



## **A fényperiódus és a melatonin szerepe emlősök szezonális bioritmusában (irodalmi áttekintés)**

**Lanszki J.**

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kisállattenyésztési Tanszék, Kaposvár, 7400 Guba S. u. 40.

### **ÖSSZEFOGLALÁS**

*Természetes fotoperiódusban termelő számos háziállat (szőr-, gyapjú- és prémtermelő fajok, ill. fajták) szaporodása és szőrfejlődése periódikusan váltakozik. Megfelelő módon alkalmazott fényprogrammal, ill. melatoninkezeléssel ezeknek a fajoknak a termelése kevésbé függ a külső körülményektől. Nemcsak a fajlagos állati termék mennyisége (pl. gyapjú) növelhető, hanem lecsökkenthető a nevelési idő (prémesállatok), miközben a minőségi tulajdonságok nem romlanak. Ezen eljárások alkalmazásának fontos területe lehet a jövőben (nemesítési szempontból is) a mesterséges termékenyítés (pl. prémesállatoknál). A melatoninkezelések során kapott eredmények jól használhatóak a biostimulációs eljárások kidolgozásához.*

(Kulcsszavak: fotoperiódus, melatonin, szaporodás, szőrfejlődés, gyapjú)

### **ABSTRACT**

#### **The role of photoperiod and melatonin in seasonal biorhythms of mammals (a review)**

J. Lanszki

University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Kaposvár, H-7400 Guba S. u. 40.

*There are periodic variations in the reproduction and moulting (hair development) of a number of domestic animal species (species and breeds producing hair fibre, wool fibre or fur) living under conditions of natural lighting. Production in these species can be made less dependent on external conditions by the appropriate application of a lighting programme or melatonin treatment. Not only is it possible to increase the specific yield of the animal product in question (e.g. wool); a reduction in the length of the rearing period can also be achieved (in the case of fur-bearing species) without any accompanying deterioration in the quality traits. An area within the application of such procedures which in future may prove significant, also from the aspect of genetic breed improvement, is artificial insemination (e.g. in the fur-bearing species). The results which have been obtained in the application of melatonin treatment can be put to good use in the development of biostimulation procedures.*

(Keywords: photoperiod, melatonin, reproduction, moulting, wool)

### **BEVEZETÉS**

Az evolúció során az élőlények fényérzékenysége együtt fejlődött a fotoperiódusra adott válaszreakciókkal. Az emlősök azon életfolyamatai, melyek szabályos hullámmás szerinti

zajlanak: a bioritmusok. Az életfolyamatok ritmikus jellege az aktív és nyugalmi időszakok váltakozása teszi lehetővé, hogy az állatok folyamatosan hozzászokjanak - az alkalmazkodási tartományon belül - a külső, pl. a klimatikus tényezők éves ciklikus változásaihoz. Enélkül a mérsékelt és a hideg égövi fajok az átteleléshez nem lennének képesek ősszel jelentős zsírkészletet felhalmozni testükben, vagy dús, téli szőrzetet növeszteni (Valtonen, 1987; Valtonen et al., 1987). Fontos az utódok világra hozatalának időzítése is, ugyanis csak a táplálékban gazdag időszakban lehet sikeres a felnevelés. Különösen a mérsékelt- és a hideg égövi fajok számára fontos ezeknek a létfontosságú folyamatoknak a fotoperiódussal való szinkronba hozása. A neuroendokrin rendszer koordináló tevékenységében vesz részt a tobozmirigy hormonja, a melatonin.

Az irodalmi feldolgozás első részében a tobozmirigy és a melatonin megismerésének története, illetve kutatásának előzményei, majd a tobozmirigy felépítése, valamint a fotoperiódus-melatonin szerepköre, és az alkalmazási lehetőségek következnek. A cél az állattenyésztésben hasznosítható ismeretek összegyűjtése volt, de a vadon élő fajokkal kapcsolatos, valamint a humán vonatkozású kiegészítések is érdeklődésre tarthatnak számot.

### **A tobozmirigy-kutatás történeti áttekintése**

A mintegy 2000 éve felfedezett tobozmirigy az elmúlt évszázadokban misztikus szereppel ruházta fel az ember, „harmadik szemnek”, a „lélek helyének” tartották (Quay, 1986; Arendt, 1995). A legrégebb - inkább filozófiai tartalmú, a „spiritus animalis” létezését valló - tanulmány (Galen, i.sz. 130-200) egy korábban élt filozófusra (Herophilus, i.e. 325-280) hivatkozik. A legismertebb elméletet 1662-ben a francia filozófus, Descartes alkotta meg. Szerinte a tobozmirigy ellenőrzi az áramlást a „lélektől” a mozgató idegekig és ez befolyásolja a test működését, a tobozmirigy ingere a retinán keresztül bemenő látható jel. Ez utóbbi megállapítása figyelemre méltó éleslátásra vall és gyakorlatilag a mai napig igaznak bizonyult (Arendt, 1995).

Tudományosan megalapozott vizsgálatok azonban mindössze száz évvel ezelőtt kezdődtek meg. A XIX. század végén Ahlborn alacsonyabbrendű gerincesek tobozmirigyének szerkezetét tanulmányozta. A XX. század elején Studnicka foglalkozott a tobozmirigy evolúció-történetével. Fontosabb megállapításai közé tartozik, hogy az alacsonyabbrendű gerincesek fényérzékeny szerve vált a törzsfejlődés során az emlősök belső elválasztású funkcióval rendelkező tobozmirigyévé. A melatonin hormont 1958-ban Aaron Lerner fedezte fel és nevezte el, mikor kétéltűek melanoforáinak (színváltoztatásért felelős pigmentált bőrsejtek) működését kiváltó okot keresett a tobozmirigyben (Arendt, 1995). A vadon élő madarakon végzett, fotoperiódussal összefüggő ökofiziológiai vizsgálatok eredményeit a baromfi élettani kutatásokban, a fényprogramok kidolgozása során eredményesen hasznosították (Péczeley, 1987). A fotoperiódus és a szőrzetváltás közötti összefüggést már az 1930-as években (Bissonnette, 1935) bizonyították nyércben és prémgörényben (Valtonen, 1987). Az 1950-es években részletesen foglalkoztak merinó juhok gyapjúfejlődésével (Hardy és Lyne, 1956; Lyne, 1957). Az 1960-as évektől kezdve a melatonin szerepét, az epifízissel való összefüggését is tanulmányozták például hermelinben (Rust és Meyer, 1969), aranyhörcsögben (Hoffmann, 1973), nyércben (Allain és Rougeot, 1980) és nyúlban (Boyd, 1985).

A tobozmirigy kutatás mára interdiszciplináris területté vált (Arendt, 1995), napjainkban az élettan szinte minden ágában - a molekuláris biológiától a pszichológiáig - foglalkoznak a fotoperiódus-hipotalamusz-tobozmirigy-melatonin szerepkörének

vizsgálatával. Ezen rendszer működésének elsődleges jellemzője a biológiai ritmusok, azaz az életfolyamatok szabályos (napi, éves) hullámzásának összhangba hozása, a biológiai óra funkció. Az endogén ritmusadás öröklött, fajra jellemző. A melatonin hormon termelésének ritmusa befolyásolja az időszakosság/szakaszosság terjedelmét, mintegy belső naptárnak tekinthető az életfunkciók évszakos és éves változásaihoz, illetve belső óra a napi életfolyamatokhoz. Az elsődleges exogén ritmusadón, a fotoperióduson, azaz a világos órák időtartamának évszaktól függő változásán kívül azonban ismertek másodlagos ritmusadók is, mint pl. a hőmérséklet, a táplálékbőség, a csapadék, az ár-apály és az élőlények egymásra gyakorolt hatása (embernél igen jelentősek a szociális kapcsolatok is), melyek befolyásolhatják a biológiai ritmust (Arendt, 1995). Távolról sem ismert az összes hatásmechanizmus.

## AZ IDŐMÉRÉS

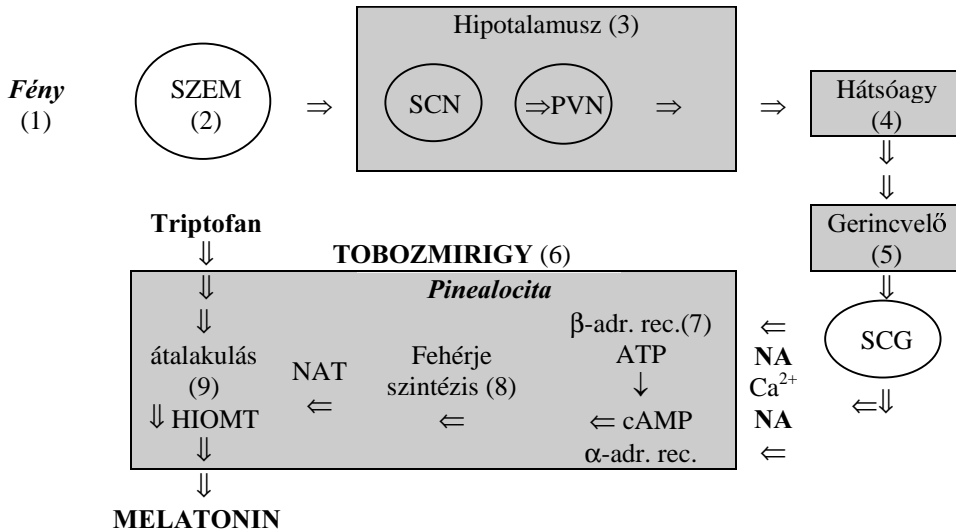
A *tobozmirigy (epiphysis cerebri)* a köztiagyban található páratlan szerv. Nagymértékű változatosság figyelhető meg méret, alak és elhelyezkedés tekintetében az egyes fajok között. Az ember tobozmirigye valóban hasonlít a fenyőtobozra, innen az elnevezése. Az emlősök tobozmirigye belső elválasztású mirigy, azonban a halaké és kételtűké a koponya bőréhez közel helyeződik és így közvetlen fényérzékelésre képes, a hullóké és madaraké pedig kevert funkcióval: fényérzékeléssel és belső elválasztással is rendelkezik. A tobozmirigy súlya pozitív korrelációban áll a testsúllyal, pl. patkányé 0,9-1,56 mg, felnőtt emberé 100-150 mg, de súlyát és működését nemcsak a faj, hanem az életkor, az élettani állapot is befolyásolja. A sarkvidéken élő fajoknak nagyobb a tobozmirigyük mivel a naphossz jelentősen különbözik évszakonként. A mikroszkópi szerkezete is változik napi-, éves ritmus szerint. A tobozmirigy fő sejtjes összetevője a *pinealocita*, melynek mérete jól tükrözi a melatonin szekréció szintjét. Ezen sejtek citoplazmája több szabad riboszómát, valamint kevesebb endoplazmás retikulumot tartalmaz sötét időszakban (Rouvet, 1982, cit. Sundqvist et al., 1989). Melatonin képződik még a retina szemcse-sejtrétegében, a belekben és a vérlemezkékben, ezek szerepe azonban elenyésző a tobozmirigyéhez képest (Arendt, 1995).

A *melatonin (N-acetil-5-methoxitriptamin, rövidítése: MEL)* szintézisének első lépcsőfoka a táplálékból származó triptofan, mely *5-hidroxitriptofan* → szerotonin (*5-hidroxitriptamin*) → *N-acetilszerotonin* átalakulásának útján, közvetítő enzimek (N-acetiltranszferáz, hidroxindol-o-metiltranszferáz) révén jön létre és jut a vérbe.

A tobozmirigy a szem ideghártyájának közvetítésével, a fény érzékelése révén kap idegi impulzusokat, majd ezt alakítja át belső jelekké, ennek megfelelően termeli a MEL hormont *cirkadiális* (megközelítően napi) és *cirkannuális* (megközelítően éves) ritmus szerint. A fényimpulzus azonban nem a központi látópályákon, hanem a retinohipotalamikus pályán keresztül hat. Ennek a ma valószínűleg tartott neuroendokrin útvonala: a fényperiódusból származó információ a szem retina sejtjeiből elektromos impulzusként továbbjut és stimulálja a *hipotalamusz* elülső részében található alvás-ébrenlét-, ill. hőmérséklet központot (SCN). A kimenő jel az oxitocint termelő magvakhoz (PVN), majd a hátsó nyaki idegdúcon át a tobozmirigyhez jut (*I. ábra*). Emlősökben a fő neurotranszmitter a noradrenalin (NA), de a tobozmirigy adrenerg receptor típusa fajtól függően eltérő. Az NA stimulálja a MEL szekréciót (ugyanakkor inhibitor pl. a baromfinál). A cAMP segíti az N-acetiltranszferáz (NAT) stabilizálását, meggátolja inaktiválását. A NAT szintje a MEL-hez hasonlóan éjszaka (sötétben) rendkívül gyorsan megemelkedik, ill. világosban lecsökken. A gyors működésváltás mechanizmusa még nem ismert pontosan (Arendt, 1995).

1. ábra

A melatonin-szintézist irányító mechanizmusok (Arendt, 1995 alapján)



SCN=alvás-ébrenlét, hőmérséklet központ (*suprachiasmatic nucleus*); PVN=oxitocin termelő magvak (*paraventricular nucleus*); SCG=hátsó nyaki idegdúc (*superior cervical ganglion*); NA=noradrenalin; NAT=N-acetiltranszferáz (*N-acetyltransferase*); HIOMT=hidroxi-indol-O-metiltranszferáz (*hydroxyindole-O-methyltransferase*)

Figure 1: Major control mechanisms in melatonin synthesis

Light(1), Eye(2), Hypothalamus(3), Hindbrain(4), Spinal cord(5), Pineal gland(6), Adrenergic ( $\alpha$  or  $\beta$ ) receptors(7), Protein synthesis(8), Transformation(9)

Az SCN az optikus köteg fölött található páros struktúra, az emlősökben *biológiai órának* tekinthető, mely összehangolja a járulékos ritmusadók rendszerét, melyben a MEL mintegy időmérőként szerepel (Arendt, 1995). Az SCN a külső környezet változásától nagymértékben függetlenül működő *pacemaker*. Néhány madárfajban és az alacsonyabbrendű gerincesekben a tobozmirigy rendelkezik biológiai óra funkcióval. Nappal, vagyis a világos órákban a vér és a tobozmirigy MEL koncentrációja alacsony, mert a fény elnyomja szintézisét. A juhban kevesebb, mint 1 lux fény is elegendő ehhez (Ravault és Thimonier, 1988; Arendt és Ravault, 1988). A sötétedés beállta után, a MEL mennyisége gyorsan megnő és egész éjszaka magas szinten marad (ezért a melatonin a "sötétség" hormonjának is nevezik).

A tobozmirigy pinealocitái nagyszámú  $\alpha$ - és  $\beta$ -receptort tartalmaznak, melyek működése noradrenalin hatására (paraszimpatikus beidegzés) fokozódik. Ezekon kívül még számos egyéb neuroreceptor és hormonreceptor is található bennük. A receptorok érzékenysége napközben gyors ütemben változik, pl. a  $\beta$ -receptorok 8-10-szer érzékenyebbek a világos időszak végén, mint sötétben. Már évtizedekkel ezelőtt összefüggést fedeztek fel a tobozmirigy szerotonin és MEL elválasztása, valamint a napszaki ritmus között. Szerotonin elválasztása a pinealocitából  $\alpha$ -adrenerg működés esetében lehetséges (Arendt, 1995). Ezen kívül a vérplazma prolaktin-, LH-, FSH- szintje és a

tobozmirigy MEL termelése között is szoros összefüggés mutatható ki (Quay, 1972; Martinet és Allain, 1985; Quay, 1986; Smith et al., 1987; Arendt, 1995). Természetes megvilágítás esetén nyár végén és ősszel egyre hosszabbá és erőteljesebbé válnak az éjszakai melatonin jelek, ezáltal a MEL mintegy *belső naptárnak* is tekinthető (Arendt, 1995). Szabályozza a mérsékelt és hideg égövi emlősállatok téli és nyári szőrtakarójának évenként megismétlődő kialakulását, a vedlést, a monoösztruzos fajok szaporodását. A MEL önmaga nem pro- vagy anti-gonadotrop hormon, hanem a szaporodási időszakot a megfelelő évszakkal hozza szinkronba (Morgan, 1991; Arendt, 1995), azaz ritmikus termelődésével, *neurotranszmitter* funkciót tölt be és a neuroendokrin mechanizmusok ritmikus jellegét befolyásolja. A biológiai ritmusok lehetnek naposak, holdhónap szerintiek, vagy évesek, valamint külsőleg meghatározottak, vagy belsőleg kiváltottak, de leggyakrabban a kettő kombinációja fordul elő. Az évszakos ritmusok a napszakos változások fáziseltolódásainak következtében jönnek létre. Konstans körülmények között (pl. azonos megvilágítás időtartam és fényintenzitás, azaz "időutasítás" hiánya esetében) is fennmarad a cirkadián, ill. cirkannuális ritmus, de már nincs kapcsolatban az elsődleges ritmusadóval. Ez az ún. *free running* jelenség, vagyis spontán ritmus kialakulása, melyet az endogén (belső, öröklött) ritmusadó okoz. Az embernél például a spontán napi ritmus 22 és 26 óra között változhat, általában 25 órára tolódik ki. Az exogén MEL átjutva a placentán, befolyásolja a magzat születés utáni ivari fejlődését, azonban a maternális MEL valószínűleg nem elégséges a magzat "programozására" (Arendt, 1995).

A tobozmirigyben a melatoninon kívül számos ismert és még nem ismert funkcióval rendelkező fehérje, ill. fehérje hormon található. Nem tisztázott az LHRH (luteinizáló hormont ürítető hormon), TRH (thyrotrop ürítető hormon), PIF (prolaktin ürítető faktor), PRH (prolaktin ürítető hormon), MSH (melanocita stimuláló hormon), ACTH (adenokortikotrop hormon), PRL (prolaktin), oxitocin hormonok jelenlétének oka a tobozmirigyben (Ruckebush, 1991; Stankov et al., 1991; Bonnefond et al., 1993; Arendt, 1995; Williams et al., 1995). A tobozmirigy, a vér melatonin szintjén keresztül feltételezhetően *feed back* hatást gyakorol az SCN és a retina szintjén (ahol kis mennyiségben MEL termelés folyik), valamint a hipofízis-nyélben, ugyanis ezeken a helyeken található MEL-receptorok (Morgan, 1991; Arendt, 1995; Lincoln, 1998). A visszacsatolás módja pontosan nem ismert. A növekvő MEL szint feltételezhetően nemcsak az SCN-re van negatív hatással, hanem a gonadotropin ürítető hormon (GnRH) receptorok csökkenésére is (*down-regulation*) (Morgan, 1991). A tipikus rövidnappalos időszakban szaporodó juh, illetve a hosszúnappalos nyérc esetében a tavasz végi-nyári PRL koncentráció a vérben 10-20-szorosa a télnek (Arendt, 1995). A PRL hormon szintje - a MEL szinttel éppen ellentétesen - az egyre hosszabbodó nappalokkal emelkedik (Pelletier, 1973; Ravault, 1976; Martinet et al., 1982; Martinet et al., 1983; Lincoln, 1998), ezért a "nyár" hormonjának is nevezik. A MEL-kezelés a szérum PRL szintjét csökkenti (Allain et al., 1981; Rose et al., 1985; Rose et al., 1987).

A MEL lebontását főként a máj végzi, felezési ideje kb. 1 óra (Berthelot et al., 1961), peptidhormonról lévén szó, nem halmozódik fel a kezelt állatok szervezetében (Korhonen et al., 1997). A lebontás a májon kívül a vesében is zajlik.

A MEL-termelés szintje nemcsak a pinealocita aktivitás alapján (Arendt, 1995), hanem *in vivo* módszerekkel vérből közvetlenül (pl. Lincoln és Ebling, 1985; Smith et al., 1987; Valtonen et al., 1992; 1995; Xiao et al., 1996), illetve vizeletből (Ruckebush, 1991; Valtonen et al., 1992) metabolitok (pl. 6-sulfatoxymelatonin) útján is mérhető.

A mai ismeretek szerint a tobozmirigy a felsoroltakon kívül még számos életműködés évszaki szabályozásában vesz részt, így a testsúly és kondíció változásában, a pajzsmirigy

működésében, a szaporodásban, a hőszabályozásban, az agancsváltásban (Boissin-Agasse et al., 1982; Martinet és Allain, 1985; Smith et al., 1985; Sundqvist et al., 1989; Martinet et al., 1992a; Martinet et al., 1992b; Arendt, 1995; Lincoln, 1998).

## A FOTOPERIÓDUS ÉS A MELATONIN HATÁSA A SZAPORODÁSRA

A szaporodási időszak meghosszabbítása, a prémváltás korábbi időpontra hozatala, vagy éppen késleltetése érdekében mesterséges "fényprogram" is alkalmazható. A *biostimulációs módszerek* közé tartozó fényprogram egyes fajok, ill. hasznosítási típusok esetében alkalmazható (pl. tojóttyúk, húsnyúl), míg a juhokban, valamint a hűvevőkben költséges megoldás lenne (Travis és Pilbeam, 1980; Smith et al., 1987). Ezért ehelyett szintetikus melatonin készítményeket (olajos injekciót, implantátumot, takarmánnyal adagolható készítményt) fejlesztettek ki. Ezek szervezetbe juttatása fajoként is eltérő módon és dózisban, egyszeri (lassan felszívódó készítmények), vagy többszöri alkalommal (pl. naponként) történhet.

### Laborállatok

Laboratóriumi körülmények között tartott *rágcsálókat* - elsősorban szibériai hörcsögöket - gyakran alkalmaznak modell állatként kísérletekben. Ezeknél a tobozmirigy kiiktatás (műtéti úton, a felső nyaki idegdúc átvágásával végezhető) meggátolja a rövidülő nappalok hatását, azaz az ivarszervek működésének hanyatlását és a vele járó endokrin változásokat. Ha azonban a hörcsögöket hosszú ideig tartják rövidnappalos (L<12.5 óra) körülmények között a herék spontán módon ismét fejlődésnek indulnak (Arendt, 1995). Természetes megvilágításban egyébként a herék újbóli fejlődését a tavaszi növekvő nappalhossz váltja ki (Herbert 1981, cit. Arendt, 1995). Gunduz és Stetson (1994) a hosszúnappalos (16L:8D) megvilágításban (L=világos (light) órák; D=sötét (dark) órák) született hímivarú hörcsögöket 15 napos korban két csoportra osztották. A kísérlet kezdetekor az egyik csoport maradt a hosszúnappalos, a másik a rövidnappalos (8L:16D) megvilágításban. Tobozmirigy kiiktatást, illetve MEL-kezelést (infúzió 50 ng/óra MEL) végeztek. Azt tapasztalták, hogy a herék fejlődése gátolt volt az implantált állatoknál, függetlenül attól, hogy az *epifízist* kiiktatták, vagy sem. A 15 napos korukig rövidnappalos megvilágításban (8L:16D) tartott hím hörcsögöket áthelyezték hosszúnappalos megvilágításba (16L:8D), majd az előzőhöz hasonlóan kezelték őket. Megfigyelésük szerint a MEL-kezelés, az epifízis kiiktatás és a hosszúnappalos körülmények együttesen lassítják a here fejlődését. Az eredményekből azt a következtetést vonták le, hogy az ivaréérés előtt végzett MEL-kezelés, a megvilágítás időtartalmától függetlenül, gátolta a hörcsögök herefejlődését. Más vizsgálatokban is hasonló eredményt kaptak délutáni órákban végzett MEL-kezelés esetén, vagyis a hím hörcsögök heréinek fejlettsége, illetve mérete kisebb volt mint a kezeletlen kontroll egyedekben (Creighton és Rudeen, 1989; Steger és Primel, 1990), ugyanakkor a testsúlyban nem mutatkozott lényeges különbség.

A megvilágítás hossza hatással van az ivaréérésre. Fialat szibériai hörcsögöket hosszú megvilágításban (14L:10D) elhelyezve a herék fejlődése felgyorsul. MEL-kezelés esetén viszont patkányok, hörcsögök ivaréérése késleltetett, csökken a petefészek súlya és romlik az ivarzók aránya (Ruckebush, 1991).

### Juhok és kecskék

A mérsékelt övön tenyésztett juhok reprodukciós aktivitása a fotoperiódus által szabályozott évszakos ingadozást mutat (Allain et al., 1994; Malpoux et al., 1994).

Természetes fényviszonyok között az ellések tél végén és tavasszal zajlanak. Szezonális jellegük összefügg mindkét nem ivari aktivitásának változásával. A hímekben a sperma mennyisége és minősége jelentős éven belüli ingadozást mutat (Ortavant *et al.*, 1985), például az Ile-de-France juhok napi spermatermelése ősszel négyszerese a tavaszinak (Dacheux *et al.*, 1981). A nőivarban a ciklikus ovulációs aktivitás teljes hiánya figyelhető meg tavasszal és nyáron (Karsch *et al.*, 1984). Az éjszakai MEL-szekréció hossza jól tükrözi az éjszaka hosszúságát és szabályozza a hipotalamusz LHRH szekrécióját. Juhban és kecskében a MEL hosszú ideig való jelenléte - a rövid nappalos időszak - serkenti az LHRH elválasztást, mely LH kiáramlást idéz elő a hipofízisben és ez okozza a nőivarban az ovuláció alternáló jelenlétét, ill. hiányát, hímivarban pedig az ingadozó spermatermelést (Malpaux *et al.*, 1994). Számos kísérletben bizonyították, hogy a juhok és kecskék szezonális szaporodásáért felelős legfőbb környezeti tényező a fotoperiódus. A reprodukciós aktivitás a megvilágítás időszakosságával, például 90 napos állandó hosszú (16L:8D), vagy rövidnappal (8L:16D) biztosításával befolyásolható. Rövidnappalos megvilágítás esetében az ovulációs aktivitás 40-50 nappal, a herefejlődés 30-40 nappal később jelentkezik (Karsch *et al.*, 1984; D'Occhio *et al.*, 1984). A hosszúnappalos megvilágítás viszont mindkét ivarban gátló hatással járt a szaporodásra. Természetes megvilágításban (2. ábra) a növekvő nappalhossz gátló hatású (-), azonban belső folyamatot (~) szinkronizál, melynek eredményeképp feltétlenül ivarilag aktív állapot jön létre a nyári napfordulót követően. A nappalhosszban bekövetkező váltás hatására az ivarzásmentes állapotot az ivari aktivitás időszaka követi. A csökkenő megvilágítás stimuláló (+/-) hatással van az ivarzásra (Malpaux *et al.*, 1989).

## 2. ábra

### A juhok szezonális szaporodásának szabályozását szemléltető modell (Malpaux *et al.*, 1989 alapján)

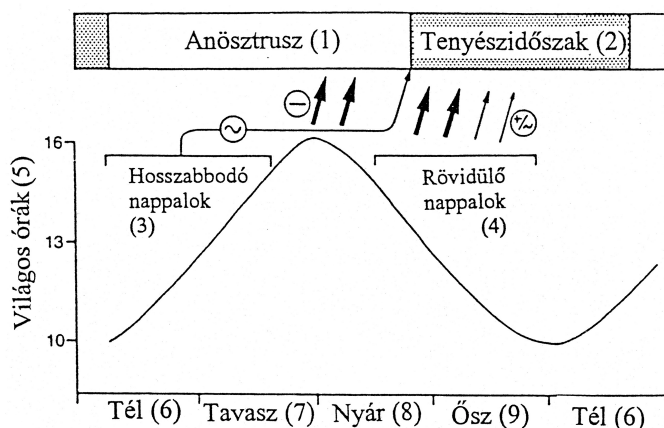


Figure 2: Model for the temporal regulation of breeding seasons in ewes

Anestrus(1), Breeding season(2), Lengthening photoperiod(3), Shortening photoperiod(4), Photoperiod(5), Winter(6), Spring(7), Summer(8), Autumn(9), Rhythm(~), Inhibiting(-), Synchronizing or stimulating effects(+/-)

A juhok szaporodása azonban nemcsak a megvilágítás szabályozásával, hanem MEL-adagolással is befolyásolható. Ellentétben a laborállatokkal és a lóval (Ruckebush, 1991) kezelés hatására az ivarérés felgyorsul. Ha juhoknak 60 napig, naponta MEL-t adagolunk az ivarzás előbbre hozható (Morgan, 1991). Fernandez és Villages (1992) kosokba implantált 30-30 mg MEL-t október végén (kezelt csoport). A másik csoport nem kapott kezelést (kontroll). Azt tapasztalták, hogy nem tért el jelentősen a kezelt és a kezeletlen egyedek ejakulátum mennyisége, a spermiumok minősége, a herék nagysága és a libidó sem. Egyedül nyár elején, a kezelt állatok ondósejtjeinek számában mutatkozott kismértékű növekedés, a kontrollhoz viszonyítva. Ebből azt a következtetést vonták le, hogy Uruguay földrajzi szélességében a MEL-kezelés nem befolyásolja a kosok termékenységet. Hanif és Williams (1988) a fény- és a MEL-kezelés hatását vizsgálta egyéves suffolk kosok reprodukciós tulajdonságaiban. Azt tapasztalták, hogy az először hosszúnappalos (18L:6D), majd rövidnappalos (9L:15D) megvilágításban tartott, valamint a kísérlet első időszakában hosszúnappalos, a második időszakában természetes megvilágításban elhelyezett és MEL-kezelt egyedek felülmúlták a kontroll juhok ejakulátum mennyiségét és az élő spermiumok számát. Ezen kívül ezeknél később kezdődött meg a herék visszaféjlődése, valamint nagyobb volt a motilitási érték is. A szerzők (Hanif és Williams, 1991) folytatták előző kísérletüket, amelyben a hereátmérőt, a szexuális viselkedést és az ondósejtek minőségi tulajdonságait vizsgálták. Eredményeik szerint a kezelt juhok a szaporodóképességük csúcsát lényegesen előbb érték el mint a kontroll egyedek. Megállapították, hogy a MEL-kezelést úgy lehet tekinteni, mint fénykezelést, amely alkalmas a kosok tenyészidőszakon kívüli előkészítésére. Harris et al. (1989) Romney juhokat kezelték melatoninnal. Vizsgálatuk szerint a kezelt kosok heréi szignifikánsan nagyobbak voltak a kísérlet időszakában, viszont kisebbek a következő szezonban.

A MEL-kezelés alkalmazása hátrányos lehet, például a tejtermelő háziállat fajtákban (Arendt, 1995).

### Üreginyúl és házinyúl

Juhokhoz és kecskékhöz hasonlóan (Malpaux et al., 1994) a nyulak termékenysége is szezonálisan eltérő, viszont a szarvasmarhában és a sertésben (Courot, 1980), valamint a csincsillában (Lanszki et al., 1998) az évszakos különbség kevésbé kifejezett.

A vadon élő üregi nyúl (*Oryctolagus cuniculus*) szaporodása jellemző szezonális mintázatot mutat (McNitt, 1992). A baknyulak tavasszal a legaktívabbak, a legtöbb fialás február és augusztus közé esik, a csúcs májusban van (Boyd, 1986), bár Boyd és Myhill (1987) Angliában egész évben talált aktív spermiogenezissel rendelkező egyedeket. A nyulakban tehát legkedvezőbb termékenység a nyári napforduló előtt, a hosszabbodó nappalok időszakában érhető el.

Házinyúlban (Battaglini és Costantini, 1983; Hu et al., 1983; Hsu et al., 1988; Battaglini et al., 1992) a hímivar termékenysége nyár végén, ősz elején a leggyengébb. Theau-Clement et al. (1995) 8L:16D, illetve 16L:8D fotoperiódusban tartott baknyulak termelését 13 hetes időtartamban összehasonlítva megállapították, hogy a rövidnappalos megvilágításban tartott nyulak aktívabbak voltak, és a kísérlet végén nagyobb térfogatú volt a heréjük. A kvantitatív (sperma volumen) és a kvalitatív sperma tulajdonságokban (motilitás, élő spermiumok száma) azonban alulmaradtak a 16 órás megvilágításban tartottakkal szemben. Vizsgálatok szerint a reprodukciós állapottal szoros összefüggésben álló here mérete és annak változása nemcsak a fényperiódussal (Boyd, 1985, 1986), hanem melatoninkezeléssel is befolyásolható (Boyd, 1985). A fényperiódus változására a hipotalamusz által adott GnRH válasz jellegzetes (Boyd, 1987; Lin és Ramirez, 1988), a



hormon szintje éjszaka magas és az évszaktól függ akkor is, ha 12L:12D fotoperiódust alkalmaznak (Lin és Ramirez, 1988).

Walter et al. (1968) vizsgálata szerint az egész évben 16 órás megvilágításban tartott nőivarú nyulakban csökkent a szaporodási problémák előfordulása. A fényperiódus drasztikus megváltoztatására irányuló biostimulációs módszerrel Theau-Clement et al. (1990) lényegesen javították a fedeztetetőségen. A termékenyítés előtti 8 napig 8 órás megvilágítást alkalmaztak, majd hirtelen emelték a világos időszakot 16 óra/nap-ra. Theau-Clement et al. (1990), Maertens és Luzi (1995), valamint Mirabito et al. (1994) vizsgálatához hasonlóan a termékenységekben nem kaptak lényeges különbséget. Feltételezhetően a világítási program negatív hatással lehet az anyák tejtermelő képességére és/vagy a fiókák táplálkozási szokásaira.

Uzcategni és Johnston (1992) vizsgálatai szerint a rex nyulaknak legalább 14 órás megvilágításra van szükségük ahhoz, hogy a szaporodásuk fennmaradjon. Emellett a világítás periodikus megszakítása is jól alkalmazható (Uzcategni és Johnston, 1992; Arveux és Troislouches, 1994).

Angóra baknyulakban 12 hetes folyamatos igénybevétel mellett, a legkedvezőtlenebb reprodukciós időszakban, a nyári napforduló után végzett MEL-kezelés esetén nem csökkent az ugrókészség, valamint a sperma volumene és koncentrációja sem, viszont javult a spermiumok motilitása a kontroll nyulakhoz viszonyítva (Lanszki et al., 1996).

### Húsevő prémesállatok

A legtöbb húsevő prémesállat, valamint vadon élő ragadozó tipikus szezonálisan szaporodó faj. Ezeknél a herék mérete és az ivarsejt képződés határozott éves periodicitást mutat. A hímivari működés csúcsa (maximális heresúly és térfogat) a téli napforduló utáni időszakra tehető (Lloyd és Englund, 1973), amikor is a nappalok fokozatosan elkezdnek hosszabbodni. Ivarilag aktív február végén-márciusban a kanadai nyérc (továbbiakban: nyérc) (*Mustela vison*), március-májusban a sarki róka (*Alopex lagopus*), január-márciusban az ezüstróka (*Vulpes vulpes*), február-márciusban a nyestkutya (*Nyctereutes procionoides*), februártól augusztus végéig a közönséges görény (*Mustela putorius*) és a mezei görény (*Mustela eversmanni*). Az év többi részében ezek a fajok nem szaporodóképesek (Duby és Travis, 1972; Boissin-Agasse et al., 1982; Mead et al., 1990), szaporodásuk szabályozását tekintve ezek ún. rövidnappalos fajok. A nyérc esetében a tavaszi szőrzetváltás akkor kezdődik, amikor a herék visszafejlődnek, valamint a vér PRL szintje megemelkedik (Valtonen, 1987; Valtonen et al., 1987; Martinet et al., 1992b; Allain et al., 1994). A herék fejlődése csak az őszi szőrzetváltás befejezésével, novemberben kezdődik. (Allain et al., 1981, Martinet et al., 1983, Martinet et al., 1984). A kanadai nyérc, valamint a vadon élő nyest és nyuszt vemhességének időtartama, ill. a zigóták beágyazódásának időpontja is fotoperiódus függő.

A MEL-kezelésnek a rókák mesterséges termékenyítésében van jelentősége, ugyanis a rövid tenyészidőszak meghosszabbítható. A MEL-kezelt róka hímekek spermatogenezise akár egész nyáron megmaradhat (Smith et al., 1987), korábbi időpontra hozható (Connor, 1988; Forsberg és Madey, 1990; Forsberg et al., 1990), vagy egy hónappal későbbre tolnak (Parkanyi et al., 1993). A rókák szaporodása fényprogrammal is befolyásolható, rövidnappal (5L:12D) alkalmazásával 1 hónappal korábbra hozható a szukák ivarzása (Christiansen, 1988), azonban fényprogram által elért korai fedeztetésnél egyesek kölyöknevelési problémákat figyeltek meg (Kravtsov, 1988).

Nyérceben a fedezettési időszak előtt alkalmazott hosszabb megvilágítás rövidebb vemhességi időszakot eredményez (embrionális diapauza időtartama rövidül), ami kedvezőbb szaporulati eredménnyel jár (Aarstrand, 1990). A nyári MEL-kezelés hatására a nyérckanok heréiben már decemberben érett spermiumok fordulnak elő (Allain et al., 1984; Valtonen et al., 1987), a nőstényekben viszont késlelteti a tüszőérést és az ivarzást (Valtonen et al., 1987). Ivarilag nem aktív nyércek májusi MEL-kezelésével Rapoport et al. (1991) október közepére mindkét ivarban érett ivarsejtek jelenlétét, párzást és több esetben fialást értek el.

A hosszú életű fajok pl. a görények tobozmirigyének kiiktatásakor (hátsó nyaki idegdúc átvágásával) a szaporodásuk normális éves ciklikussága megszűnik, aszinkronná válik (Lincoln 1979, cit. Arendt, 1995), a hímek here térfogata és a vér tesztoszteron szintje egész évben hasonló marad (Boissin-Agasse et al., 1988).

## A SZŐRNÖVEKEDÉS ÉS -FEJLŐDÉS BIOLÓGIÁJA

A szőrszálak kémiai összetétele (Hynd, 1999) és a szőrzet szerkezete az év során periodikusan változik, ezért képesek alkalmazkodni az emlősök a szőrtakarójuk révén az évszakos változásokhoz (Valtonen et al., 1987; Valtonen, 1987; Allain et al., 1994). A szőrzet jellemzően két fő szőrtípusból áll, egyrészt a hosszabb és durvább fedőszőrzetből, mely mechanikai védelmet biztosít, valamint támasztja a pehelyszőrzetet, másrészt a finomabb pehely-, vagy más néven aljszőrzetből, mely hőszigetelő szerepet tölt be (Nes et al., 1984; Joergensen, 1985; Blomstedt, 1989). A fedőszőrök az elsődleges (primer) szőrtüszőkből fejlődnek, a pehelyszőrök pedig a másodlagos (szekunder) tüszőkből (Hardy és Lyne, 1956). A fedőszőrök a pehelyszőrök előtt fejlődnek (Blomstedt, 1989). A másodlagos tüszőknek további két típusa van, ezek száma az évszakokhoz igazodva változik (Rougeot et al., 1984). Az egyes emlős fajok között eltérések tapasztalhatók a szőrnövekedésben. Gyakorlati szempontból a legérdekesebb példák a szőr-, gyapjú- és prémtermelésre szelektált fajokban, illetve fajtákban találhatók.

A szőrszálak növekedésének és érésének különböző szakaszai vannak. Aktív (anagén) fázisban növekednek a szőrszálak, ennek időtartama közel állandó (Allain et al., 1994; Blomstedt, 1989), a nyugalmi fázis hosszát pedig a külső környezeti tényezők befolyásolják (Valtonen, 1987). A szőrtüsző mélysége az érés során fokozatosan csökken, a növekedési fázis során a bőrfelszín közelébe emelkedik (Fukanaga et al., 1991). A növekedés végén (katagén, vagy regressziós fázis) a szőrszálak tápanyag és pigment ellátása megszűnik, a prém érett állapotba kerül, ekkor téphető pl. az angóryanulak gyapja (Rougeot és Thébaud, 1983). A nyugalmi (telogén) fázis végén, az újabb anagén fázis elején kezdődik a szőrzet váltása, a vedlés. Ennek során az előregedett szőrszál leválik a szőrszemölcsről, az új szőrszál kilöki a régít (Valtonen, 1987).

Az évszakos szőrfejlődés endokrin szabályozása összetett. A különböző környezeti tényezőkre (pl. nappalhossz, hőmérséklet) adott válasz a szőrtüszők működésében számos - gyakran szinergizmussal is együtt járó - hormon hatására jön létre.

Az emlősök életritmusának egyik legjelentősebb folyamatát, a szőrtüsző működését és az azt befolyásoló tényezőket szemlélteti a 3. ábra. A prém aktív növekedési fázisában szükség van a tiroxin hormon fokozott elválasztására (Valtonen, 1987). Ivarzás alatt nem zajlik prémváltás, a nemi hormonok gátló hatást fejtenek ki a szőr növekedésére. A prolaktin szekréciója határozott ingadozást mutat (Pelletier, 1973; Ravault, 1976; Martinet

et al., 1982, 1983), melyet nemcsak a fényperiódus, hanem a hőmérséklet is befolyásol. A glükokortikoidok szintje megemelkedik a vérben a prémváltás kezdetén, de a szőrnövekedési fázis során ismét csökken. A melanocita stimuláló hormon (MSH) koncentrációja nő a vérben a prémváltás alatt (Valtonen, 1987). Nem ismert pontosan a MEL hatásmechanismusa a szőrtüszők szabályozásában (ezt jelzi a 3. ábrán a szaggatott vonal) Allain és Rougeot (1980), Valtonen (1987), Gebbie et al. (1994), Lincoln (1998). A "kettős hatásútvonal" elmélet szerint (Lincoln, 1998) a MEL jelek a szőrtüszők működtetésének útvonalán a hipofízis PRL szekréciójára hatnak, míg a másik útvonalon a gonádokra, a hipotalamusz (GnRH elválasztás) - hipofízis (FSH elválasztás) rendszeren keresztül.

### 3. ábra

#### A szőrzetváltás ciklusát befolyásoló tényezők (Gebbie et al., 1994 alapján)

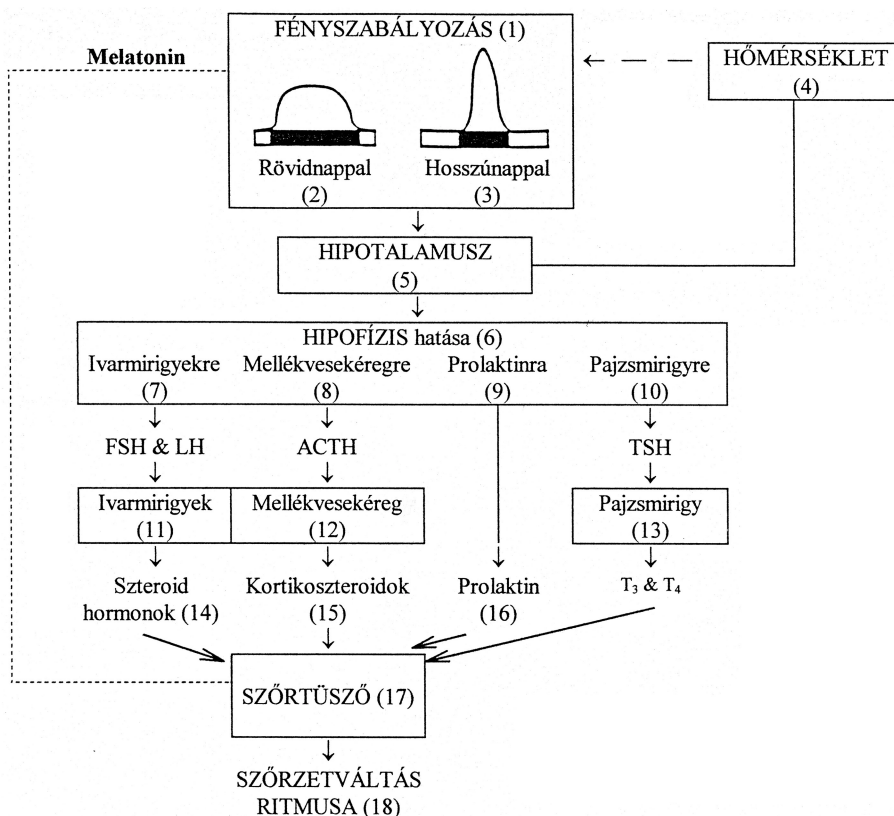


Figure 3: Factors implicated in the control of coat moult cycles

Photoperiodic regulation(1), Short days(2), Long days(3), Temperature(4), Hypothalamus(5), Pituitary gland(6), Gonadotrophs(7), Corticotrophs(8), Lactotrophs(9), Thyrotrophs(10), Gonads(11), Adrenal gland(12), Thyroid gland(13), Steroid hormones(14), Corticosteroids(15), Prolactin(16), Hair follicle(17), Coat moult cycles(18)

### Gyapjú és szőrtermelő fajok ill. fajták

Angórányúlban a különböző típusú gyapjúsálak növekedése 12-20 hétig tart (Allain et al., 1994). A gyapjú növekedése folyamatos, de nem egyenletes, a növekedési ütem a szálhossz növekedésével fokozatosan lassul (Rochambeau, 1988; Rochambeau és Thébault, 1990). Külső behatás (gyapjúeltávolítás) nélkül tavaszi és őszi szőrzetváltás (szabályos vedlés) lenne megfigyelhető. Termelő angórányúl állományokban azonban a gyapjúeltávolítást meghatározott időközönként, a francia típusnál 100-110 naponkénti tépéssel, a német típusnál 80-85 naponkénti nyírással végzik. Ennek ellenére mindkét eltávolítási mód alkalmazásakor az angórányulak gyapjútermelésében évszakos ingadozás tapasztalható. A gyapjútermelés ugyanis a fotoperiódussal függ össze (Allain et al., 1994). Számos tényező, pl. az évszak (a hőmérséklet és a nappalok hosszának változása), az ivar, a testsúly (testfelület), a gyapjúeltávolítás módja (nyírás/tépés/fésülés) (Thébault, 1994) és gyakorisága, az életkor (nyírás/tépés sorszáma), a típus (német, francia stb) befolyásolja (Rochambeau és Thébault, 1990). A nyári gyapjútermelés a legkevesebb (Rougeot és Thébault, 1983; Scholout, 1987; Allain és Thébault, 1988; Rougeot és Thébault, 1989; Rochambeau és Thébault, 1990; Thébault és Vrillon, 1994). Az évszakok közötti eltérés akár 50% is lehet, a legtöbb gyapjút télen és ősszel termelik az angórányulak. Vannak ún. „nyugalmi stádiumban” levő szőrtüszők is. Az ilyen inaktív szőrtüszők aránya tavasszal 12%, nyáron 28% (Rougeot és Thébault, 1983; Rochambeau és Thébault, 1990). Angórányulak tavaszi MEL-kezelésével megelőzhető a gyapjútermelés nyári csökkenése. Hasonló gyapjúhossz és szőrtüsző-csoportonkénti szőrszál szám érhető el, mint kezelés nélkül, ősszel (Rougeot et al., 1986; Allain és Thébault, 1988). Francia típusú, tépett angórányulakon 10-15%-kal nőtt (Allain és Thébault, 1988) a termelt gyapjú mennyisége a kontrollhoz viszonyítva. Megközelítően azonos gyapjútermelésbeli különbség és nagyobb mértékű szőrfejlődési ciklusra gyakorolt hatás figyelhető meg más vizsgálatban, tavaszi MEL-kezelés esetén. Nyári, és különösen az őszi kezelés eredménye lényegesen kisebb volt (Lanszki et al., 1997, 2000c, 2000d).

Kecskében és juhban a szőrnövekedési mintázat széles skálán mozog. A kettős elemiszál összetételű (kevertgyapjas: fedőszőr + pehelyszőr) Soay juh és kasmír kecske szőrzetváltása tavasszal kifejezetten jól látható, ősszel kevésbé. Ugyanakkor az egyszeres elemiszál összetételű (csak pehelyszál) merinó juh és angóra kecske szőrnövekedése folyamatos. A kettős elemiszál összetételű fajtáknál tavasszal az elsődleges tüszőkből távozó szőrszálak helyett újak fejlődnek, így ezek fedik az állat testét, de a szekunder tüszőkből távozó gyapjúsálakat csak 1-3 hónappal később váltja fel újabb (Allain et al., 1994). Pehelyszál termelésre évszakos mintázat jellemző. Soay juhban (Ryder, 1978), ill. kasmír kecskében (McDonald et al., 1987) a termelés a nyári napforduló körül kezdődik és a téli napforduló körül szűnik meg. Jellegzetes járulékos ciklus figyelhető meg a kasmír kecskében tavasszal (Nixon et al., 1991). A növekedési ciklus végén a pehelyszál hossza hasonló, vagy még hosszabb is, mint a fedőszőröké. Kettős elemiszál összetétel jellemző az angórányúlra, a kasmír kecskére és a legtöbb prémesállatra (Allain et al., 1994). Ezen fajoknak, illetve fajtáknak a szőrnövekedését is a fotoperiódus szabályozza (Rougeot, 1961; Rougeou et al., 1984; Teh et al., 1992).

A csak pehelyszálat termelő fajtákban (pl. angóra kecske, modern merinó juh fajták) a szőrszálak növekedése folyamatos (Allain et al., 1994), ennek ellenére a legtöbb fajta évszakos szőrnövekedési ciklust mutat, maximális növekedés nyáron, minimális télen figyelhető meg. Ez az ingadozás az említett merinó fajtákban lényegesen mérsékeltebb, mint az angóra kecskében és más juhajtákban (Margolena, 1974; Ryder, 1978).

Dicks (1994) angóra kecskéket kezelte 18 mg melatoninnal decemberben, februárban és áprilisban. Azt tapasztalta, hogy a kezelés hatására korábban megkezdődött a tavaszi szőrzetváltás, több szőrtüsző vált aktívvá. Más vizsgálatban (Dicks et al., 1995) a kifejlett egyedeken szignifikáns volt a MEL-kezelés hatása a szőrtüszők működésére, de a növendékeken ez statisztikailag nem volt igazolható. Hasonlóképpen juhokban és angóra kecskében mások sem mutattak ki melatonin-választ téli kezelésnél (Kennaway és Gilmore, 1985; Harris et al., 1989). A hosszúnappalos időszakban (nyáron) MEL-kezelte kasmír kecskében (Betteridge et al., 1987; Lynch és Russel, 1989) és juhokban (Lincoln és Ebling, 1985) őszi szőrzetváltást indukáltak. Amikor télen végeztek MEL-kezelést, a nyérccel ellentétben (Allain et al., 1981) a kasmír kecskében nem késelt a tavaszi szőrzetváltás (Mitchell et al., 1991). Harris et al. (1989) tiszta gyapjúhozamra szelektált Romney juhokat kezeltek melatoninnal. Eredményük szerint a kezelt egyedek gyapjútermelése nem múlta felül a kezeletlen állatokét.

### Prémésállatok

A nyérc esetében két szőrzetváltás (tavaszi és őszi) figyelhető meg. Mindkét szőrzetváltás jellegzetes mintázat szerint zajlik. A tavaszi váltás a pofarészen kezdődik április első felében és a fark irányában halad, nyárra kialakul a teljes nyári szőrzet. Az őszi szőrzetváltás augusztus végén a farkon kezdődik és a fej irányába halad előre (Maurel et al., 1986). A nyári szőrzet kevesebb (12-14) szőrszálat tartalmaz szőrtüsző-csoportonként, mint a téli szőrzet (17-20) (Rougeot et al., 1984). A sarki róka téli szőrzete a medence tájékán érik be legkésőbb (Herman, 1986), szőrfejlődése gyorsabb, mint a nyércé, az ezüstrókéé, vagy a nyestkutyaé. Az ezüstróka téli szőrzete augusztus végén kezd kialakulni és decemberre a fejen is eléri teljes érettségét. Az ezüstrókára és a nyestkutyára kétfázisos szőrzetnövekedés jellemző. Ez azt jelenti, hogy az ezüstróka a téli pehelyszőrzetét márciusban kezdi levedleni és június-júliusra csak a fedőszőrzete marad meg. Nyár végén kezdődik a fedőszőrzet váltása, majd a pehelyszőrzet növekedése. A nyestkutyánál a tavaszi szőrváltás során kihullik a régi és helyette új fedőszőrzet nő, viszont a téli pehelyszőrzet megmarad. A tavaszi és az őszi szőrzetváltás a növekvő, illetve a csökkenő nappalhossz szabályozása alatt áll (Bissonnette és Wilson, 1939; Duby és Travis, 1972; Martinet et al., 1984). Tehát nem a hőmérséklet csökkenése a szőrzetváltást kiváltó elsődleges tényező, hanem a nappalok hosszának változása, azonban a kettő kapcsolatban van egymással (Xiao, 1996). Hideg körülmények között a téli szőrzet gyorsabb kialakulását (Rotschild, 1942), vagy késleltetett tavaszi váltását (Rust, 1962) tapasztaltak hermelin esetében. A hideg hatására a macskák és egyes rágcsálók szőrzete is sűrűbb (Harri, 1987). A meleg őszi késlelteti a rókák téli prémjének kialakulását, viszont serkenti a nyérceket (Harri, 1987). Az adaptáció szempontjából azonban a hideg nem stimulálja a szőrnövekedést (bőr erek összehúzódása). Közvetve viszont az anyagcsere stimulálása révén (nő a takarmányfelvétel és a tiroxinválasztás) serkenti a szőrnövekedést és az addig inaktív tüszőket működővé teszi (Harri, 1987).

A növényevő prémésállatok közé tartozó csincsillára (*Chinchilla laniger*) folyamatos szőrzetnövekedés jellemző. A kifejlettkori szőrzet váltása 4-5 hónapos kor körül indul meg és a prém 8-12 hónapos korra válik éretté (Nes et al., 1988). A csincsilla prémérettségének megállapítása szőrzetbe fújással és a bőr színének, illetve a növekedésben levő szőrszálaknak az elbírálásával történik (Lyne, 1965). A prémérés a fejtől a fark, illetve a hastól a hát irányában halad, ennek megfelelően legkésőbb a farktő körüli szőrzet (a medence tájéka) válik éretté. Ha a bőr kékes színű, akkor a prém éretlen, ha fehér, akkor érett. A bőrszínen kívül azonban a szőrszálak növekedési

fázisa is bírálандó. Az *aguti* mintázatából adódóan a szőrszálak csúcsa alatt 2-4 mm-es fehér zóna, az ún. szalag található, mely a növekedésben levő szőrszálakra is jellemző. A szőrzetváltás akkor zajlik le, ha a szőrszálak növekedése befejeződik, de csak akkor válik éretté, ha a bőrben levő pigment átkerül a szőrszálakba. Ekkor a bőr fehér színű lesz (Lyne, 1965). Amikor a faroktőnél érett a prém, a fejen elkezdődik az új szőrzet növekedése. A szőrzetváltást leginkább befolyásoló tényező az életkor.

A MEL-kezelésnek nagy jelentősége van a *prémesállatok szőrzetváltásának* befolyásolásában. MEL-kezeléssel meg lehet akadályozni a hermelin (*Mustela erminea*) és a sarki róka téli szőrzetének nyárirra váltását (Rust és Meyer, 1969; Smith et al., 1987). A szezonális szőrzetváltó fajok közül a bőr hisztológiai vizsgálatát is alkalmazva kanadai nyércen (Allain és Rougeot, 1980; Valtonen et al., 1987; Blomstedt, 1990), ezüstrókéán (Forsberg et al., 1990), sarki rókán (Smith et al., 1987; Mäntysalo és Blomstedt, 1990; Jarosz és Szeleszczuk, 1995), prémgörényen (*Mustela putorius*) (Pearson és Ashby, 1989; Blomstedt, 1995) és nyestkutyán (Xiao, 1996; Xiao et al., 1996) vizsgálták a tobozmirigy szerepét a szőrtüszők működésével és a szőrzetváltással kapcsolatban. A melatonin nem siettet meg a szőrnövekedést, hanem az addig inaktív szőrtüszők működését indítja meg (Rose et al., 1987; Valtonen et al., 1987; Fukanaga et al., 1992a).

Kifejlett nyércek nyári MEL kezelésekor (5-52 mg MEL/egyed) Allain és Rougeot (1980), Valtonen et al. (1987), Valtonen et al. (1990), Fukanaga et al. (1991), Rose et al. (1984) vizsgálatához hasonlóan azt tapasztalták, hogy október közepére a téli fedőszőrzetük teljes mértékben kifejlődött, tehát a kezelt egyedek 5-6 héttel korábban prémezhetők mint a kezeletlen csoport. A kísérleti állatok étvágya a kezelést követően rövidesen megnőtt, amely szignifikánsan nagyobb augusztus végi testtömeget eredményezett. A prémtulajdonságokban, így a hosszúságban, a tömegben, a fedettségben, a minőségben és az általános összenyomásban nem volt szignifikáns különbség a kezelt és a kezeletlen csoportok között. Más vizsgálat szerint (Allain, 1988) a MEL-kezelés nagyobb méretű prémet eredményezett, a minőség romlása nélkül. Érdekességként megemlíthető, hogy japán kutatók (Fukanaga et al., 1992b) július elején végzett MEL-kezeléssel két szőrzetváltást figyeltek meg nyércen július és december között.

Nyári MEL-kezeléssel prémgörények prémérése 6 héttel (Pearson et al., 1989), kifejlett sarki rókáké 4 héttel (Valtonen et al., 1987), növedékeké 1-2 héttel (Valtonen et al., 1987), kifejlett ezüstrókáké 3-6 héttel (Valtonen et al., 1987; Connor, 1988), róka fajhibrideké pl. *blue frost, golden island* (Nes et al., 1984), 2-3 héttel előbbre hozható (Valtonen et al., 1987). A melatonin-kezelt róka fajhibridek prémjének tömörsége nem érte el a kontrollét és az említett fajokban nem tapasztaltak prémminőség romlást a MEL-kezelés eredményeként (Valtonen et al., 1987). Blomstedt et al. (1988) a nyérc, a prémgörény és a kifejlett sarki róka MEL-kezelésére legalkalmasabb időpontot július közepére, a kifejlett nyestkutyáét június végére, a fiatal nyestkutyáét július közepére, fiatal sarki rókáét 7-10 hetes életkorban javasolják.

Kravtsov és Kuznetsov (1990) nyérceket különböző módon megvilágított ketrecekben helyeztek el. Azt tapasztalták, hogy az őszi prémváltás idején hosszú megvilágítást kapott (18L:6D) csoport prémje a kontroll november végi préméréséhez képest később, decemberben következett be. A prémérés időszakában (október 2. felétől) hosszú megvilágításba helyezett egyedek prémérésére a megvilágítás nem volt hatással. A fénykiegészítés mellett MEL-kezelést is kapott nyércekben (a két hatás egymással ellentétes) viszont Valtonen et al. (1987 és 1990) vizsgálatához hasonlóan a kontrollban 5 héttel korábban, október közepére érett be a téli prém. Ez azt mutatja, hogy az exogén melatonin hatása erősebb, mint a fotoperiódusból érkező információ. Amennyiben

alacsony fényintenzitás mellett (<10 lux) helyeztek el nyérceket, 4-13 nappal korábban ért be a prém (*Ilinskii és Taljanova*, 1988). A kezelt csoportban jobb volt a prémminőség, mint a kontoroll (40 lux fényerősségben tartott) nyérceken. Hasonló eredményt értek el a minőség szempontjából más szerzők is (*Pastirnak és Gruia*, 1985).

*Blomstedt* (1990) ezüstrókák egyik csoportját nem teljesen zárt, de nagymértékben elsötétített (<40 lux fényerősség), a másikat pedig hagyományos, természetesen megvilágított, oldalt nyitott pavilonban, helyezte el. A kétféle elhelyezési módban MEL-kezelt és kontroll csoportot is kialakított. A MEL-kezelés hatására a korlátozott megvilágításban tartott rókák prémérése csak 6 nappal volt gyorsabb, míg a hagyományos fészterben elhelyezettekénél a különbség 24 nap volt, a prémminőség nem romlott a kontrollhoz viszonyítva. Más vizsgálatban is hasonló megállapításra jutottak (*Blomstedt et al.*, 1989).

Növényevő prémesállatok prémérésének befolyásolásával kapcsolatban viszonylag kevés kísérleti adat áll rendelkezésre. Természetes fotoperiódusban tartott négy hónapos MEL-kezelt *csincsillák* prémje az alkalmazott hormon dózistól függően 31 (18 mg/egyed), illetve 18 nappal (9 mg/egyed) korábban ért be, mint a kontrollé (278 nap), miközben a prémhossz és a szőrtüszőcsoportonkénti szőrszálak száma a kontrollhoz hasonló volt (*Lanszki et al.*, 2000a; 2000b). A *rex és normál szőrű nyulak* prémérése 9 hetes korban 16 órától 8 órára csökkentett napi megvilágítással meggyorsítható és 14-16 hetes életkorban az egész állomány egyöntetűen érett szőrzetben prémezhető (*Vrillon et al.*, 1988).

## EGYÉB FOTOPERIÓDUS FÜGGŐ CIRKANNUÁLIS ÉS HUMÁN VONATKOZÁSÚ JELENSÉGEK

### Téli álmom

Az élőlények cirkannuális endogén ritmusa a faj fennmaradásának feltétele, mely a törvényszerűen váltakozó évszakokhoz igazodik. A téli nyugalmi állapottal rendelkező fajok viselkedésében is a velük született belső napi és éves endogén ritmusán kívül a külvilág elsődleges ritmusadója a fény (a fotoperiódus) és csak másodsorban a hőmérséklet (*Széky*, 1983; *Mletzko és Mletzko*, 1982; *Raths*, 1974). Ez annak ellenére is igaz, hogy a hibernációt a hideg váltja ki, ami viszont összefügg a nappalok rövidülésével. Az emlősök tartósabb nyugalmi állapotformái közé tartozik a *denevérek torpiditása* és a néhány emlősnél évről évre észlelhető igazi *téli álmom*. Mindkettő közös jellemzője, hogy az egyébként homoioterm (állandó testhőmérsékletű) állatok a diapauza (fényperiódus által kiváltott nyugalmi időszak) alatt heteroterm (változó testhőmérsékletű) szervezetekként élnek. Nem alszik valódi téli álmat a medve, a borz, a mosómedve, a nyestkutya, mivel ezeknél a nyugalmi állapotot kiváltó elsődleges tényező a táplálékhiány. Hómentes télen - amikor könnyebb a táplálékszerzés - ezeknél a fajoknál a nyugalmi állapot el is maradhat. A valódi téli álmom hossza nem állandó, a mormota 5-6 hónapig, az ürge 3-4 hónapig, a pele 2-3 hónapig alszik. Mérsékelt égövön a téli álmom október-novemberben kezdődik és március-áprilisban ér véget. A felébredés a kisebb testű peléknél kb. 1 óra, a hörcsögnél 3-4 órát vesz igénybe. Téli alvás közben a szervekben jelentős változások mennek végbe. Például csökken az anyagcsere intenzitása, ezáltal a zsírdépolikat lassan képesek mobilizálni. Jelentősen csökken a testhőmérséklet és a szívverés szám. Például a mogyorós pele éber állapotban percenként 240-szer lélegzik, téli álomban viszont csak 10-szer, miközben testhőmérséklete 5°C. A sün szívdobogásának percenkénti száma éber állapotban 170,

míg téli álomban mindössze 2, testhőmérséklete 4°C (Mletzko et al., 1982). A téli alvás során a testhőmérsékletet aktív szabályozási folyamat tartja fenn (SCN), az állat többször is megszakítja, ún. *ébredési szakaszokat* iktat be, amely során megszabadul a szervezetében felhalmozódott salakanyagoktól és fogyaszt a táplálékraktárában felhalmozott készletből.

A téli álom megkezdésekor az ivari funkciók szempontjából az állat (pl. pelék, ürgék, hörcsögök) szervezete nyugalomban van. Azonban már decemberben, vagy legkésőbb januárban - amikor a téli álom egyébként a legmélyebb - az ébredési szakaszok hosszabbá válnak megindul az ivari aktivitás, a hipofízis gonadotrop hormon termelése. Ennek következtében ivarsejtek termelődnek. A téli álomból való felébredéskor az állatok ivarilag aktívak. Nyár végén, ősz elején - a rövidülő nappalok hatására - ezzel ellentétes folyamat játszódik le, az ivarmirigyek fokozatosan visszafejlődnek, a nemi ösztön csökken, az utódgondozási ösztön is mérséklődik. Ebben az időszakban az állat felkészül a telelésre, megfelelő telelőhelyet keres, táplálék-készletet halmoz fel (pl. a hörcsög 10-15 kg gabonát), növekszik a táplálékfelvétel (akár a testsúly 40-50%-át is kitevő fehér és barna zsírszövetet épít szervezetébe). Fajtól függően azonban vannak eltérések, pl. a denevérek nem halmoznak fel téli készletet, illetve egyes fajaik a téli ébredési szakaszban párosodnak is stb.

A téli álom időszakában a legtöbb belső elválasztású mirigy, ill. hormontermelési funkcióval is rendelkező szerv aktivitása csökken, pl. hipofízis elülső lebenye, pajzsmirigy, here, mellékvesekéreg, mellékvese-velőállomány, hasnyálmirigy, magas viszont a tobozmirigy MEL- termelése (Raths, 1974).

Konstans körülmények között tartott (22°C; 12L:12D) ad libitum táplált, illetve vízzel ellátott ürge endogén éves ciklusa a testsúlyváltozás, a táplálékfelvétel és a hibernációs időszak szempontjából is az évszakos (fotoperiódus által meghatározott) ritmus szerint alakul (Pengelley és Asmundson, 1974, cit. Arendt, 1995).

### **Embrionális diapauza**

A nyugalmi állapotok egyik különleges formája az embrionális diapauza. Ez olyan ökológiai alkalmazkodást tükröző nyugalmi állapot, melynek révén egyes emlősök - különösen az évente egyszer szaporodó fajok, pl. kanadai nyérc, borz, nyest, nyuszt, fókák, őz - az utódaikat abban az időszakban hozzák világra, amikor az élőhelyükön a legkedvezőbbek a környezeti feltételek. A vemhesség hossza ezekben a fajokban fotoperiódusfüggő. Az időtartama lehet igen hosszú (8-10 hónap) is, pl. az őz, a nyest, a nyuszt, a borz nyáron párosodik és csak tavasszal ellik, illetve kölykezik. A kanadai nyérc esetében pedig a szaporodási időszak már február második felében megkezdődik és március végéig tart, de a kölykezések csak rövid időszakon belül, április végén, május elején zajlanak, a vemhesség időtartama 42 és 70 nap között változhat. A párzást és megtermékenyülést követően a zigóták barázdálódása blasztula stádiumban befejeződik és nem ágyazódnak be az uterus falába. Az első párzást és megtermékenyülést követően újabb petesejtek érnek és 8 nappal később, ismételt párzás hatására ovulálnak, majd megtermékenyülnek. A zigóták lejutnak a méhszarvakba, ahol az előző termékenyülésből származó zigótákkal együtt történik meg az implantálódás. Ezt az időszakot, amikor a zigóta megáll a fejlődésben, *embrionális diapauzának* nevezzük. A beágyazódás csak a fotoperiódusból érkező jel hatására következik be (*késleltetett implantáció*), ami például az őznel januárra, kanadai nyércnél március végére tehető (Martinet et al., 1981; Széky, 1983; Sundqvist et al., 1989; Tauson és Valtonen, 1992).



### **Humán vonatkozású jelenségek és (jövőbeni) alkalmazások**

A MEL-t sok esetben általános csodaszerként ajánlják, külföldi bioboltokban számtalan formában kapható. A felhasználási lehetőségek száma azonban korlátozott, az eredménye és hatása még nem ismert teljes mértékben. Az alábbiakban néhány, lehetséges felhasználási területet említek meg *Arendt* (1995) összefoglaló tanulmányára támaszkodva.

A MEL szerepe az *élettartam meghosszabbításában* egyelőre csak laborállatokon (egereken) bizonyított. A kezelt egerek kb. 20%-kal tovább éltek, mint a kontroll egyedek (*Pierpaoli és Maestroni*, 1987, cit. *Arendt*, 1995). Az ok valószínűleg abban kereshető, hogy a MEL az immunrendszert stimulálja és antistressz hatást fejt ki. Emberre (és hosszú életű fajokra) vonatkozóan nincs megbízható adat, ugyanis nehéz lenne “kezelt” és “kontroll” csoportokat kialakítani. Ennek ellenére elképzelhető, hogy öregedéssel együtt járó folyamatok lassításában szerepet játszhat.

Feltételezhetően a tobozmirigy és a MEL szerepet játszik a *rák* kialakulásának megelőzésében. Ez szintén az immunrendszer működésének a pozitív befolyásolásával magyarázható, tekintve, hogy a sötét és világos időszak arányával összefüggő MEL-szekréciónak hasonlóan az immunműködések többsége is 24 órás ritmust követ (*Levi et al.*, 1989, cit. *Arendt*, 1995). A limfocitaszám sötétben a melatoninhoz hasonlóan megemelkedik a vérben. Tobozmirigy működési zavarok esetében gyakrabban figyelték meg a *rák* kialakulását. Állatkísérletekben (laborpatkányon) MEL-kezeléssel sikerült megelőzni az emlőrák kialakulását, ami valószínűleg a prolaktin szint gátlásával függhetett össze (*Tamarkin*, 1981, cit. *Arendt*, 1995). Emberben problémát jelent hogy nehéz detektálni a *rák* kialakulásának időpontját, így MEL-kezeléssel a megelőzés is nehéz.

A tobozmirigy ritmikus MEL-szekréciónak az emberben kb. 2 hónapos életkorban kezdődik meg. A vér MEL hormon szintje 3-5 éves életkorban éri el csúcspontját, majd fokozatosan csökken, 20 és 40 éves kor között alig változik, öreg korra igen alacsony szintet ér el. A MEL szekréciónak kezdeti gyors csökkenése szoros összefüggésben van a *pubertás* korral.

A szaporodásában nem szigorúan évszakhoz kötődő emberben is valószínűleg hatással van a fényperiódus a *fogamzási rátára*. Például Nyugat-Európában május-júniusban nagyobb és decemberben kisebb fogamzási csúcsot figyeltek meg. Ugyanakkor Finnországban a relatíve hosszú ideig tartó nyári időszakban (legalábbis a hosszúnappalos időszak terjedelme nagy) egyetlen fogamzási csúcs van. A téli időszakban tapasztalt alacsony fogamzási arányban valószínűleg közrejátszik a téli depresszió és az azzal együtt járó változások is.

A sugárhajtású repülőgéppel keleti irányba, nagy távolságra történő utazáskor több időzóna átlépésekor az időeltolódás miatt az új napi ritmusra való átállás számos életfunkció deszinkronizálódásán keresztül zajlik le. Ennek eredményeképp csökken a testi és szellemi teljesítőképesség. MEL-hormon szedésével viszont javul az alvás minősége, az éber időszak hosszabb, ezáltal gyorsabb alkalmazkodás érhető el.

A *vak emberek* egy részénél a free running jelenség miatt 24 órától eltér a napi ritmus, ami a fáziseltolódás miatt alvási problémát okozhat. Az esetek egy részében a MEL-kezelés segít a “sötét-világos” időszak egyensúlyba állításában.

Bizonyos *alvászavarok*, *álmatlanság* esetében is használható a MEL (pl. 5 mg 22 órakor). Az esetek többségében azonban az alvászavar hátterében más (legtöbbször a társas étellel összefüggő) problémák állnak, melyeken a MEL-kezelés nem tud segíteni (*Arendt*, 1995). Beszámoltak a *migrén enyhítéséről* is.

Ha a cirkadián ritmusban a MEL szekréciónak megvilágítással elnyomjuk (a MEL termelést “elfedjük”), a test hőmérséklete gyorsan emelkedik bizonyos szintre és stressz

által indukált kortizol szekréció következik be. Ez történik például a *több műszakban*, mesterséges fényforrás mellett dolgozó embereknél, akiknél a normális nyugalmi (rho fázis) és aktív (alfa fázis) ciklus állandóan váltakozik. A cirkadián rendszer csak lassan képes alkalmazkodni (lásd *free running*) az új megvilágítási viszonyokhoz, a műszakváltáshoz. A szinkronba hozásban segíthet a MEL-kezelés.

Néhány probléma azonban felmerülhet a MEL önkényes szedésekor. A hormon hatása ugyanis idő- és dóziszfüggő, eredménye lehet stimulálás és gátlás is, befolyásolja a szervezet cirkadián állapotát. A következménye hosszú távon lehet hasznos, vagy mellékhatásokkal is együtt járhat. Nem teljesen ismert a toxicitásának mértéke, ráadásul interakciók léphetnek fel a különböző gyógyszerekkel.

## KÖVETKEZTETÉSEK

A feldolgozás alapján jól látható, hogy a fényperiódus igen fontos szerepet játszik az élőlények szervezetének működésében. Az állattenyésztésben a genetikai lehetőségek mind jobb kihasználására törekszünk, miközben a tartási körülményeket is célszerűen ennek megfelelően alakítjuk. A természetes megvilágítás a legtöbb gyapjú- és prémtermelő háziállatfajban jelentős hatást gyakorol a szaporodásra és a kültakaróra. Jellegzetes ciklikusság figyelhető meg az emlősök szaporodásában, ami fajtól függően hosszabb-rövidebb szezonális szaporítási időszakokkal jár együtt. Hasonlóképp a gyapjú- és prémtermelés is ciklikus a minőség és a mennyiség szempontjából egyaránt. A szezonális ingadozások csökkentése, a szezonon kívüli szaporítás, vagy a szezon meghosszabbítása a nevelési idő lerövidítése egyértelmű ökonómiai előnyökkel jár. A vizsgálatok azt mutatták, hogy a gyapjú-, és prémtermelő állatokban az esetek döntő többségében a természetes életritmus befolyásolására irányuló törekvés nem jár együtt a minőség romlásával.

Az utóbbi években a hormonkezelések helyett egyre inkább terjednek a biostimulációs módszerek, melyek alkalmazásával a hormonkezelést megközelítő eredmények érhetők el. A MEL-kezelések során kapott eredmények jól hasznosíthatók a fénykezelési programok kialakításához. A (labor)állatokon végzett kísérletek eredményei pedig sok esetben biztatóak a humán terápiában való alkalmazás tekintetében is.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerző köszöni az OTKA (F 17671) támogatását.

## IRODALOM

- Aarstrand, K. (1990). Effects of light on fur animal production. Literature review. Norsk landbruksforskning, 4. 39-49.
- Allain, D. (1988). Interaction of age, strain and date of melatonin administration in the control of winter coat growth in mink. Proc. 4<sup>th</sup> Intern. Congr. Fur Anim. Prod., 471-480.
- Allain, D., Martinet, L., Rougeot, J. (1981). Effects of melatonin implants on changes in the coat, plasma prolactin level and testis cycle in the mink (*Mustela vison*). In: Eds. Ortravant, R., Pelletier, J., Ravault, J.P. Photoperiodism and Reprod., 263-271.

- Allain, D., Martinet, L., Rougeot, J. (1984). Effects of melatonin implants on coat changes, plasma prolactin values and the testicular cycle in mink (*Mustela vison*). Deutsche Pelztierzüchter, 2. 17-20.
- Allain, D., Rougeot, J. (1980). Induction of autumn moult in mink (*Mustela vison* Peale and Beauvois) with melatonin. Reprod. Nutr. Dev., 20. 197-201.
- Allain, D., Thébault, R.G. (1988). Effects of various melatonin treatments on summer wool production in angora rabbits. Proc. 4<sup>th</sup> World Rabbit Congr., 4. 441-448.
- Allain, D., Thébault, R.G., Rougeot, J., Martinet, L. (1994). Biology of fibre growth in mammals producing fine fibre and fur in relation to control by day length: relationship with other seasonal functions. European Fine Fibre Network, 2. 23-40.
- Arendt, J., Ravault, J.P. (1988). Suppression of melatonin secretion in Ile de France rams by different light intensities. J. Pineal Res., 5. 245-250.
- Arendt, J. (1995). Melatonin and the mammalian pineal gland. Chapman and Hall, London.
- Arveux, P., Troislouches, G. (1994). Influence d'un programme lumineux discontinu sur la reproduction des lapines. 6<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole, I. 121-126.
- Battaglini, M., Castellini, C., Lattaioli, P. (1992). Variability of the main characteristics of rabbit semen. J. Appl. Rabbit Res. 15. 439-446.
- Battaglini, M., Costantini, F. (1983). Caratteristiche dello sperma di coniglio in rapporto al ritmo riproduttivo e alla stagione. Atti del 6. Congresso Nazionale, Brescia, 449-454.
- Berthelot, X., Laurentie, M., Ravault, J.P., Ferney, J., Toutain, P.L. (1990). Circadian profile and production rate of melatonin in the cow. Dom. Anim. Endocrinol. 7. 315-322.
- Betteridge, K., Devantier, B.P., Welch, R.A.S., Pomroy, W.E., Lapwood, K.P. (1987). Out of season cashmere growth in feral goats. Proc. 2<sup>nd</sup> Intern. Cashmere Conf., 137-144.
- Bissonette, T.H. (1935). Relationship of hair cycles in ferrets to changes in the anterior hypothesis and light cycles. Anat. Res., 63. 159-168.
- Bissonette, T.H., Wilson, E. (1939). Shortening day-light period between May 15 and September 12 and the pelt cycle of the mink. Science, 89. 418-419.
- Blomstedt, L. (1989). Histological determination of different stages of pelage development fur growth of mink. Acta Agric. Scand., 39. 91-99.
- Blomstedt, L. (1990). Effect of melatonin on the growth of the winter pelt in adult mink. Finsk Pästidskrift, 11. 253-254.
- Blomstedt, L. (1995). Pelage cycle and hair bundle structure in the young and adult ferret, *Mustela putorius*. Can. J. Zool., 73. 1937-1944.
- Blomstedt, L., Mäntysalo, E., Mustonen, P., Tuominen, S. (1989). Does melatonin affect the quality of fox pelts? Finsk Pälstidskrift, 10. 299-300.
- Blomstedt, L., Valtonen, M., Pölönen, I., Jalkanen, L. (1988). Investigation on the use of melatonin. Finsk Pälstidskrift, 4. 158-162.
- Boissin-Agasse, L., Jacquet, J.M., Lacroix, A., Boissin, J. (1988). Long-term effects of pinealectomy on testicular function, luteinizing hormone-releasing hormone hypothalamic system, and plasma prolactin levels in the mink, a short-day breeder. J. Pineal Res., 4. 385-396.
- Boissin-Agasse, L., Boissin, J., Ortavant, R. (1982). Circadin photosensitive phase and photoperiodic control of testis activity in the mink (*Mustela vison* Peale and Beauvois) a short-day mammal. Biol. Reprod., 1. 110-119.

- Bonnefond, C., Monnerie, R., Richard, J-P., Martinet, L. (1993). Melatonin and the circadian clock in mink: effects of daily injections of melatonin on circadian rhythm of locomotor activity and autoradiographic localization of melatonin binding sites. *J. Neuroendocrinol.*, 5. 241-246.
- Boyd, I. (1985). Effect of photoperiod and melatonin on testis development and regression in wild European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *Biol. Reprod.*, 33. 21-29.
- Boyd, I. (1986). Photoperiodic regulation of seasonal testicular regression in the wild European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *J. Reprod. Fert.*, 77. 463-470.
- Boyd, I. (1987). Gonadotrophin secretion and pituitary responsiveness to LHRH in castrated and intact male rabbits exposed to different photoperiods. *J. Reprod. Fert.*, 79. 627-633.
- Boyd, I., Myhill, D. (1987). Seasonal changes in condition, reproduction and fecundity in the wild European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *J. Zool., London*, 212. 223-233.
- Christiansen, I.J. (1988). The use of artificial photoperiods for advancing the breeding season in foxes. *Proc. IV Intern. Congr. Fur Anim. Prod.*, 43-46.
- Connor, M.L. (1988). Melatonin as a furring enhancer: effect on growth rate, feed consumption and reproduction in silver fox. *Proc. IV. Intern. Congr. Fur Anim. Prod.*, 437-443.
- Courot, M. (1980). Rythmes de production du sperme chez les mammifères domestiques. *Rythmes de reproduction* (ed. Masson), 33-40.
- Creighton, J.A., Rudeen, P.K. (1989). Effects of melatonin and thyroxine treatment on reproductive organs and thyroid hormone levels in male hamsters. *J. Pineal Res.*, 4. 317-323.
- Dacheux, J.L., Pisselet, C., Blanc, M.R., Hochereu-de-Reviere, M.T., Courot, M. (1981). Seasonal variations in rete testis fluid secretion and sperm production in different breeds of ram. *J. Reprod. Fert.*, 61. 363.
- Dicks, P. (1994). The role of prolactin and melatonin in regulating of the spring moult in the cashmere goat. *European Fine Fibre Network*, 2. 109-127.
- Dicks, P., Russel, A.J., Lincoln, G.A. (1995). The effect of melatonin implants administered from December until April, on plasma prolactin, triiodothyronine and thyroxine concentration and on the timing of the spring moult in cashmere goats. *Anim. Sci.*, 60. 239-247.
- Duby, R.T., Travis, H.F. (1972). Photoperiod control of fur growth and reproduction in the mink (*Mustela vison*). *J. Exp. Zool.*, 182. 217-226.
- Fernandez, A.D., Villegas, N. (1992). Effect of melatonin on semen quality in spring and summer. *Boletín Tecnico de Ciencias Biologicas*, 1. 51-57.
- Finzi, A., Morera, P., Kuzminsky, G. (1992). Effect of shearing on rabbit bucks performances in hot ambient conditions. *J. Appl. Rabbit Res.*, 15. 489-494.
- Forsberg, M., Fougner, J.A., Hofmo, P.O., Einarsson, E.J. (1990). Effects on melatonin implants on reproduction in the male silver fox (*Vulpes vulpes*). *J. Reprod. Fert.*, 88. 383-388.
- Forsberg, M., Madej, A. (1990). Effects of melatonin implants on plasma concentration of testosterone, thyroxine and prolactin in the male silver fox (*Vulpes vulpes*). *J. Reprod. Fert.*, 1. 351-358.
- Fukanaga, S., Kohno, K., Nakamura, F., Kondo, K. (1991). A quantitative histological study on melatonin induced autumn molt in mink skin. *Scientifur*, 2. 107-113.
- Fukanaga, S., Kohno, K., Nakamura, F., Kondo, K. (1992). Pelage development in melatonin-treated mink. *Norwegian J. Agric. Sci., Suppl.*, 9. 593-598.

- Fukanaga, S., Kohno, K., Nakamura, F., Kondo, K. (1992). Two autumn molts in mink skin caused by melatonin treatment. *Anim. Sci. Technol.*, 7. 694-703.
- Gebbie, F.E., Forsyth, I.A., Arendt, J. (1994). Effects of melatonin, bromocriptine and altered light/temperature patterns on coat growth in dairy goats. *European Fine Fibre Network.*, 2. 97-107.
- Gunduz, B. Steatson, M.H. (1994). Effect of photoperiod, pinealectomy, and melatonin implants on testicular development in juvenile Siberian hamsters (*Phodopus sungorus*). *Biol. Reprod.*, 6. 1181-1187.
- Hanif, M., Williams, H.L. (1988). The effect of melatonin and light treatment on the reproductive performance of yearling Suffolk rams. *Proc 11<sup>th</sup> Intern. Congr. Anim. Reprod. and A.I. Univ. College. Dublin.* 406.
- Hanif, M., Williams, H.L. (1991). The effect of melatonin and light treatment on the reproductive performance of yearling Suffolk rams. *Brit. Vet. J.*, 1. 49-56.
- Hardy, M.H., Lyne, A.G. (1956). The pre-natal development of wool follicles in Merino sheep. *Aust. J. Sci.*, 9. 423-441.
- Harri, M. (1987). A hőmérséklet és ennek jelentősége a prémminőség szempontjából. *Finsk Pälstidskrift.*
- Harris, P.M., Xu, Z.Z., Blair, H.T., Dellow, D.W., McCutcheon, S.N., Cokrem, J. (1989). The effect of exogenous melatonin administered in summer, on wool growth and testis diameter of Romneys. *Proc. New Zeal. Soc. Anim. Prod.*, 49. 35-38.
- Herman, W. (1986) *Hodowla zwierząt futerkowych. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.* 291.
- Hoffmann, K. (1973). The influence of photoperiod and melatonin on testis size, body weight and pelage color in the Djungarian hamster (*Phodopus sungorus*). *J. Comp. Physiol.*, 95. 267-282.
- Hsu, H., Weng, Q., Zhou, S., Zhou, P. (1988). Treatment of "summer infertility" in male angora rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, 11. 249-251.
- Hu, J.F., Hong, Z.Y., Leng, H.R., Weng, Q. (1983). The variabilities in the quality semen of Deutsche Angora and Chinese Angora in summer and autumn. *Fur Anim. Farm.*, 1. 13-15.
- Hynd, P.I. (1999). The nutritional biochemistry of wool and hair follicles. *Anim. Sci.*, 70. 181-198.
- Ilinskii, V.M., Talyanova, E.A. (1988). Light intensity and maturation of the coat in mink. *Krolikov. Zverovod.*, 3. 6-7.
- Jarosz, S.J., Szeleszczuk, O. (1995). The effect of melatonin on advancing the priming of winter fur coat in blue foxes. *Scientifur*, 2. 95-100.
- Joergensen G. (szerk.) (1985) *Mink production. Scientifur, Glostrup.*
- Karsch, F.J., Bittman, E.L., Foster, D.L., Goodman, R.L., Legan, S.J., Robinson, J.E. (1984). Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. *Recent Progress in Hormone Research*, 40. 185-232.
- Kennaway, G.A., Gilmore, T.A. (1985). Effects of melatonin implants in ram lambs. *J. Reprod., Fert.*, 73. 85-91.
- Korhonen, H., Niemelä, P., Mäkelä, J., Dahlman, T. (1997). Effect of melatonin implant residuls in feed on reproduction in blue foxes. *Acta Agric. Scand.*, 47. 261-263.
- Kravtsov, I.I. (1988). The light factor in fox breeding (A fény-tényező a rókatenyésztésben). *Krolikov. Zverov.*, 2. 12.
- Kravtsov, I.I., Kuznetsov, G.A. (1990). Early maturation of the coat in foxes. *Krolikov. Zverov.*, 2. 8.

- Lanszki J., Allain, D., Thébault, R.G., Bodnár K., Radnai I., Eiben Cs., Lengyel K. (1996). The effects of various melatonin treatments on the summer semen characteristics of angora rabbits. Proc. 6<sup>th</sup> World Rabbit Congr., 1. 365-370.
- Lanszki J., Allain, D., Thébault, R.G., Szendrő Zs. (2000a). The effects of melatonin treatment on feed intake, body weight, fur maturation and skin length in growing chinchillas. Proc.
- Lanszki J., Allain, D., Thébault, R.G., Szendrő Zs. (2000b). The effects of melatonin treatment on hair follicle activity in growing chinchillas. Scientifur, 4. 174-178.
- Lanszki J., Jauk E., Bognár Z. (1998). Examination of traits related to prolificacy and suckling ability in chinchillas (*Chinchilla laniger*). Scientifur, 3. 219-223.
- Lanszki J., Thébault, R.G., Allain, D., Eiben Cs. (1997). Melatoninkezelés hatása angórányulak gyapjútermelésére. Nyúlteny. Tud. Nap, 114-121.
- Lanszki J., Thébault, R.G., Allain, D., Szendrő Zs., Eiben Cs. (2000c). The effects of melatonin treatment on wool production in angora rabbits. World Rabbit Sci., Vol. 8. Suppl. 1. 615-621.
- Lanszki J., Thébault, R.G., Allain, D., Szendrő Zs., Eiben Cs. (2000d). The effects of melatonin treatment on hair follicle cycle in angora rabbits. World Rabbit Sci., Vol. 8. Suppl. 1. 623-629.
- Lin, W.W., Ramirez, V.D. (1988). Effect of pulsatile infusion of progesterone on the in vivo activity of the luteinizing hormone-releasing hormone neural apparatus of awake unrestrained female and male rabbits. Endocrinol., 122. 868-876.
- Lincoln, G.A. (1998). Photoperiod-melatonin relay in deer. Acta Vet. Hung., 46. 341-356.
- Lincoln, G.A., Ebling, F.J.P. (1985). Effect of constant-release melatonin implants on seasonal cycles in reproduction, prolactin secretion and moulting in rams. J. Reprod. Fert., 73. 241-253.
- Lloyd, H.G., Englund, J. (1973). The reproductive cycle of the red fox in Europe. J. Reprod. Fert., 19. 119-130.
- Lynch, P., Russel, A.F.J. (1989). The endocrine control of fibre growth and shedding in cashmere goats. Anim. Prod., 48. 632-633.
- Lyne, A.G. (1957). Bundles of primary wool follicles in sheep. Nature, London, 179. 825-826.
- Lyne, A.G. (1965). The hair cycle in the chinchilla. Aust. J. Biol. Sci., 29. 467-489.
- Maertens, L., Luzzi, F. (1995). Effect of diluent and storage time of rabbit semen on the fertility of does reared under two different lighting schedule. World Rabbit Sci., 3. 57-61.
- Malpaux, B., Robinson, J., Wayne, N., Karsch, F.J. (1989). Regulation of the onset of the breeding season of the ewe: importance of long days and of an endogenous reproductive rhythm. J. Endocrinol., 4. 3-6.
- Malpaux, B., Vigué, C., Ravault, J.P., Thiéry, J.C., Chemineau, P. (1994). Photoperiodic and neuroendocrine control of seasonal reproductive functions in the ovine and caprine species. European Fine Fibre Network, 2. 3-20.
- Mäntysalo, E., Blomstedt, L. (1990). Properties of leathers produced from blue-fox pelts taken from animals treated in vivo with melatonin. Jalca, 85. 465-473.
- Margolena, L.A. (1974). Mohair histogenesis, maturation and shedding in the angora goat. Tech. Bull, 1495.
- Martinet, L., Allain, D. (1985). Role of the pineal gland in the photoperiodic control of reproductive and non-reproductive functions in mink (*Mustela vison*)

- Photoperiodism, melatonin and the pineal. Pitman, London (Ciba Found. Symp. 117), 170-187.
- Martinet, L., Allain, D., Meunier, M. (1983). Regulation in pregnant mink (*Mustela vison*) of plasma progesterone and prolactin concentrations and regulation of onset of spring moult by daylight ratio and melatonin injections. *Can. J. Zool.*, 61. 1959-1963.
- Martinet, L., Allain, D., Weiner, C. (1984). Role of prolactin in the photoperiodic control of moulting in the mink (*Mustela vison*). *J. Endocrinol.*, 103. 9-15.
- Martinet, L., Allais, C., Allain, D. (1981). The role of prolactin and LH in luteal function and blastocyst growth in mink (*Mustela vison*). *J. Reprod. Fert., Suppl.* 29. 119-130.
- Martinet, L., Bonnefond, C., Allain, D. (1992). Light, melatonin and reproduction in mink. *Ann. Zootech.*, 3-4. 271-277.
- Martinet, L., Meunier, M., Allain, D. (1981). Control of delayed implantation and onset of spring moult in the mink (*Mustela vison*) by daylight ratio, prolactin and melatonin, In *Photoperiodism and reproduction in vertebrates*, 253-261.
- Martinet, L., Mondain-Monval, M., Monnerie, R. (1992). Endogenous circannual rhythms and photorefractoriness of testis activity, moult and prolactin concentrations in mink (*Mustela vison*). *J. Reprod. Fert.*, 2. 325-338.
- Martinet, L., Ravault, J.P., Meunier, M. (1982). Seasonal variations in mink (*Mustela vison*) plasma prolactin measured by heterologous radioimmunoassay. *General and Comparative Endocrinol.*, 1. 71-75.
- Maurel, D., Coutant, C., Boissin-Agesse, L., Boissin, J. (1986). Seasonal moulting patterns in three fur bearing mammals: the European badger (*Meles meles*), the red fox (*Vulpes vulpes*), and the mink (*Mustela vison*). A morphological and histological study. *Can. J. Zool.*, 64. 1757-1764.
- McDonald, B.J., Hoey, W.A., Hopkins, P.S. (1987). Cyclical fleece growth in cashmere goats. *Austr. J. Agric. Res.*, 38. 597-609.
- McNitt, J.I. (1992). Endocrinological approaches for commercial rabbit production. *J. Appl. Rabbit Res.*, 15. 364-397.
- Mead, R.A., Neirinckx, S., Czekala, N.M. (1990). Reproductive cycle of the steppe polecat (*Mustela eversmanni*). *J. Reprod. Fert.*, 88. 353-360.
- Mirabito, L., Galliot, P., Souchet, C. (1994). Effet de l'utilisation de la PMSG et de la modification de la photopériode sur les performances de reproduction de la lapine. 6<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole, I. 169-178.
- Mitchell, R.J., Betteridge, K., Gurnsey, M.P., Welch, R.A.S. (1991). Fibre growth of cashmere-bearing goats given melatonin in late autumn and winter. *New Zeal. J. Agric. Res.*, 34. 419-425.
- Mletzko, I., Mletzko, H.G. (1982). *Die Uhr des Lebens* Urania-Verlag, Leipzig. (A biológiai óra, Gondolat Kiadó, 1984)
- Morgan, P.J. (1991). Egy új neuroendokrin út szabályozza a szaporodás szezonálisát. *Rowett Annual Report*.
- Nes, N.N., Einarsson, E.J., Lohi, O., Joergensen, G. (1984). Beautiful fur animals- and their colour genetics. Scientifur, Glostrup.
- Nixon, A.J., Gurnsey, M.P., Betteridge, K., Mitchell, R.J., Welch, R.A.S. (1991). Seasonal hair follicle activity and fibre growth in some New Zealand Cashmere-bearing goats (*Caprus hircus*). *J. Zool.*, 224. 589-598.
- D'Occhio, M.J., Schanbacher, B.D., Kinder, J.E. (1984). Profiles of luteinizing hormone, follicle-stimulating hormone, testosterone and prolactin in rams of

- diverse breeds: effects of contrasting short (8L:16D) and long (16L:8D) photoperiods. *Biol. Reprod.*, 30. 1039.
- Ortavant, R., Pelletier, J., Ravault, J.P., Thimonier, J., Volland-Nail, P. (1985). Photoperiod: main proximal and distal factor of the circannual cycle of reproduction in farm animals. In: *Oxford Reviews of Reproductive Biology*, 7. 305-345.
- Parkanyi, V., Zeman, M., Tock, I., Mertin, D., Dravcova, E. (1993). Effect of melatonin on change of winter fur and spermatogenesis in the male polar foxes. *Scientifur*, 1. 17-23.
- Pastirnac, N., Gruira, R. (1985). The influence of the photoperiodism on the quality and formation rhythm of the fur of mink. *Scientifur*, 2. 100-105.
- Pearson, A.J., Ashby, M.G., Staples, L.D. (1989). Effect of melatonin on body weight, appetite and seasonal fur growth in the ferret. *Proc. New Zeal. Soc. Anim. Prod.*, 49. 47-52.
- Péczely, P. (1987). A madarak szaporodásbiológiája. *Mezőgazdasági Kiadó, Budapest*, 1-237.
- Pelletier, J. (1973). Evidence for photoperiodic control of prolactin release in rams. *J. Reprod., Fert.*, 35. 143-147.
- Quay, W.B. (1972). Pineal homeostatic regulation of shifts in the circadian activity rhythm during maturation and aging. *New York Acad. Sci.*, 34. 239-254.
- Quay, W.B. (1986). Pineal and biorhythms. *Pineal Res. Rev.*, 4. 183-197.
- Rapoport, O.L., Bernatskii, V.G., Cheprasov, V.D. (1991). Regulation of the reproductive cycle. *Krolikov. Zverov.*, 5. 8.
- Raths, P. (1974). *Tiere im Wintersclaf* Urania-Verlag, Leipzig. (Az állatok téli álma, Gondolat Kiadó, 1975)
- Ravault, J.P. (1976). Prolactin in the rams: Seasonal variations in the concentration of blood plasma from birth until three years old. *Acta Endocrinol.*, 83. 720-725.
- Ravault, J.P., Thimonier, J. (1988). The melatonin pattern in ewes maintained under skeleton or resonance photoperiodic regiments. *Reprod. Nutr. Dev.*, 28: 473-486.
- De Rochambeau, H., Thébault, R.G. (1990). Genetics of the rabbit for wool production. *CAB Intern.*, 58. 1-15.
- De Rochambeau, H. (1988). Genetics of the rabbit for wool and meat production (1984-1987). *Proc. 4<sup>th</sup> World Rabbit Congr.*, 2. 1-68.
- De Rochambeau, H., Thébault, R.G., Allain, D., Vrillon, J.L. (1994). Genetic and non-genetic factors affecting fibre production in French angora rabbits. *European Fine Fibre Network*, 1. 147-162.
- Rose, J., Oldfield, J., Stormshak, F. (1987). Apparent role of melatonin and prolactin in initiating winter fur growth in mink. *General and Comparative Endocrinol.*, 2. 212-215.
- Rose, J., Stormshak, F., Oldfield, J., Adair, J. (1985). The effects of photoperiod and melatonin on serum prolactin levels of mink during the autumn moult. *J. Pineal Res.*, 1. 13-19.
- Rose, J., Stormshak, F., Oldfield, J., Adair, J. (1984). Induction of winter fur growth in mink (*Mustela vison*) with melatonin. *J. Anim. Sci.*, 1. 57-61.
- Rotschild, M. (1942). Change of pelage in the stoat, *Mustela erminea*. *Nature, London*, 149. 78.
- Rougeot, J. (1961). Comparative actions of the annual and semestrial periodic variations of the daylight on the follicle cycles of the short kemps of the fleece of the



- limousine ewes. Relationship with their reproductive cycles. *Annales de Biologie Animale, Biochimie, Biophysique*, 1. 385-402.
- Rougeot, J., Allain, D. (1980). Hormonal and photoperiodic regulation of spring and autumn moults in mink. *Scientifur*, 1. 27-29.
- Rougeot, J., Allain, D., Martinet, L. (1984). Photoperiodic and hormonal control of seasonal coat changes in mammals with special reference to sheep and mink. *Acta Zool. Fennica*, 171. 13-18.
- Rougeot, J., Thébault, R.G. (1983). Variations saisonnières de la composition et de la structure du pelage, exemple du lapin angora. *Ann. Zootech.*, 32. 287-314.
- Rougeot, J., Thébault, R.G. (1989). Le lapin Angora-sa toison son élevage. Les Édition du point Vétérinaire, Maison-Alfort.
- Rougeot, J., Thébault, R.G., Allain, D. (1986). Suppression de la chute estivale de la production du poil chez la lapine angora par la pose d'implants de melatonine. *Ann. Zootech.*, 35. 363-372.
- Rougeot, J., Thébault, R.G., Allain, D. (1984). Role of the compound follicle. *Acta Zool. Fennica*, 171. 19-21.
- Ruckebush, Y., Phaneuf, L.P., Dunlop, R. (1991). Physiology of small and large animals. B.C. Decker Inc., Hamilton.
- Rust, C.C. (1962). Temperature as a modifying factor in the spring pelage of short-tailed weasels. *J. Mammal.* 43. 323-328.
- Rust, C.C., Meyer, R.K. (1969). Hair color moult and testis size in male short-tailed weasels treated with melatonin. *Science*, 165. 921-922.
- Ryder, M.L. (1978). Growth cycles in the coat of ruminants. *Intern. J. Chronobiol.*, 5. 369-394.
- Schlolaut, W. (1987). Angora rabbit housing and management. *J. Appl. Rabbit Res.*, 10. 164-169.
- Smith, A.J., Mondain-Monval, M., Andersen, Berg, G.K., Simon, P., Forsberg, M., Clausen, O.P.F., Hansen, T., Moller, O.M., Scholler, R. (1987). Effects of melatonin implantation on spermatogenesis, the moulting cycle and plasma concentrations of melatonin, LH, prolactin and testosterone in the male blue fox (*Alopex lagopus*). *J. Reprod. Fert.*, 79. 379-390.
- Smith, A.J., Mondin-Monval, M., Moller, O.M., Scholler, R., Hansson, V. (1985). Seasonal variations of LH, prolactin, androstenedione, testosterone and testicular FSH binding in the male blue fox (*Alopex lagopus*). *J. Reprod. Fert.*, 449-458.
- Stankov, B., Cozzi, B., Lucini, V., Fumagalli, P., Scaglione, F., Frascini, F. (1991). Characterization and mapping of melatonin receptors in the brain of three mammalian species: rabbit, horse and sheep. A comparative in vitro binding study. *Neuroendocrinol.*, 53. 214-221.
- Steger, R.W., Gay-Primel, E. (1990) Effects of melatonin injections on the ability of golden hamster pituitaries to secrete protein and luteinizing hormone. *Biol. Reprod.*, 2. 217-221.
- Sundqvist, C., Amador, A.G., Bartke, A. (1989). Reproduction and fertility in the mink (*Mustela vison*). *J. Reprod. Fert.*, 85. 413-441.
- Széky P. (1983) Nyugalmi időszak, pihenés és alvás az élővilágban. In A biológia aktuális problémái. Medicina Könyvkiadó, Budapest, 29. 137-211.
- Tauson, A.H., Valtonen, M. (szerk.) (1992) Reproduction in carnivorous fur bearing animals. Jordbrugsforlaget, Copenhagen. 172.

- Teh, T.H., Jia, Z.H., Ogden, K.D. (1992). Comparison of cashmere down production during natural and artificial induced seasons. Proc. 5<sup>th</sup> Intern. Conf. Goats, 1. 441.
- Theau-Clement, M., Michel, N., Esparbie, J., Bolet, G. (1995). Effects of artificial photoperiods on sexual behaviour and sperm output in the rabbit. Anim. Sci., 60. 143-149.
- Theau-Clement, M., Poujardieu, B., Bellereaud, J. (1990). Influence des traitements lumineux, modes de reproduction et états physiologique sur la productivité de lapines multipares. 5<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole. I. 7.
- Thébault, R.G. (1994). Angora rabbit breeding and management. European Fine Fibre Network, 1.137-146.
- Thébault, R.G., Vrillon, J.L. (1994). Seasonal effects on angora rabbit production. European Fine Fibre Network, 2. 51-61.
- Travis, H.F., Pilbeam, T.E. (1980). Use of artificial light and day length to alter the life cycles of mink. J. Anim. Sci., 6. 1108-1112.
- Uzcategni, M.E., Johnston, N.P. (1992). The effect of 10, 12 and 14 hour continuous and intermittent photoperiods on the reproductive performance of female rabbits. Proc. 5<sup>th</sup> Congr. World Rabbit Sci., Corvallis.
- Valtonen, M. (1987). Light, hormones and hair development. Scientifur, 3. 273.
- Valtonen, M., Blomstedt, L., Pölönen, I. (1987). It is possible to speed up the development of the winter coat? Finsk Pälstidskrift, 4. 223-225.
- Valtonen, M., Jalkanen, L., Blomstedt, L. (1990). Possible use of melatonin in fur animal production. Proc 3<sup>rd</sup> Int. Symp. Fur Anim. Sci., 8.
- Valtonen, M., Laitinen, J.T., Eriksson, L. (1993). Renal melatonin excretion in sheep is enhanced by water diuresis. J. Endocrinol., 138. 445-450.
- Valtonen, M., Vakkuri, O., Blomstedt, L. (1992). Circannual melatonin rhythm in mink and its significance in fur growth and reproduction. Norwegian J. Agric. Sci., Suppl., 9. 586-592.
- Vrillon, J.L., Thébault, R.G., De Rochambeau, H., Dardant, P. (1988). Photoperiodism effect on fur maturity and fur quality of rabbits, owning or not rex gene. Proc. 4<sup>th</sup> World Rabbit Congr., 244-252.
- Walter, M.R., Martinet, L., Moret, B., Thibault, C. (1968). Régulation photopériodique de l'activité sexuelle chez le lapin mâle et femelle. Archives Anatomie Histologie et Embryologie, 51. 773-780.
- Williams, H.L., Hanif, M., Cairns, G. (1990). The use of light and melatonin treatments in the preparation of Suffolk rams out-of-season breeding. Proc. 1 Symp. British Soc. Anim. Prod., 142-145.
- Williams, L.M., Lincoln, G.A., Morgan, P.J. (1995). Melatonin: sites and mode of action in the sheep. Ruminant physiology: digestion, metabolism, growth and reproduction: Proc. of the Eight Intern. Symp. on Ruminant Physiol., 541-561.
- Xiao, Y. (1996). Seasonal testicular and moulting cycles in the adult male raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides*) and the effects of melatonin implants. Ph.D. thesis, Kuopio, Finland.
- Xiao, Y., Forsberg, M., Laitinen, J.T., Valtonen, M. (1996). Effects of melatonin implants on winter fur growth and testicular recrudescence in adult male raccoon dogs (*Nyctereutes procyonoides*). J. Pineal Res., 20. 148-156.

Levelezési cím (*corresponding author*):

**Lanszki József**

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar

7401 Kaposvár, Pf.: 16.

*University of Kaposvár, Faculty of Animal Science*

*H-7401 Kaposvár, P.O. Box 16.*

Tel.: 36-82- 314-155, Fax: 36-82-320-175

e-mail: [lanszki@atk.kaposvar.pate.hu](mailto:lanszki@atk.kaposvar.pate.hu)