

Elektrokardiogrammas QT intervāla izmaiņas vācu aitusuņu un kokerspanielu šķirnes dzīvniekiem premedikācijas un vispārējās anestēzijas laikā

Changes in ECG QT Interval in German Shepherd and Cocker Spaniel Dogs during Premedication and General Anaesthesia

Guntars Avdoško, Edīte Birģele

LLU Veterinārmedicīnas fakultātes Preklīnikas institūts, e-pasts: guntars_avdosko@apollo.lv
Preclinical institute of the Faculty of Veterinary Medicine, LLU, e-mail: guntars_avdosko@apollo.lv

Abstract. The influence of premedication (atropine sulphate together with acepromazine maleate), followed by general anaesthesia (ketamine hydrochloride together with diazepam), on the dynamics (s) of QT interval in 34 German Shepherd and 32 Cocker Spaniel dogs was investigated using electrocardiographical lead II. Premedication drugs atropine sulphate and acepromazine maleate led to significant increase in ECG QT interval in dogs; the degree of increase was practically the same for both Cocker Spaniels and German Shepherds. The total effect of general anaesthetics (narcosis drugs) ketamine hydrochloride and diazepam administered after premedication was manifested in a significant decrease of QT interval in dogs. Cocker Spaniels and German Shepherds are characterized by a dramatic and significant decrease of QT interval one minute after administration of narcosis drugs. In Cocker Spaniels the decrease of QT interval due to the total effect of ketamine hydrochloride and diazepam continued up to the 30th minute of anaesthesia. Dynamics of QT interval in dogs due to the total effect of such anaesthetics as ketamine hydrochloride and diazepam at definite time points of anaesthesia is greatly dependant on the breed of the animal, but not on the gender. The dependence of changes in QT interval on animal breed should be taken into consideration in practical veterinary medicine when working with breed animals.

Key words: dogs, electrocardiography, breed and sex, QT interval dynamics, drug combinations.

Ievads

Elektrokardiogrammas (EKG) QT intervāls rāda laiku viena sirds cikla periodā, kas ir nepieciešams, lai sirds kambaros varētu notikt depolarizācijas un repolarizācijas procesi. QT intervāls atspoguļo kopējo kambaru sistoles ilgumu. Tās laikā notiek kambaru miokarda uzbudinājums, sākot ar tā pirmajām izpausmēm kambaru starpsienā un papillārajos muskuļos līdz uzbudinājuma izgaišanai kambaru miokardā (Tilley et al., 1990; Tilley, 1992; Garson, 1993; Antzelevitch et al., 1998; Шварц и др., 2001; Campbell, Atwell, 2002; Мартин, Коркорэн, 2004; Kalvelis, 2005).

Cilvēkiem ir noskaidrots, ka QT intervāla pagarināšanos var ietekmēt dažādas anestētiskās vielas, ko izmanto ķirurģisku operāciju veikšanai, kā arī daudzi citi eksogēnie un endogēnie faktori (Booker et al., 2003; Cucchiari, Rhodes, 2003; Testai et al., 2004; Sala et al., 2005). Kas attiecas uz suņiem, tad premedikācijas modelī (atropīna sulfāts kombinācijā ar acepromazīna maleātu) un anestēzijas modelī (ketamīna hidrohlorīds kombinācijā ar diazepamū) šāda veida pētījumu datus mums literatūrā nav izdevies atrast.

Šī darba galvenie uzdevumi bija:

1) izpētīt QT intervāla dinamiku suņiem preme-

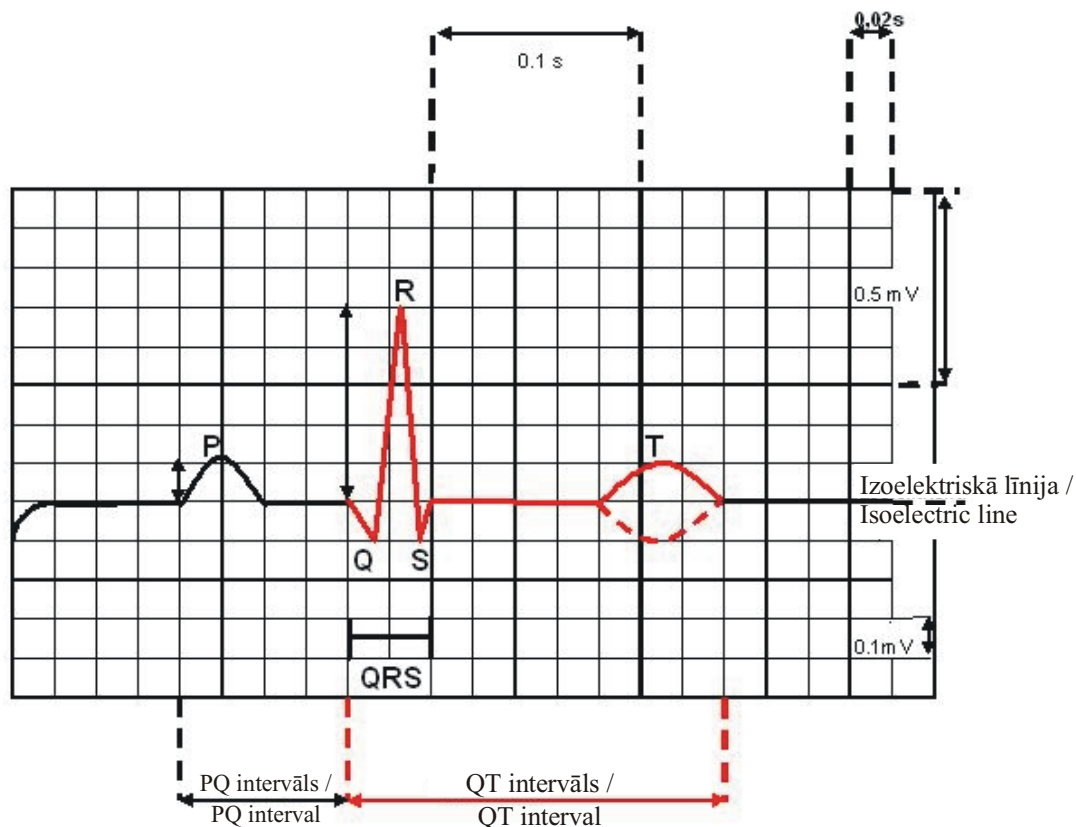
dikācijas un vispārējās anestēzijas laikā EKG II standartnovadījumā saistībā ar dzīvnieka šķirni un dzimumu;

2) izpētīt QT intervāla izmaiņu likumsakarības suņiem premedikācijas līdzekļu atropīna sulfāta un acepromazīna maleāta ietekmē, kā arī narkozes līdzekļa ketamīna hidrohlorīda – kombinācijā ar diazepamū – ietekmē.

Materiāls un metodes

Pētījumiem izmantoti 34 vācu aitusuņu un 32 kokerspanielu šķirnes dzīvnieki. QT intervāla dinamika dzīvniekiem izejas stāvoklī, premedikācijas posmā un vispārējās anestēzijas laikā tika reģistrēta elektrokardiogrāfiski vienlaicīgi ar sirdsdarbības frekvenci un pārējiem sirds biopotenciāliem. EKG atsevišķo zobu un intervālu shēma II EKG standartnovadījumā atspoguļota 1. attēlā (Tilley et al., 1990; Tilley, 1992; Garson, 1993; Antzelevitch et al., 1998; Шварц и др., 2001; Мартин, Коркорэн, 2004; Kalvelis, 2005; u.c.).

Izmantojam Vācijā ražotu „SCHILLER” firmas elektrokardiogrāfu AT-1, kas ļauj strādāt ar 10 elektrokardiogrāfijas novadījumiem vienlaicīgi (elektrokardiogrammu reģistrācijas ātrums bija 50 mm s⁻¹).



1. att. EKG II standartnovadījuma shēma suņiem.
Fig. 1. The scheme of ECG II standard lead in dogs.

Elektrokardiogrāfijas laikā izmeklējamie dzīvnieki atradās labajā laterālajā guļā – priekšējās novietotas paralēli viena otrai un perpendikulāri ķermeņa gareniskajai asij, kā to esam aprakstījuši savos iepriekšējos darbos (Avdoško, Birģele, 2003a,b, 2004; Avdoško, 2003; u.c.) un kā to iesaka arī citi autori (Hill, 1968; Detweiler et al., 1970; Edwards, 1987; Rezakhani, 1990; Madron, 1991; Tilley, 1992; Bernal et al., 1995). Elektrokardiogrāfijas dati tika gan reģistrēti, gan vienlaicīgi ar speciālas mērījumu programmas palīdzību datorā apstrādāti. Automātiski tika reģistrēts QT intervāls, atsevišķo EKG parametru ilgums sekundēs (s) un to amplitūda milivoltos (mV).

Dzīvnieku premedikācijai izmantojām 0.054 % atropīna sulfāta šķīdumu (0.02 mg kg^{-1}) kombinācijā ar 1% acepromazīna maleāta šķīdumu (0.06 mg kg^{-1}), ko ievadījām intramuskulāri. Elektrokardiogrammas pieraksts premedikācijas laikā tika veikts 10 minūtes pēc intramuskulārās injekcijas.

Vispārējai anestēzijai (narkozei) lietojām pašreiz veterinārmedicīnā plaši izmantoto 5% ketamīna hidrohlorīda šķīdumu (6 mg kg^{-1}) kombinācijā ar 0.5% diazepāma šķīdumu (0.6 mg kg^{-1}). Narkozes līdzekļus suņiem ievadījām pleca zemādas vēnā (v. *cephalica*).

EKG QT intervāla dinamiku noteicām 1 minūti pēc intravenozās injekcijas, kā arī pēc 15, 30, 45 un 60 minūtēm.

Pētījumā izmantotie suņi iepriekš tika klīniski izmeklēti, tiem izdarīja sirds un lielo asinsvadu rentgenogrāfiju (laterālajā un dorsoventrālajā projekcijā), kā arī veica asins morfoloģisko un bioķīmisko izmeklēšanu. Visi pētījumā iekļautie dzīvnieki bija klīniski veseli.

EKG datu statistisko apstrādi veicām, izmantojot daudzfaktoru (šajā gadījumā divu “faktoru” – dzīvnieku šķirne un dzimums) dispersijas analīzes metodi (ANOVA), kā arī t-testu savstarpēji atkarīgu paraugkopu salīdzināšanai (Williams, 1996; Arhipova u.c., 1998; Miller, 2000).

Rezultāti

Apskatu sāksim ar QT intervāla dinamikas analīzi EKG II standartnovadījumā dzīvniekiem premedikācijas un vispārējās anestēzijas laikā saistībā ar diviem mūsu izpētītajiem “faktoriem” – suņu šķirni un dzimumu.

Pirmajā tabulā atspoguļoti EKG QT intervāla rādītāji vācu aitusuņu un kokerspanielu šķirnes dzīvniekiem pirms un pēc premedikācijas un anestezējošo līdzekļu

QT intervāla izmaiņu rakstura salīdzinājums (s) EKG II standartnovadījumā vācu aitusuņu un kokerspanielu šķirnes dzīvniekiem premedikācijā un vispārējās anestēzijas laikā
Comparison of changes in ECG II standard lead QT interval characteristics (s) between German Shepherd and Cocker Spaniel dogs during premedication and general anaesthesia

Izmeklējuma laiks / Time of observation	QT intervāla vidējās vērtības ± standartklūda / QT interval, mean ± MSE		Fišera statistika / Fisher's test	P-vērtība / P-value
	vācu aitusuņu šķirnei / in German Shepherds	kokerspanielu šķirnei / in Cocker Spaniels		
Izejas stāvoklis / Initial state	0.209 ± 0.0037	0.209 ± 0.0055	0.030	0.8630
10 min. pēc premedikācijas / after premedication	0.215 ± 0.0040	0.219 ± 0.0061	0.385	0.5376
1 min. pēc anestēzijas / after anaesthesia	0.202 ± 0.0038	0.206 ± 0.0057	0.186	0.6680
15 min. pēc anestēzijas / after anaesthesia	0.205 ± 0.0044	0.196 ± 0.0058	6.971	0.0108*
30 min. pēc anestēzijas / after anaesthesia	0.203 ± 0.0036	0.189 ± 0.0057	12.593	0.0008*
45 min. pēc anestēzijas / after anaesthesia	0.198 ± 0.0038	0.195 ± 0.0054	1.005	0.3206
60 min. pēc anestēzijas / after anaesthesia	0.199 ± 0.0046	0.197 ± 0.0062	0.176	0.6769

Premedikācija: 0.054% atropīna sulfāta šķīdums (0.02 mg kg⁻¹) kombinācijā ar 1% acepromazīna maleāta šķīdumu (0.06 mg kg⁻¹), injicējot intramuskulāri / **Premedication:** 0.054% atropine sulphate solution (0.02 mg kg⁻¹) in combination with a 1% acepromazine maleate solution (0.06 mg kg⁻¹) injected intramuscularly

Vispārējā anestēzija: 5% ketamīna hidrohlorīds (6 mg kg⁻¹) kombinācijā ar 0.5% diazepāma šķīdumu (0.6 mg kg⁻¹), injicējot intravenozi / **General anaesthesia:** 5% ketamine hydrochloride (6 mg kg⁻¹) in combination with a 0.5% diazepam solution (0.6 mg kg⁻¹) injected intravenously

* – atšķirība QT intervālu izmaiņā starp vācu aitusuņu un kokerspanielu šķirnes dzīvniekiem ir statistiski ticama / the differences in QT interval changes between German Shepherd and Cocker Spaniel dogs are statistically significant

ievadīšanas. Izrādās, ka QT intervālu garums II standartnovadījumā pirms premedikācijas līdzekļu atropīna sulfāta un acepromazīna maleāta ievadīšanas – tāpat dzīvniekiem izejas stāvoklī – vācu aitusuņiem un kokerspanieliem neatšķirās. Arī EKG QT intervālu izmaiņu raksturs pēc premedikācijas līdzekļu ievadīšanas abu šķirņu dzīvniekiem ir līdzīgs – premedikācijas līdzekļi atropīna sulfāts kopā ar acepromazīna maleātu izraisa QT intervāla pagarināšanos, bet anestēzijas līdzekļi – lielāku vai mazāku tā saīsināšanās tendenci. Statistiski ticamas atšķirības starp abām suņu šķirnēm novēroja 15. un 30. minūtē pēc anestēzijas līdzekļu ievadīšanas (P attiecīgi – 0.0108 un 0.0008), kad QT intervāla garums vācu aitusuņiem bija būtiski lielāks nekā kokerspanieliem (skat. 1. tabulu).

Detalizētas EKG QT intervāla izmaiņas abu šķirņu suņiem premedikācijas un vispārējās anestēzijas laikā, un šo datu statistiskā ticamība atspoguļota 2. tabulā.

Redzams, ka 10 min. pēc premedikācijas līdzekļu

ievadīšanas QT intervāls pagarinās no 0.209±0.0037 s līdz 0.215±0.0040 s vācu aitusuņiem un no 0.209±0.0055 s līdz 0.219±0.0061 s kokerspanieliem (P attiecīgi – 0.0443 un 0.0500).

Ievadot anestēzijas līdzekļus, jau pirmajā minūtē QT intervāls abu šķirņu dzīvniekiem krasi saīsinājās, bet, sākot ar 15. minūti, QT intervāla dinamikā novēroja zināmas atšķirības: kokerspanieliem, ievadot ketamīna hidrohlorīdu kombinācijā ar diazepāmu, QT intervāls turpināja saīsināties vēl līdz 30. minūtei, kad tas vidēji sasniedza 0.189±0.0057 s, bet vācu aitusuņiem QT intervāla garumam tajā pašā laikā bija tendence palielināties – 30. minūtē tas sasniedza attiecīgi 0.203±0.0036 s (skat. 2. tabulu). QT intervāla rādītāji abu šķirņu dzīvniekiem izlīdzinājās 45. minūtē pēc anestēzijas līdzekļu ievadīšanas, tomēr šajā laika periodā QT intervāla garums vēl atšķirās no izejas stāvoklī konstatētā gan vācu aitusuņiem (P=0.0025), gan kokerspanieliem (P=0.039).

EKG II standartnovadījuma QT intervāla (s) dinamika vācu aitusuņu un kokersspanielu šķirnes dzīvniekiem premedikācijas un vispārējās anestēzijas laikā
Changes in ECG II standard lead QT interval (s) dynamics in German Shepherd and Cocker Spaniel dogs during premedication and general anaesthesia

Izmeklējuma laiks / Time of observation	Vācu aitusuņu šķirne / German Shepherds			Kokersspanielu suņu šķirne / Cocker Spaniels		
	vidējā vērtība ± standartklūda / MSE	t- statis- tika / t-test	P-vērtība/ P-value	vidējā vērtība ± standartklūda / MSE	t- statis- tika / t-test	P-vērtība/ P-value
Izejas stāvoklis / Initial state	0.209 ± 0.0037			0.209 ± 0.0055		
10 min. pēc premedikācijas / after premedication	0.215 ± 0.0040	2.106	0.0443*	0.219 ± 0.0061	2.137	0.0500*
1 min. pēc anestēzijas / after anaesthesia	0.202 ± 0.0038	2.018	0.0533	0.206 ± 0.0057	0.379	0.7101
15 min. pēc anestēzijas / after anaesthesia	0.205 ± 0.0044	0.800	0.4310	0.196 ± 0,0058	1.578	0.1386
30 min. pēc anestēzijas / after anaesthesia	0.203 ± 0.0036	1.904	0.0690	0.189 ± 0.0057	2.691	0.0176*
45 min. pēc anestēzijas / after anaesthesia	0.198 ± 0.0038	3.378	0.0025*	0.195 ± 0.0054	2.320	0.0359*
60 min. pēc anestēzijas / after anaesthesia	0.199 ± 0.0046	2.934	0.0075*	0.197 ± 0.0062	1.857	0.0861

Premedikācija: 0.054% atropīna sulfāta šķīdums (0.02 mg kg⁻¹) kombinācijā ar 1% acepromazīna maleāta šķīdumu (0.06 mg k⁻¹), injicējot intramuskulāri / **Premedication:** 0.054% atropine sulphate solution (0.02 mg kg⁻¹) in combination with a 1% acepromazine maleate solution (0.06 mg kg⁻¹) injected intramuscularly

Vispārējā anestēzija: 5% ketamīna hidrohlorīds (6 mg kg⁻¹) kombinācijā ar 0.5% diazepāma šķīdumu (0.6 mg kg⁻¹), injicējot intravenozi / **General anaesthesia:** 5% ketamine hydrochloride (6 mg kg⁻¹) in combination with a 0.5% diazepam solution (0.6 mg kg⁻¹) injected intravenously

* – statistiskā ticamība, salīdzinot ar izejas stāvokļa QT intervālu (s) (P = 0.05) / the differences compared to initial state are statistically significant (P = 0.05)

Vizuāli kopējā QT intervāla dinamika abu šķirņu dzīvniekiem premedikācijas un vispārējās anestēzijas laikā labāk pārskatāma 2. attēlā. Labi redzamas EKG QT intervāla garuma atšķirības, kādas tika reģistrētas vācu aitusuņu un kokersspanielu šķirnes dzīvniekiem 15 un 30 minūtes pēc anestēzijas līdzekļu ievadīšanas, kā arī QT intervālu garumu izlīdzināšanās abu šķirņu suņiem vienas stundas laikā pēc vispārējās anestēzijas. Redzams arī, ka stundu pēc ketamīna hidrohlorīda un diazepāma ievadīšanas QT intervāla garums vēl nebija atgriezies izejas stāvoklī.

Tātad kopumā var secināt, ka EKG QT intervāla garuma izmaiņas suņiem vispārējās anestēzijas laikā zināmā mērā ir saistītas ar „faktoru” suņa šķirne.

Trešā tabula atspoguļo pētījumu rezultātus par otrā „faktora” – suņa dzimuma – saistību ar QT intervāla dinamiku premedikācijas un vispārējās anestēzijas laikā.

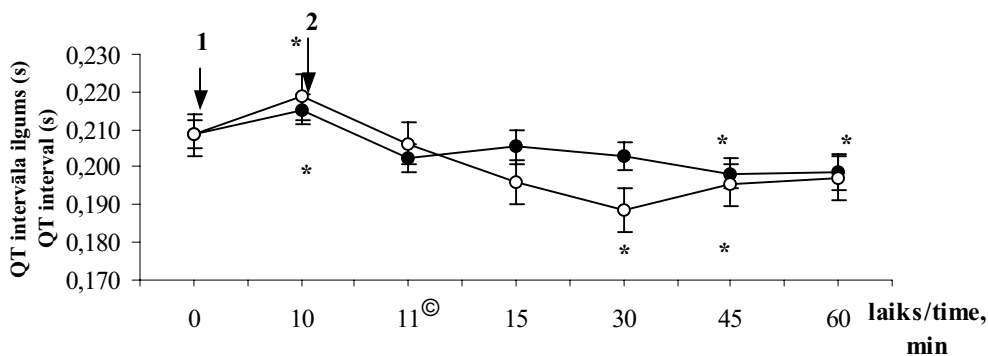
Izrādās, ka EKG QT intervāla garuma izmaiņas gan premedikācijas līdzekļu atropīna sulfāta un ace-

promazīna maleāta, gan vispārējās anestēzijas līdzekļu ketamīna hidrohlorīda kombinācijas ar diazepāmu ietekmē vīrišķā un sievišķā dzimuma suņiem ir līdzīgas. Tātad varam secināt, ka QT intervāla dinamika suņiem premedikācijas un vispārējās anestēzijas laikā nav saistīta ar „faktoru” dzīvnieka dzimums.

Diskusija

Pētījumi par premedikācijas un vispārējās anestēzijas (narkozes) līdzekļu ietekmi uz dzīvnieku atsevišķām orgānu sistēmām būtībā notiek nepārtraukti, jo tiek atklāti arvien jauni anestēzijā izmantojami farmakoloģiski preparāti un parādās jaunas to kombinācijas.

Kā zināms, tradicionālos premedikācijas līdzekļus – atropīna sulfātu un fenotiazīna grupas preparātus – izmanto dzīvnieku nomierināšanai, diskomforta mazināšanai, daļējai sāpju remdēšanai, kā arī lai atvieglotu anestēzijas iestāšanos, vienlaicīgi arī profilaktējot operāciju komplikācijas (Sawyer, Piermattey, 1992;



11[Ⓞ] – 1 minūte pēc ketamīna hidrohlorīda un diazepāma injekcijas / 1 min. after ketamine hydrochloride and diazepam injection

* – P=0.05 pret izejas stāvokļa QT intervāla dinamiku (s) / the differences compared to initial state (0) are statistically significant (P = 0.05)

2. att. QT intervāla dinamika vācu aitusuņu (-●-) un kokerspanielu (-○-) šķirnei II standartnovadījumā:
 1 – premedikācija (atropīna sulfāts 0.02 mg kg⁻¹ kombinācijā ar acepromazīna maleātu 0.06 mg kg⁻¹);
 2 – vispārējā anestēzija (ketamīna hidrohlorīds 6 mg kg⁻¹ un diazepāms 0.6 mg kg⁻¹).

Fig. 2. QT interval dynamics of II Standard lead in German Shepherd (-●-) and Cocker Spaniel (-○-) dogs during: 1 – premedication (atropine sulphate 0.02 mg kg⁻¹ and acepromazine maleate 0.06 mg kg⁻¹); 2 – general anaesthesia (ketamine hydrochloride 6 mg kg⁻¹ and diazepam 0.6 mg kg⁻¹).

3. tabula

**EKG QT intervāla (s) dinamika II standartnovadījumā
 vīrišķā un sievišķā dzimuma suņiem vispārējās anestēzijas laikā
 Dynamics of ECG II standard lead QT interval (s) in dogs of both sex
 during general anaesthesia**

Izmeklējuma laiks / Time of observation	QT intervāla vidējās vērtības ± standartkļūda / QT interval, mean ± MSE		Fišera statistika / Fisher's test	P-vērtība / P-value
	vīriešu kārtai / for males	sieviešu kārtai / for females		
Izejas stāvoklis / Initial state	0.210 ± 0.0038	0.204 ± 0.0041	0.738	0.3952
10 min. pēc premedikācijas / after premedication	0.218 ± 0.0040	0.215 ± 0.0037	0.178	0.6745
1 min. pēc anestēzijas / after anaesthesia	0.205 ± 0.0039	0.200 ± 0.0030	0.920	0.3414
15 min. pēc anestēzijas / after anaesthesia	0.204 ± 0.0049	0.201 ± 0.0035	1.690	0.1991
30 min. pēc anestēzijas / after anaesthesia	0.195 ± 0.0041	0.197 ± 0.0035	0.076	0.7843
45 min. pēc anestēzijas / after anaesthesia	0.197 ± 0.0036	0.196 ± 0.0037	0.012	0.9131
60 min. pēc anestēzijas / after anaesthesia	0.200 ± 0.0034	0.198 ± 0.0040	0.166	0.6851

Premedikācija: 0.054% atropīna sulfāta šķīdums (0.02 mg kg⁻¹) kombinācijā ar 1% acepromazīna maleāta šķīdumu (0.06 mg kg⁻¹), injicējot intramuskulāri / **Premedication:** 0.054% atropine sulphate solution (0.02 mg kg⁻¹) in combination with a 1% acepromazine maleate solution (0.06 mg kg⁻¹) injected intramuscularly

Vispārējā anestēzija: 5% ketamīna hidrohlorīds (6 mg kg⁻¹) kombinācijā ar 0.5% diazepāma šķīdumu (0.6 mg kg⁻¹), injicējot intravenozi / **General anaesthesia:** 5% ketamine hydrochloride (6 mg kg⁻¹) in combination with a 0.5% diazepam solution (0.6 mg kg⁻¹) injected intravenously

Хозгуд и др., 2000; Nicholson, Watson, 2001; Шебиц, Брасс, 2001; Мартов, 2003; Pang et al., 2005).

Mūsu iepriekšējie eksperimentālie pētījumi *in vitro*, kuros noskaidrojām abu minēto premedikācijas līdzekļu ietekmi uz izolētas vārdes sirds funkcionālajiem parametriem, pierādīja, ka atropīna sulfāts kopā ar acepromazīna maleātu šos parametrus ietekmē tieši (Avdoško, Birģele, 2002a). Tā kā vārdes sirds bija izolēta, tad tai nebija iespējams reaģēt uz dažādām sekundārām ietekmēm, kuras dzīvniekiem organismā noris caur centrālo nervu sistēmu (CNS). Secinājām, ka atropīna sulfāts kopā ar acepromazīna maleātu rada izmaiņas izolētas sirds vadītājsistēmas funkcijās, jo izmaiņas novēroja sirds darbības frekvencē, sirds muskuļa saraušanās spēka stiprumā un arī sirds darbības ritmā. Jāatzīmē, ka sirds vadītājsistēmas izmaiņas premedikācijas līdzekļu ietekmē pieļauj arī citi autori (Бондаренко и др., 1999; Хозгуд и др., 2000; Мартов, 2003).

Attiecībā uz suņiem mūsu pētījumi liecina, ka premedikācijas līdzekļu atropīna sulfāta un acepromazīna maleāta ietekmē notiek EKG QT intervāla pagarināšanās. Abu premedikācijas līdzekļu summārais efekts uz EKG QT intervālu suņiem bija tieši tāds pats kā *in vitro* to novērojām izolētām vārdes sirdīm – sirds darbības frekvence samazinājās (Avdoško, Birģele, 2002a), vienlaicīgi izraisot QT intervāla pagarināšanos. Turklāt šī pagarināšanās vienādā mērā noritēja kā vācu aitusuņu, tā kokerspanielu šķirnes dzīvniekiem, nedaudz atšķirās tikai QT intervāla absolūtie rādītāji.

Kas attiecas uz narkozes līdzekļu ketamīna hidrochlorīda un diazepāma ietekmi uz sirds-asinsrites sistēmu, tad, ņemot vērā to salīdzinoši pretējās iedarbības uz sirdi, pamatoti ir ieteikts vispārējās (neinhalācijas) anestēzijas sasniegšanai izmantot abu šo preparātu kombināciju (Haskins et al., 1986a,b; Haskins, 1992).

Jāuzsver, ka narkozes līdzekļu ketamīna hidrochlorīda un diazepāma summārā ietekme uz EKG QT intervālu (uz premedikācijas līdzekļu fona) mūsu pētījumos iekļautajiem abu šķirņu dzīvniekiem bija atšķirīga. Vispirms gan kokerspanieliem, gan vācu aitusuņiem QT intervāls pirmajā minūtē pēc narkozes līdzekļu ievadīšanas krasi saīsinājās. Tālāk vispārējās anestēzijas laikā 15. un 30. minūtē parādījās QT intervāla dinamikas ļoti nozīmīgā saistība ar „faktoru” dzīvnieka šķirne ($P = 0.01$). Kokerspanielu šķirnes dzīvniekiem līdz pat 30. minūtei pēc narkozes līdzekļu ievadīšanas QT intervāls turpināja strauji saīsināties, un tikai pēc tam tas sāka nedaudz pagarināties un izlīdzināties. Tajā pašā laikā vācu aitusuņu šķirnes dzīvniekiem, sākot jau ar 15. minūti pēc narkozes līdzekļu ievadīšanas, QT intervāla garums palielinājās. Tomēr abu šķirņu suņiem pat vienu stundu pēc vispārējās anestēzijas QT intervāls bija salīdzinoši īsāks nekā izejas stāvoklī (pirms premedikācijas līdzekļu ievadīšanas).

Tātad vēlreiz jāakcentē fakts, ka EKG QT intervāla garuma izmaiņas dažādos laikos pēc vispārējās

anestēzijas (narkozes) līdzekļu ievadīšanas lielākā vai mazākā mērā ir saistītas ar „faktoru” suņa šķirne.

Šī iespējamā QT intervāla dinamikas saistība ar suņa šķirni dzīvniekiem vispārējās neinhāācijas narkozes laikā noteikti jāņem vērā praktiskajā veterinārmedicīnā, strādājot ar šķirnes dzīvniekiem.

Nobeigumā jāuzsver, ka suņiem premedikācijas un vispārējās anestēzijas laikā izmantojot pašreiz plaši pielietoto neinhāācijas narkozes modeli, jāņem vērā, ka atropīna sulfāts un acepromazīna maleāts izraisa sirds bradikardiju (Avdoško, Birģele, 2003a, b; Avdoško, Birģele, 2002a, b), tādējādi pagarinot QT intervālu. Savukārt ketamīna hidrochlorīda un diazepāma kombinācija rada pretēju efektu – sirds tahikardiju (Avdoško, Birģele, 2003a, b), kas savukārt vispārējās anestēzijas laikā izraisa QT intervāla saīsināšanos. Turklāt anestēzijas laikā vienmēr jāņem vērā QT intervāla dinamikas iespējamās atšķirības dažādām suņu šķirnēm. QT intervāla izmaiņu saistība ar dzīvnieka dzimumu nav būtiska.

Secinājumi

1. EKG QT intervāls suņiem premedikācijas līdzekļu atropīna sulfāta un acepromazīna maleāta ietekmē būtiski pagarinājās; pagarināšanās pakāpe gan kokerspanielu, gan vācu aitusuņu šķirnes dzīvniekiem praktiski bija vienāda.

2. Vispārējās anestēzijas (narkozes) līdzekļu ketamīna hidrochlorīda un diazepāma summārais efekts (uz premedikācijas līdzekļu iedarbības fona) suņiem izpaužas kā QT intervāla būtiska samazināšanās.

3. QT intervāla dinamika suņiem narkozes līdzekļu ketamīna hidrochlorīda un diazepāma summārajā ietekmē atsevišķos anestēzijas laika periodos ir būtiski saistīta ar dzīvnieka šķirni, bet nav saistīta ar dzīvnieka dzimumu.

4. Kokerspanielu un vācu aitusuņu šķirnes dzīvniekiem minūti pēc narkozes līdzekļu ievadīšanas ir raksturīgs ļoti krass un būtisks QT intervāla samazinājums. Kokerspanielu šķirnes suņiem QT intervāla samazinājums ketamīna hidrochlorīda un diazepāma summārajā ietekmē vēl turpinājās līdz 30. anestēzijas minūtei.

Literatūra

1. Antzelevitch, C., Shimizu, W., Yan, G. X., Sicouri, S. (1998) Cellular basis for QT dispersion. *Journal of Electrocardiology*, V. 30, Supplement, pp. 168-172.

2. Arhipova, I., Ramute, L., Paura, L. (1998) *Datu statistiskā apstrāde ar MS Excel*. LLU, Jelgava, 7.-157. lpp.

3. Avdoško, G. (2003) Changes in Dog's Electrocardiography P-Wave During Anesthesia. *Latvijas Lauksaimniecības Universitātes Raksti*, Nr. 9 (304), Jelgava, pp. 14-19.

4. Avdoško, G., Birģele, E. (2004) EKG PQ intervāla izmaiņas kokerspanielu un vācu aitu šķirnes suņiem premedikācijas un vispārējās anestēzijas laikā. *Starp-tautiskās zinātniskās konferences „Dzīvnieki*.

- Veselība. Pārtikas higiēna" Raksti, lpp. 21-27.
5. Avdoško, G., Birģele, E. (2003a) Changes in dogs heart rate frequency during anesthesia. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences*, Section B, Vol. 57, No. 6, pp. 224-228.
6. Avdoško, G., Birģele, E. (2003b) Influence of some anesthetic drugs on the heart rate frequency of dogs. *Latvijas Lauksaimniecības Universitātes Raksti*, Nr. 9 (304), Jelgava, pp. 8-14.
7. Avdoško, G., Birģele, E. (2002a) Atropīna sulfāta un acepromazīna maleāta ietekme uz sirds fizioloģiskajiem rādītājiem. *Latvijas Lauksaimniecības Universitātes Raksti*, Nr. 6 (301), Jelgava, lpp. 15-21.
8. Avdoško, G., Birģele, E. (2002b) Narkozes līdzekļu ketamīna hidrohlorīda un diazepamā ietekme uz sirds funkcionālo stāvokli. *Latvijas Lauksaimniecības Universitātes Raksti*, Nr. 7 (302), Jelgava, lpp. 40-48.
9. Bernal, L. J., Montes, A. M., Fdez del Palazio, M. J., Gutierrez, P. C. (1995) Electrocardiographic changes in the growing Mastin Espanol. *Journal of Small Animal Practice*, V. 36, No. 2, pp. 221-228.
10. Booker, P. D., Whyte, S. D., Landusan, E. J. (2003) Long Q-T syndrome and anaesthesia. *Br. J. Anaesth.*, Vol. 90, No. 3, pp. 349-366.
11. Campbell, P. E., Atwell, R. B. (2002) Long QT syndrome in dogs with tick toxicity (*Ixodes holocyclus*). *Australian Veterinary Journal*, V. 80, No. 10, pp. 100-109.
12. Cucchiaro, G., Rhodes, A.L. (2003) Unusual presentation of long Q-T syndrome. *Br. J. Anaesth.*, Vol. 90, No. 6, pp. 804-807.
13. Detweiler, D. K., Buchanan, J. W., Fregin, G. F., Hill, J. D. (1970) Cardiovascular system/heart. In: *The Beagle as an Experimental dog* (A. C. Andersen and L. S. Good, eds.). Iowa State University Press, Ames, Iowa, pp. 232-246.
14. Edwards, N. J. (1987) *Bolton's Handbook of Canine and Feline Electrocardiography*, 2nd edition. W. B. Saunders Company, 381 pp.
15. Garson, A. (1993) How to measure the QT interval – what is normal? *The American Journal of Cardiology*, V. 72, August 26, pp. 14B-16B.
16. Haskins, S.C. (1992) Injectable anesthetics. The Veterinary Clinics of North America. *J. Vet. Res.*, Vol. 22, No. 2, pp. 297-308.
17. Haskins, S.C., Farver, T.B., Patz, J.D. (1986a) Cardiopulmonary effects of acepromazine and the subsequent administration of ketamine in the dog. *Am. J. Vet. Res.*, Vol. 47, No. 3, pp. 631-635.
18. Haskins, C.S., Farver, B.T., Patz, D.J. (1986b) Cardiovascular changes in dogs given diazepam and diazepam-ketamine. *J. Vet. Res.*, Vol. 47, No. 4, pp. 795-798.
19. Hill, J. D. (1968) The significance of foreleg positions in the interpretation of electrocardiograms and vectorcardiograms from research animals. *American Heart Journal*, V. 75, No. 4, pp. 518-527.
20. Kalvelis, A. (2005) *Nearitmiskā elektrokardioloģija*. Izdevniecība: SIA Nacionālais apgāds, 176 lpp.
21. Madron, E. (1991) Malignant pericardial effusion in dogs: seven cases. Clinical, electrocardiographic, radiographic, and echocardiographic aspects. *The European Journal of Companion Animal Practice*, V. 1, No. 2, pp. 52-62.
22. Miller, R.D. (2000) *Anesthesia*. Philadelphia: Churchill Livingstone, 797 pp.
23. Nicholson, A., Watson, A. (2001) Survey on small animal anaesthesia. *Aust. Vet. J.*, Vol. 79, No. 9, pp. 613-619.
24. Pang, D., Rondenay, Y., Hélie, P., Cuvelliez, S.G., Troncy, E. (2005) Sudden cardiac death associated with occult hypertrophic cardiomyopathy in a dog under anesthesia. *Can. Vet. J.*, Vol. 46, No. 12, pp. 1122-1125.
25. Rezakhani, A. (1990) Electrocardiographic values of german shepherd dogs. *Australian Veterinary Journal*, V. 67, No. 8, August, pp. 307-309.
26. Sala, M., Vicentini, A., Brambilla, P., Montomoli, C., Jorgia, J.R., Caverzasi, E., Bonzano, A., Piccinelli, M., Barale, F., De Ferrari, G.M. (2005) QT interval prolongation related to psychoactive drug treatment: a comparison of monotherapy versus polytherapy. *Ann. Gen. Psychiatry*, V. 25, No. 4, Jan., pp. 1.
27. Sawyer, D.C., Piermattei, D. (1992) *The practice of small animals anesthesia*. Part 1, USA, Saunders company, 108 pp.
28. Testai, L., Calderone, V., Salvadori, A., Breschi, M.C., Nieri, P., Martinotti, E. (2004) QT prolongation in anaesthetized guinea-pigs: an experimental approach for preliminary screening of torsadogenicity of drugs and drug candidates. *J. Appl. Toxicol.*, V. 24, No. 3, May-June, pp. 217-222.
29. Tilley, L. P. (1992) Interpretation and treatment. In: *Essentials of Canine and Feline Electrocardiography*. 3rd edition, Lea & Febiger, Philadelphia, pp. 5-49.
30. Tilley, L. P., Smith, F. W. K., Miller, S. M. (1990) *Cardiology: Pocket Reference*. ААНА, Denver, 94 pp.
31. Williams, B. (1996) *Biostatistics. Concepts and applications for biologist*. London: Chapman & Hall, 201 pp.
32. Бондаренко, С.В., Малкова, Н.В. (1999) *Электрокардиография собак*. М: Аквариум, 94 с.
33. Мартин, М. В. С., Коркорэн, Б. М. (2004) *Кардиореспираторные заболевания собак и кошек*. Аквариум ЛТД, М., 482 с.
34. Мартов, В. Ю. (2003) *Лекарственные средства в анестезиологии*. Мед. лит., М., 304 с.
35. Хозгуд, Ж., Хоскинс, Дж., Девидсон, Ж., Смит, Дж. (2000) *Терапия и хирургия щенков и котят*. Аквариум ЛТД, М., 688 с.
36. Шварц, С., Шайерс, Д., Спенсер, Ф. (2001) *Клиническая электрокардиография*. СПб.: Питер, 384 с.
37. Шебиц, Х., Брасс, В. (2001) *Оперативная хирургия собак и кошек*. Аквариум ЛТД, М., 512 с.

Sarkanā ozola *Quercus rubra L.* mežaudzes Šķēdes mežu novadā Stands of Red Oak *Quercus rubra L.* in Skede Forest District

Andrejs Dreimanis, Viesturs Šulcs

LLU Mežkopības katedra, e-pasts: Andrejs.Dreimanis@llu.lv; Viesturs.Sulcs@llu.lv
Department of Silviculture, LLU, e-mail: Andrejs.Dreimanis@llu.lv; Viesturs.Sulcs@llu.lv

Abstract. The propagation of introduced tree species in the forests of Skede forest district began at the end of the 19th century. The monitoring of growth of red oak stands has been carried out irregularly till now. During the last 10 years the most relevant parameters – mean diameter, height of stands, basal area, and volume of stands – have been researched. The results show that red oak stands in Talsi hill-land on loam moraine soils are productive. The mean diameter of the main storey in 59–67 year-old red oak stands exceeds 29–32 cm. The volume of stands varies between 440 and 585 m³ ha⁻¹. In the stands where the tree number is between 730–1170 trees per hectare, red oak loses its green crown; there is also decrease in the diameter and stagnation of stand volume increment. The stands with a bigger number of trees outweigh other stands of the same age in basal area and stand volume but fall behind in the mean diameter and stem volume.

Key words: introduced species, red oak, productivity.

Ievads

Sarkanais ozols no Ziemeļamerikas Eiropā ir introducēts 1691. gadā, bet Vācijā – 1740. gadā (Lüdemann, S.a.). Pakāpeniski to ieaudzēja daudzās citās valstīs, tajā skaitā arī Latvijā. Mežu pētīšanas stacijas Šķēdes novada mežos 2002. gadā sarkanā ozola audzes aizņēma 14.5 ha lielu platību. Tā stādījumu ierīkošana minēta Šķēdes muižas 1885. gada mežierības projekta atzīmēs. Precīza sēklu materiāla izcelsme ierīkotajām audzēm nav zināma. Pēc Otrā pasaules kara sarkanā ozola stādu izaudzēšanai izmantots vietējais, Šķēdē iegūtais sēklu materiāls. Jāņem vērā, ka māteskoki ir bijuši pakļauti

dabiskai izlasei aptuveni 40–50 gadu ilgā periodā, tajā skaitā ļoti bargajā 1939./40. gada ziemā.

Materiāli un metodes

Pētījuma materiāli ievākti Mežu pētīšanas stacijas Šķēdes novadā ledāja kušanas ūdeņu veidotajā paugurainē, kur bieži sastopamas auglīgas māla un smilšmāla augsnes. Šķēdes mežu novada klimatiskais raksturojums atrodams A. Dreimaņa (2001) publikācijā. Jāatzīmē, ka absolūtais temperatūras minimums tuvākajā Stendes meteoroloģiskajā stacijā nav pārsniedzis -36 °C, bet maksimums – +35 °C. Audžu

1. tabula / Table 1

Sarkanā ozola parauglaukumu raksturojums Šķēdes mežu novadā
Characteristic of red oak sample plots in Skede forest district

Kvartāls / Compartment	Nogabals / Forest plot	Parauglaukuma platība, ha / Area of the sample plot, ha	Koku skaits / Number of trees	Parauglaukuma koordinātes / Coordinates of the sample plot
3	17	0.264	194	57°16.273 22°42.814
14	21	0.060	47	57°14.588 22°37.875
14	21	0.136	124	57°14.627 22°37.859
18	1	0.232	224	57°14.828 22°39.972
18	1	0.202	237	57°14.828 22°39.972
19	1	0.185	154	57°14.582 22°37.871
19	1	0.175	181	57°14.582 22°37.871

uzmērījumi veikti 6 pastāvīgajos parauglaukumos, kas ierīkoti 1994. gadā, bet viens ierīkts 2004. gadā. To forma – taisnstūrveida vai trapecveida atkarībā no audzes rakstura. Parauglaukumu atrašanās vietas koordinātes, meža kvartāls un nogabals (2003. gada meža inventarizācijas dati), platība un kopējais koku skaits parauglaukumā apkopotī 1. tabulā. Parauglaukumu platības lielums ir robežās no 0.136 līdz 0.264 ha, izņemot 14. kvartāla 1. parauglaukumu ar 47 kokiem un 0.06 ha lielu platību. Koku skaits pārējos parauglaukumos ir robežās no 124 līdz 237. Visu parauglaukumos augošo koku caurmērs noteikts ar 1 mm precizitāti, kas dod iespēju precīzāk noteikt stumbra caurmēra un tilpuma pieaugumu. Koku sugas augstumlīknes vienādojuma un izlīdzināto augstumu aprēķināšanai uzņēmīti 12-25 dažādu caurmēra pakāpju koki. Koku augstumi mērīti ar eklimetra tipa „Suunto” firmas augstummēru. Stumbra tilpums noteikts kā tā šķērslaukuma, augstuma un veidskaitļa reizinājums. Aprēķinos izmantotas Vācijā izmantotās sarkanā ozola stumbra veidskaitļu aprēķināšanas formulas (Richtlinien und Tabellen ..., 1986). Vietējo koku sugu stumbra tilpumi aprēķināti pēc I. Liepas (1996) formulām. Stumbra tilpumi un audzes krājas aprēķinātas, izmantojot izmērīto koku caurmērus un audzes koku izlīdzinātos augstumus. Galvenajā audzē iekļauti 1.-3. Krafta klases koki, bet starpaudzē – 4.-5. klases koki.

Rezultāti un diskusija

Sarkanā ozola *Quercus rubra* L. (*Q. borealis* Michx. F., *Q. borealis* var. *maxima* (Marsch.) Ashe) dabiskais areāls Ziemeļamerikā ir visai plašs (Roloff, Bärtels, 1996). Tas plešas starp 33-37 ziemeļu platuma grādu (Kramer, 1989). Sastopams Kanādā un ASV austrumu daļā. Ziemeļos areāls sasniedz Ontārio un Kvebekas provinces dienviddaļu Kanādas austrumos, ASV sastopams pie Lielajiem ezeriem, aizņem lielu daļu no Misisipi baseina, bet dienvidos plešas līdz Atlantai. Apalaču kalnos sastopams pat 1500 m augstumā virs jūras līmeņa.

Dabiskajā areālā sarkanais ozols galvenokārt veido mistraudzes ar vietējām skuju un lapu koku sugām. Tīraudzes sastopamas reti. Sastopams dažādas augsnēs, bet vislabāk aug dziļās māla augsnēs. Necieš augstus, tāpat arī stāvošus gruntsūdeņus. Dabiskajā areālā vislabāko augšanu uzrāda apstākļos ar gada nokrišņu summu 1000 mm, vidējo temperatūru 11-14 °C un bezsala periodu 150 dienu garumā (Dengler, 1992). Gaismas prasība jaunībā mazāka nekā lielākā vecumā. Jaunībā labi aug garumā, pat ja apgaismojums sasniedz tikai 15-30% no pilna apgaismojuma klajā laukā. Vēlāk vajadzība pēc gaismas palielinās. Labi apgaismoti vainagi vecākās audzēs nodrošina labu caurmēra pieaugumu un resnu stumbru veidošanos. Audžu malās sarkanais ozols bieži izteikti tiecas pēc labāka apgaismojuma, veido līkumainus stumbrus un resnus zarus. Pirmajos desmit dzīves gados garuma pieaugums

labā apgaismojumā var sasniegt 70 cm gadā. Labās augsnēs Ohaio štatā koki audzēs sasniedz 30 m augstumu (maksimāli 45 m) un stumbra caurmēru 60-90 cm (Dengler, 1992).

Sarkanais ozols Eiropā mežaudzēs stādīts no 18. gs. sākuma. Latvijā introducēts 19. gs. pirmajā pusē. Meža stādījumos sākts audzēt 19. gs. beigās un 20. gs. sākumā (Мауринь, 1959). Šķēdes novada mistraudzēs kopā ar Veimuta priedi un parasto egli sarkanais ozols sasniedz 25 m augstumu, bet stumbra diametru – 56 cm. Augļus ražojošie koki pietiekamā daudzumā dod vietējo sēklas materiālu. No vietējām sēklām izaugušie koki ir labāk pielāgojušies vietējiem klimatiskajiem apstākļiem (Ozols, 1959a, 1959b).

Pētījumi Latvijā 20. gs. vidū liecina, ka sarkanā ozola ziemciētība ir ievērojami paaugstinājusies (Mauriņš, 1963). Tas ir izturīgs pret nelabvēlīgajiem klimatiskajiem apstākļiem. Tikai ļoti reti, īpaši aukstās ziemās (1939./1940. g. un 1955./1956. g.), novēroti sala bojājumi: izsaluši pumpuri un daļa jauno dzinumumu, retāk nosalusi daļa resnāko zaru (Lange, 1957). 1978./1979. gada ziemā Madonas rajonā (Iedzēnos un Jaunkalsnavā) sarkanais ozols nav cietis (Šmaukstelis, Igaunis, 1982). Jūtīgāks pret temperatūras izmaiņām nekā parastais ozols, dažkārt cieš pavasara salnās (Saliņš, 1971).

Sarkanais ozols pēc augsnes auglības ir mazprasīgāks, ātraudzīgāks un ēncietīgāks, pret kaitēkļiem un slimībām izturīgāks nekā parastais ozols. Sarkanajam ozolam caurmēra un tekošais stumbra tilpuma pieaugums kulminē ap 40 gadiem, parastajam ozolam tikai 80-90 gadu vecumā (Mūrnieks, 1964). Audzes krāja 55-60 gadu vecumā sasniedz 600-650 m³ ha⁻¹. Vācijā Švarcvaldes priekškalnēs 70 gadu vecumā sarkanais ozols ir par 4 m garāks nekā parastais ozols.

Pēc P. Mūrnieka (1964) datiem, vecākā sarkanā ozola kultūra Latvijā ir ierīkota 1902. gadā Šķēdes novadā. Tās vidējais augstums ir 25 m, vidējais stumbra caurmērs – 37 cm. Tātad sarkanais ozols ir ātraudzīgāks par parasto ozolu, bet koksnes mehāniskākās īpašības ir līdzvērtīgas. Sarkanais ozols atšķirībā no parastā ozola neslimo ar miltrasu. Vācijā 100 gadu vecumā sarkanais ozols 1. bonitātes audzēs sasniedz 32 m augstumu un 442 m³ lielu krāju uz hektāru.

Sarkanā ozola ieaudzēšanai piemērotākie meža augšanas apstākļu tipi ir vēris un gārša, bet pietiekami produktīvas mežaudzes veido arī damaksnī. Bāziskās, kā arī smaga mehāniskā sastāva un slapjās augsnēs aug slikti. Lapu nobiras uzlabo augsni, tāpēc nereti to audzē mistrojuma ar parasto priedi (Mangalis, 2004).

Koksnei ir gaišdzeltēna vai gaišpelēka aplieva un iesarkans vai brūngans kodols. Koksne ir viegli apstrādājama, lai gan grūtāk ēvelējama. To bieži izmanto lobītā un drāztā finiera iegūšanai. Koksnes gadskārtas labos augšanas apstākļos ir platas, kas var samazināt koksnes realizācijas cenu.

Pirmie sarkanie ozoli Šķēdes mežu novadā iestādīti

mežaudzes malā pie bijušās mežniecības ēkas, kā arī gar ceļu uz Talsiem. Šo koku uzmērījumi atspoguļoti Mūrnieka (1964) publikācijā. Šie stādījumi kalpojuši sēklu ieguvei, stādāmā materiāla izaudzēšanai un turpmāko stādījumu ierīkošanai. Šķēdes novada 3. kvartāla 17. nogabalā, kā liecina 1962. gada mežierīcības materiāli, 1946. gadā ierīkots sarkanā ozola sējums, kas 2004. gadā bija 59 gadus vecs. Audzes taksācijas rādītāju dinamika redzama 2. tabulā. 1962. gadā jaunaudzes vecumā audzes sastāvs ir bijis 5Soz 5B + E₁₇. Kopšanas cirtēs vairums bērzu izcirsti, palikušo bērzu un dabiskas izcelsmes ozolu skaits 2004. gadā bija nedaudz lielāks par 10% no koku kopskaita.

Sarkanā ozola audze ierīkota ar pietiekamu biežumu,

tādēļ kopējais koku skaits 1994. gadā nepārsniedza 770 koku uz 1 ha. To var uzskatīt par optimālu salīdzinājumā ar citām šīs sugas mežaudzēm. Pēdējā desmitgadē turpinās sarkanā ozola caurmēra pieaugums, kas galvenās audzes vidējam kokam sasniedzis 3.5 cm. Sarkanā ozola galvenās audzes šķērslaukums 59 gadu vecumā sasniedza 39 m² ha⁻¹, bet krāja – 446 m³ ha⁻¹, kas liecina par ievērojamu sarkanā ozola augšanas potenciālu. Sarkanā ozola vidējais caurmērs galvenajā audzē sasniedz 29 cm, bet augstums – 24 m. Citu sugu piemistrojums audzē ir nenozīmīgs un to kopējā krāja nepārsniedz 10%. Piemistrojumā esošais bērzs nepārsniedz sarkanā ozola dimensijas, bet parastais ozols augšanā atpaliēk. Sarkanais ozols šeit veido relatīvi

2. tabula / Table 2

Sarkanā ozola audze Šķēdes novada 3. kvartāla 17. nogabalā vēra meža augšanas apstākļu tipā 2003. gadā

Red oak stand in Skede forest district (compartment No. 3-17) in an Oxalidos forest site type in 2003

Audze / Stand	Suga / Species	Koki / Trees, ha ⁻¹	G, m ² ha ⁻¹	M, m ³ ha ⁻¹	V, m ³	D _g , cm	H _g , m
1994. gadā 49 gadus veca / 49 years old in 1994							
Galvenā audze / Main stand	Soz	591	30.1	321.1	0.54	25.5	22.5
Starpaudze / Intermediate stand	Soz	83	0.8	5.1	0.06	11.1	14.1
	B	38	2.1	23.2	0.61	26.9	23.9
	Oz	57	1.7	16.3	0.29	19.5	20.4
Kopā / Total		769	34.7	365.7			
1999. gadā 54 gadus veca / 54 years old in 1999							
	B	34	1.9	20.8	0.60	26.9	24.0
	Oz	57	1.9	18.6	0.33	20.5	21.0
Galvenā audze / Main stand	Soz	595	34.4	377.1	0.63	27.1	23.2
Starpaudze / Intermediate stand	Soz	80	0.8	5.5	0.07	11.6	14.5
Kopā / Total		766	39.0	422.0			
2004. gadā 59 gadus veca / 59 years old in 2004							
Galvenā audze / Main stand	Soz	595	39.2	440.6	0.74	29.0	23.8
Starpaudze / Intermediate stand	Soz	76	0.8	5.6	0.07	11.8	14.8
	B	34	2.1	23.4	0.69	28.3	24.5
	Oz	30	1.4	15.0	0.49	24.4	22.9
Kopā / Total		735	43.5	484.6			

Apzīmējumi / Notations: Soz – sarkanais ozols / red oak (*Quercus rubra* L.)

B – kārpainais bērzs / silver birch (*Betula pendula* Roth.)

Oz – parastais ozols / English oak (*Quercus robur* L.)

G, m² ha⁻¹ – audzes šķērslaukums / stand basal area

M, m³ ha⁻¹ – audzes krāja / stand volume

D_g, cm – vidējais krūšaugstuma caurmērs / mean diameter at breast height

H_g, cm – vidējais augstums / mean height

V, m³ – stumbra tilpums / stem volume

Sarkanā ozola audze Šķēdes novada 14. kvartāla 21. nogabala
1. parauglaukumā vēra meža augšanas apstākļu tipā 2003. gadā
Red oak stand on the 1st research plot of Skede forest district (compartment No. 14-21) in an Oxalidoso forest site type in 2003

Audze / Stand	Suga / Species	Koki / Trees, ha ⁻¹	G, m ² ha ⁻¹	M, m ³ ha ⁻¹	V, m ³	D _g , cm	H _g , m
1994. gadā 57 gadus veca / 57 years old in 1994							
Galvenā audze / Main stand	Soz	600	39.5	449.7	0.75	29.0	24.6
Starpaudze / Intermediate stand	Soz	150	2.2	18.4	0.12	13.8	17.6
	E	17	0.9	10.3	0.62	26.2	23.7
	Oz	17	6.4	99.7	5.98	70.2	33.0
Kopā / Total		784	49.0	578.1			
2004. gadā 67 gadus veca / 67 years old in 2004							
Galvenā audze / Main stand	Soz	600	49.3	584.9	0.97	31.7	25.3
Starpaudze / Intermediate stand	Soz	150	2.4	24.5	0.16	14.3	17.8
	E	17	1.0	11.9	0.72	28.1	24.3
	Oz	17	7.3	114.9	6.89	74.8	33.6
Kopā / Total		784	60.0	736.2			

Apzīmējumi / Notations: E – parastā egle / Norway spruce (*Picea abies* (L.) karst.)

Pārējie apzīmējumi – skat. 1. tabulu / Other notations – see Table 1

taisnus un labas kvalitātes stumbrus. Starpauzdes (4. un 5. Krafta klase) koki augšanā ievērojami atpaliek. Sarkanā ozola krājas vidējā izmaiņa audzes dzīves viena gada laikā ir 7.46 m³ ha⁻¹, bet pēdējā desmitgadē ievērojami lielāka – 11.95 m³ ha⁻¹. Tas liecina par ievērojamu koksnes pieaugumu 50-60 gadu vecumā. Sarkanā ozola vidējais stumbra tilpums sasniedz 0.74

m³. Audzē veicama kopšanas cirte, lai samazinātu koku skaitu un veicinātu labāko koku pieaugumu resnumā.

Divas vecākās sarkanā ozola audzes aug Šķēdes novada 14. kvartāla 21. nogabalā netālu viena no otras, kas ierīkotas 1938. gadā. Koku skaits 1. parauglaukumā ir nedaudz mazāks par 800 kokiem uz 1 hektāru (3. tabula) un līdzinās audzes biezumam 3. kvartāla audzē.

4. tabula / Table 4

Sarkanā ozola audze Šķēdes novada 14. kvartāla 21. nogabala
2. parauglaukumā vēra meža augšanas apstākļu tipā 2003. gadā
Red oak stand on the 2nd research plot of Skede forest district (compartment No. 14-21) in an Oxalidoso forest site type in 2003

Audze / Stand	Suga / Species	Koki / Trees, ha ⁻¹	G, m ² ha ⁻¹	M, m ³ ha ⁻¹	V, m ³	D _g , cm	H _g , m
2004. gadā 67 gadus veca / 67 years old in 2004							
	Oz	37	4.8	66.0	1.79	40.8	30.5
Galvenā audze / Main stand	Soz	632	41.0	504.9	0.80	28.7	26.7
Starpaudze / Intermediate stand	Soz	243	4.7	44.4	0.18	15.7	20.2
Kopā / Total		912	50.5	615.3			

Apzīmējumi / Notations: skat. iepriekšējās tabulas / see previous tables

2004. gadā audzē auga 750 sarkanie ozoli, kuru kopējā krāja sasniedza 609 m³ ha⁻¹, kas ir ievērojami vairāk nekā 3. kvartālā. Galvenās audzes sarkanā ozola vidējais caurmērs ir 31.9 cm, vidējais augstums – 25.3 m. Koku augstuma un caurmēra attiecība ir mazāka par vienu un uzskatāma par optimālu. Audze nav cietusi 2005. gada janvāra vētrā, lai gan atrodas laukmalā un paugura augšdaļā. Parastā ozola taksācijas parametru salīdzinājums ar sarkano ozolu nav iespējams, jo parauglaukumā aug viens ļoti resns ozols, kas būtiski sagroza parauglaukuma kopējos rādītājus. Sarkanā ozola galvenās audzes krāja nogabalā sasniedz 585 m³ ha⁻¹.

Arī šajā audzē sarkanais ozols apliecina savu ātraudzību un spēju veidot lielu audzes šķērslaukumu (51.7 m² ha⁻¹), kas būtiski ietekmē audzes krāju. Sarkanā ozola caurmēra pieaugums pēdējā desmitgadē ir tikai 2.7 cm. To, iespējams, pazemina augšanā atpalikušo koku niecīgie zaļie vainagi un samazinātā lapu asimilācijas virsma. Vidējā sarkanā ozola krājas izmaiņa pēdējā desmitgadē ir 13.5 m³ ha⁻¹ gadā, kas liecina par izcili labu koksnes pieaugumu.

2004. gadā Šķēdes novada 14. kvartāla 21. nogabalā ierīkots jauns – 2. – parauglaukums (4. tabula). Audze ierīkota uz nogāzes, stādīšana veikta precīzās rindās.

5. tabula / Table 5

**Sarkanā ozola audze Šķēdes novada 18. kvartāla 1. nogabalā
1. sekcija vēra meža augšanas apstākļu tipā 2003. gadā
Red oak stand in the 1st section of Skede forest district (compartment No. 18-1)
in an Oxalidosa forest site type in 2003**

Audzē / Stand	Suga / Species	Koki / Trees, ha ⁻¹	G, m ² ha ⁻¹	M, m ³ ha ⁻¹	V, m ³	D _g , cm	H _g , m
1994. gadā 33 gadus veca / 33 years old in 1994							
	K	73	1.6	14.2	0.19	16.4	19.1
	L	39	1.0	9.7	0.25	18.2	20.0
	Os	34	1.3	14.3	0.41	22.3	22.0
	Oz	198	3.6	34.5	0.17	15.2	18.3
Galvenā audze / Main stand	Soz	733	17.2	159.7	0.22	17.3	19.6
Starpaudze / Intermediate stand	Soz	349	3.1	20.0	0.06	10.6	14.9
Kopā / Total		1426	27.8	252.4			
1999. gadā 38 gadus veca / 38 years old in 1999							
	K	56	1.1	10.2	0.18	16.0	18.8
	L	26	0.9	9.4	0.36	21.2	21.5
	Os	34	1.6	17.6	0.51	24.4	22.9
	Oz	108	3.1	32.2	0.30	19.1	20.5
Galvenā audze / Main stand	Soz	698	19.4	187.6	0.27	18.8	20.4
Starpaudze / Intermediate stand	Soz	69	0.9	6.7	0.10	12.7	16.6
Kopā / Total		991	27.0	263.7			
2004. gadā 43 gadus veca / 43 years old in 2004							
	K	52	1.1	10.0	0.19	16.4	19.1
	L	26	1.0	10.8	0.42	22.4	22.0
	Os	34	1.9	20.9	0.61	26.3	23.6
	Oz	91	3.1	33.2	0.37	20.8	21.3
Galvenā audze / Main stand	Soz.	685	22.6	227.0	0.33	20.5	21.2
Starpaudze / Intermediate stand	Soz	52	0.8	6.2	0.12	13.7	17.4
Kopā / Total		940	30.5	308.1			

Apzīmējumi / Notations: K – parastā kļava / Norway maple (*Acer platanoides* L.)

L – parastā liepa / common European linden (*Tilia cordata* Mill.)

Os – parastais osis / common ash (*Fraxinus excelsior* L.)

Pārējie apzīmējumi – skat. iepriekšējās tabulas / other notations – see previous tables

Dabiskas izcelsmes parasto ozolu 37 koki uz hektāra, kas būtiski neietekmē audzes parametrus, to krāja galvenajā audzē ir nedaudz lielāka par 10%. Audzē biežums joprojām ir liels – 912 koki uz hektāra, tātad vairāk nekā šī kvartāla 1. parauglaukumā. Tas samazina audzes koku augšanas telpu, vainagu platumu un garumu, kā arī koku izmērus. Sarkanā ozola vidējais caurmērs ir par 3 cm mazāks. Vidējā galvenās audzes krājas izmaiņa 67 gadu vecumā ir $7.53 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ gadā, kas ir ievērojami mazāk nekā 1. parauglaukumā ($8.72 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ gadā). Audzē ir notikusi izteikta sarkanā ozola koku diferencēšanās, jo 27% koku pieskaitāmi starpaudzei. To atpalcība augšanā ir visai izteikta, par ko liecina ievērojami mazāks vidējais caurmērs un augstums. To izcīršana bija nepieciešama vismaz pirms 20 gadiem, jo pašreiz tie negatīvi ietekmē galvenās audzes koku vainagus. Apstiprinās zināmā patiesība, ka jaunībā ozoli labi pacieš sānu apēnojumu, kas veicina koku augšanu garumā, taisnu stumbru veidošanos un savlaicīgu dabiskās atzarošanās procesu. Pietiekams audzes biežums jaunībā sarkanajam ozolam novērs sugai raksturīgo fototropisma izpausmi (Lüdemann, S.a.), bet vēlāk negatīvi ietekmē koku augšanu resnumā un krājas uzkrāšanos.

Šķēdes novada 18. kvartālā augošā sarkanā ozola audze 2004. gadā sasniedza 43 gadu vecumu (5. tabula). Tā ierīkota 1962. gadā bijušās kailcirtes platībā, kur pirms tam auga apmēram 70 gadu veca egļu tīraudze. Audzes ierīkošanas biežums lielāks nekā 3. un 14. kvartālā, jo 1994. gadā platībā auga $1426 \text{ koki ha}^{-1}$. Bez sarkanā ozola audzē sastopami dabiskas izcelsmes parastie ozoli, kļavas, liepas un oši – kopumā 346 koki ha^{-1} . Sarkanā ozola vidējais caurmērs ir 17.3 cm, bet augstums – 19.6 m. Koku slaiduma koeficients (H/D) ir lielāks par 1, kas nepasliktina audzes noturību, bet negatīvi ietekmē koku vainagu absolūto un relatīvo garumu, samazina lapu virsmu un koksnes producēšanas iespējas. Audze šajā vecumā uzskatāma par pārbiezinātu. 1997. gadā audzē veikta zemas intensitātes kopšanas cirte no apakšas, izcērtot augšanā atpalikušos sarkanos ozolus (310 koki ha^{-1}) un gandrīz pusi parasto ozolu. Sarkanā ozola galvenās audzes koku vidējais caurmērs 2004. gadā 43 gadu vecumā sasniedza 20.5 cm, augstums – 21.2 m, bet krāja – $227 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Vidējā krājas izmaiņa pēdējos 8 gados ir $5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ gadā. 2004. gada rudenī, ievērojot koku stumbru kvalitāti, izmērus un izvietošanu audzē, veikta mērķa koku atlase. Vienlaicīgi atzīmēti mērķa kokiem traucējošie īpatņi, kuru izcīršanu 2005. gadā aizkavēja janvāra vētra. Sarkanais ozols vētrā nav cietis. Koku skaita atkārtota samazināšana uzlabos palikušo koku apgaismojuma apstākļus un koka barošanās platību.

Otrajā šīs audzes sekcijā kopšanas cirte netika veikta, tā atstāta salīdzināšanai (6. tabula). Sākotnēji abas sekcijas būtiski neatšķīrās ne pēc koku skaita, ne citiem taksācijas rādītājiem. No 1994. līdz 1999. gadam

2. sekcijā vērojama koku skaita dabiska samazināšanās, atmirstot ap 100 augšanā atpalikušajiem īpatņiem uz 1 ha. Tāda pati tendence vērojama nākamajos 5 gados. Koku atkārtota uzmērīšana 2004. gadā pierādīja, ka 8–13 cm resnie sarkanie ozoli praktiski caurmērā vairs nepieaug, un tie neizbēgami pārvērtīsies par kritālām. Koku skaits audzē ir par lielu, audzes koki nepietiekama apgaismojuma dēļ turpina zaudēt zaļos vainagus. Sarkanajam ozolam audzē sākas ūdenszaru veidošanās, kas liecina par nepietiekamiem apgaismojuma apstākļiem un kas izsauks koku diferencēšanās pastiprināšanos, novedīs pie tālākas pieauguma stagnācijas, bet sliktākajā gadījumā sāksies audzes sabrukšanas process. Sarkanā ozola vidējais caurmērs pēdējā desmitgadē palielinājies par 1.6 cm, arī vidējais stumbra tilpums ir ievērojami mazāks (0.28 m^3) nekā koptajā sekcijā (0.33 m^3). Tas nozīmē, ka audzes sortimentu struktūra otrajā sekcijā ir sliktāka – audzē ir daudz vairāk sīku dimensiju koku, kas praktiski izmantojami malkai.

Sarkanā ozola audze 19. kvartāla 1. nogabalā ir ierīkota 1960. gadā (7. tabula). Audzē ierīkoti divi parauglaukumi. Pirmajā sekcijā sarkano ozolu skaits ir par vienu trešdaļu mazāks nekā otrajā; tajā ir arī izteikta daudzskaitliska dabiskas izcelsmes kļavas paauga. Pēc vizuālā vērtējuma sarkanais ozols ir ar līkumainākiem stumbriem un sliktāku atzarošanos, jo pirmie sausie zari atrodas zemāk. Dabiskā atzarošanās zaru cietās koksnes dēļ ir kavēta. Kvalitatīvu sortimentu izaudzēšana ir jānodrošina ar savlaicīgu labāko koku atzarošanu. 1994. gadā 1. sekcijā auga 798 sarkanie ozoli uz 1 ha. Desmit gadu laikā koku skaits samazinājies par aptuveni 8%. Vidējais sarkanā ozola caurmērs ir 18.2 cm un aptuveni par 1 cm lielāks nekā 18. kvartāla audzēs. Galvenās audzes sarkano ozolu vidējais caurmērs 2004. gadā sasniedza 21.8 cm. Pēdējā piecgadē vidējā krājas izmaiņa ir bijusi $6.26 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ gadā. Nepieciešama audzes steidzīga retināšana no apakšas. Sarkanā ozola krāja šajā parauglaukumā ir mazāka nekā 18. kvartālā, kas izskaidrojams ar mazāku koku skaitu uz hektāra, lai gan vidējā koka stumbra tilpums 2004. gadā ir nedaudz lielāks – 0.36 m^3 .

Audzēs 2. sekcijā koku skaits ir lielāks, kas nodrošina lielāku sarkanā ozola un audzes kopkrāju. Krāju atšķirība sasniedz $47 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (8. tabula). Vidējais stumbra tilpums 2. sekcijā ir 0.31 m^3 , tātad mazāks nekā 1. sekcijā ar mazāku audzes biežumu (832 koki ha^{-1}).

Viena trešā daļa no audzes kopkrājas ir radusies pēdējos 10 gados. Abu sekciju audžu vidējie caurmēri ir līdzīgi, lai gan otrajā sekcijā ir nelabvēlīgāks koku sadalījums caurmēra pakāpēs, kas negatīvi ietekmē caurmēra vidējo vērtību. Pirmajā sekcijā notiek ļoti intensīva parastās kļavas atjaunošanās, to augstums sasniedz 2–4 m, kas rada sakņu konkurenci sarkanajam ozolam. Abās sekcijās sarkanais ozols labi ražo zīles, kas izmantojamas turpmākā sarkanā ozola pavairošanā.

Sarkanā ozola audze Šķēdes novada 18. kvartāla 1.nogabalā
2. sekcija vēra augšanas apstākļu tipā 2003. gadā
Red oak stand in the 2nd section of Skede forest district (compartment No. 18-1)
in an Oxalidosa forest site type in 2003

Audze / Stand	Suga / Species	Koki / Trees, ha ⁻¹	G, m ² ha ⁻¹	M, m ³ ha ⁻¹	V, m ³	D _g , cm	H _g , m
1994. gadā 33 gadus veca / 33 years old in 1994							
	B	15	0.3	2.4	0.16	15.6	18.6
	Bl	45	0.8	7.4	0.17	15.3	17.7
	K	50	1.1	10.7	0.22	16.9	18.7
	Os	35	0.7	6.5	0.19	16.3	18.4
	Oz	158	3.6	35.6	0.22	17.0	18.8
Galvenā audze / Main stand	Soz	886	20.2	181.3	0.20	17.0	18.8
Starpaudze / Intermediate stand	Soz	188	2.0	13.9	0.07	11.6	15.0
Kopā / Total		1377	28.7	257.8			
1999. gadā 38 gadus veca / 38 years old in 1999							
	B	15	0.4	3.4	0.23	17.9	19.9
	Bl	35	0.9	8.6	0.25	18.1	19.4
	K	45	1.2	1.9	0.27	18.4	19.6
	Os	35	0.9	8.4	0.24	18.1	19.4
	Oz	119	2.8	27.8	0.23	17.5	19.0
Galvenā audze / Main stand	Soz	886	23.8	223.2	0.25	18.5	19.6
Starpaudze / Intermediate stand	Soz	158	1.8	13.2	0.08	12.1	15.4
Kopā / Total		1293	31.8	286.5			
2004. gadā 43 gadus veca / 43 years old in 2004							
	B	15	0.4	3.8	0.26	18.8	19.8
	Bl	35	1.1	11.6	0.34	20.4	20.6
	K	45	1.3	13.1	0.29	19.2	20.0
	Os	35	1.1	10.6	0.31	20.0	20.4
	Oz	59	2.2	23.4	0.39	21.8	21.2
Galvenā audze / Main stand	Soz	866	27.2	264.9	0.31	20.0	20.4
Starpaudze / Intermediate stand	Soz	119	1.6	12.8	0.11	13.1	16.2
Kopā / Total		1174	34.9	340.2			

Apzīmējumi / Notations: Bl – blīgzna / goat willow (*Salix caprea* L.)

Pārējie apzīmējumi – skat. iepriekšējās tabulas / other notations – see previous tables

Abu parauglūkumu salīdzinājums ļauj secināt, ka lielāks koku skaits palielina audzes krāju, bet vienlaicīgi kavē koku caurmēra pieaugumu un resnu sortimentu izaudzēšanas iespējas.

Nepietiekama apgaismojuma apstākļos pēc zaļā vainaga zaudēšanas, sarkanajam ozolam veidojas ūdenszari, kas visai bieži sastopams 18. un 19. kvartāla parauglūkos.

Sarkanā ozola dabiskajā areālā jūlija vidējā temperatūra ir robežās no 16 līdz 19 °C (Ebert, 1998), kas ir ļoti līdzīga Latvijas klimatiskajiem apstākļiem. Šķēdes novada sarkanā ozola audžu taksācijas rādītāju kopsavilkums sakopots 9. tabulā, lai salīdzinātu tā

augšanu ar citiem audzēšanas reģioniem. Salīdzinot viena vecuma parauglūkus 18. un 19. kvartālā, izpaužas skaidri saskatāma tendence, ka lielāks koku skaits platībā nodrošina lielāku audzes šķērslūkumu un krāju, bet vienlaicīgi samazina koku vidējo caurmēru un stumbra tilpumu.

Kaļiņingradas apgabalā vēra augšanas apstākļu tipā sarkanais ozols 45 gadu vecumā ir sasniedzis koka vidējo caurmēru 20.1 cm, vidējo augstumu – 18.6 m, bet stumbra tilpumu – 0.26 m³ (Мишнев, 1961). Audzes šķērslūkums 48 gadu vecumā sasniedz 20 m² ha⁻¹, bet krāja – 184 m³ ha⁻¹. Konstatēts, ka sarkanais ozols aug ātrāk par parasto ozolu, tā parametri atbilst 1. bonitātei.

Šie rādītāji praktiski sakrīt ar audžu taksācijas parametriem Šķēdes mežu novadā. Līdzīga vecuma audžu krājas Šķēdē ir lielākas (207-265 m³ ha⁻¹), ko nosaka lielāks koku skaits platībā. Sarkanā ozola audžu novērtējums Ebersvaldē, netālu no Berlīnes, 60 gadu vecumā sasniedz 20-25 m lielu vidējo augstumu (Lockow, 2001). Audžu augšana atbilst 2. bonitātei, kas 80 gadu vecumā nodrošina 35 cm lielu audzes vidējo caurmēru, bet 100 gadu vecumā – 45 cm. Sarkanā ozola krāja Ebersvaldē dažādas auglības augsnēs 65-110 gadu vecumā ir robežās no 300 līdz 550 m³ ha⁻¹. Vācijas austrumdaļā sarkanais ozols ir iekļauts audzējamo sugu sarakstā pēc novērtētās audžu ražības, koksnes īpašībām un tās izmantošanas iespējām.

Šķēdē 59–67 gadu vecumā sarkanais ozols sasniedz 28.7–31.7 cm lielu vidējo caurmēru un 440–585 m³ ha⁻¹

lielu krāju (9. tabula). Vācijā 1. bonitātes audzēs 100 gadu vecumā sarkanais ozols sasniedz 440 m³ ha⁻¹ lielu krāju, vidējo caurmēru – 50 cm un vidējo stumbra tilpumu – 3 m³ (Ebert, 1998). Šķēdes novada mežaudzes līdzīgu krāju sasniedz 65 gadu vecumā, bet audzes lielā biezuma dēļ ievērojami atpaliek pēc caurmēra pieauguma. Vācijas pieredze liecina, ka labāko koku izvēle un to augšanas apstākļu uzlabošana jā sāk, kad tie sasnieguši 20 m augstumu. Optimālais koku skaits – 450 gabali uz 1 ha. Šķēdes novada audzēs koku skaits ir vismaz divreiz lielāks, kas ir galvenais caurmēra pieauguma stagnācijas iemesls. Ūdenszaru veidošanās audzēs ar nepietiekamu augšanas telpu un apgaismojumu ir sugai raksturīga īpašība (Ebert, 1998), kas raksturīga sarkanajam ozolam arī Šķēdes novadā. Var secināt, ka sarkanais ozols Šķēdes mežu novadā

7. tabula / Table 7

**Sarkanā ozola audze Šķēdes novada 19. kvartāla 1. nogabala
1. sekcijā vēra meža augšanas apstākļu tipā 2003. gadā
Red oak stand in the 1st section of Skede forest district (compartment No. 19-1)
in an Oxalidosa forest site type in 2003**

Audze / Stand	Suga / Species	Koki / Trees, ha ⁻¹	G, m ² ha ⁻¹	M, m ³ ha ⁻¹	V ₃ , m ³	D _g , cm	H _g , m
1994. gadā 35 gadus veca / 35 years old in 1994							
	B	16	0.8	7.6	0.47	24.6	21.1
	E	11	0.2	2.1	0.19	16.1	17.4
	Oz	141	2.5	21.3	0.15	15.0	16.8
Galvenā audze / Main stand	Soz	595	15.5	139.1	0.23	18.2	18.5
Starpaudze / Intermediate stand	Soz	195	2.0	14.0	0.07	11.5	14.5
Kopā / Total		958	21.0	184.1			
1999. gadā 40 gadus veca / 40 years old in 1999							
	B	11	0.5	4.5	0.41	24.6	21.1
	E	5	0.1	0.6	0.11	12.5	15.2
	Oz	124	2.6	22.9	0.18	16.2	17.5
Galvenā audze / Main stand	Soz	595	18.8	175.6	0.30	20.1	19.4
Starpaudze / Intermediate stand	Soz	146	1.3	8.7	0.06	10.8	14.0
Kopā / Total		881	23.3	212.3			
2004. gadā 45 gadus veca / 45 years old in 2004							
	Soz	708	22.8	215.9	0.30	20.2	19.4
	B	11	1.0	10.7	0.98	34.1	24.0
	E	5	0.2	1.7	0.31	20.1	19.4
	Oz	108	2.5	22.3	0.20	17.0	17.9
Galvenā audze / Main stand	Soz	573	21.4	206.9	0.36	21.8	20.1
Starpaudze / Intermediate stand	Soz	135	1.4	9.6	0.07	11.3	14.3
Kopā / Total		832	26.5	251.2			

Apzīmējumi / Notations: skat. iepriekšējās tabulas / see previous tables

**Sarkanā ozola audze Šķēdes novada 19. kvartāla 1. nogabala
2. sekcijā vēra meža augšanas apstākļu tipā 2003. gadā
Red oak stand in the 2nd section of Skede forest district (compartment No. 19-1)
in an Oxalidos forest site type in 2003**

Audze / Stand	Suga / Species	Koki / Trees, ha ⁻¹	G, m ² ha ⁻¹	M, m ³ ha ⁻¹	V, m ³	D _g , cm	H _g , m
1994. gadā 35 gadus veca / 35 years old in 1994							
	Bl	11	0.3	2.5	0.22	17.4	18.7
	Ds	11	0.3	2.9	0.26	16.9	18.4
	E	17	0.4	4.1	0.24	17.6	18.8
	Oz	109	1.3	10.2	0.09	12.3	15.5
Galvenā audze / Main stand	Soz	840	19.6	174.6	0.21	17.2	18.6
Starpaudze / Intermediate stand	Soz	206	1.5	8.6	0.04	9.7	13.4
Kopā / Total		1194	23.4	202.9			
1999. gadā 40 gadus veca / 40 years old in 1999							
Galvenā audze / Main stand	Soz	840	23.4	217.9	0.26	18.9	19.4
Starpaudze / Intermediate stand	Soz	183	1.5	8.7	0.05	10.1	13.8
	Bl	11	0.3	3.1	0.27	19.1	19.7
	Ds	11	0.4	4.8	0.41	21.0	20.4
	E	17	0.5	4.7	0.27	18.6	19.3
	Oz	80	1.2	9,8	0.12	13.6	18.5
Kopā / Total		1142	27.3	249.0			
2004. gadā 45 gadus veca / 45 years old in 2004							
	Bl	6	0.2	2.0	0.34	21.0	20.4
	Ds	11	0.5	6.7	0.58	24.5	21.8
	E	17	0.5	5.2	0.30	19.5	19.7
Galvenā audze / Main stand	Soz	823	26.2	251.0	0.31	20.1	20.0
Starpaudze / Intermediate stand	Soz	137	1.2	7.4	0.05	10.6	14.2
	Oz	40	0.7	5.9	0.15	14.7	17.2
Kopā / Total		1034	29.3	278.2			

Apzīmējumi / Notations: skat. iepriekšējās tabulas / see previous tables

augšanā neatpaliek no mežaudzēm siltāka klimata apstākļos un ieteicams audzēšanai mežaudzēs auglīgos augšanas apstākļos vērī un gāršā.

Secinājumi

1. Vēra augšanas apstākļu tipā morēnu pauguraines augsnēs sarkanais ozols veido ražīgas audzes, kuru galvenajā audzē 59–67 gadu vecumā tas sasniedz 440–585 m³ ha⁻¹ lielu krāju un 29–32 cm lielu caurmēru.

Tas apstiprina Latvijas klimatisko apstākļu piemērotību sarkanā ozola audzēšanai.

2. Liela biezuma audzēs (735–1174 koki ha⁻¹) sarkanais ozols zaudē zaļo vainagu, kas izraisa caurmēra un krājas pieauguma stagnāciju, kā arī ūdenszaru veidošanos.

3. Vienāda vecuma sarkanā ozola audzēs lielāks koku skaits platībā palielina audzes šķērslaukumu un krāju, bet samazina koka vidējo caurmēru un stumbra tilpumu.

Sarkanā ozola audžu ražība Šķēdes mežu novadā
Productivity of red oak stands in Skede forest district

Kvartāls, nogabals / Compartment No.	Vecums / Age	Koki / Trees, ha ⁻¹	G, m ² ha ⁻¹	M, m ³ ha ⁻¹	V, m ³	D _g , cm	H _g , m
18-1	43	940	22.6	227.0	0.33	20.5	21.2
18-1	43	1174	27.2	264.9	0.31	20.0	20.4
19-1	45	832	21.4	206.9	0.36	21.8	20.1
19-1	45	1034	26.2	251.0	0.31	20.1	20.0
3-17	59	735	39.2	440.6	0.74	29.0	23.8
14-21	67	784	49.3	584.9	0.97	31.7	25.3
14-21	67	912	41.0	504.9	0.80	28.7	26.7

Apzīmējumi / Notations: skat. iepriekšējās tabulas / see previous tables

4. Kvalitatīvu sortimentu izaudzēšanai ieteicama savlaicīga koku skaita samazināšana audzē, papildus augšanas telpas nodrošināšana mērķa kokiem un to atzarošana.

Literatūra

1. Dengler, A. (1992) *Waldbau auf ökologischer Grundlage. Zweiter Band: Baumartenwahl, Bestandesbegründung und Bestandespflege*. Paul Parey, Hamburg, Berlin, 350 S.

2. Dreimanis, A. (2001) Introducēto skuju koku sugu audžu ražības novērtējums Šķēdes novadā. *LLU Raksti*, Nr. 4, 8.-16. lpp.

3. Ebert, H.-P. (1998) Die Behandlung von nicht häufig vorkommenden Baumarten (Nebenbaumarten). *Schriftenreihe der Fachhochschule Rottenbur*, 10, S. 120-125.

4. Kramer, H. (1989) *Waldwachstumlehre*. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 374 S.

5. Lange, V. (1957) Salīdzinoši dati par 1939.–1940. un 1955.–1956. gada bargo ziemu sala ietekmi uz kokaugu sugām Latvijas PSR teritorijā. *LLA Raksti*, Nr. 6, 465.-476. lpp.

6. Liepa, I. (1996) *Pieauguma mācība*. LLU, Jelgava, 127 lpp.

7. Lockow, K.-W. (2001) Waldbaulich-ertragskundliche Ergebnisse der Anbauversuche mit Ausländischen Baumarten 1881-1890 in Brandenburg und Schlussfolgerungen für Praxis. *Beiträge für Forstwirtschaft und Landschaftsökologie*, No. 35, 4, S. 171-181.

8. Lüdemann, G. (S.a.) *Schnellwachsende Baumarten in Wald und Landschaft Norddeutschlands*. Gesellschaft zur Förderung schnellwachsenden

Baumarten in Norddetschland e. V., Eutin, 144 S.

9. Mangalis, I. (2004) *Meža atjaunošana un ieaudzēšana*. SIA „Et Cetera”, Rīga, 454 lpp.

10. Mauriņš, A. (1963) Introducēto kokaugu sēkļu kvalitāte atkarībā no ziedputekšņu dzīvotspējas. *P. Stučkas Latvijas Valsts universitātes zinātniskie raksti*, Nr. 49, 7, 23. lpp.

11. Mūrnieks, P. (1964) Ziemeļu sarkanais ozols. *Mežsaimniecība un Mežrūpniecība*, Nr. 4, 28.-30. lpp.

12. Ozols, A. (1959a) *Kokaugu introdukcija un aklimatizācija*. Latvijas Valsts izdevniecība, Rīga, 86 lpp.

13. Ozols, A. (1959b) Koku un krūmu introdukcijas un aklimatizācijas rezultāti Latvijas PSR. Rakstu krāj.: *Bioloģijas un Botāniskā dārza raksti, 9: Daiļdārzniecība: Augu introdukcija un zaļā celtniecība Latvijas PSR*, 7.-37. lpp.

14. *Richtlinien und Tabellen für Forstwirtschaft*. (1986) VEB Landwirtschaftsverlag, Berlin, S. 116.

15. Roloff, A., Bärtels, A. (1996) *Gehölze*. Ulmer, Stuttgart (Gartenflora, Bd. 1), 694 S.

16. Saliņš, S. (1971) Citzemju koku sugu ieaudzēšana. Gr.: *Meža kultūras*. Zvaigzne, Rīga, 382.-409. lpp.

17. Šmalkstelis, E., Igaunis, G. (1982) Introducēto sugu kokaugu ziemcietība 1978.–1979. gada ziemā Madonas rajonā. *Jaunākais Mežsaimniecībā*, 24. laid., 11.-21. lpp.

18. Мауринь, А.М. (1959) *Лиственные экзоты Латвийской ССР*. Изд-во АН Латвийской ССР, Рига, 101 с.

19. Мишнев, В.Г. (1961) Изучение дуба красного (*Quercus rubra L.*) произрастающего в культурах в Калининградской области. *Сборник ботанических работ*, вып. 3. Изд-во АН Белорусской ССР, Минск, с. 88-94.

Formation of Optimal Thermoenvironment in Cubicles of Cold Cowshed **Optimāla temperatūras režīma nodrošināšana, govis turot nesiltinātā kūtī**

Rolandas Bleizgys, Jonas Čėsna, Ernesta Liniauskienė

Department of Heat and Biotechnology Engineering, Faculty of Agriculture Engineering,

Lithuanian University of Agriculture, e-mail: rolandas.bleizgys@lzuu.lt

Siltuma un biotechnologijas katedra, Lauksaimniecības mehanizācijas fakultāte,

Lietuvas Lauksaimniecības universitāte, e-pasts: rolandas.bleizgys@lzuu.lt

Abstract. Assurance of a warm and convenient animal lair is particularly important in cold cowsheds. This is the most important aspect in the environment of the cow, the underestimation of which results in disorders of normal activity of the cow's organism. Investigations show that changing the temperature in cold housing cowshed from -9.4 °C to 11.6 °C, the air inside the cowshed gets by 4.3 °C warmer and by 4.2% drier than the air outside the cowshed, while the microclimate has no negative influence on animal productivity. It is established that cows' rest in cubicles is too short. In the cubicle with a rubber rug, cows lie for 8.7 hours per day, in the cubicle with straw bedding – 7.5 hours per day. In order to create better conditions for cows' rest in the experimental cowshed, the insulation of cattle lair by increasing the straw layer from 2 cm to more than 10 cm is recommended.

Key words: temperature, cubicle, cold cowshed.

Introduction

Microclimate in the cowshed is one of the most important factors that influence animal productivity. Optimal feeding does not ensure healthy and highly productive animals of the best breeds if microclimatic conditions in the cowshed are unfavorable. Productivity of the cows that are kept in warm and humid cowsheds decreases by 17-18% (Burmeister, 1988; Плященко, Хохлова, 1976). Having increased ventilation intensity in the cowshed and decreased temperature to -5 °C, the air is drier and cleaner and animals feel significantly better. At the same time their resistance to diseases increases and more natural conditions are created (Johannesson, 2000). When air temperature inside the cowshed subsides below -10 °C, a bigger amount of fodder is used, however, but it is better used by the animal's organism. In the case of a dry and draught-free cowshed and a warm, clean and comfortable lair, the cows can survive very low temperatures (Keck, Zähler, 2004). In comparison with other animals, cattle is less sensitive to low temperatures as constant impact of cold strengthens them, improves thermoinsulation characteristics of tissues, i.e. the fur becomes thicker and accumulation of adipose tissue in hypodermic-grease part intensifies. However, the danger of negative impact remains, especially, if the animal lies on a cold floor. If the temperature of animal's body falls one degree below the critical temperature, the metabolism intensifies by 2-3%, fodder consumption increases by 15-30%, but productivity decreases by 10-20% (Плященко, Хохлова, 1976).

In Lithuania, cows have been kept in cold cow-

sheds of light constructions since 1998. Construction of such cowsheds requires significantly less building materials, therefore, investments and cost of production decrease. Assurance of dry, warm and clean animal lair is particularly important in these cowsheds. This is the most important aspect in the environment of the cow, the underestimation of which results in disorders of normal activity of a cow's organism. Energetic balance of the animal changes, energy losses to the environment increase significantly. At low temperatures of air the heat exchange in the animal's organism intensifies because of quicker metabolism. This requires additional source of energy, which can be received together with fodder. When temperature of the environment is 20 °C, a cow of an average mass (600 kg) and average productivity (5000 l of milk per year) exudes 0.86-0.97 kWh of heat. A total of 8-9 fodder units have to be used to produce the mentioned amount of heat. In order to decrease fodder consumption and increase its utility coefficient, an optimal temperature regime in the place of cows' rest – cubicle – has to be created (Плященко, Хохлова, 1976). Therefore, the floor of the cubicle is covered with rubber rugs, mattresses, sand, straw, etc. Their thermoinsulation characteristics are of primary importance. Sudden and short-term temperature fluctuations have the strongest negative impact on cows (highly productive cows in particular). They often cause various cow diseases. Disturbance of normal functions of animal's organism under the influence of temperature fluctuations is one of the main reasons that cause various cow diseases. Therefore, maintenance of optimal air temperature in animal lairs, assur-

ance of optimal welfare and comfort are of significant importance (Wandel, 1998).

The problem of decreasing the negative impact of low temperatures inside the cowshed on the animal's organism arises. Analysis of numerous researches, carried out by foreign scientists (Stolpe, 1985; Баротфи, 1988; Wandel, Jungbluth, 1997; Eichhorn, 1999; Rorbech, 2001), has revealed several ways to solve this problem:

- fodder norms should be increased;
- animals should be hardened by taking them for a walk outside in winter;
- conditions for an optimal temperature regime in the animal lair should be created.

The latter method has been analyzed and investigated in a new cold housing cowshed under climatic conditions of Lithuania.

The object of investigations: a place for animal's rest – a cubicle in a cold cowshed.

The aim of investigations: analysis of the change of thermal parameters in cubicles of cold cowshed and provision of measures for their improvement.

Materials and Methods

The investigations were carried out in a cowshed of a cold cubicle type for 200 cows. The lower part of the cowshed wall was made of concrete blocks. The upper part of the wall was made of single boards with 2.0 cm cracks for the fresh air from outside. The roof was covered with slate; standard blocks were used to join the constructions of the cowshed. Average coefficient of wall and roof heat transmission – $4.9 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$. Length of a cowshed – 72 m, width – 21 m. Fresh air got into the cowshed through cracks between the wall's boards, the polluted air was removed through the ridge crack of 0.6 m. Total area of air inlet cracks – 17 m^2 , of outlet crack – 43 m^2 . Cows were kept in a loose housing system, in cubicles. All cubicles, except four, were lit-

tered with straw. These four cubicles were covered with special rubber rugs. Different cubicles of two types – littered with straw and covered with rubber rugs – were chosen for the investigations. Thickness of the rubber rug was 3 cm, thickness of straw cover – 2 cm. Parameters of the cubicles, used for experimental investigations, were as follows: length – 2.20 m; width – 1.24 m; height above the manure path – 0.20 m.

The investigations were aimed at establishing the following:

- temperature of cubicle floor under the 2 cm straw layer and under the 3 cm rubber rug;
- air temperature inside and outside the cowshed, relative humidity.

The following modern devices were used for the investigations: computer-controlled device "Almemo, Drager Pac III". Temperature and moisture sensor TRACER was for corresponding intervals of measurement. Limits of the cubicle's floor temperature measurement were from $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ to $+30 \text{ }^\circ\text{C}$, and limits of the outside air temperature and relative humidity measurement were from $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ to $+60 \text{ }^\circ\text{C}$ and from 0% to 100%. In the course of the investigations, the floor temperature was registered every 5 min, the air temperature inside the cowshed and relative humidity were measured at a 2 m height above the floor every 1 hour, outside air temperature and relative humidity on the north side of the cowshed were measured every 1 hour. The scheme of sensors' distribution in the cubicle is presented in Figure 1. Sensors' readings were registered for 118 days without interruption. The investigations were carried out during the cold period of 2002-2003.

According to the change of temperature in the cubicle floor, it was determined how much time per day a cow spends therein. The most intensive increase of temperature is when a cow is lying down; an intensive decrease of temperature is when a cow gets up. When

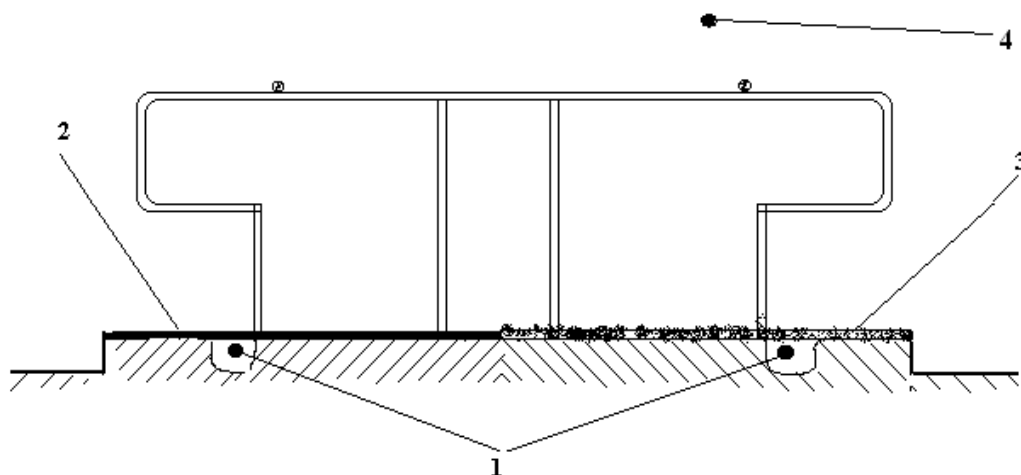


Fig. 1. Cross-section of the cubicle in experimental cowshed: 1 – temperature sensors in the floor of the cubicle; 2 – cubicle covered with rubber rug; 3 – cubicle with straw litter; 4 – temperature-moisture sensor above the cubicle.

a cow is lying down, the increase of temperature is recorded by sensors according to parameter τ_1 which depends on thermal characteristics of the flooring. When a cow gets up, the decrease of temperature is recorded by sensors according to parameter τ_2 . Provided that thermal conditions of flooring do not change when a cow is lying down on it, $\tau_1 = \tau_2$, and thermal characteristics of flooring are not estimated when defining the intervals of temperature increase and decrease (the duration of cow's lying down).

Results and Discussion

A cubicle is a very important place, where an animal can get maximal rest without experiencing any traumas or stresses. Various floorings and litter have the strongest influence on the comfort of the cubicle. The cubicle that meets the main requirements, should be clean, dry, soft, warm (not heat conductive), and comfortable. In a warm cubicle cows feel safe and the risk of disease decreases.

During the investigations, average daily temperature of the air inside the cowshed varied from -9.4 °C to 11.6 °C, relative humidity – from 67.4% to 95.2%, outside air temperature – from -15.2 °C to 8.3 °C (Fig. 2). In the period of the investigations, average air temperature in the cowshed was 3.7 °C, relative humidity –

81.4%, outside air temperature – -0.6 °C, and relative humidity – 85.6 %. No condensate of water steam on building constructions of the cowshed was observed, the ventilation intensity was sufficient. The microclimate had no negative impact on animal productivity. Average milk yield was 5700 kg per cow per year.

The determination of how much time per day a cow rests was based on the change of temperature in the cubicle's floor (Fig. 3). The temperature fluctuations in the floor of the cubicle were grouped and used in preliminary determination of the course of milking and feeding technologies as well as to evaluate duration of cows' rest in cubicles with different floorings (rug, straw) and comfort. A detailed analysis of floor temperatures was carried out at various average day temperatures of the air inside the cowshed: -9.37 °C, -7.25 °C, -5.54 °C, -4.25 °C, -3.45 °C, -1.84 °C, +0.1 °C, +1.5 °C, +1.64 °C, +2.56 °C, +3.78 °C, +4.21 °C, +5.04 °C, +6.5 °C, +7.33 °C, +8.4 °C, +8.9 °C, and +10.2 °C. These temperatures were chosen for more comprehensive generalization of temperature changes in the floor of the cubicle.

According to the opinion of Danish scientists (Johannesson, 2000), at 2 a.m. most of the cows, i.e. about 90%, rest if the lair is comfortable. This tendency was also observed in the experimental cowshed where the investigations were carried out. In the morning (at

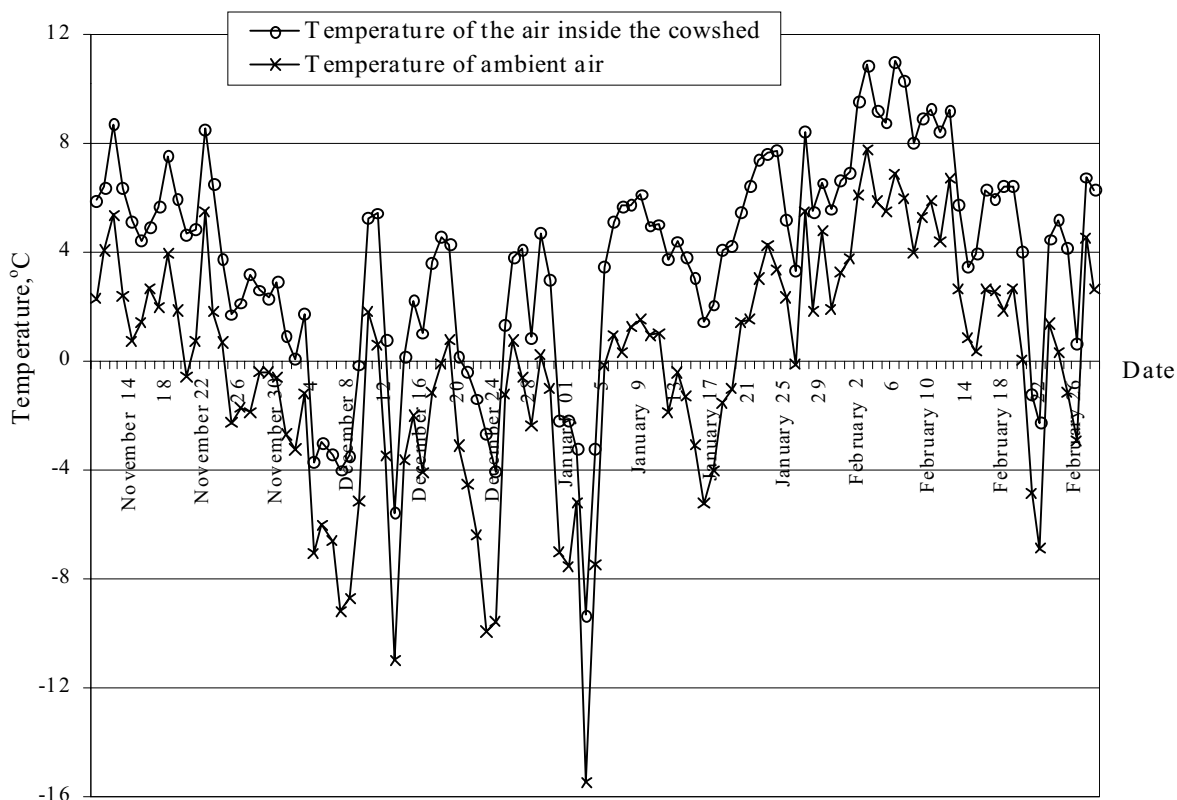


Fig. 2. The change of inside and ambient air parameters.

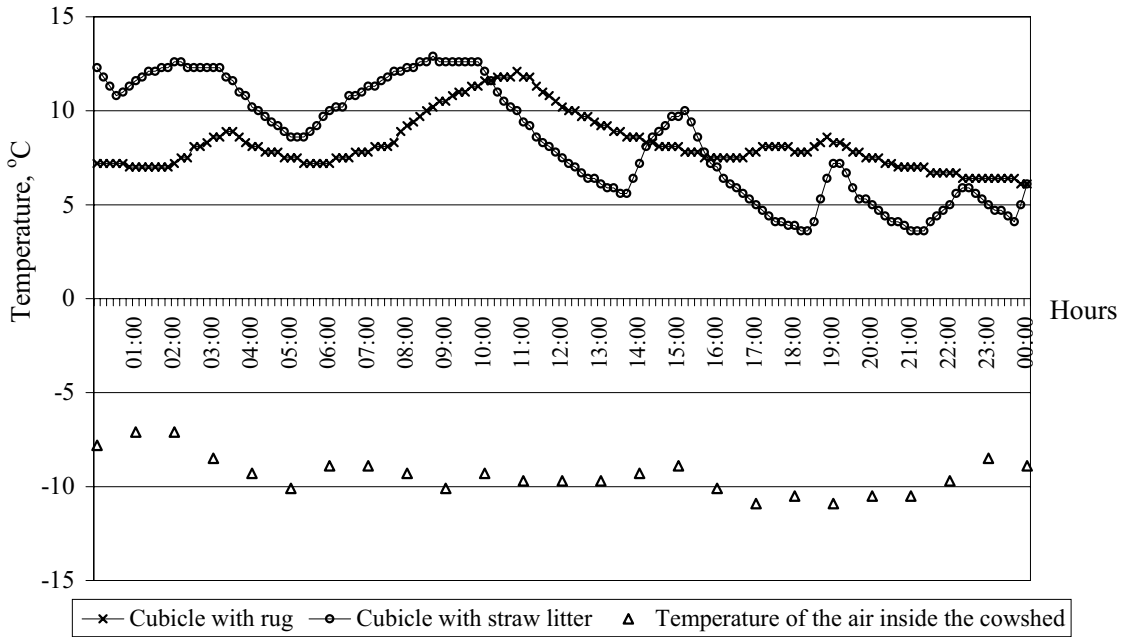


Fig. 3. The change of temperature in the cowshed and under flooring in the cubicle per day (the average of cowshed air temperature is -9.4 °C).

8 a.m.) when fodder was brought in cows did not hurry to eat. This led to the conclusion that they were full and had received sufficient feeding. At the time of milking in the morning (at 3.30 a.m.) and in the afternoon (at 3.30 p.m.), all cows got up from their lairs and went to the milking room.

For up to 50-60% of time per day cattle should lie

(Jungbluth et al., 2005). The longer a cow lies, the higher productivity can be expected. Productivity increase is related to a longer period of rumination and flowing of blood to udder. During the investigations in the experimental cowshed, it was established that at inside air change from -9.4 °C to 10.2 °C, cows rested in the cubicle with rubber rug for 6.1-10.2 hours per day, and in

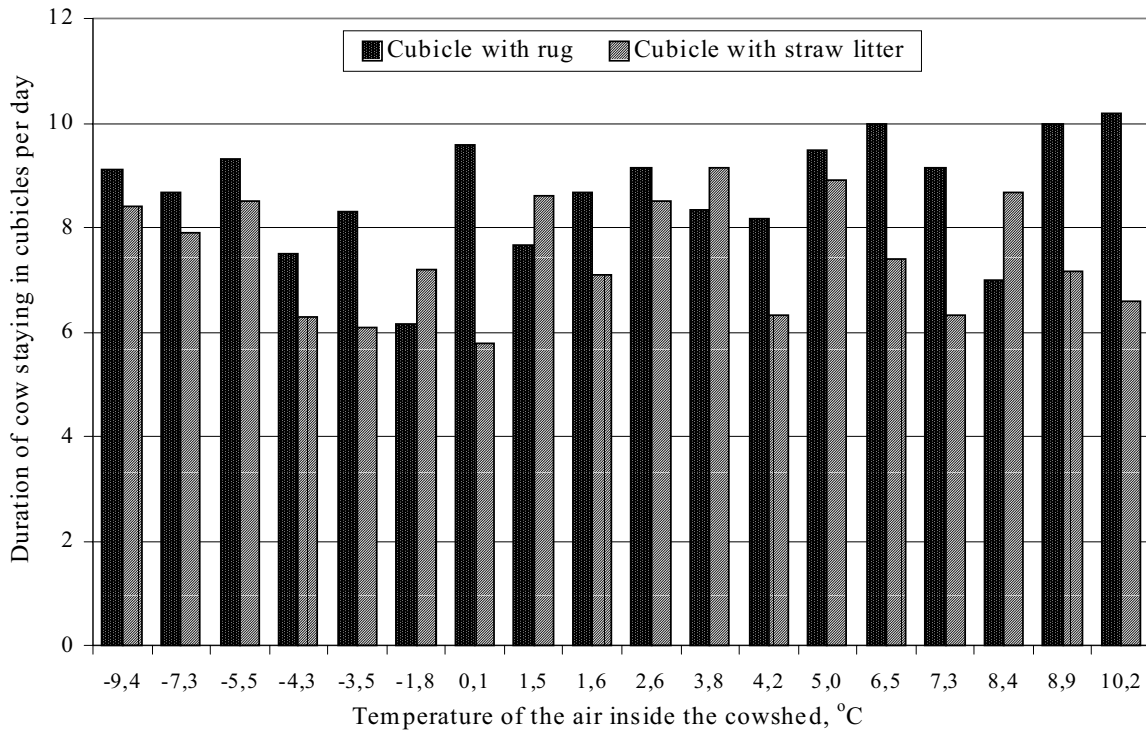


Fig. 4. The duration of cow staying in cubicles per day at different temperatures of the air inside the cowshed.

the cubicle with straw litter – for 5.8-9.2 hours per day. Average duration of lying on rubber rug per day was 8.7 hours, on straw – 7.5 hours (Fig. 4). No dependency of the duration of cow lying on the air temperature was determined. Nevertheless, it was noticed that in case of air temperature fall below zero inside the cowshed, cows' rest time in cubicles was shorter. This was most noticeable in the cubicle with straw litter. Scientists have established that only in comfortable cubicles cows lie approximately for 11.0 hours per day (Nilsson, 1988). If the duration of lying increases up to 11.5 hours, the time spent by a cow at feeding-rack prolongs from 5.08 to 5.54 hours. This proves that the cows that have better rest also have increased feeding activity and productivity. Therefore conveniently equipped cubicles are very important.

Average duration of the period of cow lying in the cubicle was established. In the cubicle with rubber rug a cow lies on average for 2.2 hours, in the cubicle with straw litter – for 1.9 hours. This allows concluding that cows prefer the cubicle with a rubber rug, as it is softer and warmer than the straw layer of 2 cm.

Analysis of the experience of foreign countries and generalization of experimental data suggests that improvement of cubicles enables to increase cows' productivity in the experimental cowshed. Good characteristics of cubicle's floor thermoinsulation are of primary importance. If the floor is comfortable and warm, animals will spend more time lying there. Proper selection of cubicle flooring is very important. Despite the positive properties of straw litter, interest in other types of cubicle flooring has increased in recent years because of the reduction of labor expenditure for straw preparation and storage. Therefore, use of straw for litter has decreased because of the high costs of straw preparation, processing, and storage. Farmers often decrease the amount of straw in cubicles for the purpose of better results and lower costs. It is useful from economical point of view; however, due to big heat losses through the floor the temperature of animal body may decrease by several degrees. This is the problem that should be considered.

On the 50th day after coupling, a standing cow which weighs 700 kg and yields 20 kg of milk per day, releases the free heat flow to the environment of the density of 215 W m^{-2} (Sallvik, 1998), when the ambient temperature is $-9.4 \text{ }^{\circ}\text{C}$. After a cow has lain down, its contact area with ambient air decreases, heat release by convection and radiation decrease, but heat release through floor by conductivity occurs. The release of free heat does not increase and a cow avoids stress, unless heat flow through floor is bigger than 215 W m^{-2} after the animal has lain down. In the theoretical analysis of thermal characteristics of floorings the following conditions are assumed: heat exchange between a cow and environment is constant, and the temperature of a

cow body surface (skin) is $36 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Average minimal temperature under the flooring is $5.6 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (this temperature was determined during the experiment). Using the methodology suggested by Ludo Van Caenegem (Caenegem, Wechsler, 2000), following calculation results were obtained: density of heat flow through a 10 cm concrete layer is 547 W m^{-2} , through a 2 cm straw layer – 456 W m^{-2} , whereas through rubber rug – 95 W m^{-2} . The heat flow through the floor does not exceed 215 W m^{-2} , if the straw layer is thicker than 4.5 cm. Therefore it is not enough to spread a straw layer of 2 cm in the cubicle as the heat flow through the floor becomes very big, i.e. after a cow has lain down, the release of free heat increases. This is one of the reasons why a cow lies too shortly in such a cubicle. To reach the warmth of the cubicle floor equal to that of a rubber rug, a sand layer of 17 cm or a straw layer of 9.6 cm should be spread. Therefore in the experimental cowshed the layer of straw on the floor should not be less than 10 cm (after a cow has lain down, the thickness of the layer decreases to 3.4-4 cm).

Conclusions

1. The following behavior of animals in the cubicles of cold cowshed has been established on the basis of temperature changes in the floor:

- cows' staying in the cubicles is too short. In the cubicle with rubber rug a cow rests on average for 8.7 hours per day, in the cubicle with straw layer of 2 cm – for 7.5 hours. On average a cow should lie for 12 hours per day;
- in the cubicle with rubber rug the average duration of a cow's lying is 2.2 hours, while in the cubicle with straw litter – 1.9 hours. A cow gets up too often, which allows concluding that the cubicle is not convenient.

2. The straw layer of 2 cm is too thin for the cubicle as release of free heat increases when a cow is lying down. The release of heat to the environment does not increase if the thickness of straw layer is more than 4.5 cm. To decrease the animal energy losses through the floor and to reach the warmth of floor equal to that of a rubber rug, the straw bedding of at least 10 cm is required.

3. In the cold cowshed, at air temperature fluctuations from $-9.4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ to $11.6 \text{ }^{\circ}\text{C}$, relative humidity varies from 67.4% to 95.2%. In the cowshed, the air is on average by $4.3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ warmer and by 4.2% drier than the outside air. Ventilation intensity is sufficient in the cowshed. Microclimate has no negative impact on animal productivity.

References

1. Burmeister, G.A. (1988). *Einfluß periodisch alternierender Umgebungstemperaturen auf Milchleistung und Thermoregulation von Kühen der Rasse*

- Deutsche Schwarzbunte in der ersten Laktation. Dissertation.* Berlin, 92 pp.
2. Caenegem, L., Wechsler, B. (2000) *Stallklimawerte und ihre Berechnung.* FAT. Tanikon, 89 pp.
 3. Eichhorn, H. (1999) *Landtechnik.* Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 688 pp.
 4. Johannesson, T. (2000) *Welfare Assessment in a Dairy Cattle Herd. The Royal Veterinary & Agricultural University Department of Animal Science and Animal Health.* Copenhagen, 136 pp.
 5. Jungbluth, T., Büscher, W., Krause, M. (2005) *Technik Tierhaltung.* Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 303 pp.
 6. Keck, M., Zähner, M. (2004) *Minimalställe für Milchkühe bewähren sich. FAT-Berichte No. 620.* Ettenhausen, S.12: <http://www.fat.admin.ch/d/index.html> – accessed on 20 June 2005.
 7. Nilsson, C. (1988) *Floors in animal house. Swedish University of Agricultural Sciences. Dissertation.* Sweden, 254 pp.
 8. Rorbech, N. (2001) *Indretning af stalde til kveg. The Royal Veterinary.* Copenhagen, 114 pp.
 9. Sallvik, K. (1998) Environment for Animals. *CIGR HANDBOOK Of Agricultural Engineering. Animal Production.* Volume II. Published by: American Society of Agricultural Engineers, pp. 32-54.
 10. Stolpe, J. (1985) *Stallklimagestaltung.* VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, 164 pp.
 11. Wandel, H. (1998) Nicht jede Liegebox ist tiergerecht. *Aktuelle Arbeiten aus Landtechnik und landwirtschaftlichen Bauwesen. KTBL Arbeitstagung,* pp. 20-21.
 12. Wandel, H., Jungbluth, T. (1997) Bewertung neuer Liegeboxenkonstruktionen. *Landtechnik, T. 5,* pp. 266-267.
 13. Баротфи, И., Рафаи, П. (1988) *Энерго-сберегающие технологии и агрегаты на животноводческих фермах.* Москва, Агропромиздат, 225 с.
 14. Плященко, С. И., Хохлова, И. И. (1976) *Микроклимат и продуктивность животных.* Ленинград, 207 с.

Anotācija

Lietuvā, tāpat kā citās valstīs, paplašinās govju turēšana nesiltinātās (aukstās) viegļas konstrukcijas kūtīs, kurās īpaša nozīme ir siltai un tīrai dzīvnieku guļvietai. Tas ir pats nozīmīgākais aspekts, runājot par vidi, kurā tiek turētas govīs, jo šī faktora neievērošana izraisa govīs organisma normālas darbības traucējumus. Kā liecina mūsu pētījumi, nesiltinātā govju kūtī, ja iekšējās temperatūras izmaiņas ir no -9.4 līdz 11.6°C, iekštelpu gaiss ir par 4.3°C siltāks un par 4.2% sausāks nekā kūts ārpusē, turklāt šādam mikroklimatam nav negatīva ietekme uz dzīvnieku produktivitāti. Pamatojoties uz boksu grīdas temperatūras izmaiņu pētījumiem, noteikts, ka govīm labāk patīk boksi ar gumijas paklājiem, nekā ar 2 cm biezu salmu pakaišu kārtu. Tomēr govju gulēšanas ilgums abu veidu boksos ir pārāk mazs. Boksos ar gumijas paklāju govīs guļ vidēji 8.7 h diennaktī, bet boksos ar salmu pakaišiem – 7.5 h diennaktī, lai gan tām būtu jāguļ 12 h diennaktī. Lai nodrošinātu labāku govju atpūtas mikrovidi, iesakām palielināt salmu pakaišu slāni guļvietās no 2 uz 10 cm un vairāk.