

RAADIOTERMOMEETRI KASUTAMINE LEHMADE KEHAPINNA TEMPERATUURI MÄÄRAMISEKS

V. Poikalainen, J. Praks

Sissejuhatus

Lehmade kehatemperatuuri mõõtmise automatiseerimisel on sobivamad kontaktivabad meetodid, mis ei nõua anduri viimist kehasse. Sellistele tingimustele vastavad eelkõige omakiirguse intensiivsuse registreerimisega määratavad kiirgustemperatuurid, millistest bioloogiliste objektide puhul on kasutatavam infrapunakiirguse intensiivsusel põhinev pinnatemperatuuri mõõtmine (Kurt jt., 1985).

Kuigi raadiotermomeetria on senini ainus teadaolev meetod kehasiseste temperatuuride mitteinvasiivsel määramisel (raadiokiirgus lähtub mõõteantenni alla jääva kehaosa seest), on ta jäänud suhteliselt vähetuntuks ja -kasutatuks (Iskander jt., 1980; Boravskij jt., 1985). Selle abil registreeritav kiirgus on integraalne ning sõltub raadiotermomeetri vastuvõtuantenni efektiivpinna suuruselt, antenni fokuseerivatest omadustest ja mõõdetava kiirguse lainepikkusest.

Lühemate lainepikkuste puhul on kiirguse neeldumine kudedes suurem, seega mõõtesügavus väiksem, pikemalainelisel alal aga neeldub kudedes kiirgust vähem ja mõõtesügavus on vastavalt suurem. Pikemalaineline raadiokiirgus on aga raskemini fokuseeritav, mis takistab uuritava kehaosa täpsemat lokaliseerimist ning skaneerimise kasutamist. Tavaliselt ulatub mõõtesügavus, sõltuvalt lainepikkusest, bioloogilise objekti puhul kuni 5 cm. Esimesed katsed veiste kehatemperatuuri mõõtmiseks selle meetodiga tehti Eesti Põllumajandusülikoolis koostöös NSVL TA Raadiotehnika ja Elektroonika Instituudiga kaheksakümnendate aastate keskel (Igošev jt., 1984; Igošev, 1984; Pavlova jt., 1989; Poikalainen, 1986, 1995).

Käesoleva töö ülesandeks oli raadiokiirgustemperatuuri kaardi koostamine kogu lehma kehapinna kohta ning selle võrdlemine termodünaamilise temperatuuri kaardiga, pidades silmas kehatemperatuuri automaatse määramise aspekte. Katsed viidi läbi EPMÜ Eerika katselaudas.

Metoodika

Uurimustes kasutati NSVL TA Raadiotehnika ja Elektroonika Instituudis loodud eksperimentaalset raadiotermomeetrit RT-20, mille u 2 cm diameetriga keraamiline aplikaatorantenn oli kohaldatud elektromagnetilise kiirguse vastuvõtuks lainepikkusel 20 cm. Raadiotermomeetri mõõtetäpsus oli $\pm 0,2$ °C. Lehma kehapind oli anatoomilisi piirkondi aluseks võttes jaotatud ruudustikuga 550 punktiks. Igas punktis määrati 3 nädala jooksul raadiotermomeetriline ja termodünaamiline temperatuur. Aplikaatorantenni hoiti mõõtepunktis 2 minutit, selle kalibratsiooni kontrolliti iga 10 mõõtmise järel. Rektaalsed ja pinnatemperatuurid mõõdeti EPMÜ-s spetsiaalselt selleks otstarbeks konstrueeritud kiiretoimelise digitaaltermomeetriga, mille täpsus oli 0,1 °C. Pinnatemperatuuri mõju ühtlustamiseks kasutati laudaõhu temperatuuri automaatset reguleerimist kalorifeerseadme PVU-6 abil. See garanteeris stabiilse keskkonnatemperatuuri $9 \pm 1,5$ °C täpsusega.

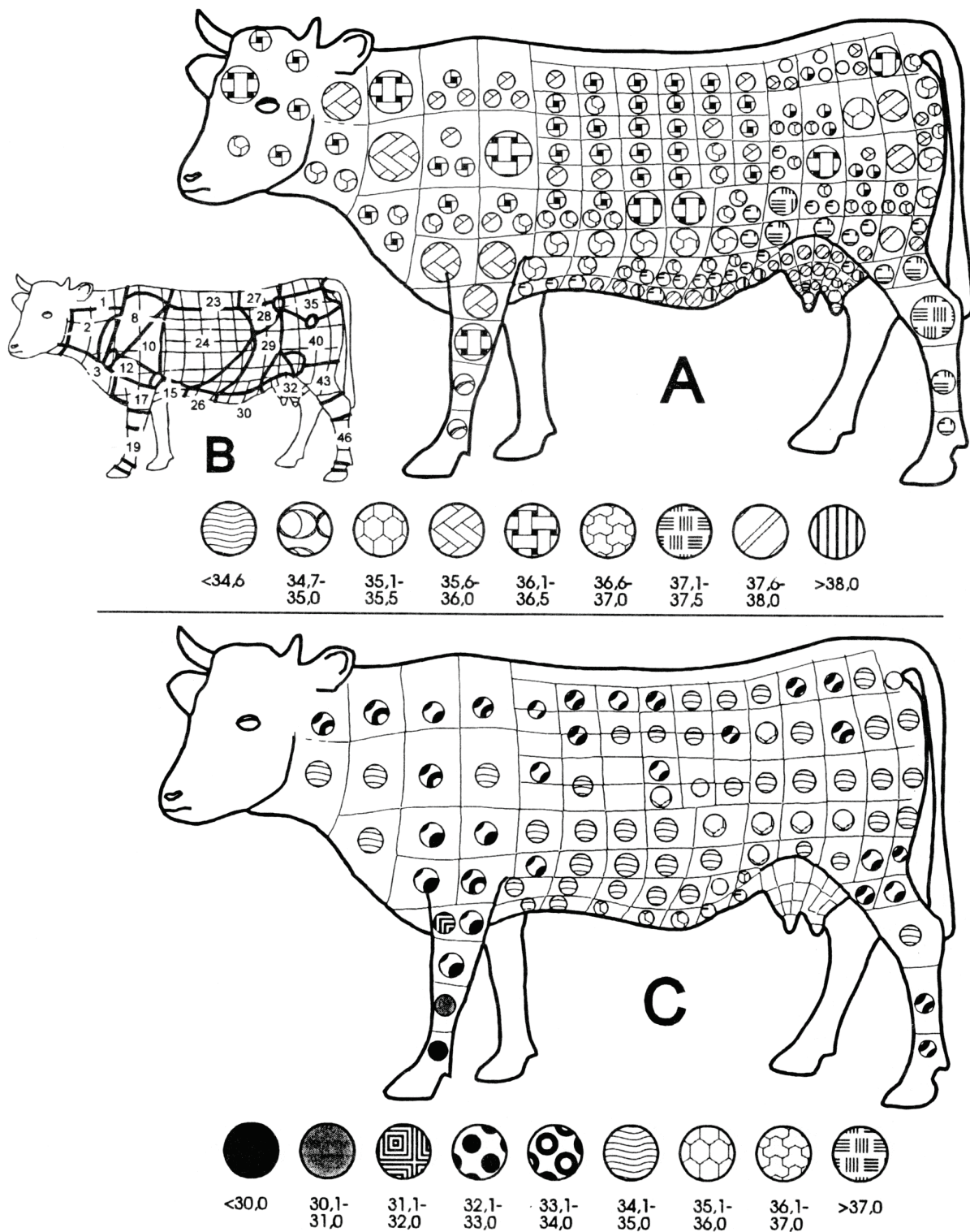
Katsetulemused ja nende analüüs

Lehmade kehapinna temperatuurikaardid on toodud joonistel 1 ja 2. Raadiotermomeetriselt kõrgema temperatuuriga punktid paiknevad udara ja kõhualuses ning lahkliha piirkonnas. Kõige külmemaks osutusid esijalgade, pea ja roiete piirkonnad. Looma rektaalne temperatuur kõikus vahemikus 38,4...38,8 °C.

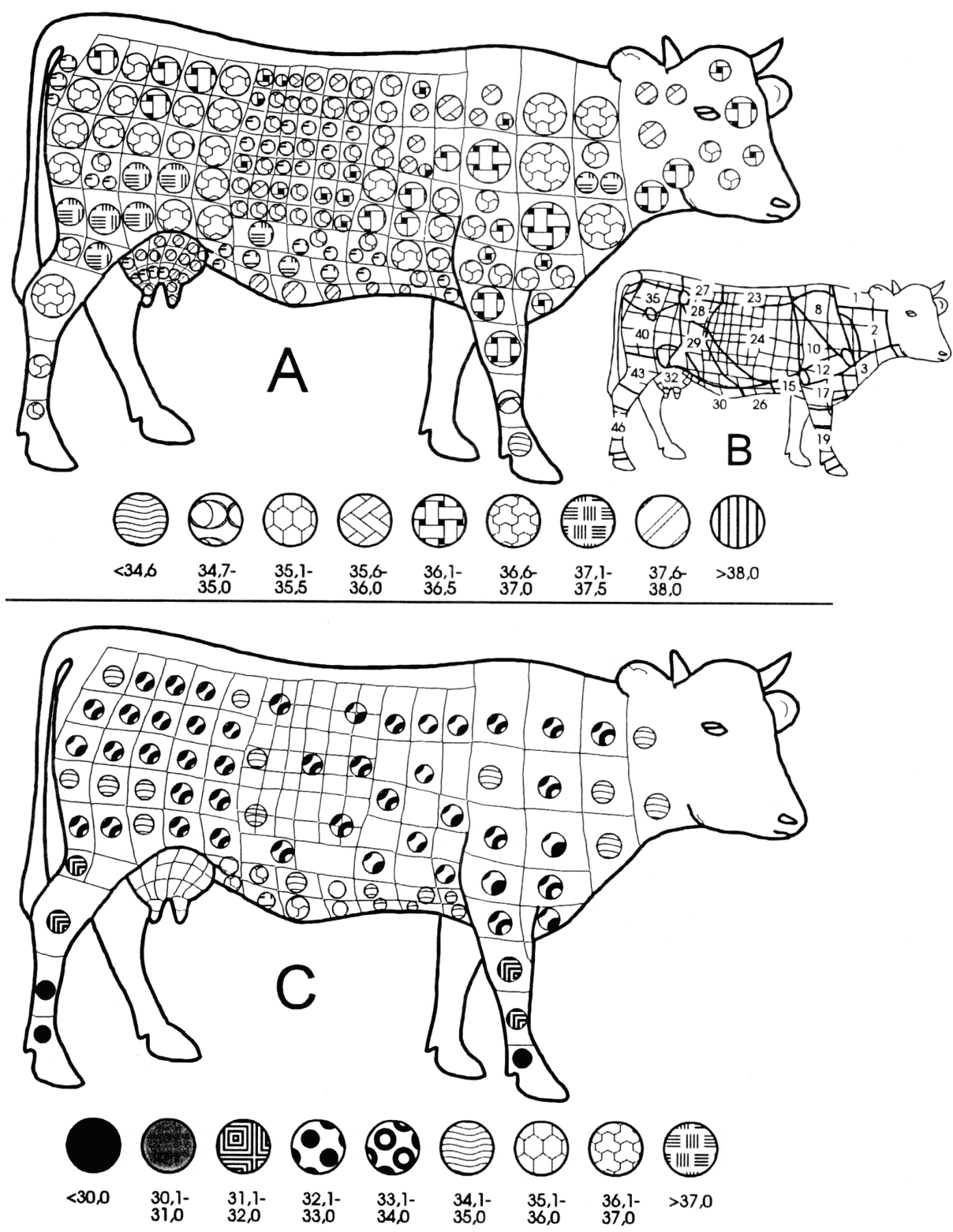
Ilmnes, et lehma raadiotemperatuuride jaotumus (naaberpiirkondade omavaheliste temperatuurikontrastide järgi) järgib üldjoontes absoluutväärtuselt madalamat termodünaamiliste pinnatemperatuuride jaotumust. Nende näitajate vahe kõikus keskmiselt 2-3 °C. Kuid eksisteerib ka teatud erinevusi, eriti jäsemetel, kus temperatuuride vahe oli 3...5 °C. Keha vasaku ja parema poole mõnede piirkondade temperatuurijaotustes esines samuti erinevusi (nt. tühimik).

Kuna keskkonna temperatuur m^{\wedge} jutab oluliselt nii nahapinna kui raadiotemperatuure, võis mõningat mõju katsetulemustele avaldada ka ruumi temperatuuri teatud kõikumine, vaatamata selle reguleerimisele (Poikalainen, 1995).

Eri katsepäevadel tehtud raadiotermomeetriseliste mõõtmiste hajuvus kindlates kontrollpunktides (rinnakul, vasakul külgmisel kõhu- ja roidepiirkonnal üks punkt, paremal roidepiirkonnal 4 punkti) jäi 0,5...1 °C piiresse. Samade punktide pinnatemperatuur kõikus 1...2 °C.



Joonis 1. Raadiotemperatuuri (A) ja nahapinna termodünaamilise temperatuuri (C) jaotus lehma vasaku poole kehapiirkondades (B): 1. *Regio colli dorsalis*; 2. *R. colli lateralis*; 3. *R. colli ventralis*; 8. *R. scapularis*; 10. *R. tricipitalis*; 12. *R. brachii*; 15. *R. sternalis*; 17. *R. antebrachii*; 19. *R. metacarpi*; 23. *R. vertebralis thoracis*; 24. *R. costalis*; 26. *R. xiphoidea*; 27. *R. lumbalis*; 28. *Fossa paralumbalis*; 29. *R. abdominalis lateralis*; 30. *R. umbilicalis*; 32. *R. uberis*; 35. *R. glutea*; 40. *R. femoris*; 43. *R. cruris*; 46. *R. metatarsi*
Figure 1. Distribution of microwave (A) and skin surface thermodynamic (C) temperatures on the cow's body regions (B). Left side



Joonis 2. Raadiotemperatuuri (A) ja nahapinna termodünaamilise temperatuuri (C) jaotus lehma parema poole kehapiirkondades (B): 1. Regio colli dorsalis; 2. R. colli lateralis; 3. R. colli ventralis; 8. R. scapularis; 10. R. tricipitalis; 12. R. brachii; 15. R. sternalis; 17. R. antebrachii; 19. R. metacarpi; 23. R. vertebralis thoracis; 24. R. costalis; 26. R. xiphoidea; 27. R. lumbalis; 28. Fossa paralumbalis; 29. R. abdominalis lateralis; 30. R. umbilicalis; 32. R. uberis; 35. R. glutea; 40. R. femoris; 43. R. cruris; 46. R. metatarsi

Figure 2. Distribution of microwave (A) and skin surface thermodynamic (C) temperatures on the cow's body regions (B). Right side

Järeldused

1. Raadiotermomeetria on bioloogiliste objektide temperatuuride määramisel suhteliselt perspektiivne meetod. Sel meetodil on suur tundlikkus ning ta on piisavalt kiiretoimeline automatiseeritud mõõtmiste sooritamiseks.
2. Lehmade kehapinna raadiotemperatuuride jaotus võimaldab selgitada sobivad kohad kehatemperatuuri automatiseeritud määramiseks, leides korrelatsioonid rektaalse temperatuuriga ning lähtudes võimalikest tehnilistest lahendustest.
3. Raadiotemperatuuride mõõtmisel tuleb arvestada nahapinna temperatuuride suhteliselt suure kajastumisega mõõtetulemustes.

Kirjandus

- Boravskij jt.: Боравский В.А., Игошев И.П., Марчек С.В., Павлова Л.С., Поляков В.М., Пракс Я.О., Фёдоров Л.С. К возможности СВЧ радиометрического контроля ректальной температуры сельскохозяйственных животных.– Сборник трудов всесоюзной конференции "Методические вопросы определения температуры биологических объектов радиофизическими методами". Москва, 1985, с. 66-69.
- Igošev jt.: Игошев И.П., Поляков В.М., Пракс Я.О. К возможности использования СВЧ-радиометрии в промышленной технологии содержания крупного рогатого скота. – Всесоюзная конференция "Методические вопросы определения температуры биологических объектов радиофизическими методами". Программа и тезисы докладов (Звенигород, 24-26 мая 1984). Москва, 1984, с. 43.
- Igošev: Игошев И.П. Аппаратное и программное обеспечение радиотермографа РТ-20. – Всесоюзная конференция "Методические вопросы определения температуры биологических объектов радиофизическими методами". Программа и тезисы докладов (Звенигород, 24-26 мая 1984). Москва, 1984, с. 65.
- Iskanderjt.: Искандер М.Ф., Дурней Ц.Х. Электромагнитные методы медицинской диагностики: Обзор. – Труды Института Инженеров по Электронике и Радиоэлектронике, 1980, Том 68, №1, с. 148-156.
- Kurt R. Zinn Gene M. Zinn, George W. Jesse, Herman F. Mayes, Mark R. Ellersieck. Correlation of noninvasive surface temperature measurement with rectal temperature in swine. – American Journal of Veterinary Research, Vol. 46, No. 6, p. 1372...1374, 1985.
- Pavlova jt.: Павлова Л.С., Поляков В.М., Пойкалайнен В.К. СВЧ-термометрия в исследовании динамики физиологических процессов у сельскохозяйственных животных. Новое в технологии содержания высокопродуктивных коров. Тезисы докладов научно-технической конференции. Тарту, 1989, с. 57.
- Poikalainen: Пойкалайнен В.К., Пракс Я.Ш., Павлова Л.С., Поляков В.М. Некоторые возможности применения радиометрии в физиологических исследованиях у коров. Проблемы физиологии человека и животных. Тезисы докладов. Тарту, 1986, с. 66-67.
- Poikalainen V. Raadiotermomeetria kasutusvõimalusi lehmade kehatemperatuuri määramisel. – Veterinaarmeditsiin '95. Tartu, lk. 232...240, 1995.

The Use of Microwave Thermometer for the Determination of Cows' Body Surface Temperature

V. Poikalainen, J. Praks

Summary

The study was carried out for making a microwave temperature chart of the whole cows' body surface and for comparing it with the skin surface thermodynamic temperatures, paying attention to the aspects of automated measurement of body temperature. The microwave thermometer RT-20, worked out at the Institute of Radiotechnics and Electronics of the former USSR Academy of Sciences, was used. The temperature charts of cow's body surface (both microwave and thermodynamic temperatures) are depicted in Figures 1 and 2.

The microwave thermometry is a prospective method for the determination of temperature of biological objects. It has a good sensibility and is sufficiently rapid for the automated measurements.

The data about the microwave temperature distribution on cows' body surface enable us to find out suitable points for the automated measurement of body temperature. For this purpose the correlation with rectal temperature and feasible technical solutions should be established. It is also necessary to take into consideration the influence of skin surface thermodynamic temperature on that of microwave.