

酿酒酵母培养物对产蛋后期蛋鸡产蛋性能的影响研究

胡芳¹, 项性龙¹, 刘建忠¹, 刘金银¹, 石俭省^{2*}

(1. 路德环境科技股份有限公司, 湖北武汉 430070; 2. 河北工程大学, 河北邯郸 056038)

摘要 [目的]研究在蛋鸡日粮中添加酿酒酵母培养物对产蛋后期蛋鸡产蛋性能及蛋品质的影响。[方法]选用品种、日龄相同,健康状况相近,生产性能相近且处于产蛋后期的京粉蛋鸡 35 833 羽,分成 2 组:A 组为对照组,饲喂基础日粮;B 组为试验组,在基础日粮中添加酵母培养物,添加量由 0.5% 逐步添加至 1.5%,预试期 9 d,正试期 30 d。[结果]在正试期结束时,B 组蛋鸡采食量及产蛋率显著高于 A 组,试验组的产蛋率较试验前期降低了 0.92%,对照组产蛋率较试验前期降低了 2.58%,同时 B 组平均蛋重较 A 组高 1.04 g/枚;2 组在蛋型、蛋黄蛋清分层方面均无显著差异,B 组蛋黄颜色深于 A 组,且蛋壳颜色更加鲜红自然;从表观消化来看,B 组粪便更加细腻且过料现象有所缓解,同时鸡舍氨味也有所改善。[结论]蛋鸡日粮中合理添加酿酒酵母培养物,可以提高蛋鸡的采食量及饲料消化率,维持产蛋后期的产蛋率,明显提高蛋重及蛋品质,改善鸡舍环境。

关键词 酿酒酵母培养物;蛋鸡;产蛋后期;产蛋性能

中图分类号 S 821.5 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)12-0111-04

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2019.12.030



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effect of *Saccharomyces cerevisiae* Culture on the Laying Performance of Layers in Late Laying Stage

HU Fang, XIANG Xing-long, LIU Jian-zhong et al (Road Environment Polytron Technologies Inc., Wuhan, Hubei 430070)

Abstract [Objective] To study the effects of adding *Saccharomyces cerevisiae* culture in laying hens' diets on the laying performance and egg quality of layers at the late laying stage. [Method] 35 833 Beijing-pink layers at late laying stage with the same breed and age, similar health status, similar production performance were divided into two groups. Group A was the control group, and the layers in group A were fed with the basic diet. Group B was test group, and the layers in group B were fed with the basic diet with adding *S. cerevisiae* culture. The addition amount of *S. cerevisiae* culture gradually from 0.5% to 1.5%. The pre-test period was 9 d, and the test period was 30 d. [Result] At the end of the test period, the laying rate and feed intake of layers in group B were significantly higher than those of group A in the late laying period, the laying rate in group B reduced only 0.92% than that in early test period, and the laying rate in group A reduced 2.58% than that in early test period. Meanwhile, the average egg weight in group B was 1.04 g/piece higher than that in group A. There was no significant difference of egg type and stratification between egg yolk and egg white between group A and B. The color of egg yolk in group B was deeper than that of group A, and the color of eggshell in group B was more bright red and natural. From the aspect of apparent digestion, the excrement in group B was more delicate and the phenomenon of excessive feeding was alleviated, and the ammonia smell of chicken house was also improved. [Conclusion] Rational addition of *S. cerevisiae* culture in laying hens' diet can increase feed intake, feed digestibility, maintain egg production rate in late laying period, significantly increase egg weight and egg quality, and improve the environment of hen house.

Key words *Saccharomyces cerevisiae* culture; Layers; Late laying stage; Laying performance

酿酒酵母培养物 (*Saccharomyces cerevisiae* culture, SC) 是在特定工艺条件的控制下,由酿酒酵母菌在特定的培养基上经过发酵、浓缩、干燥获得的产品,它主要由酵母细胞外代谢产物、菌体蛋白、变异培养基以及少量酵母菌组成,适口性好,能改善动物的生产性能,平衡动物肠道菌群,增强免疫力,提高饲料消化率,具有营养和保健双重作用^[1]。酿酒酵母培养物已在肉鸡^[2]、蛋鸡^[3]、牛^[4]、猪^[5]等动物中得到广泛应用,可以提高饲用动物的健康状况,增强抗应激能力,改善生产性能。马友彪等^[6]研究表明在家禽日粮中添加适量酿酒酵母培养物,可以显著提高蛋鸡料蛋比,降低破/软蛋率。目前,酿酒酵母培养物在蛋鸡上的应用研究主要针对产蛋高峰期蛋鸡的生产性能,而在产蛋后期蛋鸡上的应用尚未见报道。该试验中酿酒酵母培养物由酱香型白酒糟经固体发酵、酵母自溶及低温干燥制得,笔者以产蛋后期的京粉蛋鸡为试验对象,研究在实际生产条件下饲料中添加酵母培养物对产蛋后期蛋鸡生产性能、蛋品质及消化性能的影响,以期

酿酒酵母培养物在蛋鸡生产中的合理应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 试验用酿酒酵母培养物由路德生物环保技术(古蔺)有限公司生产,主要以贵州茅台镇酱香型白酒糟为原料,经高活性酵母菌固体发酵、低温干燥及粉碎后加工的饲料原料产品。酿酒酵母培养物的主要营养指标如下:水分含量 $\leq 12\%$ 、粗蛋白含量 $\geq 22\%$ 、粗灰分含量 $\leq 10\%$ 、甘露聚糖含量 $\geq 2.0\%$ 、酵母菌数量 $\geq 1 \times 10^8$ CFU/g、粗纤维含量 $\leq 18\%$ 。

1.2 试验动物 从南江某京粉蛋鸡鸡场选择 345 日龄、品种相同、健康状况相近、生产性能相近且处于产蛋后期的蛋鸡 35 833 羽,其中 A 舍(组)18 121 羽, B 舍(组)17 712 羽。

1.3 试验设计和试验日粮 该试验共设 2 组, A 组为对照组,饲喂试验鸡场蛋鸡配合饲料; B 组为试验组,饲喂试验鸡场蛋鸡配合饲料,额外添加酿酒酵母培养物,添加量由 0.5% 逐步增至 1.5%。采用半开放式鸡舍三层立体笼养,自由采食和饮水,饲养管理及环境条件一致。2 组试验日粮配方及营养水平分别见表 1、2。

1.4 试验方法 选择 2 栋入舍时间、数量相近、品种和日龄相同,且处于产蛋后期的蛋鸡进行试验。试验采用对照试验的方法,根据实际生产情况,将 A 舍(组)18 121 羽作为对照

基金项目 四川省重点技术创新项目(2016CG071)。

作者简介 胡芳(1987—),女,湖北武汉人,工程师,硕士,从事饲料及饲料相关发酵产品的研发、工艺优化等研究。*通信作者,副教授,博士,硕士生导师,从事单胃动物营养、微量元素营养、蛋白质饲料的开发利用研究。

收稿日期 2018-12-18

组, B 舍(组) 17 712 羽作为试验组。在饲喂过程中, 酿酒酵母培养物的添加量由 0.5% 逐步提升, 并每饲喂 3 d 后提升 0.5%, 经过 9 d 的预饲期, 最终将酵母培养物添加至 1.5%, 其他条件正常。

表 1 各组试验日粮组成

Table 1 The composition of test diet in each group

组别 Group	玉米 Corn	豆粕 Soybean meal	大豆油 Soybean oil	预混料 Premix	石粉 Stone powder	酵母培养物 S.cerevisiae culture	合计 Total
A 组 Group A	61.5	25	1.5	4	8	0	100
B 组 Group B (1.5%YC)	61.0	25	1.5	3	8	1.5	100

表 2 各组试验日粮营养水平

Table 2 The nutritional level of test diet in each group

组别 Group	代谢能 Metabolic energy//kJ/kg	粗蛋白 Crude protein//%	赖氨酸 Lysine %	蛋氨酸 Methionine %	钙 Ca %	总磷 Total P//%
A 组 Group A	11 314	15.847	0.62	0.37	3.25	0.65
B 组 Group B	11 410	16.153	0.62	0.37	3.25	0.65

1.5 测定指标及方法

1.5.1 生产性能。试验期内以舍为单位, 统计蛋鸡的采食量、产蛋数和蛋重。以 3 d 为 1 个周期计算日均采食量及产蛋率, 以 7 d 为 1 个周期计算平均蛋重及破蛋率。

1.5.2 蛋品质。饲喂正试期开始后, 以 10 d 为 1 个周期, 对 2 组蛋鸡所产鸡蛋的蛋清、蛋黄色泽、黏稠度进行对比评定。

1.5.3 粪便。饲喂正试期, 定期观察 2 组蛋鸡的粪便情况, 随机收集粪便进行对比分析, 包括粪便色泽、是否成型、水便比例、消化情况(粪便细腻程度、是否有未消化饲料颗粒及比例), 感官评价蛋舍内氨味的变化。

1.6 数据统计与分析 利用 SPSS 10.0 软件中的平衡试验设计进行方差分析, 差异显著时再用 Duncan's 方法对 2 组间平均数进行多重比较, 结果均以“平均值±标准差”表示。

2 结果与分析

2.1 酿酒酵母培养物(SC)对蛋鸡采食量的影响 由表 3 可知, 试验前(0 d)对照组和试验组蛋鸡的日均采食量差异不显著($P>0.05$), 但在饲喂正试期试验组蛋鸡日均采食量明显高于对照组, 差异显著($P<0.05$)。正试期 1~3 d 试验组蛋鸡的日均采食量比对照组高 8.45 g/羽; 随着试验时间的延长, 试验组与对照组日均采食量的差值保持在 5.00 g/羽以上。

表 3 SC 对蛋鸡日均采食量的影响

Table 3 Effects of SC on the daily average feed intake of layers

组别 Group	饲喂时间 Feeding time//d										
	0	1~3	4~6	7~9	10~12	13~15	16~18	19~21	22~24	25~27	28~30
对照组 Control group(A)	115.01	113.23 ±0.01	113.27 ±9.14 b	113.29 ±9.15 b	115.16 ±2.56 b	114.29 ±2.51 b	113.41 ±0.01 b	113.46 ±0.01 b	113.49 ±0.01 b	113.52 ±5.27 b	113.54 ±1.31 b
试验组 Test group(B)	115.61	121.68 ±0.01	121.75 ±0.01 a	121.81 ±0.01 a	122.91 ±0.01 a	122.01 ±0.01 a	122.13 ±0.01 a	120.32 ±2.69 a	118.49 ±0.01 a	119.49 ±2.73 a	119.52 ±0.01 a

注: 同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant differences ($P<0.05$)

2.2 酿酒酵母培养物对产蛋率和蛋重的影响 由表 4 可以看出, 在试验前(0 d), 试验组和对照组的产蛋率差异不显著($P>0.05$)。进入饲喂正试期后, 试验组和对照组的产蛋率差异显著($P<0.05$), 试验组的全期平均产蛋率为 86.07%, 较对

照组高约 1 百分点, 且在饲喂正试期结束时, 试验组的产蛋率较试验前(0 d)仅降低了 0.92 百分点, 而对照组降低了 2.58 百分点。由此可见, 酿酒酵母培养物对于维持产蛋后期蛋鸡的产蛋率有显著效果。

表 4 SC 对蛋鸡产蛋率的影响

Table 4 The effects of SC on the laying rate of layers

组别 Group	饲喂时间 Feeding time//d										
	0	1~3	4~6	7~9	10~12	13~15	16~18	19~21	22~24	25~27	28~30
对照组 Control group(A)	87.18	85.81 ±0.03 b	86.27 ±0.03	85.82 ±0.79 b	85.40 ±0.64 b	85.12 ±0.51 b	84.97 ±0.74	84.64 ±0.40 b	84.58 ±0.01 b	84.57 ±0.01 b	84.60 ±0.01 b
试验组 Test group(B)	87.13	86.23 ±0.63 a	86.43 ±1.32	86.96 ±0.01 a	86.47 ±0.83 a	86.18 ±0.03 a	84.96 ±0.15	85.65 ±0.27 a	86.09 ±0.09 a	85.62 ±0.17 a	86.21 ±0.01 a

注: 同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant differences ($P<0.05$)

由表 5 可看出, 试验组在饲喂正试期后期蛋重增加较为明显, 与对照组的最大差值高达 1.57 g/枚, 全期平均蛋重差

值大于 1.04 g/枚。该试验结果表明酿酒酵母培养物在蛋鸡产蛋后期可以显著增加蛋重。

表 5 SC 对蛋鸡蛋重的影响

Table 5 The effects of SC on the egg weight of layers

g/枚

组别 Group	饲喂时间 Feeding time//d				
	0	1~7	8~14	15~21	22~28
对照组 Control group(A)	64.12	64.60±0.05 b	65.01±0.01 b	64.91±0.05 b	64.76±0.06 b
试验组 Test group(B)	64.35	65.08±0.06 a	65.53±0.16 a	66.11±0.23 a	66.33±0.01 a

注: 同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant differences ($P<0.05$)

2.3 酿酒酵母培养物对破蛋率的影响 由表 6 可以看出, 在试验前(0 d), 对照组破蛋率略低于试验组, 但在进入饲喂正试期后, 对照组破蛋率显著高于试验组。在饲喂正试期结束

时, 试验组破蛋率为 4.88%, 低于对照组, 表明酵母培养物对于降低破蛋率有明显的效果。

表 6 SC 对破蛋率的影响

Table 6 The effects of SC on the broken egg rate

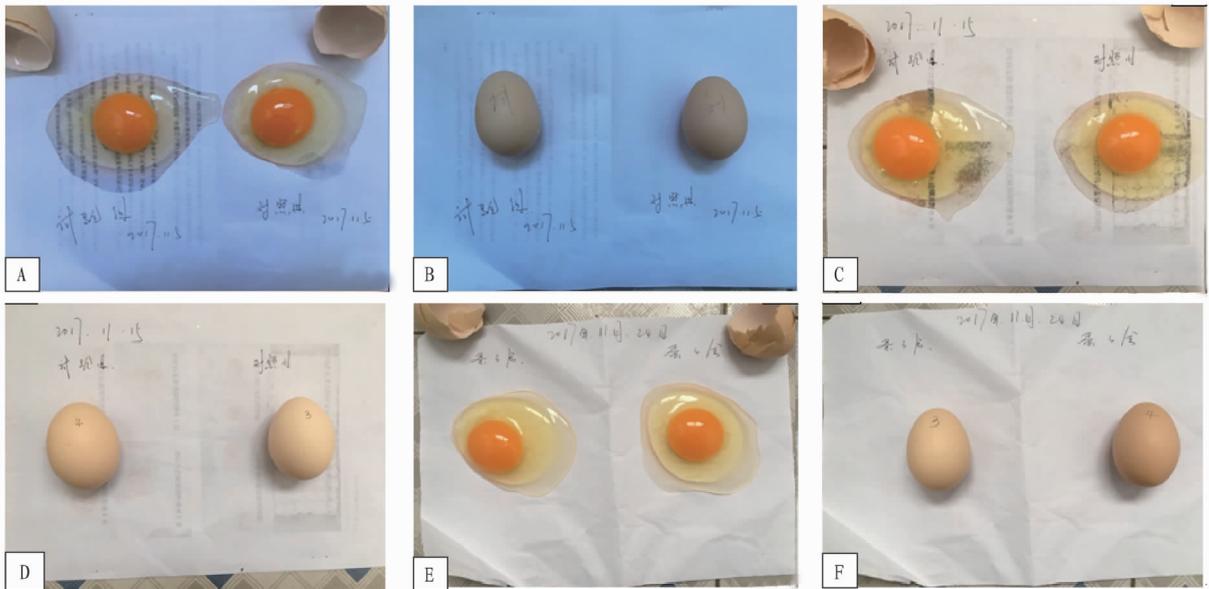
‰

组别 Group	饲喂时间 Feeding time//d				
	0	1~7	8~14	15~21	22~28
对照组 Control group(A)	4.52	5.91±0.29 a	5.87±0.46 a	5.88±0.74 a	5.84±0.15 a
试验组 Test group(B)	4.73	5.73±0.89 b	5.67±0.37 b	5.54±0.54 b	4.88±0.29 b

注: 同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant differences ($P<0.05$)

2.4 酿酒酵母培养物对蛋品质的影响 从图 1 可以看出, 在饲喂正试期, 试验组与对照组在蛋型、蛋黄及蛋清分层方面无明显差异; 在蛋腥臭味上, 2 组差异不明显; 在蛋黄颜色方

面, 试验组蛋黄颜色略深于对照组, 蛋壳颜色也较对照组更加鲜红、自然。



注: A、B 为正试期 10 d 时的蛋品质对比; C、D 为正试期 0 d 时的蛋品质对比; E、F 为正试期 30 d 时的蛋品质对比

Note: A, B were the egg quality comparison on the 10th day of test period; C, D were the egg quality comparison on the 0th day of test period; E, F were the egg quality comparison on the 30th day of test period

图 1 SC 对蛋品质的影响

Fig.1 The effects of SC on the egg quality

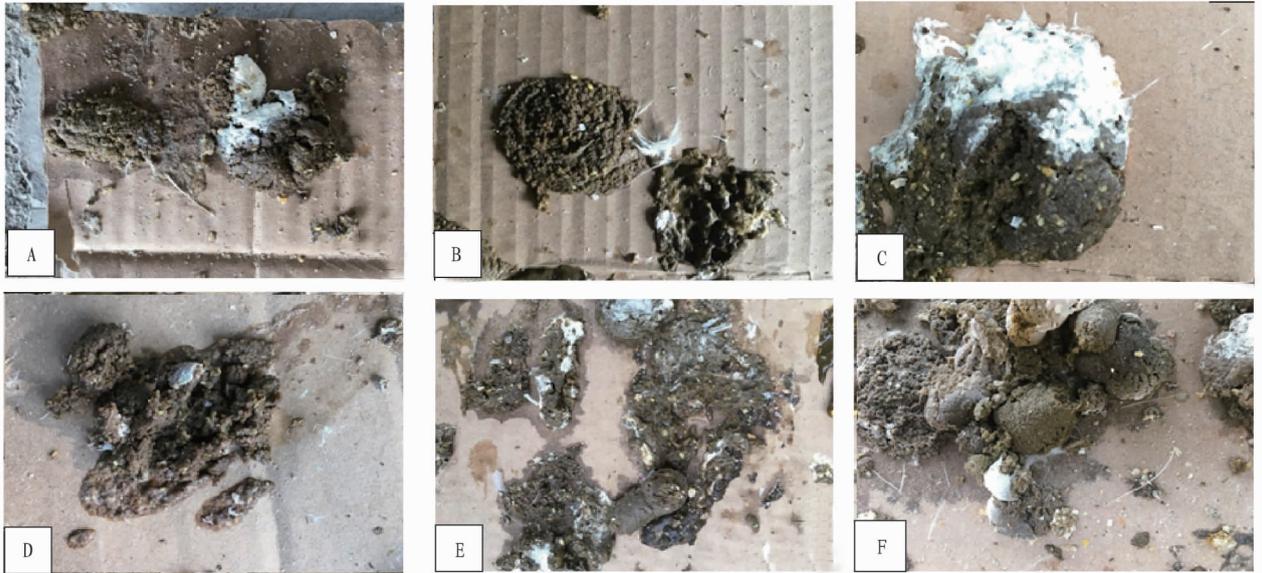
2.5 酿酒酵母培养物对蛋鸡粪便的影响 从图 2 可以看出, 在粪便成型度方面, 试验组和对照组无明显差异; 在过料现象方面, 对照组粪便颗粒料情况较为明显, 大颗粒未消化颗粒较多, 而试验组粪便较为细腻, 表明试验组消化吸收更好。同时, 在同等通风条件下, 试验组鸡舍氨味明显低于对照组。由此可见, 酿酒酵母培养物对于改善蛋鸡过料现象及鸡舍氨味有一定效果。

3 讨论

3.1 酿酒酵母培养物对蛋鸡生产性能的影响分析 酿酒酵母培养物中含有丰富的氨基酸、小肽、B 族维生素、甘露寡糖、有机酸、矿物质、消化酶以及对畜禽生长有利的未知因子, 这些物质能够促进畜禽对营养物质的吸收利用, 因而可以促进产蛋鸡的生产性能^[7-8]。酵母培养物能提高蛋鸡生产性能的主要原因在于它能够调节和维持体内微生态平衡, 改

善并增强动物的消化吸收能力,促进营养成分的消化吸收,从而提高蛋鸡的采食量,提高其生产性能。李洪龙等^[9]在日粮中添加0.1%酵母培养物对于改善蛋鸡的生产性能有效,但对蛋品质无影响,这与胡光林等^[10]和武书庚等^[11]的研究结果相一致。张连忠^[12]和马明颖等^[13]研究发现在日粮中添加0.3%酵母培养物可以显著提高蛋鸡的生产性能和蛋品质,尤其是可以显著降低蛋黄中胆固醇的含量。郑艳秋等^[14]研究表明饲料中添加酵母培养物可以改善肠道菌群和肠黏膜组织结构,有利于营养物质的消化,这些结果都可能改善产蛋鸡的生产性能。

该试验中试验组饲料中添加1.5%倍肽德酵母培养物能够显著提高蛋鸡的采食量和平均蛋重,降低破蛋率,说明在饲料中添加酵母培养物能够提高产蛋鸡的生产性能。



注:A、C、E分别为对照组10、0、30 d粪便;B、D、F分别为试验组10、0、30 d粪便

Note: A, C, E were the excrement in control group on the 10th, 0th, 30th day respectively; B, D, F were the excrement in test group on the 10th, 0th, 30th day respectively

图2 SC对粪便的影响

Fig.2 Effects of SC on the excrement

3.3 酵母培养物对产蛋鸡营养物质表观消化率的影响分析 前人研究表明,饲料中添加酵母培养物可以提高反刍动物的干物质、中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维的表观消化率。张丽等^[17]和周雪飞^[18]研究也表明饲料中添加酵母培养物可以提高粗蛋白质、粗脂肪、能量和酸性洗涤纤维的表观消化率。该试验中饲料中添加酿酒酵母培养物改善了产蛋鸡对饲料的表观消化率,促进了营养物质的消化吸收,使得粪便变得更加细腻,过料现象缓解。这可能是由于酿酒酵母培养物本身中含有消化酶,使消化道中有益菌数量得到改善,促进了营养物质的消化吸收,也可能是酵母培养物中含有丰富的甘露寡糖,而甘露寡糖可以提高消化酶的活性,促进动物消化。

4 结论

蛋鸡日粮中适当添加酿酒酵母培养物,可以提高蛋鸡采食量及饲料消化率,维持产蛋后期产蛋率,明显提高蛋重及

3.2 酵母培养物对鸡蛋品质的影响分析 李慧等^[3]研究表明饲料中添加0.2%的酵母培养物能够提高蛋黄重、蛋白高度和哈夫单位,对蛋壳强度和蛋黄颜色无显著影响。金加明等^[15]研究发现在饲料中添加0.3%酵母培养物对蛋形指数无显著影响,但能提高蛋黄颜色、蛋壳厚度、蛋壳强度和哈氏单位。该试验中,随着饲料中酿酒酵母培养物添加量的增加,试验组蛋黄颜色要深于对照组,其他指标并无明显差异。各相关研究结果并不一致,这可能是由于饲料中添加酵母培养物对蛋品质没有显著影响。产蛋鸡食用酿酒酵母培养物后,吸收的营养物质可能传递给鸡蛋,酵母培养物中的B族维生素、肽、甘露寡糖和有机酸都有可能改善蛋品质各项指标^[16],但具体机理有待进一步研究。

蛋品质,改善鸡舍环境。

参考文献

- [1] 项性龙,刘建忠,胡芳,等.酿酒酵母培养物对杜寒羔羊育肥效果的影响[J].现代农业科技,2018,37(2):244-245.
- [2] 丁小娟.酿酒酵母培养物在817肉仔鸡上的应用效果研究[D].郑州:河南农业大学,2017.
- [3] 李慧,陈鹏,康学庆,等.日粮中添加酵母培养物对蛋鸡生产性能和蛋品质的影响[J].饲料博览,2016(4):22-24.
- [4] 邵广,李红宇,黄帅,等.酿酒酵母对奶牛瘤胃内环境及血液生化指标的影响[J].中国牛业科学,2011(2):24-26.
- [5] 路则庆,熊海涛,宋德广,等.大麦—高粱型饲料中添加酵母培养物对肥育猪生长性能及肉品质的影响[J].动物营养学报,2016,28(4):1160-1167.
- [6] 马友彪,周建明,张海军,等.倍肽德®酵母培养物对产蛋鸡生产性能和蛋品质的影响[C]//侯永清.中国畜牧兽医学动物营养学会第十二次动物营养学术研讨会论文集.北京:中国农业大学出版社,2016.
- [7] MACEDO R J, ARREDONDO V, GARCIA F, et al. Effect of supplemental yeast culture and physiological factors on colostrum and milk composition of Pelibuey ewes[J]. Tropical animal health and production, 2012, 44(2):349-354.

(下转第126页)

较远,认为 A 类成员可能是长期进化过程中被保留下来的较原始的一类。该研究认为,水稻基因组中共有 65 个 WRKY 转录因子,这与 Ross 等^[17]在日本晴水稻上得出的结论不同,可能是由于所选用的水稻基因组数据、筛选方式以及结构域探针不同等因素导致的。该研究较系统地鉴定了水稻

WRKY 家族,为学者研究 WRKY 转录因子功能和互作关系提供生物信息学信息,有利于对 WRKY 的进一步深入研究。未来对 WRKY 转录因子的研究重点依然在明确 WRKY 在植物受逆境胁迫时的信号转导途径,以及利用 WRKY 对作物和林木进行分子改良以开发其巨大的应用价值。

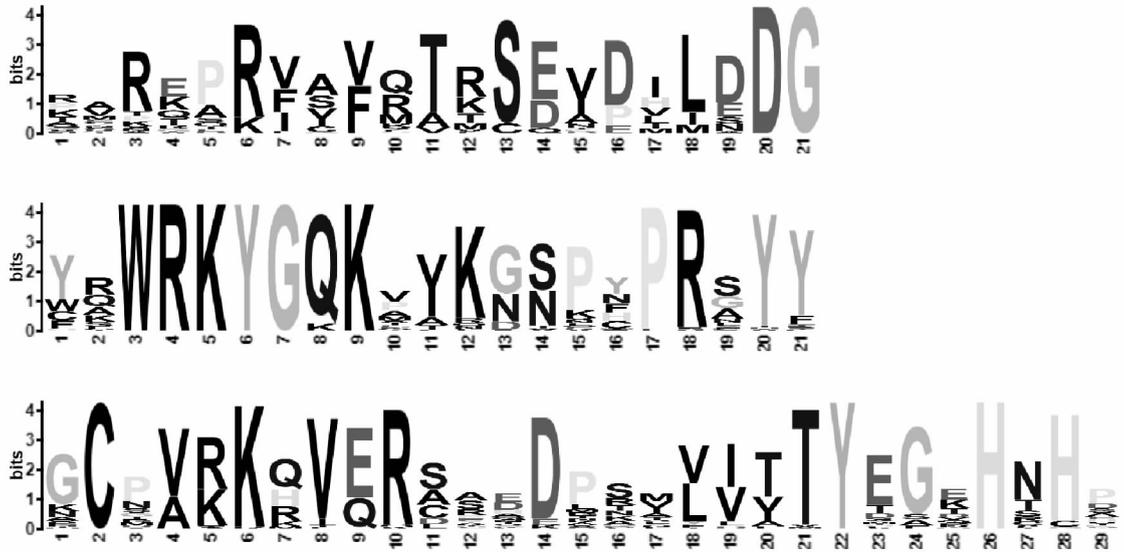


图3 WRKY 家族保守元件

Fig.3 Conservative elements of WRKY family

参考文献

- [1] ZHU D W, QIAN Z H, WEI H Y, et al. The effects of field pre-harvest sprouting on the morphological structure and physicochemical properties of rice (*Oryza sativa* L.) starch[J]. Food chemistry, 2019, 278: 10-16.
- [2] YADAV S, GILL S S, PASSRICHA N, et al. Genome-wide analysis and transcriptional expression pattern-assessment of superoxide dismutase (SOD) in rice and *Arabidopsis* under abiotic stresses[J]. Plant gene, 2019, 17: 1-9.
- [3] 朱景福, 李芳, 鹿保鑫. 基于聚类改进的 Fisher 与 KNN 判别分类算法对比研究[J]. 安徽农业科学, 2019, 47(1): 250-252, 257.
- [4] 谷彦冰, 冀志蕊, 迟福梅, 等. 苹果 WRKY 基因家族生物信息学及表达分析[J]. 中国农业科学, 2015, 48(16): 3221-3238.
- [5] 赵楠楠, 刘立峰. 植物 WRKY 转录因子及其生物学功能[J/OL]. 分子植物育种. [2018-12-25]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1068.S.20181218.1113.004.html>.
- [6] ISHIGURO S, NAKAMURA K. Characterization of a cDNA encoding a novel DNA-binding protein, SPF1, that recognizes SP8 sequences in the 5' upstream regions of genes coding for sporamin and beta-amylase from sweet potato[J]. Molecular and general genetics, 1994, 244(6): 563-571.
- [7] ZHANG Y J, WANG L J. The WRKY transcription factor superfamily: Its origin in eukaryotes and expansion in plants[J]. BMC Evolution Biology, 2005, 5(1): 1-12.
- [8] 刘梦佳, 李海峰. 水稻 WRKY 转录因子家族研究进展[J]. 河南农业科学, 2016, 45(3): 1-8.
- [9] 肖俊. 水稻 WRKY13 通过选择性结合不同顺式作用元件调控非生物和生物胁迫信号路径间的互作[D]. 武汉: 华中农业大学, 2013.
- [10] 周丽霞, 曹红星. 低温胁迫下油棕 WRKY 转录因子基因的表达特性分析[J]. 南方农业学报, 2018, 49(8): 1490-1497.
- [11] 万永青, 毛铭铄, 万东莉, 等. 中间锦鸡儿 WRKY75 基因对拟南芥耐受盐和 ABA 能力的影响[J]. 西北植物学报, 2018, 38(1): 17-25.
- [12] 梁滨, 董冬. 植物 WRKY 转录因子的研究进展[J]. 生物学通报, 2018, 53(6): 5-8.
- [13] 刘洋, 郑洋洋, 宫超, 等. 番茄 AS2 基因家族的系统进化分析[J]. 基因组学与应用生物学, 2018, 37(9): 3958-3965.
- [14] SAITOU N, NEI M. The neighbor-joining method: A new method for reconstructing phylogenetic trees[J]. Molecular biology and evolution, 1987, 4(4): 406-425.
- [15] KUMAR S, STECHER G, LI M, et al. MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across computing platforms[J]. Molecular biology and evolution, 2018, 35(6): 1547-1549.
- [16] 向贵生, 王开锦, 晏慧君, 等. 蔷薇科植物 MLO 蛋白家族的生物信息学分析[J]. 基因组学与应用生物学, 2018, 37(5): 2043-2059.
- [17] ROSS C A, LIU Y, SHEN Q J. The WRKY gene family in rice (*Oryza sativa*) [J]. J Integr Plant Biol, 2007, 49(6): 827-842.
- [18] 马明颖, 王晓岩, 崔贞爱, 等. 酵母培养物对蛋鸡生产性能及鸡蛋品质的影响[J]. 粮食与饲料工业, 2007(1): 39-40.
- [19] 郑艳秋, 甄玉国, 刘墨, 等. 酵母培养物对饲喂霉变玉米日粮肉仔鸡肠壁结构和肠道菌群影响的研究[J]. 饲料工业, 2010, 31(22): 34-36.
- [20] 金加明, 杨虎, 吴宝霞, 等. 酵母培养物和寡糖对产蛋高峰期蛋鸡生产性能的影响[J]. 饲料研究, 2005(3): 44-45.
- [21] 齐明星, 苗丽萍, 贺强, 等. 菌肽蛋白对蛋鸡生产性能、蛋品质、肠道菌群数量及血清生化指标的影响[J]. 动物营养学报, 2015, 27(12): 3878-3886.
- [22] 张丽, 丁宏标. 酵母培养物、枯草芽孢杆菌和木瓜蛋白酶对保育猪生长性能、营养物质表观消化率和粪便微生物数量的影响[J]. 动物营养学报, 2016, 28(11): 3642-3649.
- [23] 周雪飞. 酵母培养物对绵羊瘤胃发酵及消化道内营养物质流通与消化的影响[D]. 长春: 吉林农业大学, 2016.

(上接第 114 页)

- [8] KASHONGWE O B, MIGWI P, BEBE B O, et al. Improving the nutritive value of wheat straw with urea and yeast culture for dry season feeding of dairy cows[J]. Tropical animal health and production, 2014, 46(6): 1009-1014.
- [9] 李洪龙, 董志凝, 孙明梅. 酵母培养物对蛋鸡生产性能及蛋品质的影响[J]. 中国饲料, 2006(13): 19-20, 24.
- [10] 胡光林, 刘宝德. 酵母培养物对商品蛋鸡生产性能及鸡蛋品质的影响[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2008(11): 41-42.
- [11] 武书庚, 刘质彬, 齐广海, 等. 酵母培养物对产蛋鸡生产性能和蛋品质的影响[J]. 动物营养学报, 2010, 22(2): 365-371.
- [12] 张连忠. 酵母培养物对蛋鸡生产性能及蛋品质的影响[J]. 饲料研究, 2011(6): 54-55.