in 30 kg), zato prašiči pri teh masah potrebujejo posebno pozornost.

Ker vsak prašič pri ležanju oddaja toploto podlagi, je ocena izgube toplote po tej poti izredno pomembna, saj vpliva precej na rast in konverzijo krme (Kelly in sod., 1964; Stephens in Start, 1970; Stephens, 1971; Versteegen in van der Hel, 1974). Nastil s slamo pomaga pri vzdrževanju telesne temperature v termonevtralni coni. V hlevu z zunanjo klimo lahko nastopi pozimi tudi neprijeten mraz, pred katerim so mladice in svinje na sliki 11 zaščitene z bogatim nastilom slame in pokrovi nad ležalnim delom. Velike odprtine v steni, ki jih po-



Slika 10: Izhodi na izpust iz pokrita ležišča v hlevih z zunanjo klimo



Slika 11: V hlevu z zunanjo klimo nastil s slamo in pokrovom nad ležalnim delom

zimi zaprejo s prozornim materialom (steklom, ploščami za rastlinjak) zagotavljajo prašičem dovolj naravne svetlobe.

Prisotnost slame je ugodna tudi pri novorojenih pujskih, saj na ta način lažje ohranijo telesno temperaturo. Tudi starejšim prašičem slama godi in raje ležijo na slami pri temperaturah v termonevtralni coni (18-21 °C) ali pod spodnjo kritično mejo. Prisotnost slame pri nizkih temperaturah omogoča prašičem, da ostanejo v termonevtralni coni. Na bogato nastiljanje s slamo bi morali pomisliti, kadar padejo temperature pod spodnjo kritično temperaturo.

5.8 Gibanje zraka

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

Hitro premikanje zraka, ki ga poimenujemo tudi prepah 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 prepahu, so bolj nemirni. Pomagamo si s polnimi pregradami, polnimi tlemi in pokrovi v predelu, namenjenemu počivanju, kar precej preusmeri smer gibanja zraka (Fritschen, 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 prepaha 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 m/s povzroči prisiljeno izgubo telesne temperature s konvekcijo za 1 °K (=1 °C) pri 25 kg tekačih, pri 60 kg pitancih pa dobimo isto izgubo pri dvakrat večji hitrosti zraka (Close, 1981). Sällvik in Walberg (1984) sta uvedla enačbo 5.8 za "faktor hlajenja" (F , v W/m^2), ki naj bi bila povezana z razliko v temperaturi kože (T_a , v °C) in temperature zraka (T_x , v °C) ter hitrosti gibanja zraka (v_x , v m/s),

$$F = 10 * (T_a - T_x) * v_x \quad [5.8]$$

Ta faktor je pomemben, ker telesna masa vpliva na produkcijo toplote in to v nadaljevanju vpliva na reakcijo živali na klimo. Sällvik in Walberg (1984) sta pokazala, da je optimalen faktor hlajenja med 60 in 80 W/m^2 , da bi dobili najboljši odziv za različne parametre: kratek čas ležanja v blatilnem delu, manj grizenja repov, primerna higiena kotca in večji dnevni prirast.

V tabeli 1 prikazujemo povezavo med hitrostjo gibanja zraka, temperaturo zraka, telesno maso ter faktorjem hlajenja. Služi nam lahko kot pripomoček za določanje primerne obsega 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.

Tabela 1: Primerna hitrost gibanja zraka glede na temperaturo zraka, faktor hlajenja in telesno maso (po Sällvik in Walberg, 1984)

Faktor hlajenja (W/m^2)	60			80		
	50	70	90	50	70	90
Telesna masa (kg)	Hitrost gibanja zraka (m/s)					
Temperatura zraka ($^{\circ}C$)						
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

Prašiči, rejeni na prostem, z omejenim krmljenjem lažje prenašajo večje hitrosti gibanja zraka kot drugi, krmljeni po volji (Ingram in Legge, 1970). Niso pa zaznali razlik pri izbiri temperature območja za počivanje. Isto velja v primerih z intenzivno rejo. V vročem poletju prašiči počivajo z rilcem v območju prepaha (Hafez in Signoret, 1969). Toda pri mrzlem prepihu počivajo v nasprotni smeri: prašiči ležijo z repom v smeri prepaha, kar nakazuje, da ta lega zmanjšuje izgubo toplote (Close in sod., 1981).

Proti neprijetnemu prepihu se prašiči borijo z obnašanjem. Pujski, odstavljeni na 28. dan, so že pri zmernem prephu nemirni in se stiskajo v skupini, kar je tipičen odziv na hlad, in se uležajo, 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 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 vpihavanju zraka naravnost proti prašičem, zlasti pri mlajših kategorijah.

Geers in sod. (1989) so pokazali, kako lahko z usmerjanjem zraka in temperaturo vzdržujemo termonevtralno območje. Ko je talna temperatura višja kot temperatura zraka ($14 - 25^{\circ}C$), imajo prašiči radi ležalno površino, kjer piha s hitrostjo 0.3 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 zaveterju (pod 0.15 m/s) in se stiskajo v gruči kot odziv na padec temperature na površini kože.

