

LEHMADE SÖÖTMINE AUTOMAATSE SÖÖTISSÜSTEEMI ABIL: TSÜKLILISE JA INTERVALLPROGRAMMI EFEKTIIVSUS JÕUSÖÖDA JAGAMISEL

A. Pärnoja, I. Veermäe, M. Miil

Kaasaegses loomapidamistehnoloogias on mikroprotsessortehnoloogiat ja kompuutrisüsteeme kõige ulatuslikumalt rakendatud automatiseeritud söödajagamissüsteemides (ASS). Niisugused süsteemid võimaldavad jagada jõusööta individuaalselt igale loomale vastavalt tema toodangule ja söötmissrežiimile. ASS-d erinevad põhiliselt algoritmi poolest, mille alusel jaotus toimub. Kasutatavad algoritmid võib jagada kolme põhiklassi (Burg, 1989):

1. Fikseeritud aja ehk tsükliline algoritm. Teatud kogus (näit. 1/6) päevasest jõusöödakogusest võimaldatakse loomale teatud ajavahemikus (näit. 4 tunni jooksul). Fikseeritud aja algoritmi kasutavad süsteemid *Manus, Miele, Senior, Veecode*.

2. Ooteaja algoritm. Siin tehakse ratsioonis fikseeritud jõusööda kogus kättesaadavaks perioodi jooksul, mille pikkus ja stardiaeg sõltub loomast ja millele eelneb ooteaeg (*Fullwoodi, Hokofarmi* süsteemid).

3. Muutuva aja algoritm. Ettenähtud jõusöödakogust suurendatakse pidevalt fikseeritud kiirusega (näiteks 0,5 kg/tunnis), kuid ei anta loomale kätte enne, kui ületatakse teatud miinimumkogus, mis on ühesugune kõikidele loomadele (*Alfa-Laval*). Nimetatud algoritmi erivariandina võib käsitleda sellist algoritmi (*variable-high-time system*), kus minimaalne ettenähtud kogus on tunduvalt suurem ja proportsionaalne üldratsiooniga (*Viconi* süsteem).

Katsetega on kindlaks tehtud, et loomade reageeringud erinevatel algoritmidel baseeruvatele süsteemidele varieeruvad tunduvalt. Süsteemide efektiivsuse uurimiseks testitakse automaatseid jõusöödajagamissüsteeme 24-tunniste perioodide jooksul kontrollfarmides, milles on võrdne arv loomi. Objektiivsed parameetrid, mille alusel erinevate süsteemide efektiivsust hinnatakse on: söödaboksi kasutamise koefitsient, sööda saamine jõusöödaboksist ja loomade kohanemine söötmissrežiimiga (Pazzona, 1988, 1989).

Hopster ja Wierenga (Hopster, Wierenga, 1987; Wierenga, Hopster, 1988) kirjeldavad katset jõusööda jagamise 3 süsteemiga: a) muutuva aja süsteem, b) 12 söötmissükliga, mis algasid kell 7 või 11, fikseeritud aja süsteem ja c) söötmine vabalt söödakünast. Tunduvad erinevused olid nii koresööda kui ka jõusööda söömisaja, aga ka lamamisaja vahel. Neid erinevusi mõjutas looma koht hierarhias.

Sato jt. (1987) kirjeldavad katset, milles võrreldi 2-, 4-, 6- ja 8-kordse söötmissageduse mõju loomade käitumisele ja jõusööda kättesaadavusele. Rühma suuruseks oli 15...19 looma, ettenähtud jõusöödakogused olid 6,3...6,6 kg päevas. Kahe- ja neljakordsel söötmisel said loomad kätte kogu ettenähtud jõusöödakoguse; 6- ja eriti 8-kordse söötmissageduse korral jäi osa ettenähtud kogusest kasutamata (8-kordse söötmise korral said loomad kätte 88 % ettenähtud kogusest). Järeldatakse, et jõusööda söötmisel on nelja- kuni kuuekordne söötmissagedus optimaalne.

Jõusööda automaatsöötmissüsteem (ASS ehk nn. respondersüsteem) töötab Piistaoja Veisekasvatuse Katsejaama vanas laudas (omaaegses Piistaoja lehmalaudas) alates 1987. aasta aprillist. 1986. aasta lõpuks vana talulaut rekonstrueeriti ja komplekteeriti lõpptiinetega mullikatega. Praegu on laudas 19 lehma vabapidamisel, lisaks on veel kolm kohta ravi vajavatele ja poegimiseelsetele lehmadele. Lehmi lüpstakse lüpsiplatsil, mis on komplekteeritud lüpsiseadme *ADM-8* baasil. Piima säilitamine ja jahutamine toimus varem jahutus-säilitusvannis *SM 1250*, nüüd on paigaldatud firma "ALFA-LAVAL" 600-liitrine jahutus-säilitusvann *MKL*. Sõnniku eemaldamine laudast toimub pikikonveieri, milleks on tugevdatud veoketiga tiibskreeper *YC-10*, ja ristkonveieri abil. Ristkonveieriks on horisontaaltransportöör *TCH-31* koos kaldtransportööriga. Koostöös Eesti TA Küberneetika Instituudi, Eesti Põllumajandusülikooli, Kuusalu kolhoosi, Põllumajandustehnika Tartu osakonna ja ELVI spetsialistidega paigaldati sellesse lauta jõusööda ASS.

Söötiskatsetega alustati 1987. a. aprillikuus. Lõplikult sai süsteem häälestatud 1987. aasta septembrikuuks ja käesoleva ajani on ta töötanud laitmatult. Kogu töötamise aja jooksul on esinenud vaid kaks suuremat tehnilist viga.

Et lehmad on vabapidamisel, saavad nad kogu rühmale normeeritud koguse põhisööta (hein ja kuivsilol) latril ees asuvast sõimest. Individuaalselt antakse söödajuurvilja (ka kartulit) ja srotti. Respondersüsteemi abil saavad nad aga põhiosa jõusöödast (peamiselt segajõusööda näol), mis on normeeritud vastavalt piimatoodangule. Seda saavad lehmad kahest selvekünast. ASS võimaldab anda igale lehmale jõusööta söödaratsioonis ettenähtud koguses.

Igal lehmal on kaelarihmale kinnitatud responder, kuhu on skeemilt kodeeritud number. Dosaatoriküna esiservas on vastuvõtja, mis saadab koodi (numbri) kontrollerrisse. Viimane dešifreerib koodi ja kui vaja, paneb dosaatoriküna jõusööda etteandeteo mootori käima. Kontrolleri juhivad kahte küna, kuid ta võib juhtida kuni nelja. Kontrolleri mälu viiakse andmed initsialiseerimisel, hiljem lehmade andmebaasi muutumisel. Controller salvestab andmed söödud jõusööda koguse (teise põlvkonna controlleri ka boksikülastuste arvu) kohta. Kui controller ei saa päeva jooksul personaalarvutiga ühendust, söödab ta järgmisel päeval lehma samuti kui eelmisel.

Controlleril on kell, mille abil fikseeritakse kuupäeva vahetus (uus päev algab alati kell 00.00). Enne uue päeva saabumist keelab controller söötmise 10 minutiks. Kellaeg controlleris korrigeeritakse juhul, kui ajavahe personaalarvutiga on üle viie minuti. Selvekünasse doseeritakse jõusööta kiirusega, mis vastab keskmisele jõusööda söömise kiirusele, Piistaoljal doseeritakse 130 g iga 30 sekundi järel (aega ja ka portsjoni suurust saab programmiga reguleerida). Portsjoni suuruse ja doseerimise kiirusega välditakse olukorda, mis puhul tugevam ajab jõusöödaboksist nõrgema looma ära ja saab tema jõusööda endale. Olenevalt jõusööda omadustest võib portsjoni mass kõikuda 10 % ulatuses.

Katset alustati 1987. a. aprillis 4 esmaspoeginud lehmaga, ülejäänud 15 mullikat poegisid 1987. a. jooksul. 1987. a. lõpetas I laktatsiooni 13 esmaspoeginut. Jõudluskontrolli andmetel oli aastalehma keskmine toodang 5680 kg 3,93 %-lise rasvasusega piima. Sööta kulus 1 kg piima tootmiseks 0,91 sü, millest jõusööt moodustas 55 %. Jõusööta kulus 1 kg piimale 500 grammi. Aastalehma (17,0 aastalehma) kohta kulus sööta 5140 sü ulatuses, mis teeb ühe söötispäeva kohta 14,1 sü. Söötisel arvestati, et noored lehmad vajavad pärast poegimist edasiseks kasvuks lisasööta.

Katse (1988...1993) tulemused on toodud tabelis 1.

Tabelis on toodud andmed Piistaolja karja kohta tervikuna, tootmislauda, tipplemmade (katsekari, kus selgitatakse eesti mustakirjute lehmade geneetilist toodangupotentsiaali tasakaalustatud söötmise ja kolmekordse lüpsi korral) ja automatiseeritud söödajagamis-süsteemiga katselauda (ASS) kohta. Ajavahemikus 1988...1993 tootsid kogukarja lehmad jõudluskontrolli andmetel keskmiselt 1 kg piima 0,87 söötühikuga, tipplemadel kulus selleks 0,69 sü ja ASS-süsteemi kasutades 0,80 sü. Jõusööta kulus 1 kg piima tootmiseks vastavalt 440, 410 ja 400 grammi.

Viimaste aastate (1992...1993) keeruliste majandamistingimuste tõttu ei ole Piistaolja karjas lehmade arvu vähendatud, kuid söötmine on nõrgenenud ligi 1000 sü võrra aastas, jõusööda osakaal ratsioonis vähenes 55,5 %-lt 1989. aastal 34,3 %-ni 1993. aastal, jõusööda kulu 1 kg piima tootmiseks 0,50 kg-lt 1989. aastal 0,290 kg-ni 1993. aastal. Piimatoodang vähenes 6764 kg-lt 1991. aastal 5931 kg-le 1993. aastal. Tipplemmade söödakulu oli kõige suurem 1988. aastal (6458 sü), kui saadi aastalehmalt keskmisena 9191 kg piima. Söötmise nõrgenemine 1993. aastal oli ka piimatoodangu languse põhjuseks. ASS-süsteemiga laudas oli piimatoodang kõige suurem 1991. aastal, kui 5413 sü-ga toodeti 7145 kg piima, 1993. aastal, kui söödakulu lehma kohta vähenes 4243 sü-le, saadi aastalehmalt vaid 5663 kg piima. Kuni 1991. aastani anti selles laudas lehmadele ka srotti, hiljem mitte. Alates 1991. aastast on vähendatud jõusööda söötmist suvisel karjamaaperioodil.

Table 1. Aastalehma piimatoodang ja söödakulu karjakontrolli andmetel / Milk yield and feed consumption per cow and year (milk recording data)

Võrdlusandmed Control units	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1988... 1993
Aastalehmi / No. of cows							
Kogu kari / Total herd	210,7	221,2	222,1	215,5	230,2	232,2	222,0
Üldlaudakari / General herd	171,7	180,0	183,7	174,6	185,1	188,4	180,6
Tippkari / Best herd	23,1	23,6	22,1	24,0	27,3	23,8	24,0
ASS-kari / ASS herd ¹	15,9	17,6	16,2	16,9	17,8	19,9	17,4
Piimatoodang, kg / Milk yield, kg							
Kogu kari / Total herd	6744	6794	6619	6764	6396	5931	6532
Üldlaudakari / General herd	6463	6563	6425	6445	6231	5792	6314
Tippkari / Best herd	9191	8871	8385	8819	7762	7284	8360
ASS-kari / ASS herd	6226	6370	6449	7145	6008	5663	6283
Söödakulu sü-tes / Feed consumption, FU							
Kogu kari / Total herd	5762	6062	6003	5857	5434	5047	5685
Üldlaudakari / General herd	5695	6115	6052	5910	5560	5128	5737
Tippkari / Best herd	6458	6189	6060	5787	5204	5087	5773
ASS-kari / ASS herd	5444	5353	5438	5413	4480	4243	5022
Söödakulu keskmiselt päevas, sü / Average daily feed consumption, FU							
Kogu kari / Total herd	15,7	16,6	16,5	16,0	14,8	13,8	15,6
Üldlaudakari / General herd	15,6	16,8	16,6	16,2	15,2	14,1	15,7
Tippkari / Best herd	17,6	16,9	16,6	15,8	14,2	13,9	15,8
ASS-kari / ASS herd	14,8	14,7	14,9	14,9	12,2	11,6	13,8
Jõusöödakulu keskmiselt päevas, sü / Average daily concentrate consumption, FU							
Kogu kari / Total herd	8,7	9,2	8,7	8,1	7,6	4,7	7,8
Üldlaudakari / General herd	8,6	9,2	8,5	7,9	7,6	4,6	7,7
Tippkari / Best herd	10,3	10,4	10,1	9,8	8,7	6,5	9,3
ASS-kari / ASS herd	8,3	8,4	8,2	7,3	5,2	4,3	6,8
Söödaväärindusarv, sü/kg / Feed consumption per 1 kg milk, FU							
Kogu kari / Total herd	0,85	0,89	0,91	0,87	0,85	0,85	0,87
Üldlaudakari / General herd	0,88	0,93	0,94	0,92	0,89	0,89	0,91
Tippkari / Best herd	0,70	0,70	0,72	0,66	0,67	0,70	0,69
ASS-kari / ASS herd	0,87	0,84	0,84	0,76	0,75	0,75	0,80
Jõusööda kulu 1 kg piima kohta, kg / Consumption of concentrates per 1 kg milk, kg							
Kogu kari / Total herd	0,47	0,50	0,48	0,43	0,43	0,29	0,44
Üldlaudakari / General herd	0,49	0,51	0,49	0,45	0,45	0,29	0,45
Tippkari / Best herd	0,41	0,43	0,44	0,41	0,41	0,33	0,41
ASS-kari / ASS herd	0,49	0,48	0,47	0,37	0,32	0,28	0,40
Jõusööda osatähtsus ratsioonis, % / % of concentrates in the average ration							
Kogu kari / Total herd	55,5	55,5	52,8	50,2	51,0	34,3	50,1
Üldlaudakari / General herd	55,1	54,6	51,6	48,7	50,3	32,5	49,0
Tippkari / Best herd	58,2	61,4	61,1	62,1	61,0	46,7	58,7
ASS-kari / ASS herd	55,7	57,0	55,4	49,2	42,7	37,0	49,8

¹ Herd on automatic concentrate feeding

ASS-süsteemiga laudas said lehmad päevas keskmiselt 5,1 kg heina, 5,9 kg juurvilja (juurvilja anti üle 20-kg piimatoodanguga, samuti vastpoeginud lehmadele), 11,3 kg kuivsilu, 7,0 kg segajõusööta ja 0,8 kg puuvillasrotti. Keskmine piimatoodang oli sel perioodil 17,7 kg lehma kohta. Teiste lautadega võrreldes suuri erinevusi lehmade söötmises tervikuna ei olnud, küll aga oli tippelhemadel ja ASS-süsteemi lehmadel söödakulu 1 kg piima tootmiseks 0,1 sü võrra väiksem kui üldkarja lehmadel.

Kuni 1991. aasta juulini söödeti jõusööta (v.a. srott) fikseeritud aja (tsüklilise) programmi järgi, mille puhul oli ööpäev jagatud neljaks neljatunniseks söötmistsükliks, ülejäänud aeg oli jäetud puhkamiseks. Sellisel jõusööda jagamisel oli rida olulisi puudusi:

1. Loomadel jäi saamata suur osa ettenähtud jõusöödast: 1989. aastal 35,8 % ja 1990. aastal 41,3 %.
2. Et jõusööda ühekordset annust ei piiratud, said lehmad real juhtudel korraga kätte liiga palju jõusööta:
 - a) juhul kui päevane jõusöödakogus ületas 12 kg, sai lehm korraga rohkem kui 3 kg jõusööta;
 - b) kui lehmale jäi esimesel söötmiskorral jõusööt saamata, jagati päevane jõusöödakogus kolmeks võrdseks osaks, kui ka teises tsüklis jäi jõusööt saamata, siis kaheks, ja kui loom tuli esimest korda sööma alles viimasel söötmistsükliks, sai ta korraga kogu päevase jõusööda;
 - c) kui loom oli söödaboksis tsüklite vahetuse momendil, siis sai ta korraga kätte kahe tsükli jooksul ette nähtud jõusöödakoguse.
3. "Aeglasema reageerimisega" lehmad ei saanud jõusööta siis, kui neil oli isu (söömispaus oli kõigil puhketsükli ajal).
4. Suvisel söötmisel, kui lehmad olid päeval karjamaal (08.00...15.00) ja arvuti pandi tööle kell 15.00, sattus pausi (puhketsükli) algus lehmade hommikuse väljamineku eelsele ajale, mil lehmad võiksid jõusööta süüa.
5. Andmete fikseerimine toimus käsitsi portsjonitena, hilisema ümberarvutusena kilogrammideks. See oli tülikas ja aeganõudev.

Seega tekkis vajadus söötmisüsteemi uuendamise järele. 1991. a. juulikuust hakkas tööle uus programm (nn. intervallprogramm), mis töötati välja EPMÜ veisepidamistehnoloogia laboratooriumis Eerikal. Uue algoritmi järgi määratakse igale lehmale 3 tunni jooksul antav jõusöödakogus, mis võib olla vahemikus 0,1...3,25 kg. Jõusööta saab jõusöödaboksi juurde tulnud lehm ööpäev läbi, kui on täidetud algoritmiga ette nähtud tingimused:

- * lehmale on jõusööt ette nähtud,
- * ei ole "söötmispausi" aeg (või lubatakse tal süüa üldise söötmispausi ajal),
- * lehm pole veel ära söönud kogu päevast jõusöödakogust,
- * viimase kolme tunni jooksul söödud jõusöödakogus on väiksem andmebaasis määratud.

Jõusöödaportsjoni suurus arvutatakse boksi sisenenud lehmale järgmise algoritmi põhjal (Praks jt., 1988):

$$y = X - [x_k \times f(t_k) + \dots + x_n \times f(t_n)], \text{ kus}$$

- y – lehmale ettenähtud jõusöödakogus antud ajamomendil,
- X – kolme tunni jooksul ettenähtud jõusöödakogus,
- $x_k \dots x_n$ – viimase kolme tunni jooksul saadud jõusööda kogus, kg,
- $t_k \dots t_n$ – aeg minutites intervalli lõpuni (tavaliselt 180 min.).

Jõusöödaportsjoni x_k saamise momendil omistatakse suurusele t_k väärtus 180; iga minutiga väheneb t_k väärtus ühe ühiku võrra, olles kolme tunni pärast võrdne 0-ga. $f(t)$ -le omistatakse kaks väärtust. Kui $t=1 \dots 180$, siis $f(t)=1$; kui $t=0$, siis $f(t)=0$.

Algoritm on realiseeritud tagasiside printsiipi: kontrolleri töötab informatsiooni salvestajana, s.t. ta hoiab bilansis iga lehma kohta viimase kolme tunni jooksul saadud jõusöödakoguse. Et lehmale ettenähtud jõusööda päevakogus on samuti kontrolleri, siis

eraldatakse boksi juurde tulnud lehmale jõusöödakogus tema kohta salvestatud informatsiooni põhjal. Sellega välistatakse täielikult jõusööda üledoseerimine.

Arvestades päevast ettenähtud jõusöödakogust, määratakse lehmale kolmeks tunniks doseeritav jõusöödakogus, seejuures arvestatakse veel söödaratsiooni koostist, looma individuaalseid iseärasusi (koht hierarhias, liikumisaktiivsus, tervislik seisund). Süsteemiga kohanemise perioodil tuleb suurendada ühekordselt doseeritavat jõusöödakogust, et tagada määratud jõusöödakoguse äratarbimine. Programm võimaldab ettenähtud jõusöödakoguseid vähendada 75, 50, 25 ja 0 %-ni 1,5 tunni kaupa (näit. programmi 3...4,5. tunniks, 12...18. tunniks jne.). Samas on võimalus rakendada seda piirangut valikuliselt, s.o. valida välja loomad, kellele jõusööda koguse vähenemine ei kehti (nn. probleemsed loomad, kellel on raskusi jõusööda saamisega bokstist). Niisugune jõusööda koguste vähendamine on oluline juhul, kui teatud kellaajal saavad loomad suures koguses juurvilja, tugevasti happelist silo või lüpsi ajal jõusööta lüpsiplatsil, samuti võimaldab see sisestada söötmisspausi.

Tabelis 3 on toodud andmed jõusöödaboksi kasutamise ja piimatoodangu kohta 1991. aasta veebruaris (jõusööta jagati tsüklilise programmi alusel) ja 1992. aasta veebruaris (jõusööta jagati intervallprogrammi alusel).

Lehmade piimatoodang ja neile lubatud jõusöödakogused on võrreldavad, jõusööda saamine bokstist on 12 % võrra suurem intervallprogrammi kasutamisel.

Joonisel on toodud ettenähtud jõusöödakogused ja nende jäägid kuude kaupa aastatel 1989...1993. Kuni 30. kuuni töötas laudas tsüklilise programmiga kontroll, 31...43. kuuni oli käigus intervallprogrammiga kontroll, 44...51. kuuni uuesti tsüklilise programmiga kontroll ja alates 51. kuust intervallprogrammiga kontroll. Erinevate programmide järjestikune kasutamine võimaldas võrrelda jõusööda jagamise efektiivsust sama lehma-rühma korral. Katse keskmisena moodustasid jõusöödajäägid tsüklilise programmi korral

34 % ja intervallprogrammi korral 12 % etteantud jõusööda kogusest.

Joonis 1. Jõusööda ja selle jääkide kogused (1989...1993)

Figure 1. The amounts of concentrates and their rests (1989...1993)

Tabel 3. Jõusööda tarbimine tsüklilise ja intervallprogrammi rakendamise korral / Actual intake of concentrates at cyclic and interval programs

Lehma nr. Cow no.	Tsükliline programm Cyclic program				Intervallprogramm Interval program			
	päeva- toodang, kg daily milk yield, kg	üheks kuuks ettenähtud jõusööda kogus, kg monthly concentrates, kg	jõusööda- jäägid ühes kuus, kg monthly rests of concentrates, kg	jõusööda söödavus, % consump- tion of concen- trates, %	päeva- toodang, kg daily milk yield, kg	üheks kuuks ettenähtud jõusööda kogus, kg monthly concentrates, kg	jõusööda- jäägid ühes kuus, kg monthly rests of concentrates, kg	jõusööda söödavus, % consump- tion of concen- trates, %
465	16,2	152,9	69,8	54,3	19,4	200,0	11,6	94,2
472	27,9	360,4	145,6	59,6	8,8	123,0	6,1	95,0
4675	13,9	101,9	0,0	100,0				
4718	18,7	160,2	79,6	50,3	17,1	192,1	32,7	83,0
4719	0,0	285,9	64,7	77,4	25,0	243,8	43,8	82,0
4733	0,0	39,0	0,0	100,0	25,0	344,6	58,3	83,1
4755	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,4	2,8	89,4
4786	25,7	360,4	48,6	86,5	31,0	398,6	57,1	85,7
4837	27,1	360,4	35,0	90,3				
4842	14,0	101,9	5,1	95,0	11,3	108,4	23,1	78,7
4846	11,5	49,1	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4871	17,3	203,8	15,2	92,5				
4899	18,1	203,8	33,7	83,5	20,9	284,2	4,5	98,4
4909	20,6	334,9	13,8	95,9	25,0	420,5	23,5	94,4
4912	22,5	349,4	37,4	89,3	29,0	420,5	5,3	98,7
4928	28,8	360,4	219,2	39,2	12,2	129,6	8,1	93,8
4954	15,6	360,4	101,0	72,0	0,0	63,8	1,0	98,4
4967	0,0	72,8	3,6	95,0	6,9	26,4	0,0	100,0
4974	0,0	72,8	20,7	71,6	0,0	26,4	0,7	97,3
5002					20,8	353,8	91,5	74,1
5065					20,8	353,8	33,9	90,4
5064					0,0	13,2	2,3	82,6
Kokku resp. keskmine Sum or average	14,9	3930,3	893,0	77,3	14,4	3729,1	406,3	89,1

Aastatel 1989...1993 kulus traditsioonilise pidamisviisiga tootmislaudas 1 kg piima tootmiseks 450 g jõusööta, tippelmadade laudas 410 ja ASS-ga laudas 400 g. Aastatel 1992...1993, kui söödanappuse tõttu tuli lehmadele antavaid söödakoguseid tunduvalt vähendada, olid ASS-tehnoloogiaga varustatud laudas mitmed söödakasutust iseloomustavad näitajad paremad kui traditsioonilise pidamisviisiga tootmislaudas. Erinevatel algoritmidel baseeruvate kontrollrite järjestikune rakendamine samas loomarühmas võimaldas neid võrrelda. Selgus, et automaatse jõusöödasüsteemi efektiivsus sõltub oluliselt algoritmist, mille põhjal jagatakse loomadele jõusööta. Intervallprogrammi kasutuselevõtmisega on jõusööda üledoseerimine välistatud, lehmad said neile ettenähtud jõusöödast kätte keskmiselt 88 %.

Kirjandus

Burg, A. van der. Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking aan melkvee; beschrijving van systemen. Krachtvoeropname en gedrag van melkkoeien bij geprogrammeerde krachtvoerverstrekking, p. 17...20, 1989.

- Hopster, H., Wierenga, H. Dekeuze van het krachtvoerprogramma en de effecten hiervan op hetgedrag van melkkoeien. Krachtvoeropname en gedrag van melkkoeien bij geprogrammeerde krachtvoerverstrekking, p. 32...43, 1989.
- Pazzona, A. Definition de quelques indices de rendement des principaux systemes programmees par ordinateur de concentres aux vaches laitieres. - Agricultural engineering. Proc. 11th Int. Congr. Agric. Eng. CIGR. - Dublin, 4.-8. September, p. 973...979, 1989.
- Pazzona, A. Definizione di alcuni indici di efficienza dei principali sistemi per la distribuzione computerizzata dei concentrati. - Rivista di Ingegneria Agraria, p. 734...740, 1988.
- Praks jt.: Пракс Я., Рюитель А., Вээрмяэ И. Алгоритм для интервалпрограммы автоматизированного индивидуального кормления крупного рогатого скота концентрированными кормами. - Вестник сельскохозяйственной науки № 10, с. 98...102, 1988.
- Sato, H., Kudo, Y., Takeshita, K. Mishima, T. Effects of feeding frequency using computer controlled concentrate feeder on the eating behaviour of lactating cows housed in free stall barns. - Jap. J. Zootechn. Sci. vol. 58, No. 3, p. 216...221, 1987.
- Wierenga, H., Hopster, H. Effect of changes in the timing of automatic concentrate feeding on the behaviour of dairy cows. - Proc. Int. Congr. Applied Ethology in Farm Animals. - Skara, 1988.

FEEDING OF DAIRY COWS FROM AUTOMATED FEEDING SYSTEMS: THE EFFICIENCY OF THE CYCLIC AND INTERVAL PROGRAMME FOR DISTRIBUTION OF CONCENTRATES

A. Pärnoja, I. Veermäe, M. Miil

Summary

Experiments carried out from 1988...1993 in the Piistaoja Experimental Station showed that automatic individual feeding of concentrates to dairy cattle can be economical. The consumption of concentrates per 1 kg of milk was 450 g in the cattle-shed with a traditional system and 400 g in the cattle-shed with an automatic feeding system. Using a computer controlled concentrate feeder, the effects of two different programmes (fixed-time and interval-programme) on the acceptability of the concentrates was investigated. The algorithm of the interval-programme, limiting the amount of concentrates in time interval for the automatic concentrate dispenser is given as follows:

$$y = X - [x_k \times f(t_k) + \dots + x_n f(t_n)]$$

y – allowed amount of concentrates,

X – amount of concentrates, kg in the time interval. This depends on the feeding conditions and the individuality of an animal,

$x_k \dots x_n$ – amounts of concentrates the animal has eaten over the preceding 3 hours, kg,

$t_k \dots t_n$ – the time till the end of the interval. If an animal receives x_n amount of concentrates, then $t_k=180$ (minutes) and the value of t_k decreases per unit minute. Consequently, in 3 hours time $t_k=0$. $F(t_k)$ is assigned to two values: if $t=1 \dots 180$, $f(t)=1$; if $t=0$, $f(t_k)=0$. Consequently, $x_k \times f(t_k)=x_k \times 1=x_k$, if $t>0$, $x_k \times f(t_k)=x_k \times 0=0$, if $t=0$, and in determining y x_k is not taken into account.

With the cyclic programme there were some possibilities for distribution of redundant amounts of concentrates, at the interval programme distribution of redundant amounts of concentrates is absolutely excluded. Actual intake of concentrates was 66 % of allocation with the cyclic programme and 88 % with the interval programme. From the present results it has been concluded that use of the interval programme may be appropriate in the loose housing of dairy cows fed concentrates using a fed station system.

КОРМЛЕНИЕ КОРОВ ПРИ ПОМОЩИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ: ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЦИКЛИЧЕСКОЙ И ИНТЕРВАЛПРОГРАММЫ ПРИ РАЗДАЧЕ КОНЦЕНТРАТОВ

А. Пярноя, И. Вээрмяэ, М. Мийл

Резюме

В проведенных в 1988...1993 годах исследованиях на опытной станции Пийстаоя выяснилось, что применением автоматического скармливания концентратов можно их сберечь. Расход концентратов на 1 кг молока составил 400 г в коровнике, где коров кормили с помощью автоматического устройства, и 450 г в коровнике с традиционным способом содержания. При помощи автоматического раздача концентратов исследовали эффективность двух разных алгоритмов – циклической и интервалпрограммы – при раздаче концентратов. В статье дан алгоритм интервалпрограммы для автоматической раздачи концентратов, который лимитирует количество концентратов в интервале времени.