

细菌生理群的研究及其生态学意义

128-133 王国惠

(华北水利水电学院 郑州 450045)

于鲁冀

(郑州工学院 郑州 450045)

摘要 细菌生理群的研究,可采用快速多点法、复制技术、放射性自显影及标记探针法。细菌生理群直接参与水体的物质循环。在水体污染方面具有重要的指示作用。通过细菌生理群可探讨水处理系统的处理机理。土壤中特殊因子及土质对细菌生理群的数量、种类有很大的影响。动物消化道中细菌生理群的种类和数量不同直接反映着其营养结构的差异。

关键词 细菌生理群, 环境, 生态学。

THE STUDY AND ITS ECOLOGICAL SIGNIFICANCE ON
PHYSIOLOGICAL GROUPS OF BACTERIA

WANG Guo-Hui

(North China Institute of Water Conservancy and Hydroelectric Power, ZhengZhou 450045, China)

YU Lu-Ji

(ZhengZhou University of Industry, Zhengzhou, 450002, China)

Abstract Rapid multipoint method, replica technique, autoradiography signature probe are used in the study on physiological groups of bacteria. Physiological groups of bacteria are parties to the matter cycle in water. They have important indication action on water pollution. Through physiological groups of bacteria, we can inquire into treatment mechanisms of water treatment system. The kinds and number in soil are affected by the special factors in soil and soil quality greatly. The sorts and numbers in the animal digestive tract directly reflect the difference of its nutritive structure.

Key words physiological groups of bacteria, environment, ecology.

关于细菌生理群的研究起步较早,日趋活跃,其研究范围涉及土壤、水体及动物消化道等生态系统。现综合有关资料,供进一步研究借鉴。

1 细菌生理群的概念及其研究方法

所谓细菌生理群指的是相同或不同形态执行着同一种功能的一类细菌。如蛋白质降解菌、脂肪降解菌、纤维素降解菌、淀粉降解菌、磷细菌、氮化细菌、硝化细菌、反硝化细菌等。各生理类群一方面表现需要特定的生长条件,另一方面表现在物质转化中具有特定的功能。它们在生态环境中发挥着重要的作用。

细菌生理类群的研究,除通常采用的平板计数法和 MPN 方法以外, Kauri^[1]修改的 MPN 多点方法是一种迅速而简便的计数方法。首先对土壤样品进行连续稀释,取 5 项稀释液,直接接种在含有不同基质的平

收稿日期:1997-04-03,修改稿收到日期:1998-06-05。

板上,每项稀释液用多点接种针在一个平皿上定量地连续点5次,为了减少误差,含每种基质的平板至少做5个平行样。根据接种位点出现的基质降解斑点数,查MPN统计表,以计数被检菌的数目。同一个样品在短时间内接种到含有不同基质的平板上,可以同时检测到多种生理群。

Tsien^[2]利用分子生物学技术——探针法成功地对甲基类细菌进行了检测,这种方法是通过合成的且只与各类甲基菌16rRNA互补的寡脱氧核苷酸序列作为杂交探针。用于具有丝氨酸及固定甲醛的核酮糖单磷酸途径(RuMP)的细菌的鉴定。探针用不同的荧光染料进行标记,可同时测定两种不同类型的甲基菌。该方法能够准确地区分各类甲基菌,如甲烷菌、甲醇菌等。

Hopp^[3]在研究海洋细菌生理群时采用了一种放射性自显影技术,该技术用C¹⁴将底物进行标记,并使之与营养衬垫结合,通过膜过滤器过滤,利用感光材料感光,显示图象,再利用表荧光显微镜进行检验,不仅能区分不同生理群,而且能将具有特殊性质(如降解酚、DDT等)的菌群加以鉴定和分离。

Stilinski^[4]检测表面水中细菌生理群采用一种复制方法,通过复制技术可以验证MPA(肉膏蛋白胨琼脂平板)上腐生细菌中某些生理群所占的百分率。该方法还可被用来检验温度对某些生理群活力的影响,方法简单易行,省料省时,处理样品大。

2 细菌生理群在水体中的作用和意义

微生物因其分布广泛,多样性的代谢能力及高效的酶促活性使之在生物地球化学循环中具有重要的意义,其活性在很大程度上决定着一个生境的潜在生产力。人类活动(例如污染)引起的微生物水体化学循环的改变会导致生境化学特征的改变,因而从种类、数量和质量上影响生境中的生物群落。所以细菌生理群的种类、数量、分布及变动直接反映着所处生境的特征、某类物质的水平及其转化规律。

2.1 细菌生理群是水体物质循环中的推动者

苏联学者 Antaninene^[5]分析了 Drisyaty 湖藻类分解期间细菌生理群数量的改变,发现颤藻 *S. quadricauda* 分解时,pH值从7.8上升至8.5。这是由于 *S. quadricauda* 等含氮有机物在微生物的作用下产生了氨氮类物质,为其它水生生物提供了生命活动所必需的营养元素。Peptea^[6]等研究了 Rosu 和 lacub 两个湖沉积物中的固氮菌、硝化细菌及反硝化细菌,提供了参与氮素循环的有关资料。沉积物中硝化细菌和反硝化细菌存在着复杂的相互关系。在沉积底部产生的氨扩散至好氧表面,硝化细菌将其氧化为硝酸盐;硝酸盐再扩散至下水层或厌氧区,在反硝化细菌的作用下还原为氮气;沉积物表面有大量的固氮菌存在,将氮气加以固定。Gnovese^[7]等人报道 Ganzirri 盐湖底泥中氨化细菌、明胶分解菌相当活跃,尿素分解菌只在深层底泥中才能找到,湖底硫化氢的产生取决于有机降解菌及硫酸盐还原菌的作用。

2.2 细菌生理群在污染水体中的指示作用

在环境监测中,可选用大肠菌群等作为指示菌,以表示水体受粪便污染的程度。还可根据水体污染指示生物带,来判断水体总有机物污染程度。许多研究表明,细菌生理群的数量与其相应化合物含量之间具有一致性。因此,细菌生理群可作为某类或某种污染物的指示菌。

Trizilova^[8]在研究 Danube 河 Czechoslovak 断面不同细菌生理群的数量及分布时发现,氨化细菌及反硝化细菌的数量上有规律的出现,即只有在糖萝卜收获季节,随着大量的有机物排入河道时,这些细菌的数量也大为增加。波兰的 Niewolak^[9]研究认为,污染较严重的 Jeziora Maly 湖中细菌生理群的数量比 Jeziorak 贫营养湖的数量大得多,相差几个数量级。郑福寿^[10]分析了九龙江口反硝化细菌数量随潮汐、季节、昼夜变化的情况。在表层水中,菌数白天的潮时>夜晚的相应潮时;白天的波动>夜晚的波动。分析认为,这与白天排入江口的生活污水比夜晚量大有关。谢其明^[11]等对洪湖细菌生理群的调查结果表明,不同生理群细菌的数量与湖中营养元素的含量有密切关系,营养盐含量高时,细菌生理群的数量大,反之数量小(表1)。

李勤生^[12]将武汉东湖磷细菌的数量与磷含量进行了类似的比较,结果表明,二者在水平分布上十分吻合(表2)。

2.3 细菌生理类群在水处理系统中的作用

微生物在水处理方面具有重要的作用。处理工艺不同,微生物的种类和数量不同,处理效果也不一样。因此,了解微生物的种类和数量有助于工艺条件的选择。万品珍等^[1-3]研究了墨水湖氧化塘系统中细菌总数和细菌生理群数量,发现间歇曝气时每升水样中比不曝气时水样的细菌总数多 $6 \times 10^5 \sim 15 \times 10^5$ 个,两种氧化塘水样中,产脂肪酶和产淀粉酶的菌株数,分别占细菌总数的百分比为60%和40%左右,初步阐明了新工艺处理机理。

3 细菌生理类群在土壤中的意义

3.1 细菌生理类群与土壤特殊因子的关系

土壤的生态条件决定着微生物的组成、数量及分布,特别是农药的大量使用,重金属污染及森林大火等,对土壤微生物产生了很大的影响。

Moncheva 等人^[14]研究了草莓地里施加除草剂对某些细菌生理群数量的影响。4种除草剂(venzar、nortron、devrinol 和 falibetan)对 *Clostridium* 和 *Aotobacter* 属中固氮菌、氨化细菌、硝化细菌、纤维素分解菌有促生长作用,但 venzar 和 nortron 以及二者的混合剂能够抑制纤维素分解菌的生长, falibetan 对硝化细菌影响不明显。而一些农药如 temik(杀虫剂)对固氮菌、固氮梭菌和氨化细菌的生

长既有促进作用,又用抑制作用^[15]。一般来说,施加的最初为促进作用,后来又产生抑制作用。

Nordgren 等人^[16]分析了瑞典北效第一冶炼厂周围土层中重金属污染对生物的影响,测定了17种重金属的含量。冶炼厂附近的土壤中重金属的含量是背景值的5~75倍,但分解麦芽糖、纤维二糖、阿拉伯糖、木糖的细菌和水解淀粉、果胶、木聚糖或纤维素的细菌,由于土壤重金属的污染其数量却降低了8~11倍。多数污染点的几丁质降解菌的数量比背景影响值低5倍。土壤细菌的数量与金属浓度的对数值呈S型曲线。多项分析表明,土壤重金属的浓度和pH值是影响土壤微生物的两种主要环境因素^[17]。怎样才能降低或解除土壤中重金属对微生物活性的影响呢?Badu-ra 等人^[18]研究了在受 Cu^{2+} 污染的土壤中施加石灰以及 Ca^{2+} 对氮化合物转化过程的影响。腐殖土取自远离工业污染中心的位点,土样中用10 000ppm的 Cu^{2+} 的2种不同剂量 CaCO_3 进行处理。实验过程中,测定了固氮酶的活性,计数氨化细菌和硝化细菌的数目。结果表明, Cu^{2+} 抑制土壤中氮化合物的转化,而且实验中加入的最大剂量的 CaCO_3 也不能解除 Cu^{2+} 对固氮过程和反硝化过程产生的毒性。化学分析显示,大量的 Cu^{2+} 吸附到土壤中某些络合物上时才能部分地被中和其毒性。

钴(Co)是土壤中一种微量元素,它是某些微生物代谢生长不可缺少的因子之一。Koleshko^[19]研究了Co对固氮菌(*Hroococum*2H和根瘤菌 *leguminosarum*245a)生理生化活性的影响。Co能激发氨化酶和脱氢酶的活性,且主要对幼龄细胞产生作用。Co还能提高其固氮量。

Acea^[20]等1996年分析了森林失火后土壤中细菌生理群的变化,无论在燃烧过或未燃烧的土壤中,与纤维素分解菌相比,淀粉分解菌更占优势,氨化细菌数量也比较大,但硝化细菌的数量却很小,由于燃烧在短期内纤维素分解菌可能会消失,而淀粉分解细菌,特别是氨化细菌有所增加,硝化细菌没有改变。野火一年以后,纤维素分解菌又开始出现,淀粉分解菌有所下降,氨化细菌基本不变。

Christensen 等人^[21]在田间试验时加入液体肥料或 NH_4NO_3 ,发现由于反硝化作用造成的氮素流失直

表1 细菌生理群的数量与水中含盐量的关系

Table 1 Relationship between numbers of physiological groups of bacteria and salt content in waters

氨化细菌 ^① (千个/1)	23.0	37.0	2.0
铵盐 ^② (mg/1)	0.148	0.33	0.013
磷细菌 ^③ (千个/1)	16.0	2.2	1.4
磷酸盐 ^④ (mg/1)	0.077	0.047	0.020
硅酸盐菌 ^⑤ (千个/1)	2.0	0.6	0.2
硅酸盐 ^⑥ (mg/1)	2.50	7.70	1.68

①:Ammonifying bacteria,②:Ammonate,③:Phosphate bacteria,④:Phosphate,⑤:Silicate bacteria,⑥:Silicate.

表2 东湖磷细菌的分布和各站水环境磷含量的比较

Table 2 The comparison between distribution of phosphate bacteria and phosphate content in all stations in Donghu Lake

站 别	I	II	III	IV	V
磷细菌平均数 ^① (个/ml)	2 343	303	293	105	160
总磷平均含量 ^② (mg/l)	0.686	0.240	0.199	0.134	0.217

①:Average of phosphate bacteria,②:Average content of total phosphate

接受土壤环境因素的影响,湿地比干地反硝化活性强。他将从 MPN 试管中分离得到的反硝化细菌分成3种生理群:亚硝化细菌、 N_2O 形成菌和氮气形成菌(产氮气菌)。其中产氮气菌占优势,且多数细菌属于假单胞菌属。

3.2 不同土壤中细菌生理群的分布状况

土壤中细菌的种类、数量及分布是对土壤环境的一种反映。Timuk^[21]调查了 Kara-Bogaz GOL 海湾汇合区海水和土壤中某些细菌生理群的分布。发现海水中有硝化作用和反硝化作用,不存在硫化作用和反硫化作用。而在 Turkmen SSR、USSR 海峡一带土壤中存在硫酸盐还原菌。Jensen^[22]调查了森山毛榉细腐殖质土壤和粗腐殖质土壤以及云杉精腐殖质土壤中淀粉酶、纤维素酶、明胶酶、氨化酶、硝化酶、反硝化酶和固氮酶活性。调查表明,粗腐殖质土壤中生物学活性最高,固氮作用最强;粗腐殖质土壤和细腐殖质土壤中纤维素酶活性有明显差异。1991年,金钧然^[23]等调查了不同林分下的土壤细菌区系。除小美早纯林 A1层纤维素分解细菌特别丰富外,混交林土壤内细菌总数和硝化细菌、固氮菌的数量比纯林都高。土壤细菌的数量为混交林>小美早>刺槐林,这与有机质全氮含量是一致的,细菌三大生理群的数量依次为固氮菌>硝化细菌>纤维素分解菌(表3)。同时他们还分析了细菌数量、土壤因子和林分生长三者的关系,认为不同树种根系环境适合于不同种细菌生长,混交林土壤内细菌较多,酶活性高。

表3 不同林分土壤内主要细菌生理群的数量及其与有机质、全氮含量的关系

Table 3 The relationship between numbers of main physiological groups of bacteria and content of organic matter, total nitrogen in different forest soil

林分 Forest	细菌数量 Number of bacteria ($\times 10^6$ 个/g土)	固氮菌 Azotobacteria ($\times 10^5$ 个/g土)	纤维素分解菌 Cellulose decompos- ing bacteria ($\times 10^2$ 个/g土)	硝化细菌 Nitrobacteria ($\times 10^2$ 个/g土)	有机质 Organic (%)	全氮 Total N (%)	固氮酶活性 Activation of azotase (kgN_2/hm^2)
小美早 ^①	2.77	0.77	18.0	0.46	0.98	0.04	1.40
混交林 ^②	18.0	2.86	7.03	1.31	2.07	0.07	4.11
刺槐 ^③	1.63	1.05	1.82	0.62	0.41	0.002	4.49

①Ropulus, ②Mixed forest, ③Locust.

章亭洲^[24]等研究了我国地带性土壤中产蛋白酶细菌的生态分布。结果表明,产蛋白酶细菌的数量、分布与土壤中有机质和氮素含量存在着一定的正相关。据调查,由北向南各土类之间0~20cm表层土中有机质和氮素含量的大致变化是:由黑土至暗棕壤(和白浆土),至棕壤、褐土及黄壤,含量明显降低。黄壤再向南经红壤至砖红壤,含量又升高。不同地带土壤中产蛋白酶细菌的分布与上述生态因素的地带特征基本一致。植被状况与产蛋白酶细菌的生态分布也有一定的相关性。草甸土上草本荒地下,产蛋白酶细菌的数量低于大豆地;潮土上玉米地中产蛋白酶细菌数明显低于蔬菜地。在红壤、赤红壤和砖红壤上,栽培作物的土壤中产蛋白酶细菌数都比裸露地要多,也比杂草地和乔灌木林地高。

此外,在土壤中有人还研究了降解一些难降解有机物的细菌生理群的降解潜能等。比如,1993年 SOLAS^[25]在研究2,4-二氯苯氧乙酸(2,4-D)降解动力学时用 C^{14} 对2,4-进行标记,发现土壤中至少有两种不同的生理群具有降解这种除草剂的作用。带标记的碳源全部耗尽,说明微生物具有很强的降解土壤中难降解的芳香族化合物的能力。

4 细菌生理类群在动物消化系统中的状况和意义

Galindo, Juana^[26]研究了沸石对吃青贮饲料的牛的瘤胃中各种细菌生理类群的影响。除氨化细菌外,瘤胃中纤维素分解菌随沸石含量的增加而增加,而乳酸菌数量却显著下降。在青饲料中加入1%沸石会增加牛瘤胃中微生物的种类,有利于牛的饲养。

Mitskenene^[27]等人所研究的 Judis 湖中成年巨爪蟹的消化道中的细菌数比1岁龄和1岁以上龄的蟹消化道中要多,且这种成年蟹消化道中细菌数目在秋季最多。他研究了几种人造食品对当地鳌虾内容物中某些细菌生理群数量的影响,测定了鳌虾胃中矿化蛋白质的细菌、淀粉水解菌、乳酸细菌、好氧纤维素分解菌

等,发现在被研究的细菌生理群中,蛋白质矿化菌占优势^[26],Shivo-kene^[25]分析了鲤鱼、草鲤鱼和鲤属鱼不同生长阶段消化道中微生物生理群的数量变化,在各种营养条件下(天然食物、精饲料),淀粉分解菌(包括 α -淀粉分解菌)、纤维素分解菌是草鲤鱼消化道中的主要类群。蛋白质矿化菌和乳酸菌在鲤鱼消化道中占优势,Shivokene^[30]还研究了二指长小鱼和夏季鲤鱼在用人造食物混合喂养情况下消化道中微生物的组成,发现蛋白质矿化菌在鲤鱼消化道中占细菌总数的76.4%~99.8%。在一指长鱼的消化道中微生物数量的最高值为 21×10^6 个/g,夏季鲤鱼的消化道中为 119×10^6 个/g,鲤鱼肠道中部微生物的密度很大。

1996年 Elias^[32]等用低级、中级及高级精饲料喂养 Holstein 牛,研究瘤胃细菌生理类群的变化。刚刚喂养及喂养4h后,再分别补充中级和高级的精饲料,前者瘤胃的pH值从6.84降至6.60,后者从6.80降至6.44($P < 0.05$),粪便的pH值也有所下降。补充精饲料4h后,淀粉分解菌达最高值,纤维素分解菌明显下降,瘤胃的乳酸浓度达到最高值。研究发现,如果不考虑饲料的级别,精饲料浓度越高,乳酸的量越大。因此,为了提高生产率,可以通过饮食管理的方法使瘤胃生态系统稳定,如进行交互喂养。

从以上可知,无论水体、土壤、动物消化道中细菌生理群均参与物质的转化,在维持生态平衡中扮演着重要角色。另外,它们还有一个共同规律,即其数量与相应化合物含量之间存在着一致性,说明相应化合物是细菌生理群的存在及数量的决定因素,当然细菌生理群还受多种条件的影响。因此,在相同条件下,细菌生理群具有良好的指示作用;在不同条件下,又是环境总和因素的产物。

参 考 文 献

- 1 Kauri T. Rapid multipoint method for quantification of various physiological groups of bacteria in soil. *Soil, Biol. Biochem.*, 1979, **12**:125~130
- 2 Tsien H C. Use of oligodeoxynucleotide signature probes for identification of physiological groups of methylotrophic bacteria. *Appl Environ Microbiol.*, 1990, **56**(9):2858~2865
- 3 Hoppe H. Investigation on the analysis of marine bacteria populations by means of autoradiography. *Kiel Meeresforsch.*, 1974, **30**(2):107~116
- 4 Stilianovi C B. The application of the replica technique in investigations of physiological groups of bacteria in surface waters. *Acta Bot croat.*, 1979, **38**(0):711~78
- 5 Antaninene A S. Changes in the chemical water composition in lake Drisvyaty [USSR] and in the number of physiological groups of bacteria during the decomposition of the green alga *Scenedesmus quadricauda*. *Liet Tsr Mokslu Akad Darb Ser C Biol Mokslu*, 1984, **0**(4):3~8
- 6 Peptea D. Contribution to the quantitative study of some physiological groups microorganisms in the sediment of the lakes Rosu bacub during 1975. *Trav Mus Hist Nat Grigore Antipa*, 1978, **19**:143~146
- 7 Genovese S, et al. Determinations of some physiological groups of bacteria made on samples of water and sediments from the brackish lake of Ganzurri. *Atti Soc Peloritana Sci Fis Mat Natur*, 1964, **10**(2):81~109.
- 8 Trzilova B. Results of finding some physiological groups of microorganisms from water by using some new methods. *Biology*, 1976, **31**(3):179~185
- 9 Niewolak S. Seasonal changes in numbers of some physiological groups of microorganisms in Uawa Lakes. *Pol Arch Hydrobiol.*, 1973, **20**(3):349~369
- 10 郑福寿等. 九龙江口反硝化菌群数量的潮汐、季节、昼夜变化. 厦门大学学报自然科学报, 1986, **25**(2):239~244
- 11 谢其明等. 洪湖的异养菌和寡养菌的类群及数量季节变化的初步调查. 生态学杂志, 1985, **4**:9~12
- 12 李勤生等. 武汉东湖磷细菌和种群结构的研究. 水生生物学报, 1989, **13**(4):338~347
- 13 万品珍等. 氧化塘系统细菌数量和生理类群的研究. 武汉工业大学学报, 1990, **12**(2):51~55
- 14 Moncheva P, et al. Effect of some herbicides applied to a strawberry field on the quantitative characteristics of certain physiological groups of microorganisms. *Pochvozn Agrokhim Rastit Zasht.*, 1986, **21**(1):75~82
- 15 Makawi A, et al. Quantitative effects of some pesticides on certain physiological groups of microorganisms in soil. *Zentralblattbakteriol Parasitenkd Infektionskr Hyg Zwerite Naturwiss Abt Mikrobiol Landwirtschaft Technol Umwelt-Schutzes*, 1979, **134**(3):223~228

- 16 Nordgren A, et al. Soil microbial activity Mycelial length and physiological groups of bacteria in a heavy metal polluted area. *Environ. Pollut Ser A Ecol. Biol.* 1986, **41**(1): 89~100
- 17 Badura L, et al. The effect of liming on survival rate of microorganisms in the soil contaminated by copper ions; 3 The response of physiological groups of bacteria active nitrogen transformations. *Pr Nauk Univ SLASK katowicach.* 1984, **01648**: 9~16
- 18 Koleshko O I. Role of cobalt in physiology of nitrogen-fixing microorganisms and molecular nitrogen fixation. *Izv Brokum Mikrobiol.* 1972, **8**(4): 470~474
- 19 Acen, Maria J. * and Tarsy Carbailas. Changes in physiological groups of microorganisms in soil following wildfire. *FEMS Microbiology Ecology.* 1996, **20**(1): 33~39
- 20 Christensen S et al. Seasonal variation in numbers and activity of denitrifying bacteria in soil Tax-onomy and physiological groups among isolates. *Tidsskr planteavl.* 1985, **89**(4): 367~372
- 21 Timuk O. E Some physiological groups of microorganisms from brine and soils of the merging zone of the gulf of Kara-Bogaz. *Gol IZV Akad Nauk Turkm ssr Ser Biol Nauk.* 1973, **6**: 76~78
- 22 Jensen V. Activity of various physiological groups of microorganisms in some forest soil *Kongelige veterinaer-og landbohøjskole Arsskr.* 1962, 180~194
- 23 金钧然等,不同林分下的土壤细菌区系. 北京林业大学学报, 1991, **13**: (2): 31~35
- 24 章亭洲等, 我国地带性土壤中产蛋白酶细菌和生态分布研究. 应用生态学报, 1991, **2**(4): 339~343
- 25 SOULAS, GUY. Evidence for the existence of different physiological groups in the microbial community responsible for 2,4-d mineralization in soil. *SOIL BIOL BIOCHEM.* 1993, **25**(4): 443~449
- 26 Galindo J al. The effect of zeolite on various physiological groups of ruminal bacteria of cows consuming silage under controlled grazing conditions. *Cuban J Agric Sci.* 1990, **24**(2): 177~185
- 27 Mitskenene L M. Effect of various artificial foods on the quantity of microorganisms from some physiological groups in the gastric contents of the aboriginal crayfish. *Liet Tsr Mokslu Akad Darb ser C Biol Mokslai.* 1981, **0**(1): 75~80
- 28 Mitskenene L M et al. Microflora of digestive tract of broad-clawed crayfish; 1. General number of bacteria and microorganisms of different physiological groups. *Liet Tsr Mokslu Akad Darb Ser C Biol Mokslai.* 1976, **1**: 77~80
- 29 Shivokene Ya S. Role of microorganisms of the digestive tract in the nourishment of pond fish; 23. Change ability of microorganism physiological groups depending on food of fishes. *Liet Tsr Mokslu Akad Darb Ser C Biol Mokslai.* 1980, **0**(2): 77~84
- 30 Shivokene Ya. S. Role of the digestive tract microorganisms in the nourishment of pond fish 14. number of microorganisms of various physiological groups in carp during artificial feeding. *Liet Tsr Mokslu Akad Darb Ser C Biol Mokslai.* 1976, **2**: 143~151