

刘力源, 卢龙飞, 常丽荣, 等. 低温对南北越冬后皱纹盘鲍的影响[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(20): 195–199.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.20.037

低温对南北越冬后皱纹盘鲍的影响

刘力源^{1,2}, 卢龙飞^{1,2}, 常丽荣^{1,2}, 黄二帅^{1,2}, 陶文文^{1,2}, 刘建玲^{1,2}

(1. 威海长青海洋科技股份有限公司, 山东荣成 264300; 2. 国家海产贝类工程技术研究中心, 山东荣成 264300)

摘要:为深入探究皱纹盘鲍的低温耐受性, 选取南方、北方越冬后的一龄鲍(爱莲湾原种鲍、生产鲍和长岛野生鲍)和二龄鲍(爱莲湾原种鲍和生产鲍), 采用渐变降温后渐变升温(从 16 ℃ 至 4 ℃ 维持 8 d 后回温至 16 ℃)的方式进行温度处理, 测定其在低温处理中各组的死亡率和干湿质量、体成分等参数, 分析不同时期、不同处理间的差异。结果表明, 北方越冬一龄鲍的死亡率(平均值 32%)明显高于南方越冬一龄鲍(平均值 17.33%), 同一越冬方式的一龄鲍的死亡率显著高于二龄鲍, 同一越冬方式、同一龄期的爱莲湾原种鲍的死亡率总体显著低于其他处理组; 各处理鲍的干湿质量均逐渐降低, 北方越冬鲍干质量均显著低于同龄期和品系的南方越冬鲍。在 16 ℃ 渐变降温至 4 ℃ 并且维持 8 d 的过程中, 鲍体内总糖含量大多呈现先显著降低后显著升高的趋势, 其中南方越冬鲍体内总糖含量显著高于北方越冬鲍, 二龄鲍体内总糖含量大多显著高于一龄鲍; 粗脂肪含量先升高后降低, 各处理间差异不显著; 粗蛋白含量先降低后升高, 各处理间差异不显著。在本试验的渐变降温条件下, 南方越冬的二龄鲍更具有耐低温优势, 低温条件下鲍以糖类为主要能量代谢物质; 爱莲湾原种鲍的耐低温能力较生产鲍和长岛野生鲍强。

关键词:皱纹盘鲍; 越冬; 龄期; 品系; 死亡率; 体成分

中图分类号: S917.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)20-0195-04

温度是影响海洋动物生长和生理活动的重要因素^[1], 海洋生物的生长发育、存活率、代谢和其他生理活动都受海水温度的影响^[2-3]。皱纹盘鲍(*Haliotis discus hannai* Ino)属于软体动物门(Mollusca)、腹足纲(Gastropoda)、前鳃亚纲(Prosobranchia)、原始腹足目(Archaeogastropoda)、鲍科(Haliotidae)、鲍属, 是一种具有很高经济价值和营养价值的水产养殖贝类^[4]。研究表明, 皱纹盘鲍的最适生长温度为 10~22 ℃^[5-6], 为了规避北方冬季低温, 许多养殖户选择将鲍运往南方越冬, 这一举措极大提高了经济效益。姚托等研究发现, 连续多代南方养殖会影响鲍的温度耐受性^[7]。但涉及不同龄期、不同品系、不同越冬模式的鲍再次应对低温胁迫的反应研究未见报道。本研究以爱莲湾原种鲍、长岛野生鲍和生产鲍作为试验材料, 模拟自然界海水温度变化进行渐变温度处理, 比较不

同低温处理时间、不同越冬模式、不同品系和不同龄期的鲍再次面临低温胁迫时存活率和体成分的差异, 旨在探究不同处理鲍的低温应答差异, 发掘和培育耐低温的优良品系鲍, 为鲍养殖产业提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验时间为 2019 年 5—6 月, 试验用皱纹盘鲍均取自威海长青海洋科技股份有限公司, 编号为 BD、SC、CD, 分别为爱莲湾原种鲍、生产鲍、长岛野生鲍。试验鲍暂养在水温为 16 ℃ 的水槽内, 每天下午投喂适量新鲜海带, 水槽内放置瓦片供鲍附着, 暂养 1 周后, 选取生长健康、大小均一的皱纹盘鲍作为试验材料, 其中南北方越冬的 BD、SC 一龄鲍和二龄鲍, CD 一龄鲍, 各 150 头。

1.2 温度处理

通过预试验发现, 试验鲍在 2 ℃ 条件下, 失去运动能力, 难以判定是否存活(具体原因见结果与讨论部分), 因此本试验选用的低温胁迫温度为 4 ℃, 采用渐变的降温方式进行温度处理, 具体如下: 从 16 ℃ 降至 8 ℃ 按照 2 ℃/d 的幅度降温, 从 8 ℃ 降至 4 ℃ 按照 1 ℃/d 的幅度降温, 并且在 4 ℃ 条件

收稿日期: 2019-12-11

基金项目: 鲍北方夏季育苗产业关键技术创新与产业化示范(编号: LJNY201709)。

作者简介: 刘力源(1991—), 女, 山东威海人, 硕士, 从事水产养殖方面的研究。E-mail: 18853881382@163.com。

通信作者: 常丽荣, 硕士, 中级工程师, 从事水产养殖及水产品加工方面的研究。E-mail: xs_chengguo@163.com。

下维持 8 d 后按照 1 ℃/d 的幅度升温至 8 ℃,随后以 2 ℃/d 的幅度升温至 16 ℃,在 16 ℃条件下维持 8 d。每个处理设 3 个平行试验,每个平行试验 50 个重复。每天统计鲍的死亡数量。

1.3 体成分测定

本试验选取 3 个时间点检测鲍的体成分含量,分别为 16 ℃暂养 7 d(试验开始降温前)、渐变降温至 4 ℃维持 1 d 和 4 ℃维持 8 d。

测定体成分前将鲍饥饿处理 24 h。饥饿处理后取下壳以外的全组织,冷冻干燥,磨粉后放置于干燥器中。干质量测定采用 GB 5009.3—2010《食品安全国家标准 食品中水分的测定》中的恒温干燥法(105 ℃),总糖含量的测定采用硫酸苯酚法^[8],粗蛋白含量的测定采用凯氏定氮法^[9],粗脂肪含量的测定采用索氏抽提法^[10]。用游标卡尺测量鲍的壳长、壳宽(精确度为 0.01 mm),珠宝秤称质量(精确度为 0.01 g)。

1.4 数据处理与分析

试验数据运用统计分析软件 SPSS 25.0 进行单因素方差分析(one way ANOVA), $P < 0.05$ 代表差异显著;用 SigmaPlot 12.5 作图。

2 结果与分析

2.1 低温下各处理组干湿质量和死亡率的比较

由表 1 可知,渐变降温至 4 ℃并且维持 8 d 后升温至 16 ℃,各处理组鲍的个体湿质量和干质量均明显降低;试验前后北方越冬鲍个体湿质量(试验前平均值 16.61 g,试验后平均值 15.56 g)和干质量(试验前平均值 2.26 g,试验后平均值 2.14 g)均显著低于南方鲍的个体湿质量(试验前平均值

26.65 g,试验后平均值 24.62 g)和干质量(试验前平均值 4.96 g,试验后平均值 4.72 g)。北方越冬的 BD、SC、CD 一龄鲍死亡率在 14.67% ~ 61.33% 之间,平均值为 32%,二龄鲍的死亡率在 10.67% ~ 15.33% 之间,平均值为 13.00%;南方越冬的 BD、SC、CD 一龄鲍死亡率在 12.67% ~ 24.00% 之间,平均值为 17.33%,二龄鲍死亡率在 5.33% ~ 8.00% 之间,平均值为 6.67%。除个别处理外,同一品系、同一龄期的北方越冬鲍死亡率显著高于南方越冬鲍;同一越冬模式、同一品系的一龄鲍死亡率显著高于二龄鲍;不同品系的一龄鲍间死亡率存在显著差异,以 BD 死亡率最低;同一越冬模式的 SC 二龄鲍死亡率高于 BD 二龄鲍。

2.2 低温下各处理组体成分的比较

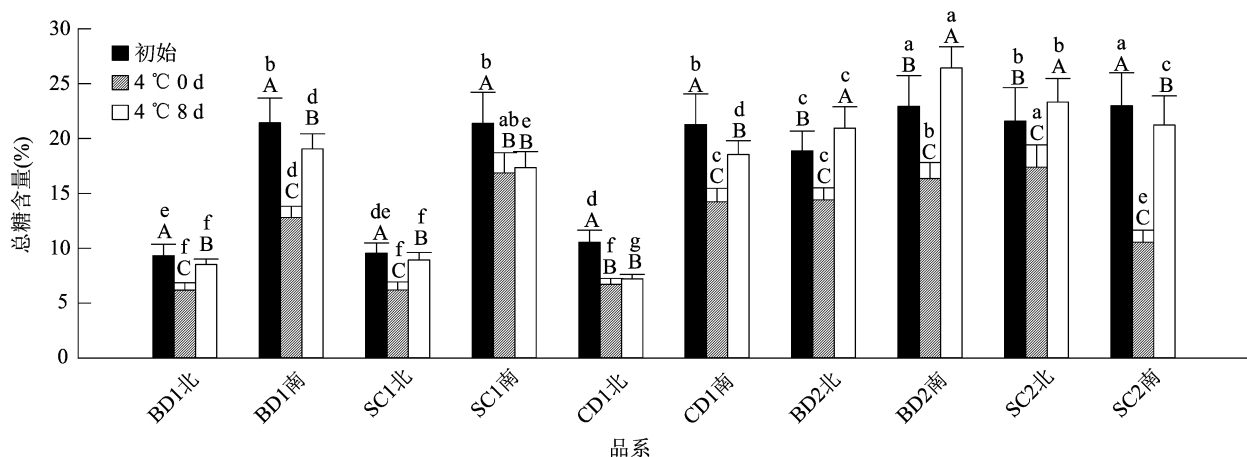
由图 1 可知,从 16 ℃降温至 4 ℃,各品系鲍体内总糖含量均显著降低,在 4 ℃维持 8 d 后体内总糖含量大多又显著升高,一龄鲍体内总糖含量(平均值 13.27%)低于试验开始时的总糖含量(平均值 15.59%),二龄鲍体内总糖含量(平均值 21.70%)高于试验开始时的总糖含量(平均值 21.60%)。除 SC2 外,低温处理各时期的同一品系的北方越冬鲍体内总糖含量均显著低于南方越冬鲍;同一越冬方式的二龄鲍体内总糖含量大多高于一龄鲍;一龄鲍中各品系鲍总糖含量间差异不大;二龄 BD 总糖含量(平均值 20.08%)明显高于 SC(平均值 18.57%)。

由图 2 可知,在渐变降温条件下,鲍体内的脂肪含量整体呈先升高后降低的趋势。南北方越冬的一龄鲍体内脂肪含量差异不大,但经过低温胁迫后二龄北方越冬的鲍体内粗脂肪含量均高于南方越

表 1 不同品系皱纹盘鲍的个体湿质量、干质量和死亡率比较

品系	初始湿质量 (g)	结束湿质量 (g)	初始干质量 (g)	结束干质量 (g)	死亡率 (%)
BD1 北	5.14 ± 1.38f	4.95 ± 1.58f	0.94 ± 0.05f	0.88 ± 0.08f	14.67 ± 0.75d
BD1 南	15.34 ± 2.47e	14.71 ± 2.62e	3.75 ± 0.21d	3.63 ± 0.34d	12.67 ± 0.57de
SC1 北	5.08 ± 1.94f	4.45 ± 1.62f	0.88 ± 0.03f	0.74 ± 0.05f	61.33 ± 5.09a
SC1 南	15.28 ± 2.99e	13.82 ± 4.95e	3.60 ± 0.21d	3.37 ± 0.15de	24.00 ± 2.40b
CD1 北	5.12 ± 1.45f	4.76 ± 0.80f	0.77 ± 0.02f	0.68 ± 0.06f	20.00 ± 3.00c
CD1 南	15.07 ± 3.43e	13.38 ± 4.68e	3.37 ± 0.20de	3.05 ± 0.15e	15.33 ± 1.01d
BD2 北	48.33 ± 5.41b	46.95 ± 8.41b	5.58 ± 0.26b	5.48 ± 0.45b	10.67 ± 0.89ef
BD2 南	52.09 ± 4.85a	49.53 ± 5.86a	9.77 ± 0.25a	9.36 ± 0.47a	5.33 ± 0.54g
SC2 北	19.38 ± 3.84d	16.70 ± 4.68d	3.11 ± 0.35e	2.92 ± 0.29e	15.33 ± 1.21d
SC2 南	35.47 ± 4.79c	31.64 ± 4.51c	4.29 ± 0.35c	4.19 ± 0.27c	8.00 ± 0.40fg

注:BD1 北中各字符分别代表皱纹盘鲍种类、龄期和越冬模式,下同。小写字母表示同一生长参数各处理组间具有显著差异($P < 0.05$)。



小写字母表示同一处理时间下不同品系鲍之间在 0.05 水平上差异显著; 大写字母表示同一品系鲍、同一越冬模式、不同处理时间在 0.05 水平上差异显著。下图同

图1 不同品系皱纹盘鲍总糖含量变化

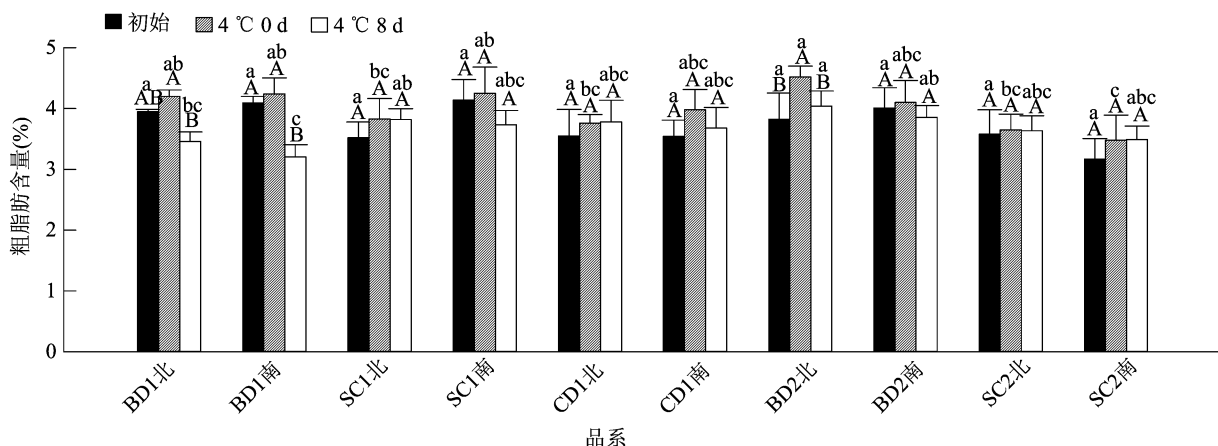


图2 不同品系皱纹盘鲍粗脂肪含量变化

冬鲍。各个品系鲍体内脂肪含量差异不大。未经低温处理的北方越冬鲍体内粗脂肪含量(平均值为 3.69%)低于南方越冬鲍(平均值为 3.79%),但低温处理后北方越冬鲍体内粗脂肪含量(平均值为 3.75%)高于南方越冬鲍(平均值为 3.59%)。

由图 3 可知,渐变降温条件下,鲍体内粗蛋白含量呈先降低后升高的趋势,但差异不显著。未经低温处理的同一品系北方越冬鲍体内粗蛋白含量高于南方越冬鲍,经过低温处理后,北方越冬的一龄鲍体内粗蛋白含量(平均值 69.98%)高于南方越冬一龄鲍(平均值 64.85%),北方越冬的一龄鲍体内粗蛋白含量(平均值 69.98%)高于北方越冬的二龄鲍(61.89%)。

3 结论与讨论

3.1 南北方越冬对鲍生长的影响

南北接力的养殖模式相较于冬季北方养殖在

很大程度上提高了鲍的产量以及鲍越冬期的存活率。前人研究发现,南方越冬的皱纹盘鲍生长速度加快,适温上限也有所提高^[2,11]。南北接力的越冬模式虽然带来了可观的经济效益,但对皱纹盘鲍的生理活动和抗逆性的影响却鲜有人研究。本试验发现,北方越冬的鲍在低温条件下死亡率高于南方越冬鲍。张明等研究发现,水温低于 0 °C 时出现鲍死亡^[5],本试验中渐变降温最低温度为 4 °C,可见在本试验中 4 °C 的低温并不是鲍致死的主要原因。通过体成分的测定可以发现,北方越冬鲍的体内总糖含量显著低于南方越冬鲍,因此推测鲍的耐低温能力与其体成分有关。杨东敏等研究发现,菲律宾蛤仔体成分的变化与其耐低温能力联系密切^[12]。本试验中所用北方越冬鲍在海上经历过寒冷的冬季,体内能源物质被大量消耗,并且在 12 月至次年 2 月期间并未进行饲喂,因越冬消耗的能源物质并未得到及时补充,再次面临低温胁迫时,极可能因

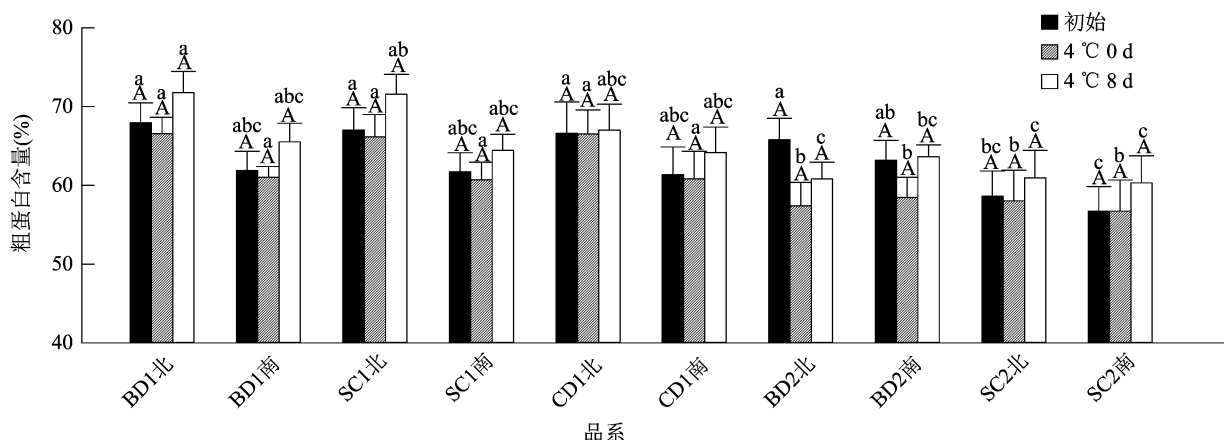


图3 不同品系皱纹盘鲍粗蛋白含量变化

为能量物质不足导致大量死亡;而南方越冬鲍可在较高水温下继续进食,能源物质(糖类、脂肪)持续积累。

通常在低温条件下,水生生物体内的能量消耗增加^[13],糖类是能源代谢的主要物质,低温条件下糖类代谢会加强^[14-15]。本试验中鲍体内总糖含量大多显著降低后又显著升高,这说明糖类是皱纹盘鲍低温胁迫下的主要能源代谢物质,这一发现与徐东等的研究结果^[16-17]一致。皱纹盘鲍在低于 7 °C 的水温条件下摄食量会大大降低^[18],在渐变降温至 4 °C 过程中,鲍体内糖类作为快速能源物质被大量消耗,从而导致体内总糖含量大幅度降低,在 4 °C 维持期间鲍体内脂肪等其他能源物质转化成糖类,这可能是鲍在 4 °C 维持期间体内总糖含量上升的主要原因。本试验中在渐变降温过程中鲍体内粗脂肪和粗蛋白含量变化不显著,说明粗脂肪和粗蛋白不是渐变降温条件下鲍的主要能源代谢物质。但降温前北方越冬鲍体内粗脂肪含量平均值低于南方越冬,低温处理后北方越冬鲍体内粗脂肪含量平均值高于南方越冬鲍。粗脂肪含量的变化可能与低温条件下脂肪转化成不饱和脂肪酸来提高对低温的抗逆性有关。童圣英研究发现,几种鱼类在低温下体内不饱和脂肪酸含量增加^[19];杨东敏等也发现,脂肪及其分解物在菲律宾蛤仔越冬过程中发挥了重要作用^[12]。粗蛋白含量的变化趋势可能与鲍体内小分子蛋白质和酶的代谢有关,详细变化趋势还须进一步研究。

3.2 龄期和品系对鲍在低温下生长的影响

一龄鲍和二龄鲍不仅在壳长、个体质量等生长参数方面差异较大,在低温耐受性和体成分参数方面也存在较大差异。二龄鲍在渐变降温条件下死

亡率显著低于一龄鲍;在低温维持期体内的总糖含量大多高于初始值,这与一龄鲍的变化趋势不同。二龄鲍体内总糖含量在经过相同降温处理的条件下较一龄鲍高,粗蛋白含量较一龄鲍偏低。一龄和二龄鲍体成分的差异也许是其在渐变降温下死亡率差异较大的原因,关于两者的差异还需要进一步研究。

由于育种方式不同,鲍各品系的优劣不同,主要集中在耐高温、耐低温、存活率、生长速度等方面。从本试验数据来看,相较于其他品系,爱莲湾原种鲍在低温条件下存活率较高,粗脂肪、粗蛋白含量高于其他处理鲍,在一定程度上体现出较强的耐低温优势。二龄爱莲湾原种鲍的生长优势也明显高于生产鲍,干质量在本试验中的降低量低于其他品系,在一定程度上体现了其在低温下的生长优势。

参考文献:

- [1] Burge C A, Mark Eakin C, Friedman C S, et al. Climate change influences on marine infectious diseases: implications for management and society[J]. Annual Review of Marine Science, 2014, 6: 249 - 277.
- [2] Brucet S, Boix D, Nathansen L W, et al. Effects of temperature, salinity and fish in structuring the macroinvertebrate community in shallow lakes: implications for effects of climate change[J]. PLoS One, 2012, 7(2): e30877.
- [3] Konstantinov A S, Pushkar V Y, Aver'yanova O V. Effects of fluctuations of abiotic factors on the metabolism of some hydrobionts[J]. Biology Bulletin of the Russian Academy of Sciences, 2003, 30(6): 610 - 616.
- [4] 高绪生, 王琦, 王仁波, 等. 鲍鱼[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2000.
- [5] 张明, 王志松, 高绪生. 不同生长期皱纹盘鲍对水温适应能力的比较[J]. 中国水产科学, 2005, 12(6): 720 - 725.

冯树林,黄 优,王进鑫,等. 刈割对贵州安顺石漠化地区紫花苜蓿生产性能的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(20):199-203.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.20.038

刈割对贵州安顺石漠化地区紫花苜蓿生产性能的影响

冯树林^{1,2,5}, 黄 优², 王进鑫³, 周 婷⁴, 覃宗泉⁵

(1. 咸阳职业技术学院,陕西咸阳 712000; 2. 西北农林科技大学水土保持研究所,陕西杨凌 712100;
3. 西北农林科技大学资源环境学院,陕西杨凌 712100; 4. 咸阳市农业科学研究院,陕西咸阳 712000;
5. 贵州省安顺市草地工作站,贵州安顺 561000)

摘要:为揭示贵州安顺地区栽培紫花苜蓿的生产性能,以西部之星、三得利和维多利亚紫花苜蓿为材料,对不同品种在孕蕾期的株高、茎粗、干鲜比、茎叶比等生长性状以及刈割后紫花苜蓿的生长高度、生长速率和牧草产量进行测定。结果表明,不同品种在孕蕾期的生长性状无显著差异,刈割显著增加了 3 个品种的生长高度、生长速率、牧草产量;不同品种刈割 2~3 次均可获得较高牧草产量,呈现三得利紫花苜蓿干草产量>西部之星紫花苜蓿干草产量>维多利亚紫花苜蓿干草产量的变化趋势。综合分析认为,3 个供试紫花苜蓿品种较适宜在安顺地区推广和种植利用的是三得利紫花苜蓿,其次是西部之星和维多利亚紫花苜蓿。

关键词:紫花苜蓿;生产性能;孕蕾期;生长性状;再生性能;生长高度;生长速率;产量;刈割次数;安顺;影响

中图分类号:S541⁺.101 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2020)20-0199-05

安顺市地处长江水系乌江流域和珠江水系北盘江流域分水岭地带,属于典型的喀斯特地貌集中地区,生态环境十分脆弱,天然草地严重退化,现存天然牧草营养价值低,品种单一,优质多年生豆科

牧草缺乏^[1-2]。紫花苜蓿(*Medicago sativa*)是一种家畜喜食的深根性多年生优质豆科牧草,素有“牧草之王”和“饲草之后”的美誉。因其具有适应性强、产量高、品质好、耐刈割持久性好、抗旱耐盐碱及保持水土等特点在世界上得到了大面积推广和种植利用^[3-13]。随着安顺地区山地生态畜牧业的发展,大量生产优质豆科牧草已成为客观需求,人工草地在饲草供应中的重要作用越来越受到重视,因此优质牧草和饲料作物在该地区种植面积也大幅增加。作为人工草地发展中的优质牧草——紫花苜蓿,其种植面积也逐渐增加,但由于安顺地区

收稿日期:2019-11-27

基金项目:国家自然科学基金(编号:31670713);陕西省科技统筹计划(编号:2016KTCL03-18)。

作者简介:冯树林(1987—),男,贵州兴仁人,博士研究生,畜牧师,主要从事林草生态工程研究。E-mail:shulinfeng06@163.com。

通信作者:王进鑫,教授,博士生导师,主要从事旱区人工植被生态恢复与环境生态学理论研究。E-mail:jwang118@126.com。

[6]高绪生,刘永峰,刘永襄,等. 温度对皱纹盘鲍稚鲍摄食与生长的影响[J]. 海洋与湖沼,1990(1):20-26.

[7]姚 托,贾艳丽,何 健,等. 皱纹盘鲍南北方群体的高温应激和生长差异[J]. 中国水产科学,2017,24(2):258-267.

[8]罗建蓉,康小丽,钱金楸. 澳洲大蠔与美洲大蠔总糖含量的比较研究[J]. 大理学院学报,2014,13(2):26-29.

[9]刘宗柱,朱凤华,徐永立,等. 凯氏定氮法测定牙鲆肌肉粗蛋白含量方法的改进[J]. 海洋科学,1999,6(1):1-3.

[10]张丽英. 饲料分析及饲料质量检测技术[M]. 北京:中国农业大学出版社,2003.

[11]Qing N Z, Fang J M, Ping Y J. Preliminary studies on increased survival and accelerated growth of overwintering juvenile abalone, *Haliotis discus hannai* Ino [J]. Aquaculture, 1996, 140 (1/2): 177-186.

[12]杨东敏,王化敏,丁鉴锋,等. 越冬期前后菲律宾蛤仔体成分变

化研究[J]. 大连海洋大学学报,2017,32(6):694-699.

[13]王际英,宋志东,李培玉,等. 低温条件下饲料的脂肪含量对石斑鱼生长的影响[J]. 海洋湖沼通报,2010(1):7-14.

[14]周 萌,王安利,苗玉涛,等. 虾蟹低温应激研究进展[J]. 饲料工业,2011,32(22):45-48.

[15]许友卿,郑一民,丁兆坤. 冷应激对水生动物代谢的影响及调控研究进展[J]. 中国水产科学,2017,24(5):1149-1159.

[16]徐 东,张继红,王文琪,等. 温度变化对虾夷扇贝耗氧率和排氨率的影响. 中国水产科学,2010,17(5):1101-1106.

[17]张继红,方建光,梁翻鹏. 低温对栉孔扇贝能量收支的影响. 中国水产科学,2002(1):48-51.

[18]石 军,陈国安,洪奇华. 皱纹盘鲍的养殖生物学研究进展[J]. 齐鲁渔业,2012,19(7):7-10

[19]童圣英. 四种鲤科鱼类越冬时脂肪酸组成的变化[J]. 水产学报,1997,21(4):373-379.