

Jerzy KUBIK, Irena BAZAN-KUBIK, Grażyna ORFIN

Analyse morphologique des gonades d'*Arvicola terrestris* L. dans le cycle vital

Analiza morfologiczna gonad *Arvicola terrestris* L. w cyklu życiowym

Морфологический анализ гонад *Arvicola terrestris* L. в жизненном цикле

La plupart des publications parues jusqu'à présent au sujet du campagnol terrestre *Arvicola terrestris* (*Rodentia, Arvicolidae*) concernent souvent la définition de la systématique de sous-espèce de ce rongeur, la grande variabilité individuelle de beaucoup de ses traits taxonomiques, la diversité de ses zones d'habitation et d'apparition sur les terrains divers. Cela se rapporte aussi à quelques positions concernant le campagnol en Pologne (3, 8, 10). Les articles plus complets (16, 21, 22) sur cette espèce, ainsi que les travaux récapitulant les recherches faites jusqu'aujourd'hui (18) sont très peu nombreux. Dans certaines publications on a fait attention aux problèmes liés avec leur reproduction. Parfois la tendance à mieux connaître certains processus biologiques de cette espèce est motivée par la nécessité de lutter contre le campagnol en tant qu'animal nuisible pour les diverses cultures de plantes, de prés et de pâturages (12, 14, 21).

La reproduction d'*Arvicola terrestris* se passe dans les diverses périodes de l'année, dépendamment des conditions climatiques et géographiques. En Europe, elle dure, en règle, de mars ou avril jusqu'à septembre et même à octobre (4, 6, 8, 10, 14, 16, 17, 21, 22). Parfois, elle peut être observée même en hiver (6, 11, 12).

Les recherches faites par nous relativement aux changements morphologiques des gonades des mâles du campagnol terrestre complètent en quelque sorte les élaborations sur la reproduction de cette espèce; cela concerne surtout *Arvicola terrestris* en Pologne.

L'analyse de la grandeur et de la masse des testicules, accompagnée de l'examen de la structure des organes envisagés, provenant de la période entière de reproduction des *Arvicola terrestris*, envisage l'âge et la saison de capture de ces animaux.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les mâles d'*Arvicola terrestris* dont les testicules ont servi aux recherches, ont été capturés sur les prés humides dans le voisinage des réservoirs d'eau aux environs de Tarnawatka (voïvodie de Zamość). Les captures ont eu lieu en 1973 et 1974, du mois d'avril jusqu'à octobre inclus. On a mesuré et pesé les testicules de 60 mâles, les coupes histologiques ont été prises des gonades de 33 individus. Les dimensions des testicules ont été définies par l'index obtenu en se servant de la formule de moyenne géométrique de deux dimensions: longueur et largeur du testicule $\sqrt{\text{long. larg.}}$ (en mm). Les organes en question ont été pesés à la balance à torsion WT à la précision de 0,1 mg. Pour contrôler les images histologiques des gonades on a utilisé les préparations obtenues des testicules fixés dans le liquide de Bouin et dans l'alcool, coloriés à l'hématoxyline et à l'éosine. Certaines données concernant la reproduction ont été complétées grâce à la récolte des femelles capturées en même temps (29 individus).

Les résultats des mesurages linéaires et pondéraux ont été soumis à l'analyse statistique. Les grandeurs (les dimensions) et les masses des testicules ont été caractérisées à l'aide de la moyenne arithmétique (M), de son erreur moyenne (SE) et de son écart standard (SD). On a vérifié la réalité des différences en se servant du test t -Student ou C -Cochran et Cox. Afin d'examiner la dépendance des traits analysés de divers facteurs de variabilité (âge des animaux, saison de capture), pour chaque combinaison de facteurs, on a calculé les médianes (Me) de la grandeur et de la masse de l'organe examiné. Le degré d'interdépendance entre la masse et la grandeur des testicules, de même qu'entre le poids du testicule et celui du corps, a été exprimé par le coefficient r -Pearson.

Les campagnols sélectionnés avaient un âge divers. Le matériel a été donc divisé en 3 groupes d'âge: individus jeunes (*iuv.*), adultes (*adult.*) et vieux (*sen.*). En fixant l'âge des animaux particuliers, on a pris en considération surtout la date de capture, la longueur et la masse du corps, ainsi que la valeur de mesurage Cb (longueur condylo-basale) du crâne.

Dans le matériel provenant de Tarnawatka, les individus jeunes avaient la longueur du corps ne dépassant pas 135 mm ($M = 131$), la masse du corps au-dessous de 86 g ($M = 74,6$), la longueur Cb jusqu'à 33 mm ($M = 32,8$). Leur âge ne dépassait probablement pas 6 semaines. La longueur du corps des campagnols adultes se trouvait dans les limites de 135 à 162 mm ($M = 148$), le poids du corps ne dépassait pas 122 g ($M = 95,5$), la longueur Cb était moindre à 36,8 mm ($M = 34,4$). Ce groupe était formé d'individus pubères nés dans la première année civile de vie, ainsi que d'animaux ayant passé l'hiver activement, nés tard en automne. Les campagnols plus âgés pourtant c'étaient ceux dont la longueur du corps atteignait 200 mm ($M = 171,1$), la masse 212 g ($M = 176,3$) et la longueur Cb ne dépassait pas 39,3 mm ($M = 37,3$); ils venaient des portées plus précoces, ayant passé l'hiver activement. Parmi les individus jeunes, il n'y avait pas de mâles très jeunes, on pouvait considérer seulement 5 femelles comme très jeunes; leurs longueurs moyennes et masses du corps étaient: $M = 101,8$ mm et 35,2 g, la longueur Cb ne dépassait pas 31 mm.

RECHERCHES PROPRES

On a fait l'analyse des testicules du campagnol terrestre en se fondant sur 2 traits: grandeur et masse. Comme on le sait, ces traits diffèrent parfois assez considérablement, en cas de comparaison des deux testicules. Les gonades des mâles d'âge divers ont été divisées en trois catégories dépendamment des différences entre le testicule droit et gauche. Les résultats des comparaisons sont présentés dans le tabl. 1. Dans aucun des groupes d'âge, et dans aucune saison de capture dans un groupe, on n'a constaté d'importantes différences entre le pour-cent des individus ayant le testicule droit plus petit et le pour-cent des

Tabl. 1. Différences de valeur du trait entre le testicule droit (*D*) et gauche (*G*)

Trait	Groupe	Mois	n	<i>D < G</i>		<i>D = G</i>		<i>D > G</i>		χ^2	<i>p</i>
				<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%		
Grandeur	<i>Juv.</i>	V-X	15	5	33,3	2	13,3	8	53,3	0,692	>0,30
	<i>Adult.</i> <i>Sen.</i>	IV-X	44	17	38,6	7	15,9	20	45,5	0,243	>0,50
	<i>Sen.</i>	IV-IX	8	5	62,5	1	12,5	2	25,0	—	—
	Total		67	27	40,3	10	14,9	30	44,8	0,158	>0,60
Poids	<i>Juv.</i>	V-X	12	4	33,3	0	0	8	66,7	1,333	>0,20
	<i>Adult.</i> <i>Sen.</i>	IV-X	37	11	29,7	7	18,9	19	51,4	2,133	>0,10
	<i>Sen.</i>	IV-IX	5	2	40,0	0	0	3	60,0	—	—
	Total		54	17	31,5	7	13,0	30	55,5	3,596	>0,05

individus dont le testicule droit était plus grand que le gauche. La valeur de grandeur du testicule chez 27 animaux d'entre tous chez qui on a défini ce trait, 40,3%, était plus petite pour le testicule droit; chez 30 individus, c.-à-d. 44,8%, elle était plus grande (*p* > 0,60). Cependant, le poids du testicule droit était moindre chez 17 d'entre 54 animaux, ce qui fait 31,5%, et chez 30 spécimens (55,5%), le poids du testicule droit était plus grand, mais cette différence elle aussi n'est pas statistiquement réelle avec l'erreur de conclusion de 5%.

Pour la masse des testicules on a calculé le pour-cent du poids du total des testicules; les résultats sont présentés dans le tabl. 2. Le poids du testicule droit dans le groupe d'individus jeunes égalait 50,58% du poids total des testicules et la différence de 50% est accidentelle par excellence (*p* > 0,50). Chez les individus adultes et vieux, le poids du testicule droit égale 50,55% du total des poids des deux testicules et cette différence (0,55% de plus que le poids attendu) est accidentelle (*p* > 0,15). La masse du testicule droit des campagnols vieux égale, en moyenne, 49,9% du total du poids des deux testicules (*p* > 0,80). En tout, chez 54 mâles examinés, le testicule droit égale 50,5% du poids des deux testicules (*p* > 0,10). Les résultats obtenus ne démontrent pas que les traits examinés, aussi bien la grandeur que le poids des testicules, indépendamment de l'âge et de la saison de capture (tabl-x 1 et 2) soient réellement autres pour le testicule droit ou gauche. Vu ce fait, dans l'analyse du matériel, la grandeur était calculée comme la moyenne arithmétique et le poids comme le total des deux testicules.

La structure de l'âge des animaux examinés dépendamment de la saison de l'année et de la capture est présentée dans le tabl. 3. D'entre 60 campagnols, 18 mâles ont été capturés au printemps, 23 en été, 19 en automne. La structure de l'âge a été assez différenciée dépendamment de la saison de capture. Les individus jeunes faisaient 16,7% des animaux capturés au printemps, 21,7% en été, 36,8%

Tabl. 2. Poids du testicule droit (D) exprimé en pour-cent du poids (total) des deux testicules

Age	Mois	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>SE</i>	Réalité des différences à partir de 50%	
						<i>t</i>	<i>p</i>
<i>Iuv.</i>	IV-VI	1	51,40	—	—	—	—
	VII-VIII	5	48,96	4,06	1,82	0,573	> 0,50
	IX-X	6	51,78	2,18	0,89	1,999	> 0,10
	IV-X	12	50,58	3,19	0,92	0,624	> 0,50
<i>Adult.</i> <i>Sen.</i>	IV-VI	12	50,08	1,06	0,30	0,262	> 0,70
	VII-VIII	13	50,34	3,27	0,91	0,375	> 0,70
	IX-X	12	51,23	2,14	0,62	1,988	≈ 0,08
	IV-X	37	50,55	2,36	0,39	1,410	> 0,15
<i>Sen.</i>	IV-VI	4	50,20	0,91	0,45	0,440	> 0,60
	IX-X	1	48,7	—	—	—	—
	IV-X	5	49,90	1,03	0,46	0,216	> 0,80
Total		54	50,49	2,45	0,33	1,479	> 0,10

en automne. Les premiers jeunes animaux ont été pris vers la fin de mai. Pareillement, le même mois, on a constaté l'apparition des jeunes campagnols terrestres dans la population du territoire d'Angleterre (17). La fréquence d'apparition des animaux adultes d'avril à juin égalait 55,5%, en juillet et en août 69,6%, en septembre et en octobre 57,9%. Le nombre des animaux vieux capturés au printemps égalait 27,8%, en juillet 8,7%, en automne 5,3%.

Tabl. 3. Structure de l'âge des campagnols examinés dépendamment de la saison de capture

Mois	<i>Iuv.</i>		<i>Adult.</i>		<i>Sen.</i>		Total
	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>n</i>
IV-VI	3	16,7	10	55,5	5	27,8	18
VII-VIII	5	21,7	16	69,6	2	8,7	23
IX-X	7	36,8	11	57,9	1	5,3	19
Total	15	25,0	37	61,7	8	13,3	60

Les campagnols terrestres, pareillement que beaucoup d'espèces de rongeurs, ont leur reproduction dans la première année civile de leur vie. L'observation du processus de pubescence des mâles de l'espèce donnée exigeait la division du matériel en 3 groupes: impubères, pubescents et pubères. Le critérium de comparaison était fourni par l'état des testicules défini en se fondant sur la grandeur, la masse et l'image histologique de l'organe. Parmi les individus pubères on a distingué 2 groupes plus petits: celui des animaux sexuellement actifs et celui qui avait des testicules en régression. Il était le plus difficile de

faire une juste qualification des mâles à l'étape de régression des gonades, car leurs testicules étaient dans un état de régression divers. Les testicules de régression étaient beaucoup plus petits et plus légers que les organes des animaux sexuellement actifs, mais plus grands et surtout plus lourds que les gonades des mâles impubères. Les dépendances pareilles ont été observées chez le campagnol aquatique (17) et le mulot sylvestre (19).

L'écart de la grandeur et de la masse des testicules, avec la prise en considération de la saison de capture et de l'âge des campagnols dans 3 groupes sus-mentionnés, est présenté dans le tabl. 4. Dans le matériel examiné entier, l'écart des dimensions des testicules oscille entre 3,0 et 15,3 mm, tandis que celui de la masse de 16,6 à 2430,0 mg. Les mâles impubères, comptés au premier groupe d'âge, font 20% des animaux examinés. Ils étaient capturés de juillet à octobre. La plupart d'eux ont été pris dans la souricière en automne. Dans le groupe de campagnols en question, les valeurs extrêmes des dimensions des testicules se trouvent dans les limites de 3,0 à 4,0 mm, tandis que les écarts de la masse des gonades oscillent entre 22,0 et 43,4 mg. Les animaux jeunes, capturés en septembre et en octobre, n'atteignent pas leur puberté dans l'année civile donnée.

Dans les cas très rares, les mâles (3 iuv. et 1 adult.) comptés au groupe de pubescents, ont été capturés au printemps et en été. Les écarts des deux traits examinés des testicules égalent 5,7–8,1 mm et 96,0–334,7 mg. Les valeurs extrêmes chez les individus jeunes se présentent comme suit: 7,5–8,1 mm et 262,0–334,7 mg. Le testicule de l'individu compté au groupe d'adultes et capturé en juillet à 5,7 mm de grandeur et 96,0 mg de poids.

Le matériel le plus abondant forment les campagnols pubères (73,3%), appartenant à 2 groupes d'âge: adultes et vieux. Les gonades des mâles pubères ont de très grands écarts de dimensions et de masse. Cela est lié avec l'état morphologique et physiologique divers des organes examinés. Leurs dimensions se situent dans les valeurs extrêmes suivantes: grandeur 3,0–15,3 mm et masse 16,6–2430,0 mg. Dans le groupe en question, 56,8% ce sont les individus sexuellement actifs, capturés dans la période du 2 avril au 16 août (exception faite d'un vieux mâle du 8 septembre). Les extrêmes des 2 traits examinés chez les campagnols pubères sexuellement actifs égalent 9,1–15,3 mm et 413,3–2430,0 mg. Les individus du deuxième groupe d'âge ont les dimensions linéaires et pondérales se situant dans les limites 9,1–13,0 mm et 413,3–1671,3 mg, mais les poids des testicules des individus capturés au printemps étaient plus grands que chez les mâles pris en été. Par contre, les valeurs extrêmes de la grandeur et de la masse des gonades des animaux vieux sont nettement supérieures, à savoir: 12,5–15,3 mm et 1277,3–2430,0 mg. Les gonades les plus grandes et les plus lourdes ont été observées chez les mâles capturés au printemps (avril, mai). Parmi les animaux vieux, les mâles avec la régression des gonades manquent.

Les campagnols avec les testicules subissant les processus de régression (43,2% de tous les pubères) ont été comptés au groupe d'animaux adultes. Ces

Tabl. 4. Extrêmes de la grandeur et de la masse des testicules avec la prise en considération de l'âge et de la saison de capture des campagnols terrestres

Testicules	Mois	Ind.			Adult.			Sen.		
		n	dimensions mm	masse mg	n	dimensions mm	masse mg	n	dimensions mm	masse mg
impubères	VII-VIII	4	3,6-3,9	31,4-43,4						
	IX-X	8	3,0-4,0	22,0-39,3						
	Total	12	3,0-4,0	22,0-43,4						
pubescents	IV-VI	2	7,8-8,1	290,0-334,7						
	VII-VIII	1	7,5	262,0	1	5,7	96,0			
	Total	3	7,5-8,1	262,0-334,7	1	5,7	96,0			
pubères actifs	IV-VI				10	9,2-13,0	751,3-1671,3	5	12,8-15,3	1277,3-2430,0
	VII-VIII				7	9,1-12,6	413,3-1234,7	2	12,5-13,4	-
	IX-X							1	13,0	1642,6
pubères régés-régession	IV-X				17	9,1-13,0	413,3-1671,3	8	12,5-15,3	1277,3-2430,0
	VII-VIII				8	3,9-5,6	35,3-114,6			
	IX-X				11	3,0-5,5	16,6-64,0			
	IV-X				19	3,0-5,6	16,6-114,6			
	Total				36	3,0-13,0	16,6-1671,3	8	12,5-15,3	1277,3-2430,0

spécimens ont été capturés avant tout en juillet et en septembre ou en octobre. Les écarts des dimensions des testicules en régression oscillent entre 3,0–5,6 mm, leur masse égale 16,6–114,6 mg. Ces deux traits sont un peu plus grands chez les campagnols capturés en été que chez ceux qui ont été pris en automne; cela concerne surtout le poids.

Les oscillations des écarts des dimensions et de la masse des testicules examinés sont extrêmement grandes et indiquent la polymodalité des traits (cela signifie que les traits examinés sont très bas ou hauts). Une telle disposition des valeurs des traits, ainsi qu'une structure diverse de l'âge dépendamment de la saison de l'année (v. tabl. 3), exigent une analyse de l'influence des facteurs examinés, avec la prise en considération de l'influence du second facteur, en utilisant non les valeurs moyennes (arithmétique ou géométrique), mais les fréquences d'écart de la valeur divisante définie. Comme critère de division on a admis la valeur de médiane. Un nombre des individus relativement petit dans les diverses combinaisons de l'âge et de la saison de capture exige une analyse à part de l'influence de deux facteurs (âge et saison). La formation de deux traits (grandeur et masse du testicule) dépendamment de l'âge, avec l'élimination de l'influence de la saison, est présentée dans le tabl. 5; cette formation selon la saison avec l'élimination de l'âge — dans le tabl. 6.

Le pour-cent des individus (tabl. 5) dont les testicules étaient plus grands (*Me* pour la saison donnée) égalait chez les jeunes 26,7%, chez les adultes 50%, chez les vieux 100%, donc plus les animaux étaient âgés, plus souvent leurs testicules étaient plus grands et cette dépendance est très essentielle ($p < 0,01$). Les testicules plus lourds ont été constatés chez 23,1% des individus jeunes, 54,8% des adultes et 100% des vieux. Ainsi donc, avec l'âge, la masse des testicules devenait plus grande et cette dépendance est essentielle ($p < 0,02$).

Les résultats présentés dans le tabl. 6 font voir le changement très essentiel ($p < 0,001$) des traits examinés dépendamment de la saison de capture, car les dimensions plus grandes des testicules étaient caractéristiques même pour 87,5% des individus capturés au printemps, 52,2% en été, et seulement 15,0% en automne. La masse des testicules plus grande a été constatée chez 84,6% des animaux capturés au printemps, 66,7% en été et seulement 11,1% en automne.

Les résultats présentés dans les tabl.-x 5 et 6 permettent de conclure que plus l'animal est vieux, les dimensions de ses testicules augmentent; elles diminuent à mesure que sa saison de capture approche de la fin de l'année. La situation est pareille s'il s'agit de la masse des testicules, mais la dépendance de l'âge est statistiquement moins importante; cette masse varie selon la saison de capture presque aussi nettement que les dimensions des testicules. Ainsi, les dimensions et la masse des testicules sont influencées en même temps par l'âge et la saison.

Entre deux traits examinés, c.-à-d. la grandeur et la masse des testicules, il y a une interdépendance essentielle positive élevée ($r = +0,98$), visible dans chaque groupe d'âge. On a également constaté la dépendance entre le poids des

Tabl. 5. Dimensions et masse des testicules dépendamment de l'âge avec élimination de l'influence de la saison de l'année

Mois	Me	n	Dimensions des testicules						Masse des testicules						
			< Me			> Me			< Me			> Me			
			Inn.	Adult.	Sen.	Inn.	Adult.	Sen.	Inn.	Adult.	Sen.	Inn.	Adult.	Sen.	
IV-VI	11,4	16	2	6	0	0	3	5	1111,4	13	1	5	0	3	4
VII-VIII	5,5	23	4	7	0	1	9	2	69,3	18	4	5	-	1	8
IX-X	3,55	20	5	5	0	3	6	1	27,0	18	5	4	0	2	6
Total	n	59	11	18	0	4	18	8	n	49	10	14	0	3	17

% > Me 26,7, 50,0, 100.
 $\chi^2 = 11,253$.
 $p < 0,01$.

% > Me 23,1, 54,8, 100.
 $\chi^2 = 9,043$.
 $p < 0,02$.

Tabl. 6. Dimensions et masse des testicules dépendamment de la saison de l'année avec élimination de l'influence de l'âge

Age	Me	n	Dimensions des testicules						Masse des testicules							
			< Me			> Me			< Me			> Me				
			IV V VI	VII VIII V	IX X	IV V VI	VII VIII V	IX	Me	n	IV V VI	VII VIII V	IX	IV V VI	VII VIII V	IX
Inn.	3,7	15	0	3	5	2	2	3	31,4	13	0	1	6	1	4	1
Adult.	5,3	36	0	7	11	9	9	0	75,3	31	0	5	10	8	8	0
Sen.	13,3	8	2	1	1	3	1	0	1642,6	5	2	-	0	2	-	1
Total	n	59	2	11	17	14	12	3	n	49	2	6	16	11	12	2

% > Me 87,5, 52,2, 15,0.
 $\chi^2 = 18,832$.
 $p < 0,001$.

% > Me 84,6, 66,7, 11,1.
 $\chi^2 = 19,107$.
 $p < 0,001$.

testicules et celui du corps; elle concerne seulement les campagnols adultes, sexuellement actifs. Le coefficient de corrélation — $r = +0,88$. Chez les individus jeunes il n'y a pas de corrélation entre ces traits.

Les campagnols dont les testicules ont servi à l'analyse histologique, ont été capturés durant toute la période de reproduction. On a fait attention surtout aux testicules pubescents ou en régression car il s'agissait, surtout chez les premiers, d'établir l'échelle de grandeur et de poids des organes contenant les spermatozoïdes.

Selon les données de la littérature, chez les campagnols terrestres il y a une corrélation entre la grandeur du testicule et la maturation des spermatozoïdes. Wijngaarden (22) et les autres auteurs admettent, que le testicule aux dimensions 8,2 mm ($\sqrt{\text{long. larg.}}$) apparaît seulement chez les animaux pubères. La grande vitesse de maturation des testicules et le matériel de capture de Tarnawatka peu nombreux (4 mâles pubescents) ne permettent pas une présentation du problème plus large. On observe certaines différenciations, comme peuvent en témoigner les traits caractéristiques des testicules de l'individu pris le 4 juillet, à savoir: grandeur 7,5 mm et poids 262 mg, chez qui on a constaté, dans certains tubes séminifères, un petit nombre de spermatozoïdes et une très grande activité mitotique; la même chose chez le mâle capturé le 30 mai, dont les dimensions de l'organe en question étaient 8,1 mm et la masse 334,7 mg et où il n'y avait pas de spermatozoïdes et seulement les tubes séminifères contenaient les cellules en train de méiose. Chez très peu de mâles, les plus jeunes du groupe de pubères, dont les testicules ont les dimensions de 9,0 à 9,8 mm et la masse ne dépassant pas 554 mg, on a constaté, dans les tubes, la présence des cellules spermatiques dans toutes les périodes de développement et un nombre assez grand de spermatozoïdes.

Les changements de la structure histologique des testicules ne font pas objet de recherches des auteurs de cet article, mais il faut attirer l'attention sur certains détails de la structure de ces organes dans les diverses périodes de leur développement et de leur régression.

Les testicules des campagnols impubères se caractérisent par de petits diamètres des tubes séminifères couverts d'épithélium à hauteur diverse, avec la prédominance de l'épithélium bas. On observe parfois les divisions des cellules dans le nombre de tubes changeant, qui peuvent être assez fréquents en été, et qui sont sporadiques en automne. Les testicules en question est une petite quantité de tissu interstitiel et sont protégés de fine tunique albuginée.

Les tubes séminifères des testicules des mâles pubères sexuellement actifs ont des diamètres beaucoup plus grands. Ils sont fortement compacts, couverts d'épithélium élevé, dans lequel on observe toutes les phases de division des cellules spermatiques et de nombreux spermatozoïdes. Leur tissu interstitiel est abondant. Dans la plupart des cas, dans ces testicules la tunique albuginée est assez mince, par sa texture et son épaisseur ne différant pas de la tunique observée

dans les testicules des animaux impubères. Seulement chez les mâles vieux elle est plus épaisse, dans un degré divers. Une pareille tunique albuginée a été aperçue dans les testicules des animaux ayant passé l'hiver activement (22). La présence d'une mince tunique albuginée et d'une compacte structure de tubes séminifères dans la période de rut a été constatée dans les testicules de souslik tâché et de souslik d'Europe (13).

A partir de dix premiers jours de juillet, un pour-cent considérable des individus ont des testicules où on voit une nette régression de l'épithélium. Les tubes séminifères sinueux, à des diamètres considérablement diminués, contiennent un épithélium bas, les spermatozoïdes manquent. Dans les organes en pleine régression, on observe une quantité plus grande de tissu conjonctif. La tunique albuginée est ondulée, ce qui fait que la surface du testicule est rude. Suivant les données de la littérature, dans les testicules de régression, en résultat de leur rétrécissement, la tunique albuginée devient épaisse et ridée. Ces changements permettent de mieux distinguer entre les testicules subissant la régression et les organes impubères, d'autant plus que la différenciation de l'épithélium des tubes ne se laisse pas voir nettement (17). On a également remarqué que la fragilité et l'ondulation de la surface des testicules signalise le début de leur régression (5).

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Chez les *A. terrestris* examinés, l'activité sexuelle à l'intensité diverse dure depuis la moitié de mars jusqu'au début d'octobre. En septembre, on capturait les femelles portantes dont la grossesse était dans des périodes diverses de développement. Les individus très jeunes tombaient dans les souricières même dans la seconde moitié d'octobre. Kubik (10) a défini une pareille période de reproduction de ces animaux aussi dans la région sud-est de Pologne, tandis que chez les campagnols aquatiques capturés à Białowieża, la reproduction dure d'avril à septembre (8). Pareillement, de faibles changements relatifs à l'abréviation de la période de reproduction, conditionnés par la situation géographique du terrain de capture, sont signalés par Wieland (21). Cet auteur donne l'information que la période de reproduction des campagnols occupant les terrains au sud de Leipzig commence dans la première moitié de mars ou en février, pour finir au début de novembre, tandis que pour les animaux capturés sur une île située sur la Mer Baltique cette période durait de la moitié d'avril à la moitié d'octobre. Les données puisées à d'autres sources (4, 6, 11, 12, 14, 16, 17, 22) démontrent qu'il y a de faibles oscillations temporaires de la période de reproduction chez le campagnol aquatique nichant sur les divers terrains d'Europe. Elles sont certainement dues non seulement à la différente situation géographique, mais également aux conditions de milieu actuelles durant l'année de capture.

Le matériel analysé par les auteurs de cet article se compose, dans un pour-cent considérable, d'individus nés dans l'année de leur prise. La collection contient des spécimens peu nombreux ayant passé un ou deux hivers. Les animaux les plus vieux ayant vécu un hiver ont été capturés dans la première moitié de septembre, ceux qui ont passé deux hivers — vers la fin d'avril. Dans la plupart des cas, comme le signalent aussi les autres chercheurs, les campagnols ne vivent pas jusqu'au second hiver (4, 14, 17, 18, 22). Morel et Meylan (14) ont constaté aussi une très nette diminution du nombre d'individus nés au printemps et en été de l'année précédente et la survie de ceux qui sont nés en automne. Wieland (21) attire l'attention à une grande mortalité des campagnols dans la période de leur reproduction et il souligne le fait que les mâles vivent plus court que les femelles.

La plupart des campagnols capturés à Tarnawatka ont pris part à la reproduction même dans l'année de leur naissance. Cela est constaté aussi par Kubik (8, 10), de même que les autres chercheurs (6, 17, 21), tandis que Stoddart (20) n'a pas observé ce phénomène chez les campagnols du terrain de l'Ecosse. Kubik (9) trouve que dans le cas de plusieurs rongeurs la participation de jeunes mâles à la reproduction peut être conditionnée par la façon de se nourrir et le climat.

L'analyse des résultats relatifs à la population examinée permet de constater que dans la reproduction participent avant tout les individus des portées de printemps et de début de l'été, tandis que les campagnols nés vers la fin de l'été et en automne n'atteignent d'habitude pas leur puberté l'année de leur naissance et prennent part à la reproduction seulement après avoir hiverné, au printemps. Ce phénomène est observé chez plusieurs petits mammifères de reproduction saisonnière (1, 7, 9). Huminskij (5) l'a nommé l'infantilisme automno-hivernal; il ne l'a pas observé chez la souris domestique et rarement chez le campagnol souterrain. Le repos d'automne et d'hiver, à ce qu'il paraît, peut être considéré comme l'adaptation de l'animal aux conditions pires de la vie.

Les campagnols examinés peuvent se reproduire encore dans la période de croissance intense, avant d'atteindre le maximum de la longueur et du poids du corps. La vitesse de croissance et de pubescence, à ce que l'on sait, subit certaines oscillations. Cela peut être illustré par les élaborations de Kubik (8, 10) relatives aux animaux du terrain de Pologne. Dans la littérature, l'âge de croissance maximum du rongeur examiné est défini comme 2-3 mois de vie (12, 22). Les mâles de la collection analysée participaient à la reproduction après avoir dépassé 135 mm de longueur du corps dont le poids égalait environ 80 g. On a trouvé déjà 36% des individus pubères n'ayant pas encore atteint 150 mm de longueur du corps; dans la plupart des cas, c'étaient des mâles dépassant 140 mm. L'indice de grandeur des testicules de cette série d'animaux dépassait en règle 9 mm, mais sporadiquement on observait la présence des spermatozoïdes dans les testicules de 7,5 mm et 262 mg. Ces différences de la grandeur et de la

masse des testicules chez les mâles pubères, ainsi que chez les individus pubescents et impubères, semblent dépendre de nombreux facteurs. L'analyse statistique des deux traits examinés des testicules démontre que leurs dimensions et masse dépendent réellement de l'âge et de la saison de capture. S'il s'agit du poids des testicules, l'influence de l'âge est statistiquement moins importante que celle qui a été démontrée dans d'autres combinaisons de paramètres de variabilité. Le facteur supplémentaire peut être fourni aussi par la condition générale de l'animal. Perry (17) a également attiré l'attention à ce que les changements ayant lieu dans les testicules sont sous l'influence de la saison et de l'âge de l'individu.

Kubik (8) signale qu'à Białowieża on a capturé quelques campagnols aquatiques pubères dont la longueur du corps égalait environ 140 mm et le poids environ 70 g, tandis que les individus pris à Niemierówek (10), qui avaient la longueur environ 155 mm et le poids 90 g, dans la plupart des cas devenaient pubères après avoir atteint le maximum de la croissance. En même temps, cet auteur souligne le fait que les animaux nés dans les mois tardifs d'été et précoce d'automne démontraient, en règle, une vitesse de croissance et de maturation un peu moindre en comparaison avec les animaux nés au printemps et en été.

Selon Wijngaarden (22), les campagnols aquatiques dans la période de croissance rapide, déjà après avoir vécu 50 jours, atteignent la longueur du corps environ 150 mm. Cet auteur, en se fondant sur l'analyse histologique des testicules, a constaté que les mâles à la même longueur du corps sont seconds et leurs testicules dépassent l'indice de grandeur égale à 8,2 mm. Certains chercheurs signalent les valeurs un peu inférieures des dimensions des testicules, à savoir: Wieland (21) — l'indice 7,07 avec les dimensions du corps des mâles commençant la reproduction 121 mm et le poids 85 g, Meylan et Aioldi (11) définissent la longueur du testicule de 8 mm, Pelikán (16) — 10 mm, ce dernier ayant observé les femelles pubères au poids du corps entre 40 et 60 g (5%) et tous les mâles pubères au-dessus de 120 g. Également Kratochvil (6) et Ogniev (15) ont rencontré les campagnols terrestres à l'étape de reproduction, surtout les femelles, encore avant d'atteindre le maximum de la croissance. À la lumière des données assez différenciées, relatives avant tout à la masse du corps, il semble juste de souligner que le poids du corps n'est pas un indice net de la fécondité des animaux (17).

Chez l'espèce examinée, le processus de pubescence se passe très vite. Dans le matériel analysé, on a trouvé de jeunes mâles pubescents, dont l'âge était probablement moindre à 2 mois et qui ont été pris vers la fin de mai. Wieland (21) signale que les mâles les plus jeunes prenant part dans la reproduction avaient vécu environ 6 semaines; ces animaux, ayant été capturés au sud de Leipzig à partir de la moitié de mai, sont nés dans la seconde moitié de mars. Kratochvil (6) et Morel et Meylan (14) admettent que le pour-cent considérable des femelles portantes ont plus de deux et demi mois de vie. La

vitesse de maturación dépend sans doute des conditions du milieu dans lesquelles se trouvent les femelles durant la période de grossesse et de lactation, et, avant tout, les individus jeunes dans les premières semaines après avoir abandonné leur nid. D'après les données de la littérature, l'arrêt de la vitesse de pubescence de jeunes mâles de divers petits mammifères a été observé à partir de juin, plus souvent en juillet et en août (2, 9, 17, 21).

Dans le matériel analysé, les testicules les plus grands et les plus lourds sont chez les mâles vieux (*sen.*). Dans ce groupe d'âge il n'y a pas de phénomène de régression des gonades indépendamment de la saison de l'année. Il faut supposer que le maintien de l'activité sexuelle jusqu'à la fin de la vie chez les individus les plus vieux permette à faire une portée tardive en automne. Les plus grandes dimensions et masses des testicules chez les mâles les plus vieux ont été remarquées également chez le souslik tacheté et le souslik d'Europe (13), de même que chez le musaraigne aquatique; les vieux mâles de ce petit mammifère insectivore sont sexuellement actifs jusqu'à la fin de la vie (2). Les campagnols adultes (*adult.*), dont les testicules subissent les processus de régression, étaient capturés surtout en juillet, en septembre et en octobre. Perry (17) a constaté la présence des testicules en régression chez les campagnols dans la seconde moitié de septembre et au début d'octobre. Le phénomène de régression des gonades chez les divers rongeurs a été signalé, entre autres, par quelques auteurs (1, 5, 7, 9, 19). Il paraît que, grâce à la régression des gonades se passant plus tôt, ces animaux puissent mieux s'adapter à l'hivernage (2).

Dans la série de campagnols examinés, malgré de fréquentes nettes différences dans les mesurations des deux testicules, les différences statistiquement réelles entre le testicule droit et gauche manquent.

Chez les *Arvicola terrestris* analysés, on a constaté une corrélation positive réelle élevée entre les dimensions et la masse des testicules, ainsi qu'une interdépendance aussi réelle entre le poids du corps et celui des testicules chez les campagnols adultes sexuellement actifs. Une corrélation pareille entre la masse du corps et celle du testicule a été constatée aussi par les autres auteurs en ce qui concerne les diverses espèces de rongeurs, avant tout sexuellement actifs (5, 17), tandis que Kubik (7) a démontré une liaison entre la grandeur du testicule et la longueur et la masse du corps chez *Micromys minutus*.

RÉFÉRENCES

1. Adamczewska K. A.: Intensity of Reproduction of the *Apodemus flavicollis* (Melchior, 1834) during the Period 1954–1959. Acta theriol. 5, 1–21 (1961).
2. Bazan I.: Untersuchungen über die Veränderlichkeit des Geschlechtsapparates und der Thymus der Wasserspitzmaus (*Neomys fodiens* Schreb.). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C 9, 213–259 (1954).

3. Cais L.: Badania nad morfologią i rozmieszczeniem geograficznym karczownika *Arvicola terrestris* L. 1758 w Polsce. Prace Kom. Biol. Pozn. Tow. Przyj. Nauk **37**, Poznań 1974.
4. Delost P.: Les variations sexuelles saisonnières du campagnol amphibie (*Arvicola terrestris amphibius*). C. R. Soc. Biol. **163**, 1742–1747 (1969).
5. Humiński S.: Biomorphological Studies on Testes and Male Accessory Glands in Some Species of the Families *Muridae* and *Microtidae* Found in Poland. Zool. Pol. **19**, 213–256 (1969).
6. Kratochvil J.: Die Vermehrungsfähigkeit der Art *Arvicola terrestris* (L.) in der ČSSR (Mamm., Microtidae). Zool. Listy **23**, 3–17 (1974).
7. Kubik J.: *Micromys minutus* Pall. w Białowieskim Parku Narodowym. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C **7**, 449–495 (1952).
8. Kubik J.: Wstępne badania nad rodzajem *Arvicola Lacépède*. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C **10**, 245–268 (1957).
9. Kubik J.: Biomorphological Variability of the Population of *Clethrionomys glareolus* (Schreber, 1780). Acta theriol. **10**, 117–179 (1965).
10. Kubik J.: Beitrag zu Untersuchungen über die Varänderlichkeit bei der Schermaus — *Arvicola terrestris* (Linnaeus, 1758). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C **24**, 279–288 (1969).
11. Meylan A., Airolidi J. P.: Reproduction hivernale chez *Arvicola terrestris scherman* Shaw (Mammalia, Rodentia). Rev. suisse Zool. **82**, 689–694 (1975).
12. Meylan A., Morel J.: Capture et élevage d'*Arvicola terrestris* (L.): Premiers résultats. Public. OEPP Sér. A **58**, 115–127 (1970).
13. Męczyński S.: Morphohistological Analysis of the Male Genital Organs of the Genus *Citellus*. Acta theriol. **16**, 371–386 (1971).
14. Morel J., Meylan A.: Une pullulation de campagnols terrestres (*Arvicola terrestris* L.) (Mammalia: Rodentia). Rev. suisse Zool. **77**, 705–712 (1970).
15. Огнєв С. И.: Звери СССР и прилежащих стран. Акад. наук СССР, Москва—Ленинград 1950, 7, 593–655.
16. Pelikán J.: *Arvicola terrestris* (L.), Indexes of Reproduction in Czechoslovakia. Acta Sci. Nat. (Brno), **6** (11), 1–50, (1972).
17. Perry J. S.: Reproduction in the Water-vole, *Arvicola amphibius* Linn. Proc. Zool. Soc. (London) **112**, 118–130. (1942).
18. Reichstein H.: Gattung *Arvicola Lacépède*, 1799 — Schermäuse. [in:] Handbuch der Säugetiere Europas. Niethammer J., Krapp F. (Hrsg.), Akad. Verlags., 2/I, Rodentia II, Wiesbaden 1982, 209–252.
19. Reynaud A.: Etat de développement de l'appareil génital des mulots (*Apodemus sylvaticus* L.) au cours des différentes saisons de l'année. C. R. Soc. Biol. **144**, 938–940 (1950).
20. Stoddart D. M.: Breeding and Survival in Population of Water Voles. J. Animal Ecol. **40**, 487–494 (1971).
21. Wieland H.: Beiträge zur Biologie und zum Massenwechsel der Grossen Wühlmaus (*Arvicola terrestris* L.). Zool. Jb. Syst. **100**, 351–428 (1973).
22. Wijngaarden A.: Biologie en bestrijding van de Woelrat, *Arvicola terrestris terrestris* (L.) in Nederland. Diss. Eindhoven 1954, 13–147.

STRESZCZENIE

Przeprowadzona analiza zmian morfologicznych gonad samców *Arvicola terrestris* L. została oparta na pomiarach wielkości i masy jąder oraz przeglądzie skrawków histologicznych tych narządów.

U badanych karczowników rozród trwał od połowy marca do początku października. Większość odłowionych zwierząt brała udział w rozmnażaniu jeszcze w roku swego urodzenia.

Osobniki te przeważnie pochodziły z miotów wiosennych i wczesnoletnich, okazy urodzone w końcu lata i jesienią zazwyczaj nie dojrzewały płciowo przed zimą. Znajdowały się one często w okresie intensywnego wzrostu wymiarów ciała, w wieku poniżej 2 miesięcy.

Przeprowadzona analiza statystyczna wymiarów jąder wskazuje na występowanie istotnych zależności obu badanych cech od sezonu odłowu oraz wieku zwierząt. W przypadku ciężaru jąder wpływ wieku jest statystycznie mniej istotny od wykazanego w innych kombinacjach czynników zmienności. Na podstawie obrazów histologicznych stwierdzono obecność nielicznych plemników w jądrach o wskaźniku wielkościowym 7,5 mm oraz ciężarze 262 mg, zwykle jednak gonady samców w pełni aktywnych płciowo przekraczały dość znacznie te wartości. Karczowniki z gonadami uwstecznnionymi łowione były w lipcu oraz wrześniu i październiku. U zwierząt starych nie stwierdzono obecności jąder podlegających regresji. Ponadto wykazano wysoką istotną dodatnią korelację między rozmiarami i masą jąder oraz między ciężarem ciała i ciężarem jąder, ta ostatnia zależność dotyczyła gonad dorosłych, aktywnych płciowo, samców. Mimo wyraźnych często różnic pomiarowych obu jąder, brak było istotnych statystycznie różnicowań między jądem prawym i lewym.

РЕЗЮМЕ

Проведенный анализ морфологических изменений гонад самцов *Arvicola terrestris* (L.) опирался на изменения величины и массы яичек и гистологический осмотр обрезков этого органа.

У исследуемых водяных крыс размножение продолжалось с половины марта до начала октября. Большинство отловленных зверей принимали участие в размножении еще в год своего рождения. Эти особи происходили, как правило, от весеннего и относящегося к раннему лету пометов, представители рожденные в конце лета и осенью, как правило, не созревали в половом отношении перед зимой. Они были часто во время интенсивного роста объема тела, в возрасте менее 2 месяцев.

Проведенный статистический анализ величины яичек указывает на наличие важной зависимости обеих исследуемых черт от сезона отлова и возраста животных. Для веса яичек влияние возраста статистически является менее существенно от указанного в других комбинациях фактора изменчивости. На основании гистологических изображений было обнаружено наличие немногих сперматозоидов в яичках с показателем размера 7,5 мм и весом 262 мг, однако, в принципе, гонады самцов с полной половой активностью в значительной степени превышали эти величины. Водяные крысы с регрессивными гонадами ловились в июле, а также в сентябре и октябре. У старых животных не было обнаружено наличие яичек подвергающихся регрессии. Кроме того была обнаружена высокая существенная положительная взаимосвязь между весом тела и весом яичек, последняя зависимость касается гонад взрослых, активных в половом отношении, самцов. Несмотря на, зачастую, отчетливую измерительную разницу обеих яичек, нет статистически существенной разницы между правым и левым яичками.

